

## Systemanalyse Noorder IJplas

J.M. Stroom  
T.A.H.M. Pelsma

Korte Ouderkerkerdijk 7  
Amsterdam  
Postbus 94370  
1090 GJ Amsterdam  
T 0900 93 94 (lokaal tarief)  
F 020 608 39 00  
KvK 41216593

[www.waternet.nl](http://www.waternet.nl)

6 maart 2013

## Colofon

---

### Opdrachtgever

Bedrijf	Waternet
Sector	Watersysteem
Afdeling	Planvorming & Realisatie
Projectleider	Eva de Bruin
Projectnummer	

---

### Opdrachtnemer

Sector	Techniek, Onderzoek & Projecten
Afdeling	Onderzoek en Advies
Projectleider	Jasper Stroom
Kwaliteitsborger	Gerard ter Heerdt
Projectnummer	66702

---

### Rapport

Rapporteur	Jasper Stroom, Tim Pelsma
Versie	definitief, 6 maart 2013
Rapportnummer	13.021926

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>		<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>11</b>
1.1	Doel	11
1.2	Aanpak en leeswijzer	11
<b>2</b>	<b>Beschrijving Noorder IJplas</b>	<b>12</b>
2.1	Historie	12
2.2	Gebiedsbeschrijving	15
2.2.1	Geohydrologie	16
<b>3</b>	<b>Waterbalans en fosforbelasting</b>	<b>18</b>
3.1	Waterbalans invoer en calibratievariabelen	18
3.1.1	Kengetallen	18
3.1.2	Peilbeheer	18
3.1.3	Neerslag en verdamping	19
3.1.4	Afstroming	20
3.1.5	Grondwater	21
3.2	Chloride- en fosforconcentraties	21
3.2.1	Inlaatwater	21
3.2.2	Neerslag	22
3.2.3	Afstroming	22
3.2.4	Influx grondwater	22
3.3	Resultaten waterbalans en fosforbelasting	23
3.3.1	Calibratie waterstanden	23
3.3.2	Calibratie chloride	24
3.3.3	Waterbalans	25
3.3.4	Fosforbelasting	26
<b>4</b>	<b>Waterkwaliteit</b>	<b>28</b>
4.1	Chloride	28
4.1.1	Historisch	29
4.1.2	Verticaalmetingen Noordzeekanaal	31
4.1.3	Conclusie/discussie chloride	32
4.2	Fosfor	33
4.2.1	Historisch	33
4.2.2	Verticaalmetingen Noordzeekanaal	35
4.2.3	Conclusie/discussie fosfor	36
4.3	Stikstof	36
4.4	Sulfaat	37
4.5	Zuurgraad	37
4.6	Chlorofyl-a	38
4.7	Doorzicht	39
4.8	Verticaalmetingen 2012 en P-nalevering waterbodem	40
4.8.1	Analyseresultaten	40

4.8.2	Inschatting fosfaatnalevering	43
4.9	Discussie Waterkwaliteit	44
<b>5</b>	<b>Ecologie</b>	<b>45</b>
5.1	Fytoplankton	45
5.1.1	Tellingen	45
5.1.2	Fluoroproob	46
5.1.3	Effect verbrakken op <i>Prymnesium</i> en blauwalgen	47
5.2	Vis	48
5.2.1	Noordzeekanaal	48
5.2.2	Noorder IJplas	50
5.2.3	Chlorideconcentratie, verbraseming en waterkwaliteit	50
5.2.4	Effect van verbrakken en/of verbinden	52
5.3	Macrofauna	55
5.3.1	Noordzeekanaal	55
5.3.2	Noorder IJplas	56
5.3.3	Effect van verbrakken en/of verbinden	56
5.4	Macrofyten	56
5.4.1	Noordzeekanaal	56
5.4.2	Noorder IJplas	56
5.4.3	Effect van verbrakken en/of verbinden	57
5.5	Discussie ecologie	58
5.5.1	Fytoplankton	58
5.5.2	Overige ecologie	58
5.5.3	Minimalisatie fosforbelasting bij vismigratie	59
<b>6</b>	<b>Overzicht: de Noorder IJplas van 2012 naar 2022</b>	<b>62</b>
6.1.1	Geïsoleerd (geen vispassage)	62
6.1.2	Beetje open (waterzuinige vispassage)	63
6.1.3	Ruim open (ruime vispassage)	63
6.1.4	Volledig open	63
6.1.5	Matrix	64
<b>7</b>	<b>Handvatten voor maatregelen</b>	<b>65</b>
7.1	Reductie fosforbelasting	65
7.1.1	Aanpak waterbodem	65
7.1.2	Aanpak parkdrainage	65
7.2	Vispasseerbaarheid	65
7.2.1	Optie 1: aanpassen huidige stuw	66
7.2.2	Optie 2: nieuwe vispassage	67
<b>Literatuur</b>		<b>69</b>
<b>Bijlagen</b>		<b>72</b>
Bijlage A	Bodemopbouw	73
Bijlage B	Chloride	75
Bijlage C	Fosfor (en zuurstof)	78
Bijlage D	Stikstof	83
Bijlage E	Overig fysisch/chemisch	85
Bijlage F	Verticaalmetingen Noorder IJplas 2012	87

Bijlage G	Blauwalgen vs. diepte Vlietland	88
Bijlage H	Nitraat/nitriet en sulfaat vs. diepte	89
Bijlage I	Sigarendoos verbrakken zoutsuppletie	90
Bijlage J	Verbrakken met Noordzeekanaalwater: Cl & P	91
Bijlage K	Kenmerken vispassage	94



## Samenvatting

In het KRW-uitvoeringsprogramma uit 2008 van de Noorder IJplas zijn naast het gedeeltelijk verondiepen en herinrichten van de plas (gestart in augustus 2009) twee maatregelen opgenomen. Het gaat daarbij om het verbrakken van de plas en het realiseren van een mogelijkheid voor vismigratie om de KRW-doelen behorend bij een brakke plas (M30) te kunnen realiseren. Doel van de voorliggende systeemanalyse is om de kennis van destijds te toetsen aan de systeemkennis van 2012 en om de effecten van de beoogde maatregelen in kaart te brengen. Op basis van de analyse is een aantal voorstellen tot aanpassing van het maatregelenpakket gedaan. Er is gefocust op visstand, fosforbelasting en blauwalgen. Overige ecologische aspecten worden kort beschreven.

Door het gevoerde flexibele peilbeheer is het nauwelijks nodig om water in te laten en daardoor is de Noorder IJplas door externe bronnen vrij laag belast ( $0.25 - 0.7 \text{ mgP/m}^2/\text{d}$ , P=fosfor). De plas wordt in de zomer voornamelijk belast door het omringende park. Juist die belasting is met de huidige gegevens moeilijk kwantificeerbaar, maar de huidige waterkwaliteit suggereert dat de werkelijke fosforbelasting aan de hoge kant van de genoemde marge ligt. De uitvoering van het herinrichten levert een aantoonbaar effect op algengroei, ook al is het ingebrachte materiaal onderworpen aan strenge eisen. De herinrichting levert meer ondiepe zones en kan zo kan een positief effect hebben op vegetatie en zodoende ook op macrofauna en vis omdat er meer plantenminnende soorten kunnen komen. Er is ook een risico op fosfaatnalevering direct vanuit de waterbodem of via vegetatie (nutriëntenpomp via de wortels). Het uiteindelijke netto effect van de herinrichting op de waterkwaliteit is voorsnog niet bekend. De huidige visstand lijkt stabiel, de visstand indiceert een zoet systeem en verandert niet veel. De visbiomassa is gemiddeld tot laag en stabiel. Vanuit de ontwikkelingen in de visstand wordt geen relevante invloed op helderheid en de opkomst van (blauw)algen verwacht.

De diepe waterbodem levert jaarlijks een waarschijnlijk beperkte hoeveelheid fosfaat na en dat heeft nog geen significant effect op de waterkwaliteit. Wel gaat sinds ongeveer 2005 de waterkwaliteit merkbaar achteruit. Het doorzicht is voor een diepe plas laag en dalend, terwijl chlorofyl-a nog niet heel hoog maar wel stijgend is. De hoeveelheid blauwalgen neemt langzaam maar zeker toe en draait op de actuele fosforbelasting in het groeiseizoen. De verwachting is dat deze trends zullen doorzetten en dat de waterbodem actiever zal worden ook al gaat dat laatste proces vermoedelijk langzaam.

### **KRW-maatregelen: visverbinding en verbrakking**

Voor het Noordzeekanaal is de invloed van een voor vis aangekoppelde Noorder IJplas van beperkte waarde. Het kanaal heeft veel zijkanalen met een zoutgradiënt, in sommige gevallen met ondiep habitat, en bovendien is een groot areaal vanuit Rijnland aangetakt met een visverbinding. Andersom is ook het Noordzeekanaal van beperkte waarde voor de Noorder IJplas. Wel zal bij een aangekoppelde plas een aantal paaiende brakke en zoete soorten profiteren van de mogelijkheden tot migratie, net zoals macrofauna (zoals krabben en garnalachtigen). Indien de plas wordt verbrakt, heeft het de voorkeur om tot rond  $2000 \text{ mg/l}$  te kunnen verbrakken. Verbrakking tot  $1000 \text{ mg/l}$  heeft weinig

meerwaarde voor vis en macrofauna ten opzichte van de huidige situatie (ca. 500 mg/l).

Probleem hierbij is *hoe* te verbrakken zonder de fosforbelasting sterk te laten toenemen. De huidige inlaatlocatie is relatief zoet waardoor 750 m<sup>3</sup>/d (= 0.5 m/j water op de plas) aangevoerd moet worden om tot slechts 1000 mg/l te verbrakken. Door de inlaat te verleggen naar het brakkere Noordzeekanaal kan met minder water dezelfde verbrakking gerealiseerd worden. Er moet wel rekening worden gehouden met lokale effecten van de lozing van een rwzi direct ten oosten van de Noorder IJplas in het kanaal. Door uit het kanaal vanaf nabij de waterbodem in te laten kan met dezelfde 750 m<sup>3</sup>/d wel 2000 mg/l gerealiseerd worden in tien jaar. Daarbij neemt de belasting toe naar 0.5–1.2 mgP/m<sup>2</sup>/d. Bij defosfateren met een rendement van 70% wordt de belasting 0.3–0.9 mgP/m<sup>2</sup>/d. Bij diepe inlaat moet rekening worden gehouden met de toename van sulfaat, variërende chlorideconcentraties en mogelijk periodieke zuurstofloosheid van inlaatwater.

In alle gevallen van verbrakking met Noordzeekanaalwater (dus ook tot 1000 mg/l met diep water) wordt flexibel peilbeheer grotendeels verlaten. Er zal in weinig tot geen zomers onder vrij verval voldoende water aangevoerd kunnen worden. De belasting zou in die gevallen overigens geconcentreerd worden in het groeiseizoen van (blauw)algen. Er dient een gemaal aangelegd te worden om de suppletie te realiseren. Dit zal periodiek resulteren in het rondpompen van water: er wordt ingelaten om te verbrakken en op hetzelfde moment uitgelaten vanwege de hoge waterstand op de plas. Dat impliceert dat de inlaat op een andere plek gesitueerd moet zijn dan de uitlaat om effectief te kunnen verbrakken.

Gezien de huidige afname van de waterkwaliteit en de onzekerheid rondom de effecten van de huidige aanleg van de ondiepe zones weegt het uitgangspunt om de helderheid te verhogen, flexibel peilbeheer in stand te houden, en het aandeel blauwalgen te verminderen, zwaar. Bij de optie verbrakken kan hier niet aan worden voldaan en wordt de fosforbelasting relevant verhoogd. Dit zal direct effect hebben op doorzicht in het voorjaar en de toename van (blauw)algen in de zomer, en indirect op nalevering vanuit de onderwaterbodem, en op ontwikkeling van vegetatie en visstand. De kansen nemen dan af om de KRW-doelen te behalen. De kosten zijn niet onderzocht.

### **Aanbevelingen**

Aanbevolen wordt:

1. De plas nu niet te verbrakken en het flexibele peilbeheer te handhaven. De chlorideconcentratie zal dan de komende decennia nog wat verder afnemen. Het KRW-doel kan aangepast worden naar M20 (diepe zoete plas).
2. Het huidige beheer te "vervisvriendelijken". In de gevallen dat uit- of ingelaten moet worden om binnen de waterstandsmarges te blijven wordt dit bij voorkeur met een lager debiet gedurende een langere periode gedaan dan nu het geval is. Momenteel wordt bij een uitlaat in ongeveer een week 11000 m<sup>3</sup>/d afgevoerd. In de meeste jaren komen de waterstanden op de plas tweemaal op het niveau van het kanaalgemiddelde: in het najaar bij een stijgende waterstand en in het voorjaar bij een dalende waterstand. Deze perioden komen vrij goed overeen met de optimale migratieperioden van vis. Het lijkt via slim geautomatiseerd beheer mogelijk om gebruikmakend van het pseudo-



getij op het kanaal en de gemeten actuele waterstanden juist op die geschikte momenten vispassage mogelijk te maken zonder de plasbelasting relevant te verhogen. Aanbevolen wordt dit nader uit te werken, zie ook item 3.

3. Ten behoeve van het verhogen van de vispasseerbaarheid onderzoek te doen naar een vispassage (1) bij de bestaande stuw, en (2) op een nieuwe locatie. De locatie van de huidige stuw is gunstig in het relatief zoete Zijkanaal H wat aantrekkelijk is voor vis. De huidige inlaatstuw is een onderlaat in een duiker en is qua vispasseerbaarheid matig. De grote lengte kan beperkend zijn. En indien het debiet geknepen moet worden (zie item 2) door de stuw simpelweg minder ver te openen, wordt direct onder de schuif van de stuw voor vispassage tegen de stroom in de snelheid te hoog en wellicht ook de opening te klein. Dat wil zeggen dat de weerstand van het huidige werk verhoogd dient te worden met een nageschakelde vispassage.

Een alternatief kan zijn een nieuwe vispassage te plaatsen in de dam tussen de noord- en de zuidplas. Randvoorwaarde hierbij is dat de geplande opening tussen Zijkanaal H en de zuidplas gerealiseerd wordt, en dat deze opening groot is. De verbinding wordt dan veel korter (10 meter) en er kan wellicht eenvoudiger maatwerk geleverd worden wat betreft beheer en onderhoud. In een te realiseren afvoerkanaal (aan de brakke zijde van de vispassage) kan bij minimaal waterverlies een zoutgradiënt in brak omgevingswater in stand gehouden worden. De op zich geringe zoete lokstroom kan zo goed traceerbaar zijn voor vis. Dit zal vooral effectief zijn in de luwte van de zuidplas, en minder in het Zijkanaal H.

Aan overige acties wordt aanbevolen:

4. De fosforbelasting vanuit het park in kaart te brengen en zo nodig verminderen. De waterkwaliteit wordt gestuurd door de actuele belasting die waarschijnlijk grotendeels bepaald wordt door af-/uitstroming. Zowel via systeemanalyse als via metingen kan de invloed van het parkwater verder gekwantificeerd worden. Een mogelijke maatregel is om via een defosfaterende grindkoffer (bv. puridrain) het parkwater af te vangen en te zuiveren. Het water wordt bij voorkeur geloosd in het hypolimnion, zodat het niet ten laste komt van de actuele belasting in het groeiseizoen. Een alternatief kan zijn om buiten de plas te lozen, afhankelijk van de kwaliteit van het drainwater en de hydrologische effecten op de waterbalans.
5. De nalevering vanuit de waterbodem beter te kwantificeren. De (o.a. fosfor-) verticaalmetingen zijn in 2012 niet tot nabij de waterbodem uitgevoerd terwijl dat wel meer informatie kan opleveren. Daarnaast kunnen samenstelling en poriewaterconcentraties van de onderwaterbodem meer inzicht geven.
6. De nalevering vanuit de waterbodem te verminderen (afhankelijk van uitkomst items 4 en 5). Denk hierbij aan fosfaat fixeren of afdekken. Vermoedelijk kan dit nog uitgesteld worden als het gaat om invloed op blauwalgen in de zomer. Een naleverende waterbodem heeft effect op de helderheid van de plas in het voorjaar, en dit werkt weer door op de kansen voor submerse vegetatie in de ondiepe delen van de plas. Wellicht kan in de kosten worden bespaard door het uit te voeren terwijl de herinrichting nog aan de gang is.
7. Af te wachten en te monitoren. Dit geeft de mogelijkheid om effecten van verschillende ontwikkelingen te monitoren: (1) de verondieping, (2) eventuele waterkwaliteitsverbeterende maatregelen (zie items 4-6), en (3) de invloed van de nieuwe zeesluis bij IJmuiden (gepland in 2019).



# 1 Inleiding

In het KRW-uitvoeringsprogramma uit 2008 zijn – naast de al in uitvoering zijnde uitbreiding en herinrichting van ondiepe zones de plas – twee maatregelen opgenomen (van Alphen, 2012):

- Het realiseren van een verbinding tussen het Noordzeekanaal en de noordplas van de Noorder IJplas om het brakwaterkarakter van de plas te herstellen.
- Het realiseren van een mogelijkheid voor vismigratie tussen het Noordzeekanaal en de noordplas.

Zowel de verondieping/herinrichting als de uitvoering van de beoogde maatregelen zullen effecten hebben op de chemie en ecologie in de plas.

## 1.1 Doel

Het doel van de systeemanalyse is om de kennis die is gebruikt voor het opstellen van het KRW-programma te toetsen aan de actualiteit en om de effecten van de beoogde maatregelen in kaart te brengen. Bij het actualiseren van de kennis van de plas is gefocust op visstand, fosforbelasting en blauwalgen. Overige ecologische aspecten worden kort beschreven.

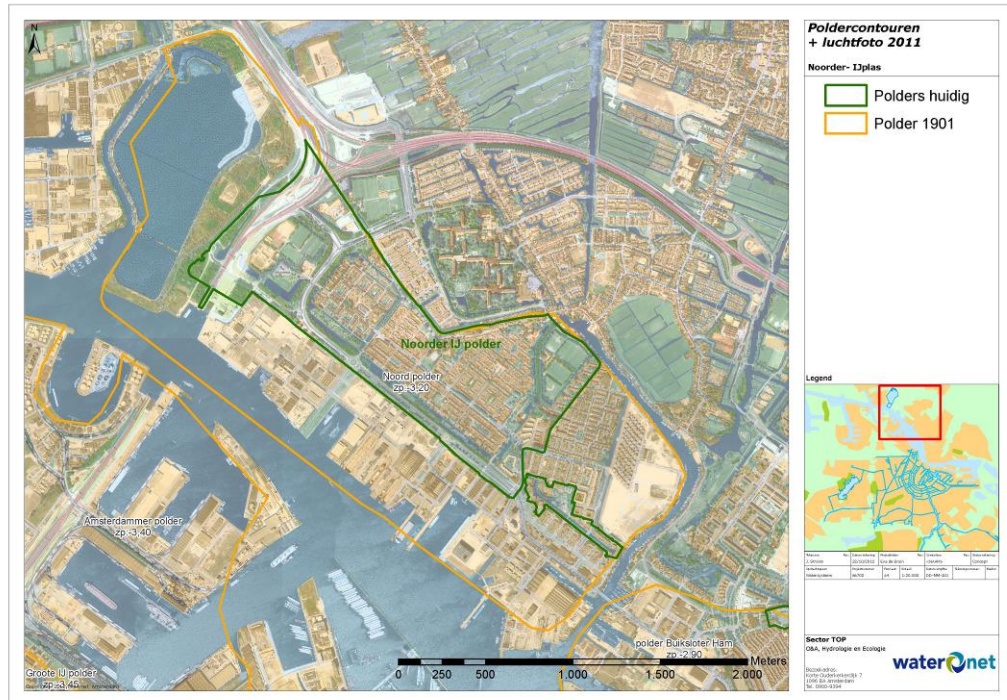
## 1.2 Aanpak en leeswijzer

*Conclusies en aanbevelingen staan alleen in de Samenvatting op pagina 7.*

H2 Beschrijving Noorder IJplas	Introductie en beschrijving van de Noorder IJplas.
H3 Waterbalans en fosforbelasting	Opzet en resultaten van de aan chloride gecalibreerde waterbalans en de berekende fosforbelasting.
H4 Waterkwaliteit	Overzicht en analyse van de (historische) waterkwaliteit.
H4.8 Verticaalmetingen 2012 en P-nalevering waterbodem	Overzicht en analyse van de in 2012 uitgevoerde waterkwaliteitsmetingen op verschillende diepten.
H5 Ecologie	Fytoplankton, vis, macrofauna en macrofyten gerelateerd aan belasting, chemische waterkwaliteit en habitat.
De bovenstaande hoofdstukken geven de inhoudelijke informatie die gebruikt is om bij verschillende scenario's de te verwachten waterkwaliteit en ecologie te bepalen.	
H6 Overzicht: de Noorder IJplas van 2012 naar 2022	Overzicht van de effecten van verschillende scenario's.
H7 Handvatten voor maatregelen	Uitwerking van technische aspecten van mogelijke maatregelen.

## 2 Beschrijving Noorder IJplas

### 2.1 Historie



Figuur 1-1. De oude en de huidige poldercontouren van de Noorder IJpolder over een recente luchtfoto. Linksboven de Noorder IJplas.

In de periode 1865-1872 werd het IJ door de Amsterdamse Kanaalmaatschappij ingepolderd met materiaal uit het toekomstige Noordzeekanaal. De oppervlakten tussen de kaden en de bestaande IJ-dijken werden leeggemalen en tot polder ingericht. Eén van drooggemalen polders is de Noorder IJpolder of Polder VIII. Een deel van de Noorder IJpolder (het voormalige Barndegattermeer) werd vanaf begin jaren 70 opnieuw onder water gezet ten behoeve van zandwinning (voor de ringweg A10) en vormt de huidige Noorder IJplas. De Noorder IJplas ligt ten noorden van het Noordzeekanaal ter hoogte van de Petroleumhaven.

Om er later opnieuw zand uit te halen moest de oude polderdijk (tussen Zijkanaal H en de plas) verdwijnen. De woonarken die daar voor en tijdens de zandwinning al lagen zouden een nieuwe plek in het noorden van de plas krijgen. De fundamenten van een nieuwe woonschepenhaven werden gelegd (nu bekend onder de naam het Slurfje). Toen bedacht Amsterdam dat de kosten van de hele operatie niet opwogen tegen de baten van het weinige zand dat nog gewonnen kon worden en men liet het gebied verder met rust. Afgesloten van het Noordzeekanaal ontwikkelde de Noorder IJplas zich vervolgens tot wat het nu is. Bronnen: Internet 1 en Stadsdeel Noord 2012.



*Figuur 2-2. Het nieuwe zeekanaal van Amsterdam door C.F. Stemler in 1866. Bron: Kaarten-collectie Provinciale Atlas (Internet 4)*

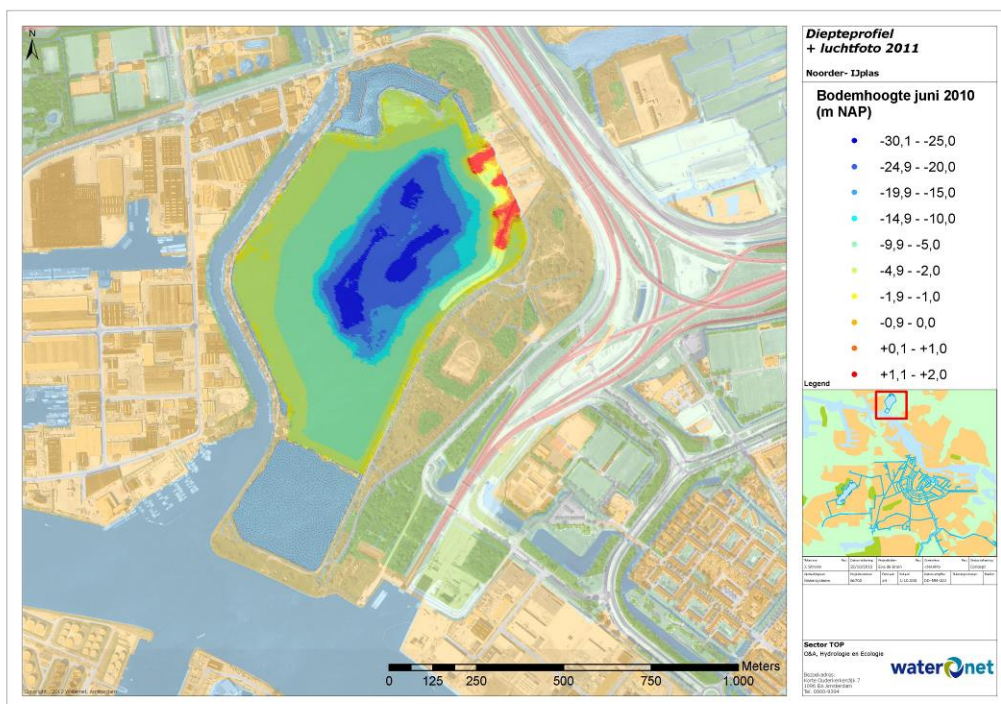


*Figuur 2-3. Luchtfoto augustus 1973 in zuidoostelijke richting van de Noorder IJpolder. Links de Coentunnelweg A8, boven overdwars de Ringweg-Noord A10 die rechts naar de Coentunnel leidt (niet op de foto). Daaronder het zandwinningsterrein waarop in de nabije toekomst de Noorder IJplas zou worden aangelegd. Bron: [www.beeldbank.amsterdam.nl](http://www.beeldbank.amsterdam.nl)*



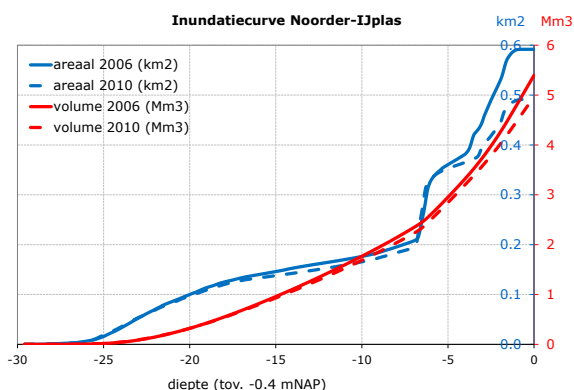
*Figuur 2-4. Luchtfoto augustus 1973 in noordoostelijke richting van de Noorder IJpolder. Boven dwars over de foto de Coentunnelweg A8. Daarboven de Ringweg-Noord A10 die rechts naar de Coentunnel leidt (niet op de foto). Rechtsonder het uiteinde van zijkanaal H. Daarboven het zandwinningsterrein waarop in de nabije toekomst de Noorder IJplas zou worden aangelegd. Linksboven Oostzaan. Bron: [www.beeldbank.amsterdam.nl](http://www.beeldbank.amsterdam.nl)*

## 2.2 Gebiedsbeschrijving



Figuur 2-5. Weergave Noorder-IJplas inclusief de diepteprofielen 2010. De rode delen liggen droog. Goed te zien is dat aan de oostzijde een zandpad in de plas is aangelegd. Dat pad staat wel op de luchtfoto uit 2011, maar nog niet in de profielen in 2010. Aan de westzijde direct naast de plas ligt Zijkanaal H. Aan de uiterste noordpunt van Zijkanaal H loost gemaal De Waker (HHNK).

De plas bestaat uit de hydrologisch van elkaar gescheiden zuidplas en noordplas. Waar het over de Noorder IJplas gaat in voorliggend onderzoek wordt de grote en diepe noordplas bedoeld tenzij anders aangegeven. De zuidplas maakt geen onderdeel uit van het onderzoek. In 2009 is begonnen met een gedeeltelijke verondieping. De beoogde grondstort bedraagt 1.8 Mm<sup>3</sup>. In de minimumvariant wordt 0.55 Mm<sup>3</sup> gestort (Onbekend, 2010). Aangezien de herinrichting vertraging oploopt is in overleg met de opdrachtgever besloten dat in de voorliggende studie wordt uitgegaan van het uitvoeren van de minimumvariant. In die variant worden de noordelijke en oostelijke oever verondiept en ecologisch ingericht. Het diepe deel blijft onaangetast. In eerste instantie worden ondiepe delen aan de oostzijde drooggelegd om de uitvoering van het werk mogelijk te maken. In een later stadium wordt dit werkterrein afgeschoven naar diepere



Figuur 2-6. Inundatiecurves Noorder-IJplas, afkomstig van peilingen in 2006 en 2010. Opvallend is dat de plas in 2010 dieper is dan in 2006, wat vragen oproept over het referentiepeil wat in beide gevallen NAP zou zijn. Volumes zijn berekend ten opzichte van NAP -0.4 m.

delen waardoor de ondiepe zones ontstaan. De totale noordplas (inclusief het Slurfje) heeft volgens GIS een oppervlakte van 0.553 km<sup>2</sup>. De noordplas is in 2006 ingemeten en is dan (uitgaande van een peil van NAP -0.4 m) maximaal 29.4 m diep. Het ingemeten volume bedraagt 5.40 Mm<sup>3</sup>. Het Slurfje heeft een oppervlakte van ongeveer 29.000 m<sup>2</sup>. Zonder het Slurfje heeft de noordplas daardoor een oppervlakte van 0.524 km<sup>2</sup>. Ervan uitgaande dat het Slurfje gemiddeld 1.5 meter diep is wordt het totale volume in de noordplas 5.44 Mm<sup>3</sup>. De zuidplas heeft 80.000 m<sup>2</sup> oppervlakte. Aan de noord- en oostzijde ligt een verruigd natuurgebied. Dit wordt begrensd door de snelwegen A8 en A10. Aan de westzijde ligt een dijk grenzend aan Zijkanaal H. Het totale onverharde areaal rondom de Noorder IJplas bedraagt ongeveer 0.5 km<sup>2</sup>.

### 2.2.1 Geohydrologie

Een uitvoerig geohydrologisch onderzoek is niet uitgevoerd. Naar bodemopbouw en grondwaterpeilen is beknopt gekeken.

#### Bodemopbouw

De bodem bestaat uit voormalige wadafzettingen van het IJ. TNO beschrijft de bodemopbouw met een holocene deklaag tot NAP -18 m ([www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl), zie Figuur A-1). Na een dunne formatie van Boxtel zou vanaf 20 m een formatie van Kreftenheye van enkele meters tot 10 meter dik aanwezig zijn. Pas onder NAP -20 tot -30 m ligt zand. Dit wordt niet gestaafd door lokale sonderingen tot NAP -35 m. Daaruit blijkt dat vanaf NAP -5 m voornamelijk zand aanwezig is, onregelmatig onderbroken door kleilagen. Zie Figuur A-2 en Figuur A-3.

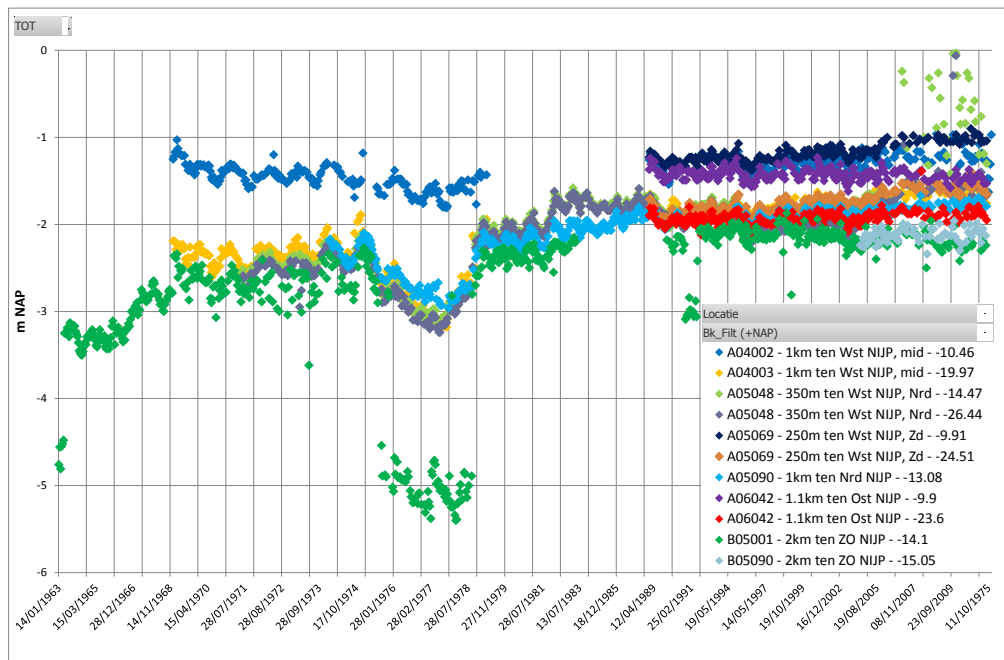
#### Grondwaterpeilen

Rondom de plas staan verschillende diepe peilbuizen. Dit levert het volgende beeld op (Figuur 2-7):

- De peilen van de ondiepere filters (-10 m) liggen rond NAP -1.5 m.
- De peilen van de diepere filters (- 20 m) liggen rond NAP -2 m.
- Vooral de peilen van de diepere filters zijn aan het stijgen.
- Rond 1977 dalen de peilen in de diepe filters sterk, de bron ligt ten zuidoosten van de plas. De oorzaak is niet onderzocht, maar het zal te maken hebben met bouwwerkzaamheden waarbij het grondwater omlaag is gepompt.
- Direct ten westen aan de noordzijde van de plas (05048) zijn de peilen op NAP -14.5 m sterk variabel sinds 2007. De reeks start in 1970 rond NAP -2.5 m. De oorzaak is niet onderzocht.

De grondwaterpeilen rondom de plas geven aan dat er een relevante weerstand bestaat tussen de peilen rond NAP -10m en NAP -20 m (Figuur 2-7). De peilen rond NAP -20 m, die in het goed doorlatende zandpakket liggen, zijn maatgevend als het gaat om uitwisseling van de plas met het grondwater. Die peilen liggen rond NAP -2 m. De waterstanden in de plas staan 1.2 tot 1.8 meter hoger en daarom neigt de plas tot wegzijgen naar de omgeving. In 3.1.5, waar de wegzijging als calibratieparameter voor de waterbalans is gebruikt, wordt dit nader gekwantificeerd.





Figuur 2-7. Historische reeksen van peilbuizen rondom de plas. De laatste getallen in de legenda geven de hoogte van de bovenkant van het betreffende filter aan.

### 3 Waterbalans en fosforbelasting

De belangrijkste balansinvoer wordt hier weergegeven. Zie voor details Balans NIJP EvapAVG 1nov2012.xlsx.

#### 3.1 Waterbalans invoer en calibratievariabelen

##### 3.1.1 Kengetallen

De balans is opgezet vanuit een eerdere versie die is gemaakt voor de systeemanalyse voor de Ouderkerkerplas (Stroom e.a., 2010). De balans loopt van 1/1/1978 t/m 31/8/2012. Er zijn tien toekomstige jaren toegevoegd met de meteorologie van 2003-2012 om scenario's te kunnen doorrekenen. In verband met de herinrichting is de balans zo aangepast dat vanaf een gekozen datum gerekend wordt met een alternatief plasvolume (zie Tabel 3-1). Het plasoppervlakte blijft wel constant. Uit GIS zijn diverse kengetallen bepaald die in Tabel 3-1 staan weergegeven.

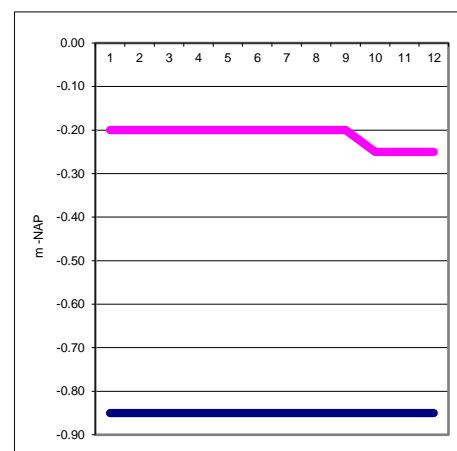
Tabel 3-1. Een aantal kengetallen van de Noorder IJplas zoals ze in de balans worden gebruikt. Onder de lijn het volume van de plas na verondieping.

Oppervlak onverhard (lijkt oversch	304559 m <sup>2</sup>
Oppervlak Totaal	857334 m <sup>2</sup>
Gemiddelde bodemdiepte	9.8 m
Volume plas	5422000 m <sup>3</sup>
Oppervlak plas (was 568000)	552775 m <sup>2</sup>
Gemiddelde bodemdiepte	8.9 m
Volume plas vanaf: 01/09/2012	4922000 m <sup>3</sup>

##### 3.1.2 Peilbeheer

De plas heeft flexibel peilbeheer. De eerste startdatum van de uit verschillende bronnen afkomstige waterstandsmeetreeksen dateert van augustus 1998. In juni 1999 is ruim 15 cm water ingelaten vanaf NAP -0.5 m. Daarna heeft men de plas verder laten uitzakken. Momenteel wordt in het beheer gestuurd op NAP -0.2 tot -0.8 m. De gemeten peildalingen die kunnen worden toegewezen aan de uitlaat dalen ongeveer 8-14 cm per keer, met een uitschieter van 26 cm eind 1998. De stand NAP -0.8 m is in oktober 2003 voorgekomen zonder dat men water is gaan inlaten. Dergelijke lage waterstanden zijn tot op heden nooit meer voorgekomen. Vanaf 2010 is aan de beheerder gevraagd om in verband met de grondstort de waterstand strakker te houden, tussen ongeveer NAP -0.3 en -0.5 m. Tot op heden heeft men daartoe nog geen water hoeven in te laten, maar er is wel water uitgelaten<sup>1</sup>.

De *in-* en *uitlaat* zijn de sluitposten van de balans. Op dagbasis wordt bepaald of er sprake is van een wateroverschot of een watertekort. In eerste instantie wordt dit toegeschreven aan de post *berging*. *Berging* is gedefinieerd als het verschil ten opzichte van de beginwaterstand NAP -0.4



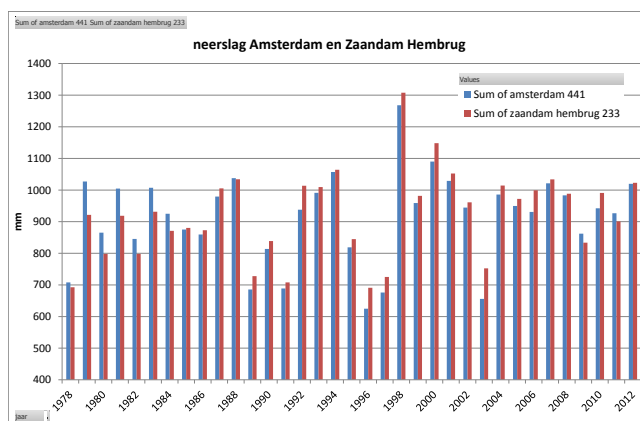
Figuur 3-1. Aan- en afslagpeilen in de waterbalans.

<sup>1</sup> Mededeling 29/9/2012 beheerder Virgil van den Brink

m, uitgedrukt in mm of m<sup>3</sup>. Vervolgens wordt per dag gekeken of het minimale of het maximale peil wordt onder- of overschreden. Afhankelijk hiervan wordt water ingelaten of uitgelaten. In de balans zijn de minimale en maximale waterstanden als calibratieparameter gebruikt. De grens om water in te laten is gezet op NAP - 0.85 m. Vanaf NAP -0.20 m wordt water uitgelaten, maar in het begin van de winter wordt al iets sneller uitgelaten, namelijk op NAP -0.25 m. Zie Figuur 3-1. Om de waterstanden goed te simuleren wordt in de balans voor zowel een inlaat als een uitlaat minimaal 75000 m<sup>3</sup> per gebeurtenis aangehouden, oftewel bijna 14 cm.

### 3.1.3 Neerslag en verdamping

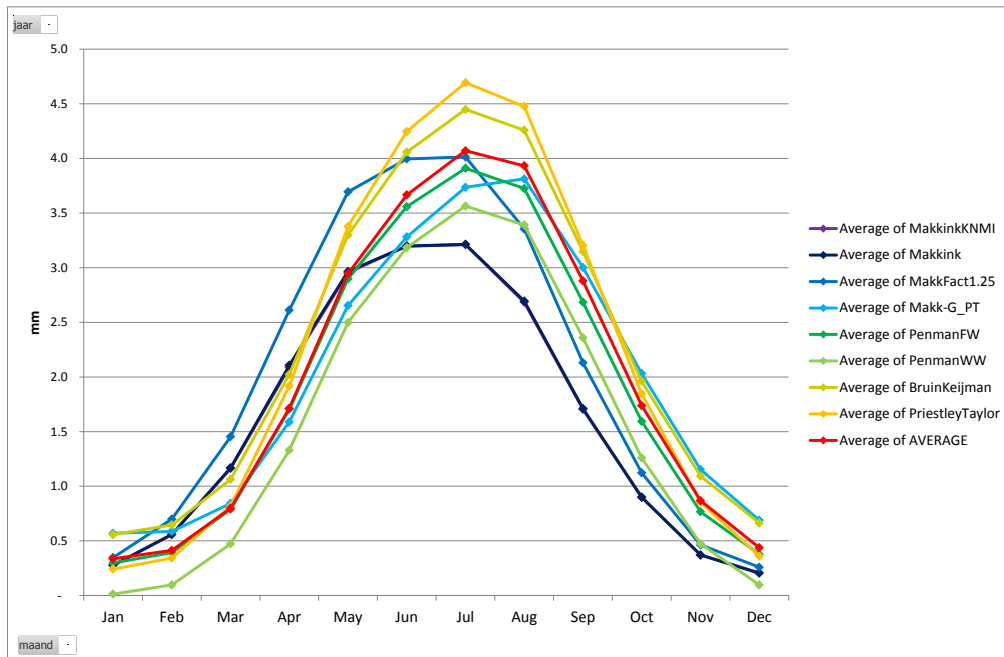
Van twee KNMI-stations is de gemiddelde neerslag gebruikt: Amsterdam (441) en Zaandam Hembrug (233). Van daggegevens van het KNMI (Schiphol) is gebruikgemaakt om voor de periode februari 1988 tot heden de verdamping te berekenen. Zie Stroom e.a., 2010 voor meer informatie. Dit is een betere methode voor open water dan de in Nederland standaard gebruikte methode Makkink voor verdamping die direct



Figuur 3-2. Neerslagreeksen waarvan de daggemiddelden in de balans zijn gebruikt. Merk op dat in 2012 de metingen t/m 31 augustus zijn gebruikt, aangevuld met fictieve gegevens ten behoeve van de 10 jaar extrapolatie.

beschikbaar is via [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl). De methode Makkink is ontwikkeld voor gewasverdamping en niet erg geschikt buiten de zomerperiode, en ook niet voor open water. Een belangrijk aspect voor een diepe plas is de energieopslag in de waterkolom. In de lente wordt deze watermassa opgewarmd als gevolg van de instraling door zonlicht. Deze opwarming komt niet ten goede aan verdamping. In de herfst gebeurt het omgekeerde: de opgeslagen energie in de plas levert als het ware verdamping na. Bij de methode Makkink wordt hier geen rekening mee gehouden. Bij de berekende verdamping wel. Die extra verdamping in de nazomer veroorzaakt een relevante beïnvloeding van de resultaten van de balans. Hiertoe zijn de langjarige temperatuurmeetreeksen in de Noorder IJplas geïnterpolleerd naar dagreeksen. Uit het temperatuurverloop wordt per dag de energieopslag gebruikt in de verdampingsberekeningen.

In de balans is het gemiddelde van vijf verschillende methoden gebruikt: De Bruin en Keijman, Priestley-Taylor, Penman FW, Penman WW, en Makkink gecorrigeerd voor warmteflux. Het bleek dat dit de beste methode was om zowel de calibratie op waterstanden als de chloridecalibratie op orde te krijgen. In de periode vóór februari 1988 is, bij gebrek aan gegevens om verdamping te kunnen berekenen, Makkink gebruikt met een constante gewasfactor van 1.3. Merk op dat de verdamping vanuit de percelen (bakjesmodel) wel met Makkink rekent, omdat Makkink daarvoor bedoeld is, met een gewasfactor van 1 (gras).



Figuur 3-3. De gemiddelde maandelijkse verdamping in de periode 1988-2012 met verschillende berekeningsmethoden. MakkinkKNMI is de referentie verdamping, direct verkregen van het KNMI. Makkink betreft berekende referentieverdamping uit meteorologische parameters. MakkFac1.25 is de potentiële verdamping via een constante gewasfactor van 1.25. Makk-G-PT is de Makkinkverdamping, gecorrigeerd voor bodemwarmteflux. PenmanFW is de berekende Penman openwaterverdamping, geparametriseerd volgens de rapportages van Future Water. PenmanWW is de berekende Penman openwaterverdamping, geparametriseerd in overleg met WaterWatch . BruinKeijman betreft de openwaterverdamping van De Bruin en Keijman. PriestleyTaylor betreft de openwaterverdamping volgens Priestley-Taylor. Uit Stroom e.a., 2010.

### 3.1.4 Afstroming

Het onverharde oppervlak in de balans, zoals weergegeven in Figuur 3-4 en Tabel 3-1, is een overschatting, omdat lang niet al het onverharde areaal uiteindelijk op de plas afwatert. Het percentage van het totale onverharde oppervlak rondom de noordplas is gebruikt als calibratieparameter. Het blijkt een gevoelige parameter, want indien 70% wordt aangehouden zou de plas in de balans nog steeds te snel verzoeten, wat alleen kan worden gecompenseerd met een dijke lek van 0.2 mm/d. De meten en gemeten waterstanden lopen dan sterk uit elkaar. Een aangekoppeld oppervlak van 40% leidt tot een goed resultaat bij zowel chloride als waterstand.

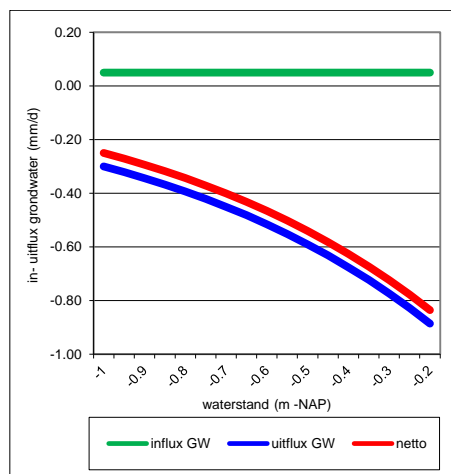


Figuur 3-4. In donkergroen het gebruikte areaal onverhard.

### 3.1.5 Grondwater

Geohydrologisch onderzoek is niet uitgevoerd, maar in 2.2.1 is wel beschreven dat de grondwaterpeilen in de omgeving van de plas ruim een meter lager zijn dan in de plas. Het is niet onderzocht, maar we gaan ervan uit dat de Noorder IJplas, gezien de grote peilverschillen, geen zogenaamde doorstroomplas is. Het regionale grondwatersysteem kent louter wegzijging en geen infiltratie. Omdat de waterstanden in de plas sterk fluctueren is de uitflux naar het grondwater peilafhankelijk gemaakt.

Dit is gedaan door per stijging van 5 mm in de plaswaterstand de grondwateruitflux met 7% te laten stijgen. Dit bleek een belangrijke aanpassing om de amplitude van de berekende waterstanden te dempen. Daarnaast is er een kleine influx naar de plas toe gemaakt die een lek van Zijkanaal H naar de plas toe simuleert. Die influx bedraagt slechts 0.05 mm/d en zorgt ervoor dat de plas niet te snel verzoet. Indien het areaal onverhard wordt verkleind, verzoet de plas ook minder snel, maar dan wordt het dempende effect gemist: uit de metingen blijkt dat het verzoeten in de tijd langzaam afneemt.



Figuur 3-5. Relatie waterstand in de Noorder IJplas met de in- en uitflux van grondwater.

## 3.2 Chloride- en fosforconcentraties

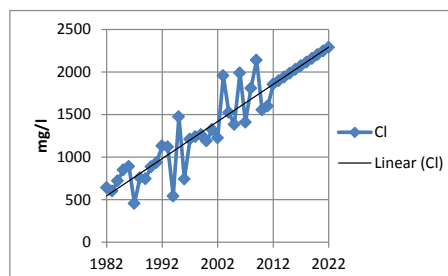
Voor chloride en fosfor wordt gerekend met minimale waarden, en zogenaamde incrementen. Dat zijn de waarden die gesommeerd met de minimale waarden de maximaal te verwachten concentraties beschrijven.

### 3.2.1 Inlaatwater

Voor de belasting door het inlaatwater is gebruikgemaakt van de metingen en conclusies die zijn beschreven in 4.1 en 4.2. Uitgegaan is van het gegeven dat als al moet worden ingelaten, dit alleen voorkomt in de maanden juli t/m september.

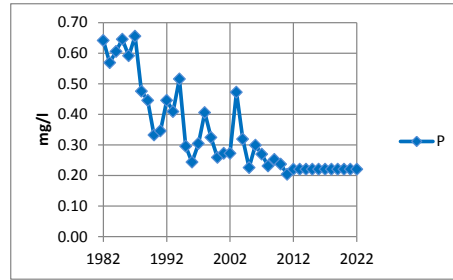
Voor **chloride** zijn de meetresultaten in die maanden voor Amsterdam IJtunnel per jaar gemiddeld, omdat de reeksen van die locatie de enige langjarige reeksen zijn die vergelijkbaar zijn met de meetreeksen in Zijkanaal H (die vanaf 2010 door Waternet worden gemeten). De verklaring daarvoor is de invloed van HHNK-gemaal De Waker.

Voor de extrapolatie naar 2022 is de regressieformule gebruikt van de historische reeks. De invloed van de debieten van De Waker op het realiteitsgehalte van de extrapolatie is niet bekend.



Figuur 3-6. Chlorideconcentraties inlaatwater per jaar.

Voor **fosfor** is een iets andere procedure gebruikt. In 4.2.1 is aangegeven dat de fosforconcentraties in Westzaan en Amsterdam IJtunnel niet wezenlijk van elkaar verschillen. Om de dataset te vergroten zijn beide meetreeksen per jaar gemiddeld. De gemiddelde fosforconcentratie in 2010 en 2011 bedraagt dan 0.15 mg/l. De gemiddelde fosforconcentratie in Zijkanaal H bedraagt echter 0.22 mg/l (juli-augustus;



Figuur 3-7. Fosforconcentraties inlaatwater per jaar.

zeven metingen in 2010-2012). Dit wordt gezien als een lokaal surplus als gevolg van gemaal De Waker. Dit verschil (0.07 mg/l) is opgeteld bij de historische Rijkswaterstaat-metreeks. Voor de extrapolatie naar 2022 is een constante waarde aangehouden, omdat landelijk en regionaal binnen AGV de daling van fosforconcentraties is gestopt (Pot 2010 en Specken en de Groot 2010). Vandaar dat de laatst gemeten concentraties in Zijkanaal H zijn aangehouden voor de scenario's. Merk wel op dat juist in de normaal veronderstelde inlaatperiode de concentraties hoger zijn dan gemiddeld. Als voor verbrakking of een vispassage in andere perioden water wordt ingelaten zou 0.18 mg/l representatiever zijn. Gezien de spreiding in de metingen is als increment een marge van 100% aangehouden.

### 3.2.2 Neerslag

Voor neerslag (beter: atmosferische depositie) is voor **chloride** gerekend met 6 mg/l. Voor **fosfor** is 0.04 mg/l gebruikt met een increment van 0.02 mg/l wat een standaard is binnen de Waternet balansen. Er had ook gekozen kunnen worden voor een zomerwaarde van 0.03 mg/l aan natte depositie zoals door RIVM beschreven is (0.95  $\mu\text{mol/l}$   $\text{PO}_4$  gemiddeld op stations 444 de Zilk, en 628 De Bilt). In de winter is de natte depositie vrijwel nihil (Stolk 2001). In een literatuurstudie van 2008 staat dat de natte + droge depositie 0 - 0.014  $\text{g/m}^2/\text{jaar}$  zou bedragen. Dit zou neerkomen op 0 - 0.02 mg/l (Schoumans e.a. 2008). Er wordt dus met een relatief hoge concentratie uitgegaan. Aan de andere kant worden kleinere bronnen zoals bladinvall en vogels niet meegenomen in de balans.

### 3.2.3 Afstroming

Voor **chloride** is gerekend met 40 mg/l. In de Sloterplas heeft Bware het Sloterpark onderzocht op onder andere **fosfor**concentraties via in situ-waterextractie en in het porievocht op 12 locaties. Gemeten zijn gemiddelde fosforconcentraties van respectievelijk 1.75 mg/l en 0.97 mg/l. De grond bestond vooral uit kleig zand. Voor de Noorder IJplas is niet onderzocht waaruit de deklaag bestaat, noch of het gebied structureel is opgehoogd. Wel zou sprake zijn van het dumpen van grond (Internet 2). Volgens het Dinoloket bestaat de toplaag uit veen en klei. Gezien de ruigte van het gebied ligt er decennia aan organisch materiaal. We nemen aan dat de concentraties, afkomstig van de onverharde gebieden, vergelijkbaar zijn met de gebieden rond de Sloterplas. Als gevolg van verdunning met neerslagwater zullen bij buien de concentraties van de uit- en afspoelende neerslag naar verwachting lager uitvallen. Gerekend is met 0.25 mg/l en een increment van 1.25 mg/l.

### 3.2.4 Influx grondwater

De veronderstelde lek van Zijkanaal H naar de plas heeft voor **chloride** dezelfde concentratiereeks als de post *inlaatwater* (3.2.1). Voor **fosfor** zijn hogere concen-

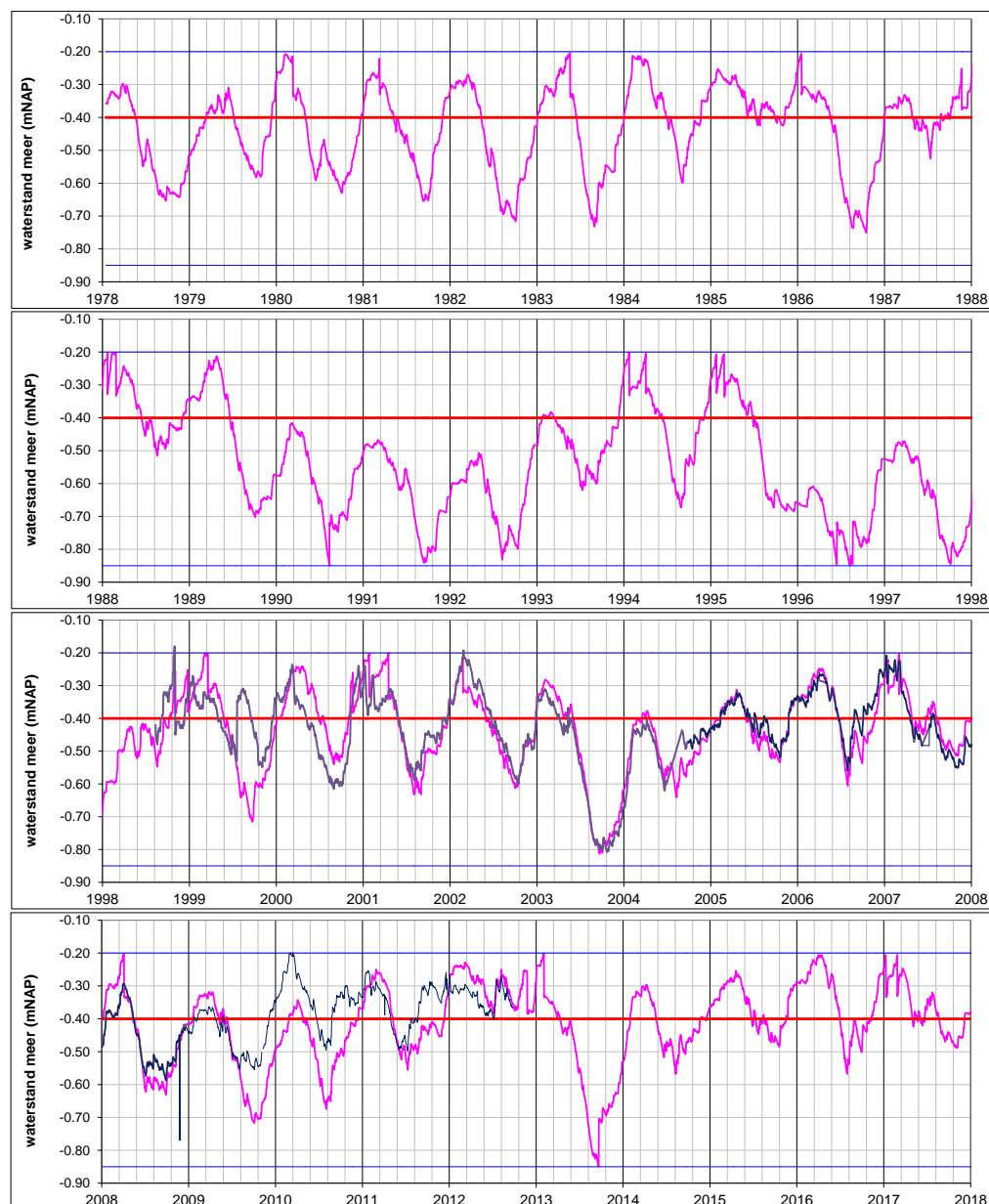
traties aangenomen als gevolg van de passage door de dijk: 0.5 mg/l met een increment van 0.5 mg/l. De flux is dermate klein dat de nauwkeurigheid van deze post irrelevant is voor de fosforbelasting.

### 3.3 Resultaten waterbalans en fosforbelasting

De resultaten zijn het gevolg van het calibreren aan de in 3.1 en 3.2 genoemde variabelen. Als resultante is gekeken naar de waterstanden en de chloride-concentraties in de plas. Alleen de specifieke combinatie van de verschillende variabelen resulteert in goede resultaten op beide aspecten.

#### 3.3.1 Calibratie waterstanden

De berekende waterstanden geven een langjarig beeld van de meteorologie. Als het berekende (roze) peil in de figuur vanaf NAP -0.2 of -0.25 m per direct 14 cm daalt is er sprake van een uitlaat. Hetzelfde geldt voor een berekende snelle stijging vanaf NAP -0.85 m. In dat geval is sprake van een inlaat.

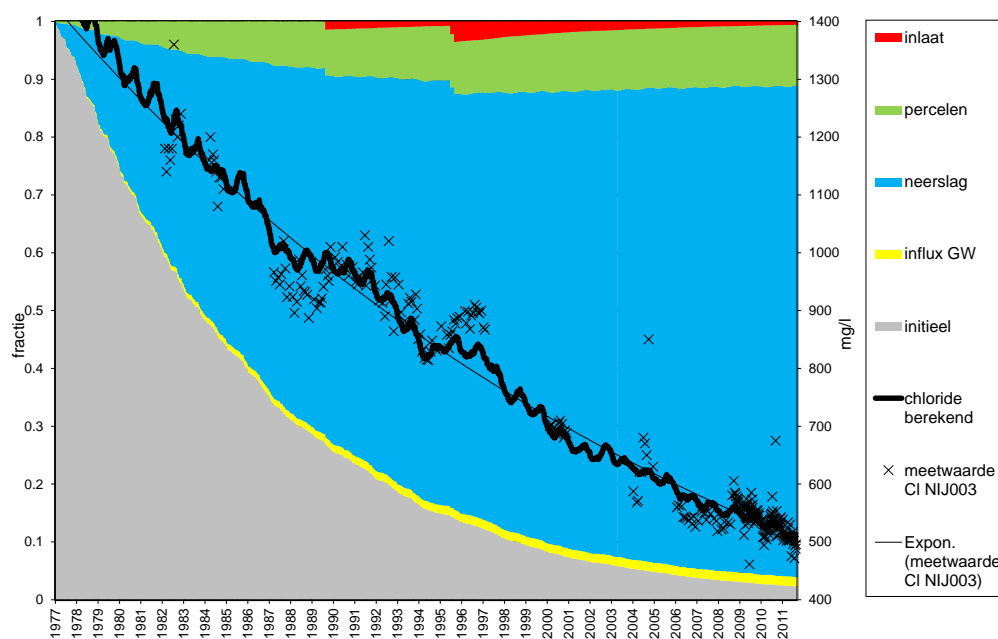


Figuur 3-8. Berekende (roze) en gemeten (donkerblauw) waterstanden in de Noorder IJplas. Vanaf september is gerekend met fictieve meteorologie (zie 3.1.1).

Opvallend:

- Ervan uitgaande dat altijd hetzelfde peilregime is gehanteerd, is alleen sprake geweest van een inlaatbehoefte na het droge jaar 1989 en na de twee opeenvolgende droge jaren 1995 en 1996.
- Volgens de meetreeks is in 1999 nog ingelaten terwijl het peil niet laag was.
- In de periode 1999-2001 is een paar keer water uitgelaten terwijl de waterstand lager was dan het maximum toelaatbare peil in de berekeningen. Dit vertroebelt de resultaten in die periode.
- Over het algemeen wordt de meetreeks goed gesimuleerd. Vooral in de periode voorjaar 2001-zomer 2006 en 2007 wordt de meetreeks door de berekeningen vrij gedetailleerd gevolgd. Bij de zomer van 2004 gaat het iets minder. Merk op dat in juli en augustus 2004 geen metingen beschikbaar zijn (lineaire interpolatie in de figuur).
- Vanaf vermoedelijk 7 augustus 2009 (zie 5.1.1) is begonnen met de grondstort voor de herinrichting. Vanaf dat moment is elke vergelijking met berekende waarden betekenisloos omdat de toegevoegde grond de waterstand verhoogt.

### 3.3.2 Calibratie chloride



Figuur 3-9. Fractiesom en calibratieresultaat van chloride in de Noorder IJplas.

Opvallend:

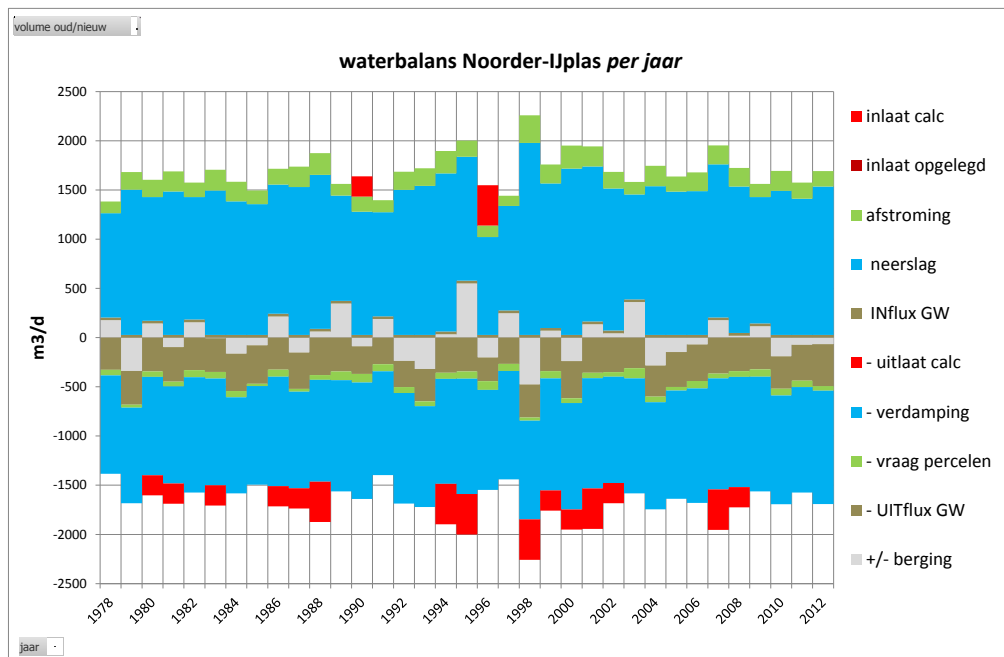
- Het chlorideverloop wordt goed gesimuleerd. Dat de extreem lage waarden in bijvoorbeeld 1989 niet worden gehaald, is een artefact van de systematiek. De lagere waarden zijn het gevolg van neerslag in combinatie met de meetdiepte net onder de waterlijn. Boven in de plas verdunt het neerslagwater de chlorideconcentratie. De balans gaat echter uit van dagelijkse instantane menging over het gehele volume, waardoor die verdunning veel minder is en dus te hoge concentraties worden berekend. Andersom worden in 1990 en 1996 structureel hogere waarden gemeten. Dit zijn jaren waarin volgens de berekende balans water wordt ingelaten. Tijdens de inlaat zal het brakkere water niet direct op-



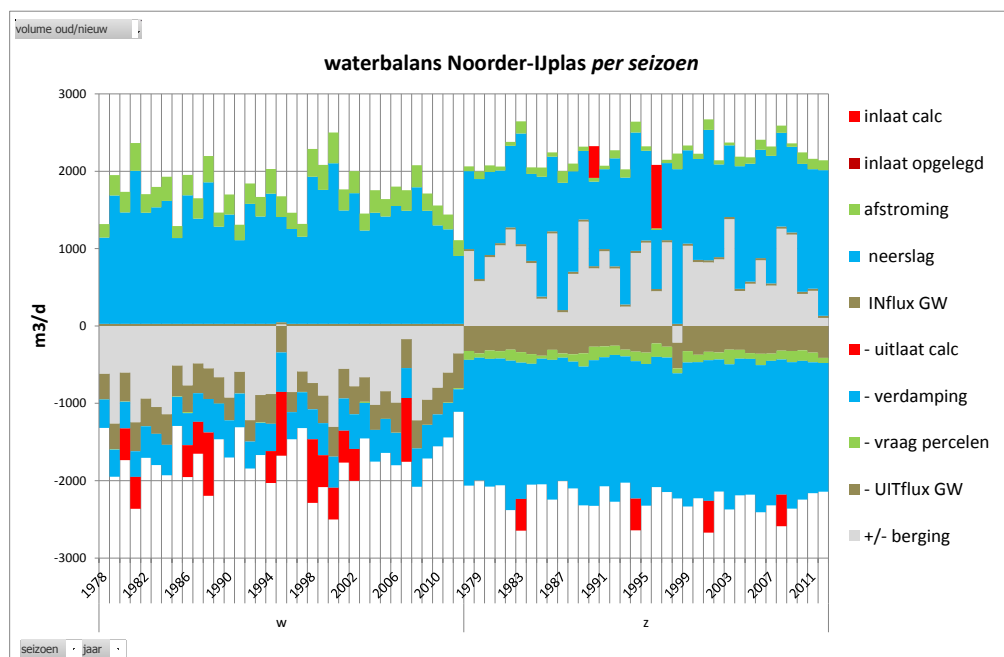
mengen maar in het epilimnion blijven. Ook dan gaat de balans uit van opmen-  
ging in het volledige volume en worden te lage waarden berekend.

- In 1992, 1993, 1997 en 2005 worden ook veelal te lage chlorideconcentraties berekend. Een verklaring voor de jaren 1992, 1993 en 1997 kan zijn dat water is ingelaten, omdat de berekende laagste waterstanden lager dan NAP -0.8 m zijn en niet duidelijk is hoe het peilbeheer in die periode werd uitgevoerd. Het is goed mogelijk dat toen is ingelaten. Voor 2005 is eigenlijk geen verklaring te geven, behalve als gevolg van een inlaat (terwijl het peil vrij hoog was), door inbreng van zoute grond of door een meetfout.

### 3.3.3 Waterbalans



Figuur 3-10. Waterbalans per jaar.

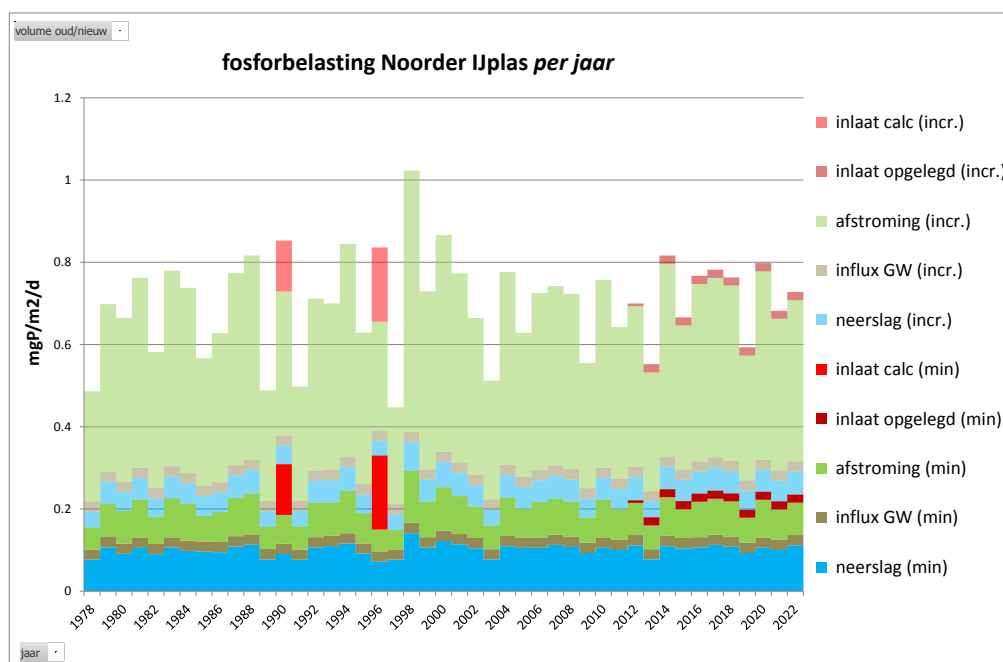


Figuur 3-11. Waterbalans per seizoen: links winter, rechts zomer.

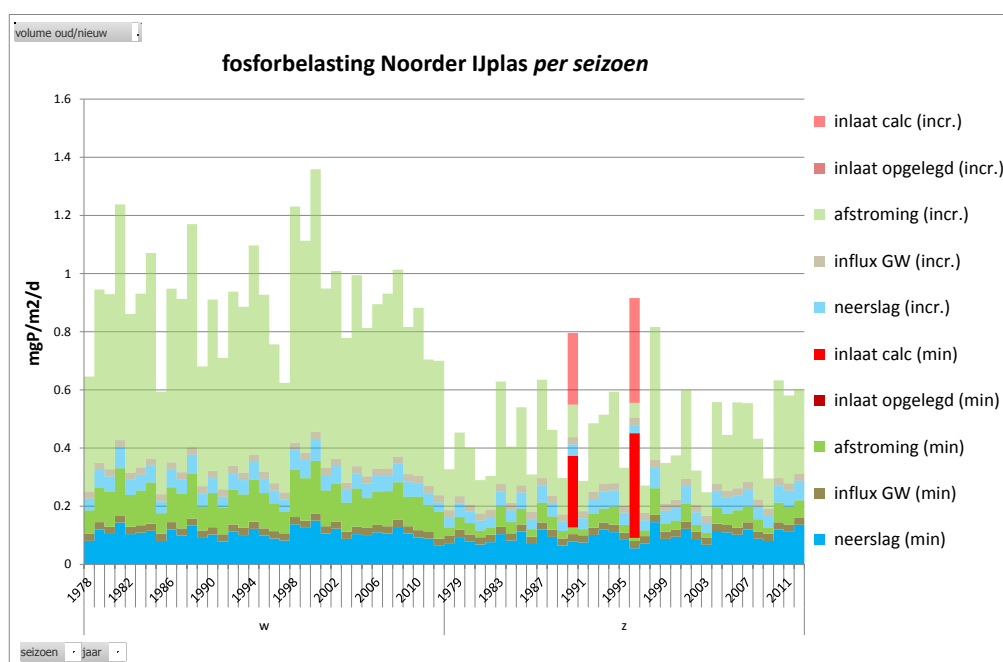
Opvallend:

- Niet van toepassing. De figuren spreken voor zich.

### 3.3.4 Fosforbelasting



Figuur 3-12. Fosforbelasting per jaar.



Figuur 3-13. Fosforbelasting per seizoen: links winter, rechts zomer.

Opvallend:

- De fosforbelasting ligt tussen 0.25-0.7 mgP/m<sup>2</sup>/d, waarbij de grootste onzekerheid zit in de grote post *afstroming* (van onverhard gebied). Volgens Stowa 2010 zal de totale toelaatbare belasting ongeveer 0.3 mgP/m<sup>2</sup>/d bedragen en de excessieve belasting 0.6 mgP/m<sup>2</sup>/d. Met de kanttekeningen dat dit in de

praktijk strenge grenzen betreft die op een eenvoudige vuistregel is gestoeld, en dat met name de belasting het groeiseizoen van belang is (Stroom e.a., 2010). De Noorder IJplas wordt belast in die range. Voordelig voor de plas is dat de belasting hoger is in de winter en lager in het groeiseizoen. Dit komt vooral door de in de winter lagere post *afstroming* in de zomer.

- Een inlaatsituatie levert meteen een ruime verdubbeling op van de actuele belasting in het groeiseizoen. Jaarrond valt de toename van de belasting in die gevallen wel mee, omdat alleen in zeer droge jaren wordt ingelaten en dan zijn de bronnen neerslag en afstroming klein.
- In deze berekening wordt de invloed van de waterbodem en van vogels (gesignaleerd worden bijvoorbeeld veel kuifeenden, Internet 3) niet gekwantificeerd. Dit wordt deels gecompenseerd door een hoge inschatting van de fosforconcentraties in neerslag (zie 3.2.2) en dat vermindert de nauwkeurigheid. De rol van de waterbodem komt aan de orde in H4.8.

## 4 Waterkwaliteit

- Voor de Noorder IJplas-grafieken vormt **NIJP003 (felblauw)** doorgaans de belangrijkste locatie. Dit is de meting midden op de plas.
- Voor chloride en fosfor wordt ingegaan op zowel de Noorder IJplas als op het Noordzeekanaal. Voor overige parameters wordt alleen gekeken naar de Noorder IJplas en Zijkanaal H.
- In veel grafieken staat HBP050 weergegeven. Dit is een meetpunt van de ook diepe Ouderkerkerplas.
- In veel grafieken staat een monsterpunt op 1/1/1982. Dit is een dummy ten behoeve van de eenheid van de figuren.

In Tabel 4-1 staan de KRW-normen aangegeven die voor het behalen van KRW-doelstellingen maatgevend zijn. Het betreft zomergemiddelde waarden die niet allesbepalend zijn, maar wel indicatief zijn voor de vraag waar een ecologisch gezonde Noorder IJplas aan moet voldoen.

Tabel 4-1. KRW-maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen van type M30, waar de Noorder IJplas onder valt (van der Molen e.a. 2012).

Kwaliteitselement	Indicator	Eenheid	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Thermische omstandigheden	dagwaarde	°C	≤ 23	≤ 25	25 – 27,5	27,5 – 30	> 30
Zuurstofhuishouding	verzadiging	%	80 – 120	60 – 120	50 – 60 120 – 130	40 – 50 130 – 140	< 40 > 140
Zoutgehalte	chloriniteit	mg Cl/l	300 – 3000	300 – 3000	200 – 300 > 3000	100 – 200	< 100
Zuurgraad	pH	-	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	9,0 – 9,5 < 6,0	9,5 – 10,0	> 10,0
Nutriënten	totaal-P	mgP/l	≤ 0,07	≤ 0,11	0,11 – 0,22	0,22 – 0,33	> 0,33
	totaal-N	mgN/l	≤ 1,4	≤ 1,8	1,8 – 2,9	2,9 – 4,1	> 4,1
Doorzicht	SD	m	≥ 2,0	≥ 0,9	0,6 – 0,9	0,45 – 0,6	< 0,45

### 4.1 Chloride

Er zijn meerdere definities van “brak” in omloop. De definitie van Redeke staat weergegeven in Tabel 4-2. Stowa hanteert een andere definitie (Stowa 2002):

- zeer licht brak tot zoet (300-1000 mg/l Cl)
- licht brak (1000-3000 mg/l Cl)
- matig brak (3000-10000 mg/l Cl)
- sterk brak (> 10000 mg/l Cl).

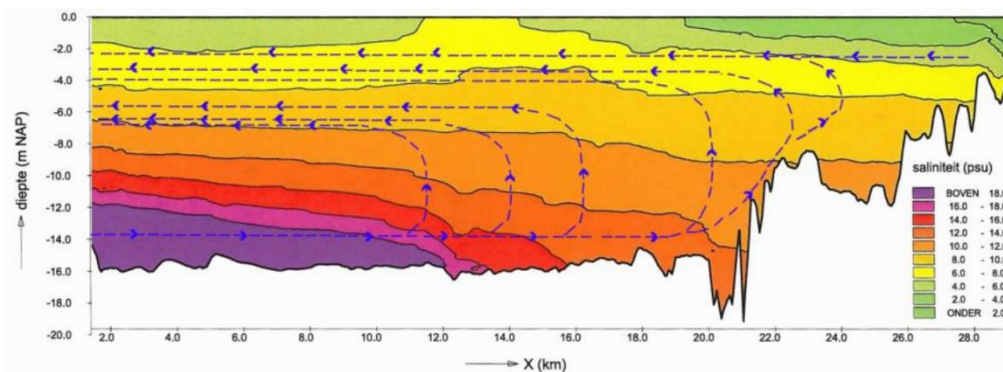
Tabel 4-2. Indeling chloridegehalte volgens Redeke (Redeke 1932 en 1975).

*Infrahalien = zoet, oligohalien = zwak brak, mesohalien = brak, polyhalien = sterk brak, en ultrahalien = zout.*

Indeling naar saliniteit volgens Redeke (1932,1975)

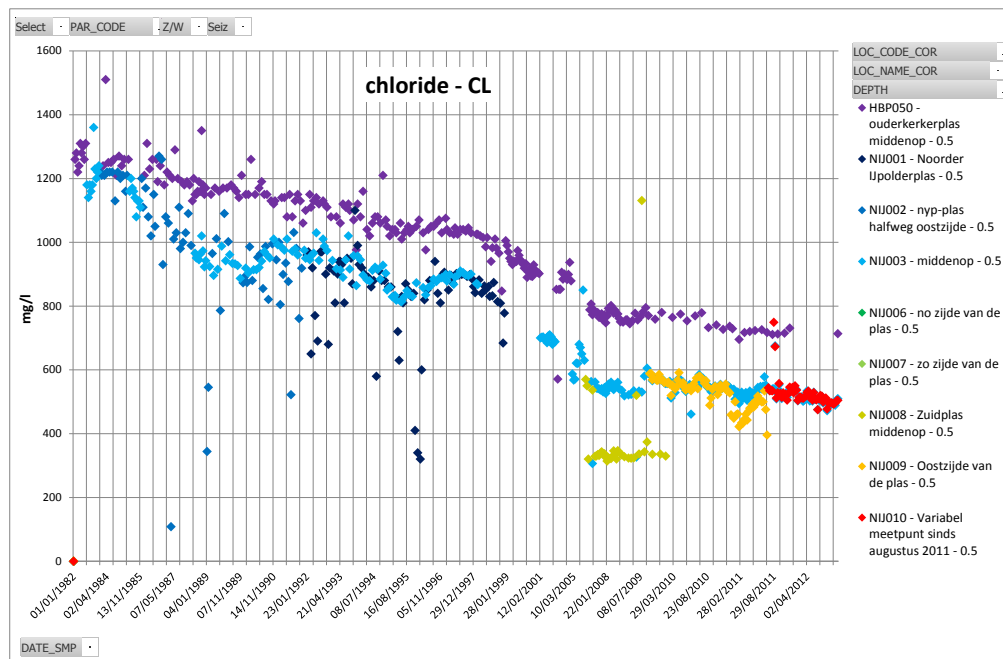
<100 mg Cl/l	infrahalien
100-1.000 mg Cl/l	oligohalien
1.000-10.000 mg Cl/l	mesohalien
10.000-17.000 mg Cl/l	polyhalien
>17.000 mg Cl/l	ultrahalien

Het watersysteem in het IJ wordt beheerst door een zoute/brakke onderstroom vanuit IJmuiden. Deze is vrij constant, omdat hij afhankelijk is van het aantal schuttingen en lekverliezen bij de zeesluizen. Daar tegenin stroomt een veel onregelmatigere zoete bovenlaag, afkomstig van vooral het Amsterdam Rijnkanaal en de Oranjesluizen (IJmeer) en van een geringe afvoer vanuit de Amstel. In het Noordzeekanaal komen daar nog relevante zoetwaterlozingen bij van vooral Rijnland en Hollands Noorderkwartier, waaronder het gemaal De Waker dat loost in Zijkanaal H. Zie Figuur 2-5. De Noorder IJplas ligt op 19 km van het zeesluizen-complex bij IJmuiden.



Figuur 4-1. Schema van de saliniteit en de waterstroming vanaf Zeesluis IJmuiden (links) tot Amsterdam (rechts). De Noorder IJplas ligt rond km 19. (uit Linkit 2012)

#### 4.1.1 Historisch Data Waternet

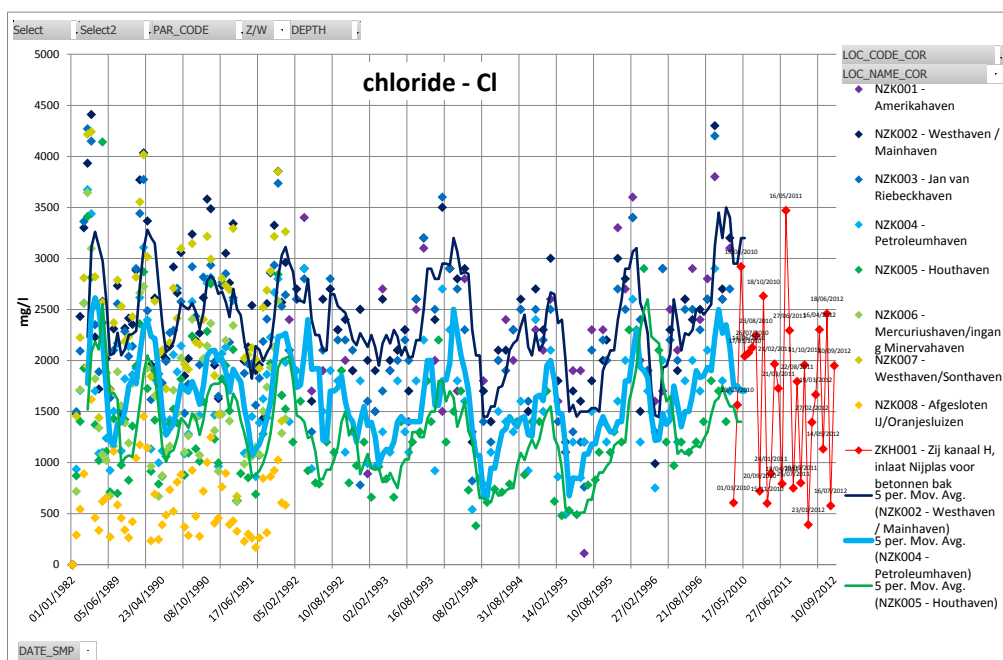


Figuur 4-2. Chlorideverloop in de Noorder IJplas en ter vergelijking in de Ouderkerkerplas.

Zoals bekend en mede aanleiding van voorliggend onderzoek is de plas aan het verzoeten. Op de wat oudere oeverlocaties NIJ001 en NIJ002 wordt soms zoeter water aangetroffen dan gemiddeld in het midden van de plas. Dit is een bekend fenomeen indien dicht bij de oever bemonsterd wordt en kan te maken hebben

met de monsternamen en de invloed van afstromend neerslagwater. Er is geen chloridegradiënt over de diepte (niet in een figuur weergegeven). Vanaf de start van de grondstort (augustus 2009) neemt chloride structureel toe met ongeveer 40 mg/l.

In het Noordzeekanaal in de Petroleumhaven (recht tegenover de Noorder IJplas) bedraagt de chlorideconcentratie over alle Waternetmetingen (die ophouden in 1996) gemiddeld ongeveer 1600 mg/l (Figuur 4-3). De recente metingen in Zijkanaal H (voor de stuw naar de Noorder IJplas) bevestigen dat beeld: 1600 mg/l over 2010-9/2012. De spreiding is extreem groot (rood, zie ook Figuur B-1): het ene moment ligt zoet water met een concentratie van 700 mg/l chloride voor de ingang van de Noorder IJplas en een meting (maand) later bedraagt de concentratie 3000 mg/l. Er bestaat ook geen duidelijke relatie met de seizoenen. Dit is kenmerkend voor het IJ en het Noordzeekanaal. De chlorideconcentratie wordt bepaald door droge of natte perioden in een grote regio gemiddeld over een lange periode en door het gevoerde beheer door Rijkswaterstaat.

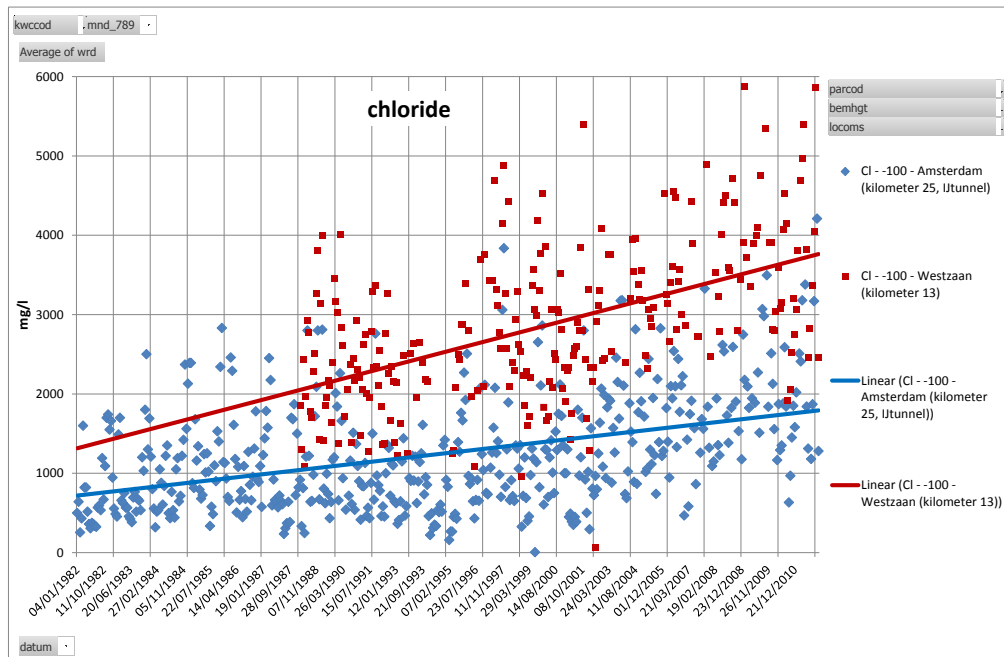


Figuur 4-3. Waternetmetingen in Noordzeekanaal en Zijkanaal H.

### Data Rijkswaterstaat

De data van Rijkswaterstaat in de buurt van de Noorder IJplas zijn niet langjarig beschikbaar, maar wel precies 6 km stroomopwaarts (Amsterdam IJtunnel) en 6 km stroomafwaarts (Westzaan). Het gemiddelde zou geografisch gezien een mooi beeld kunnen geven van wat in de buurt van Zijkanaal H te verwachten is: een stijgende chlorideconcentratie die in 2012 gemiddeld rond 2700 mg/l ligt. De metingen geven een ander beeld dan de metingen in Zijkanaal H. Een vergelijking van de gegevens in de overlappende jaren in de datasets (2010 en 2011) laten zien dat Zijkanaal H met gemiddeld 1700 mg/l (Figuur B-1) zelfs zoeter is dan Amsterdam IJtunnel 1870 mg/l. Dit zal te maken hebben met de inzet van gemaal De Waker dat vanuit polder Oostzaan (-1.45 m NAP) op Zijkanaal H uitmaalt met maximaal 6.1 m<sup>3</sup>/s. Volgens de invoer van het AGV-boezemmodel levert de Waker in de periode 1996 – 2009 jaarrond gemiddeld 0.63 m<sup>3</sup>/s.

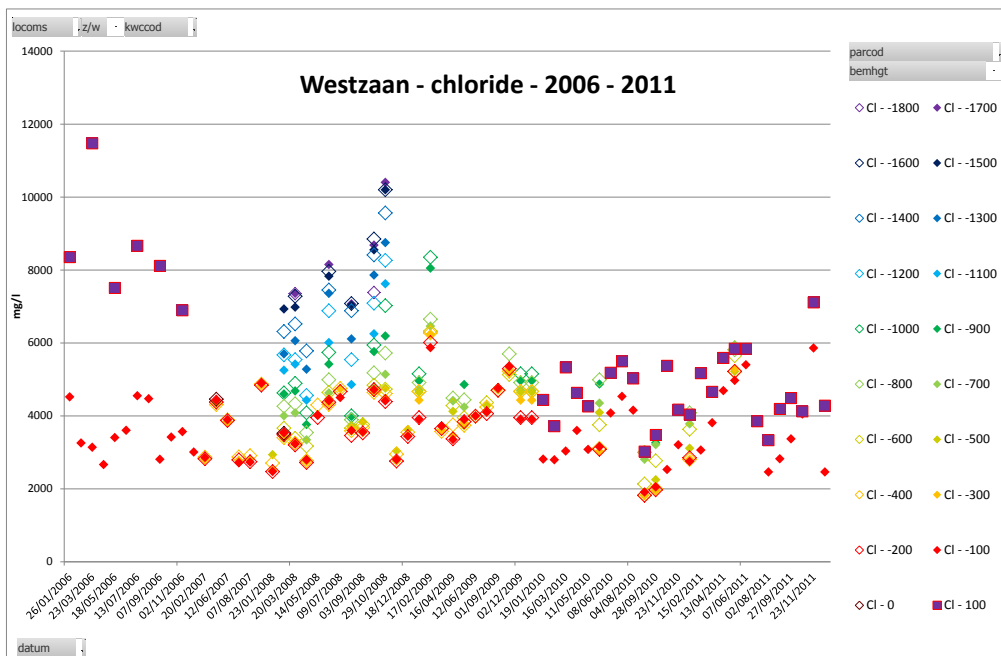
Wegens het gebrek aan langjarige metingen wordt aangenomen dat het chloridegehalte in Zijkanaal H gelijk is aan Rijkswaterstaat-meetpunt Amsterdam IJtunnel. Deze reeks is van belang voor de balans die geijkt is aan chloride (zie



Figuur 4-4. Chlorideverloop bij Westzaan en Amsterdam IJtunnel met lineaire regressielijnen.

H3). De chlorideconcentraties in Amsterdam variëren door de jaren heen en de zoetste maanden zijn juni en augustus (zie Figuur B-2 en Figuur 4-5).

#### 4.1.2 Verticaalmetingen Noordzeekanaal



Figuur 4-5. Chlorideconcentraties hoog en laag in de waterkolom bij Westzaan.

Bij Amsterdam IJtunnel worden door Rijkswaterstaat incidenteel verticaalmetingen tot 5 m gemeten. Heel veel recente diepe profielen zijn niet beschikbaar (Figuur B-3 en Figuur B-4). Chloride varieert in de toplaag van 800 tot 3300 mg/l en

onderin van 1200 tot 3900. In 2008 is ter hoogte van Westzaan gemeten dat de chlorideconcentratie vanaf 6 meter diepte sterk toeneemt. Nabij de bodem is de chlorideconcentratie 7000-10000 mg/l en bij de waterlijn 2500-4400 mg/l (Figuur 4-5 en Figuur B-5). Opvallend is dat de chlorideconcentratie nabij de bodem – hoewel in zijn geheel brakker – vrijwel dezelfde dynamiek heeft als hoog in de waterkolom.

In 2010 en 2011 zijn geen diepteprofielen meer gemeten. Besloten is om alleen bovenin (1 m onder de waterlijn) en onderin (1 m boven het sediment) te meten. De gemiddelde verschillen tussen bodem en oppervlakte in die jaren zijn geringer dan in 2008 en lopen op tot maximaal 1500 mg/l (Figuur 4-5 en Figuur B-6).

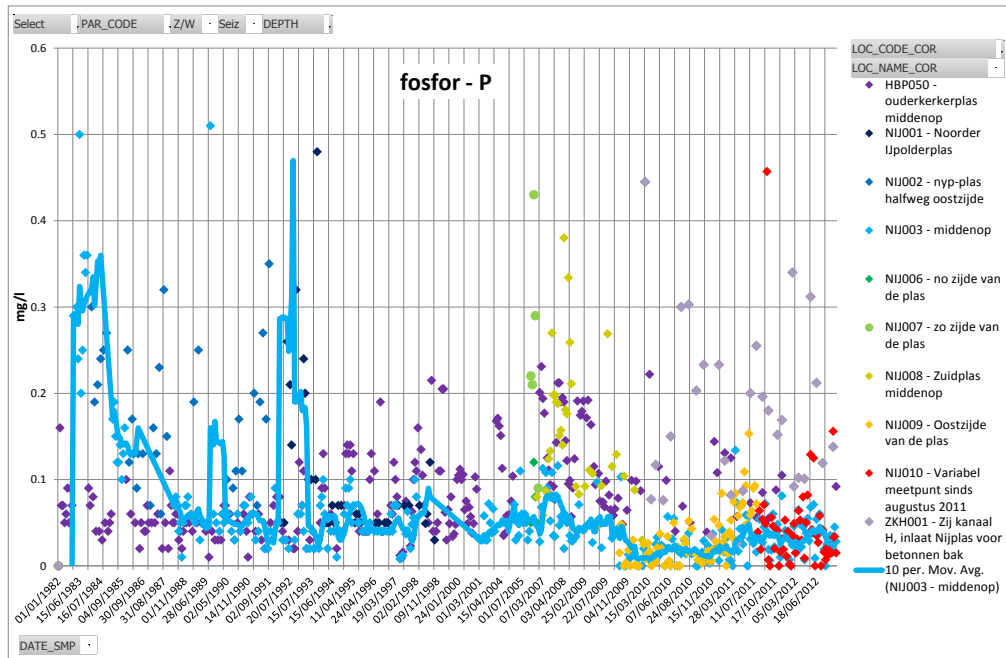
#### **4.1.3 Conclusie/discussie chloride**

- De chlorideconcentratie in de Noorder IJplas is de afgelopen dertig jaar teruggelopen van 1200 naar 500 mg/l. Dit is een logisch gevolg van de (geo)hydrologische situatie. Zie ook 3.3.2.
- Uit de Rijkswaterstaat-reeksen blijkt dat sprake is een langjarige en gestage toename van de chlorideconcentratie in zowel het Noordzeekanaal bij Westzaan als in het IJ bij Amsterdam IJtunnel.
- Opvallend is dat de chlorideconcentratie in het water van het veel ondiepere en stroomopwaarts gelegen Amsterdam IJtunnel vergelijkbaar is met de concentratie in het water van Zijkanaal H. Dit komt door de inzet van gemaal De Waker, dat langjarig gemiddeld 0.63 m<sup>3</sup>/s loost op Zijkanaal H.
- Niet te voorspellen valt welke chlorideconcentraties zich ter hoogte van Zijkanaal H nabij de waterbodembodem bevinden. Het water zal minder brak zijn dan dat van Westzaan (zie Figuur 4-1).
- Ook in de tijd zijn de chlorideconcentraties nabij de bodem moeilijk te voorspellen. Waarschijnlijk bepaalt de mate van aanvoer van zoet water vanuit ARK en IJmeer (Oranjesluizen) de chlorideconcentratie nabij de bodem. In 2006 en 2008 was de chlorideconcentratie nabij de bodem 4000 mg/l hoger dan bovenin, terwijl in 2011 en 2012 de verschillen tussen boven en onder slechts maximaal 1500 mg/l bedroegen.

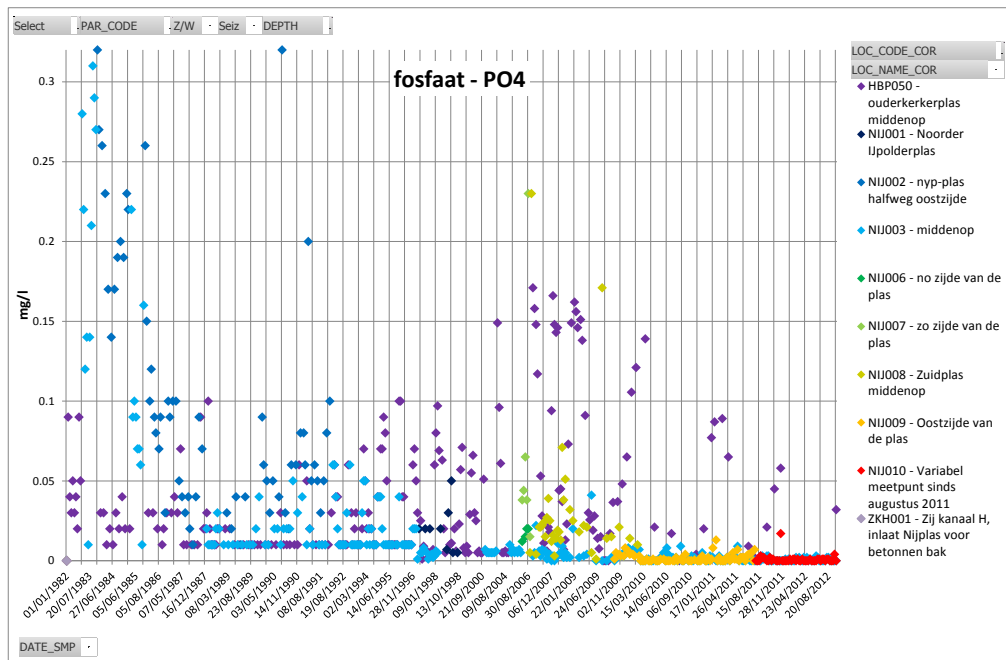


## 4.2 Fosfor

### 4.2.1 Historisch Noorder IJplas



Figuur 4-6. Fosfor (totaal) in de Noorder IJplas. Als referentie in Ouderkerkerplas en Zijkanaal H.

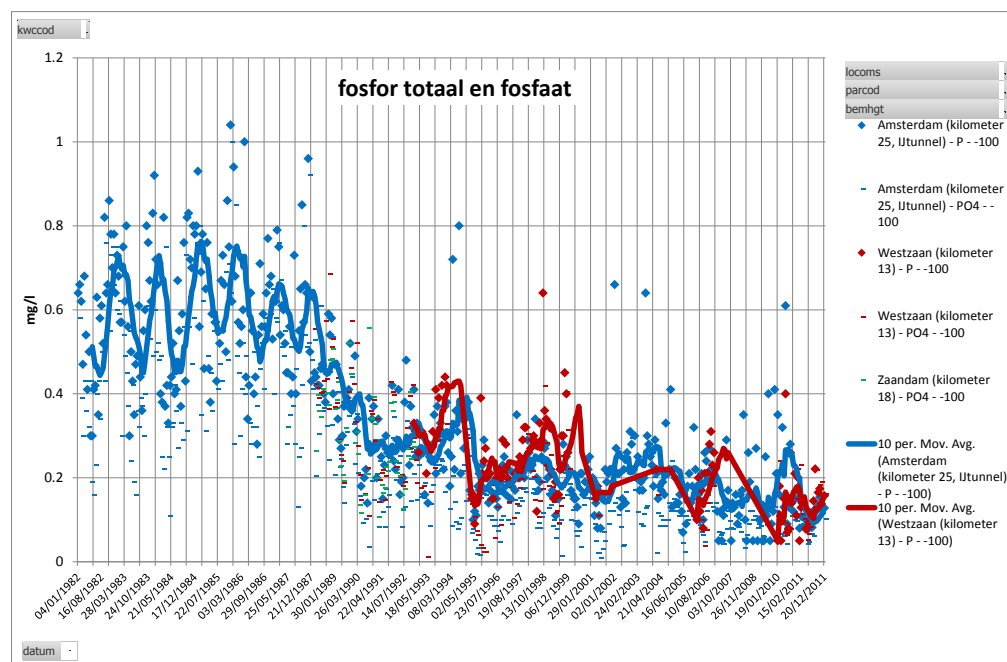


Figuur 4-7. Fosfaat in de Noorder IJplas. Als referentie in Ouderkerkerplas en Zijkanaal H.

De KRW-norm matig/goed = 0.11 mgP/l. De fosforconcentratie is begin jaren 80 hoog. Dit zal te maken hebben met de toen recente aanleg van de plas en wellicht ook met externe belasting door inlaatwater. Over het eerste peilbeheer in de plas is niets uitgezocht, maar als regelmatig water is ingelaten kan dat in die jaren tot

hoge fosforconcentraties hebben geleid. In het (droge) jaar 1989 wordt de concentratie laag en komen de hoge concentraties van voorheen niet meer terug. Fosfaat volgt dezelfde trend als fosfor en is vanaf 1998 voortdurend uitgeput. Vanaf de start van de herinrichting in 2009 dalen fosfor en fosfaat. Vanaf 2000 stijgt fosfor weer naar de waarden die voor de herinrichting gewoon waren, maar fosfaat blijft normaliter uitgeput. Zie voor een mogelijke verklaring 4.3. Kijkend naar de seizoensverdeling is geen forse nalevering vanuit de waterbodem merkbaar. Dat zou namelijk leiden tot concentratieverhoging in de winterperiode na destratificatie (zie Figuur C-10 en Figuur C-9). In **Error! Reference source not found**.4.8.2 is gepoogd de invloed van nalevering te kwantificeren.

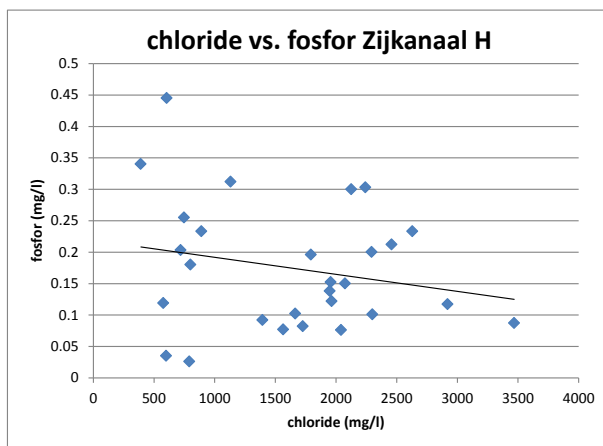
### Noordzeekanaal



Figuur 4-8. Fosfor en fosfaat in het Noordzeekanaal.

In het Noordzeekanaal zijn de fosforconcentraties ruimtelijk veel minder gevarieerd dan de chlorideconcentratie. Zowel bij Westzaan als in Amsterdam is dezelfde dalende trend zichtbaar. In de jaren 2010-2012 is ook in Zijkanaal H gemeten.

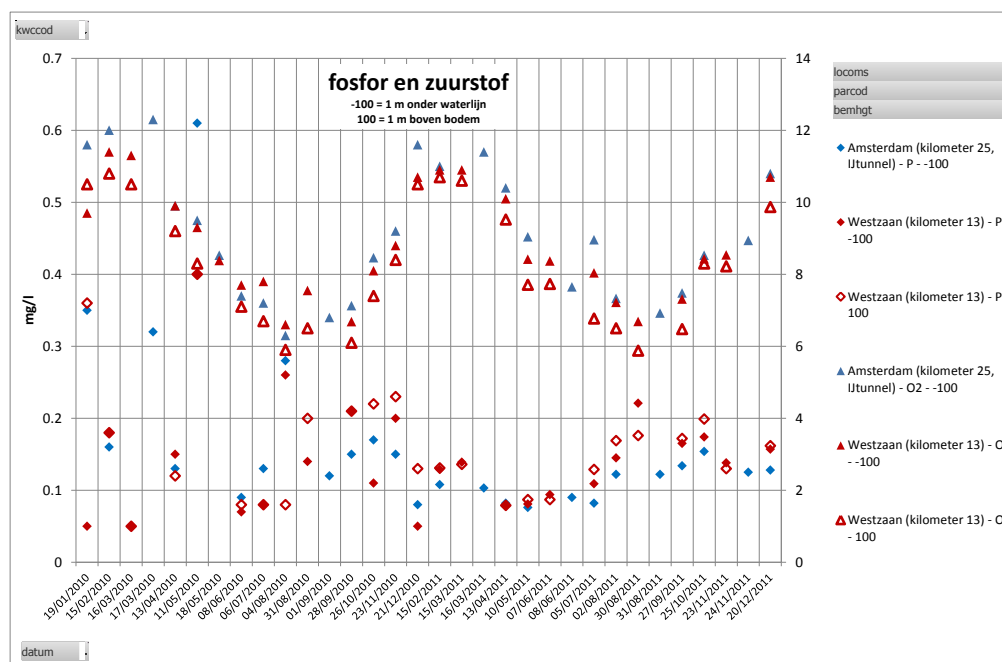
Gemiddeld is de fosforconcentratie 0.17 mg/l. Dit is hoger dan in het Noordzeekanaal (Figuur C-1 en Figuur C-2). Dit zou te maken kunnen hebben met de invloed van gemaal De Waker. In Figuur 4-9 is nagegaan of er een verband is tussen fosfor en de lagere chlorideconcentraties die afkomstig zijn van De Waker. Het verband is aanwezig maar niet significant, omdat chlorideconcentraties in het



Figuur 4-9. Spreidingsdiagram chloride versus fosfor in Zijkanaal H.

Noordzeekanaal ook zonder de invloed van De Waker sterk variëren. De invloed van De Waker is niet nader onderzocht.

#### 4.2.2 Verticaalmetingen Noordzeekanaal



Figuur 4-10. Fosfor en zuurstof (rechter y-as) onder de waterlijn en boven de waterbodem bij Westzaan en Amsterdam vanaf 2010. Zie ook verticaalmetingen 2008 in Figuur C-6, die zuurstofloosheid in 2008 laten zien.

Van het Noordzeekanaal zijn geen fosfor- of fosfaatprofielen bekend. Wel is in de jaren 80 bij Amsterdam IJtunnel zowel nabij de waterlijn als nabij de waterbodem gemeten (Figuur C-3 en Figuur C-4). In die periode bedroegen de fosforconcentraties bovenin ongeveer 0.6 mg/l, terwijl bij de waterbodem gemiddeld ruim 0.8 mg/l gemeten werd. In 2006 is op dezelfde wijze bemeaten. De fosfor- en fosfaatconcentraties zijn dan veel lager (0.15-0.20 mg/l fosfor totaal) en bij de bodem zijn de concentraties vergelijkbaar met de concentraties nabij de waterlijn (Figuur C-5).

In 2006 en vanaf 2010 is op dezelfde wijze bij Westzaan gemeten. De fosforconcentraties bij de waterbodem zijn gemiddeld een fractie hoger dan wat bovenin de waterkolom wordt gemeten (ongeveer 0.15 mg/l P). De waterkwaliteit van het Noorzeewater dat via schutten en sluislek in het Noordzeekanaal komt is niet goed bekend. In de Noordzee ligt fosfor totaal onder 0.05 mg/l (Figuur C-7). Dat wil niet direct zeggen dat het ingelaten water ook die lage concentratie heeft, omdat dergelijke waarden in de gehele meetset niet voorkomen. De enkele meting op 2 januari 1996, waarbij zowel bovenin de waterkolom als nabij het sediment is gemeten (IJmuiden km2, Figuur C-8), geeft geen indicatie dat het ingelaten water die lage waarden haalt. Bij Westzaan heerst (op basis van metingen vanaf 2006) alleen in 2008 zuurstofloosheid nabij de bodem (Figuur C-6). Een "kort door de bocht"-conclusie is dan dat niet per sé een forse nalevering plaatsvindt vanuit het sediment.

Er zijn er geen aanwijzingen dat in de waterkolom een diepte is te vinden waar de fosforconcentraties relevant lager zijn dan nabij de waterlijn of bij de waterbodem. Temeer daar de waterbodem vanaf km 21 sterk oploopt, wat de zoet-zoutscheiding kan beïnvloeden.

#### **4.2.3 Conclusie/discussie fosfor**

Metingen van 2012 zijn separaat van de historische meetset t/m 2011 ontvangen. Ze zijn niet verwerkt in de teksten en figuren, maar ze wijken niet af van het beeld t/m 2011. Vanuit de berekeningen van de fosforbelasting komt dat afstroming van de omringende percelen en directe neerslag/atmosferische depositie de grootste fosforbronnen zijn op de plas (3.3.4).

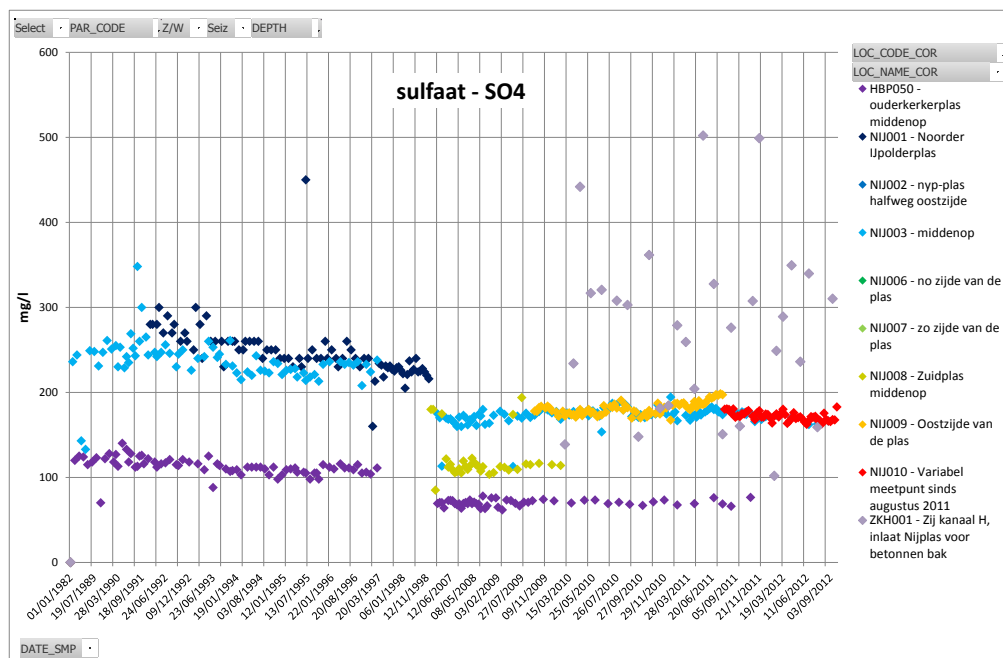
- De fosforconcentratie in de plas is laag en de fosfaatconcentratie zit vrijwel altijd onder de detectiegrens. Dit wil zeggen dat de influx aan fosfaat de hoeveelheid biomassa aan algen beperkt.
- De fosforconcentratie in het Noordzeekanaal is de afgelopen decennia fors gedaald en lijkt zich te stabiliseren rond 0.15 mg/l.
- Het Noordzeekanaal kent wat fosfor betreft geen forse ruimtelijke gradiënt, zoals wel het geval is bij chloride.
- In het Noordzeekanaal is de fosforconcentratie nabij de bodem vrijwel gelijk of iets hoger dan bovenin de waterkolom. Uit de metingen is niet gebleken waarom de lage concentraties die in de Noordzee worden gemeten nergens in het Noordzeekanaal worden teruggevonden. Het kan zijn dat de fosforconcentraties in het schutwater al hoger zijn dan die in de Noordzee. Daarnaast kan het zijn dat de kwaliteit van het ingelaten water wordt beïnvloed vanuit de waterbodem. De fosforconcentraties bij de waterbodem zijn vergelijkbaar met de concentraties hoog in de waterkolom. Het is niet duidelijk of ter hoogte van de Noorder IJplas ergens op diepte structureel lagere fosforconcentraties gevonden worden. De kans daarop lijkt niet groot, maar metingen ontbreken.
- In Zijkanaal H zijn de fosforconcentraties hoger dan in het Noordzeekanaal, waarschijnlijk als gevolg van gemaal De Waker.

#### **4.3 Stikstof**

Zie Bijlage D. De concentratie stikstof totaal in de Noorder IJplas is sinds begin jaren 80 constant. Opvallend is wel dat tot begin jaren 90 nog opgelost stikstof (nitraat en ammonium) aanwezig is. Aangezien we weten dat in die periode fosfaat in overmaat voorhanden is, wil dat zeggen dat de groei van algen beperkt werd door bijvoorbeeld licht of dat incidenteel water is ingelaten/afgespoeld met veel opgelost stikstof. Dat kan verklaren waarom destijds niet meer algen zijn gaan groeien op de aanwezige stikstof. Vanaf medio jaren 90 is nitraat/nitriet vrijwel altijd uitgeput. De waarden boven de detectiegrens zijn in de winter gemeten. Ammonium is dan laag (onder 0.1 mg/l), maar raakt ook in de zomer niet uitgeput. Door die lage concentraties is Kjeldahl-stikstof vrijwel geheel te beschouwen als organisch stikstof en dat blijft sinds jaar en dag gemiddeld onder 1 mg/l. Pas sinds 2009 neemt Kjeldahl- en totaalstikstof toe. Vooral de laagste waarden nemen toe, waardoor het gemiddelde omhoog gaat. Dit zou kunnen verklaren waarom fosfor wel stijgt, terwijl fosfaat juist verder uitgeput raakt. Als extra stikstof beschikbaar is kan fosfaat effectief door algen worden opgenomen, waardoor fosfaat uitgeput raakt.

In Zijkanaal H wordt gemiddeld ruim 2 mg/l stikstof gemeten. Hierin zit veel organisch materiaal en ongeveer 0.8 mg/l nitraat/nitriet. De ammoniumconcentratie ligt op ongeveer 0.1 mg/l, maar kent incidenteel hoge waarden.

#### 4.4 Sulfaat



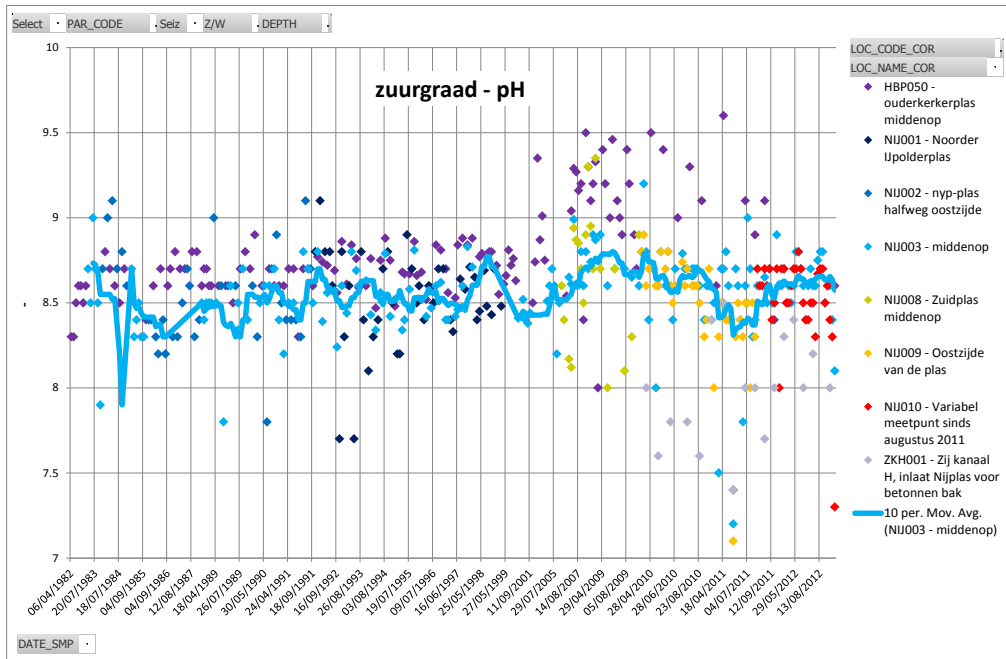
Figuur 4-11. Sulfaat in Noorder IJplas en in Zijkanaal H.

De sulfaatconcentraties liggen rond 180 mg/l. Opvallend is dat tussen 1999 en 2007 niet is gemeten en dat de sulfaatconcentratie in die periode flink is gedaald. In diezelfde periode vindt een vergelijkbare daling plaats in de Ouderkerkerplas. Het is niet duidelijk of hier werkelijk sprake is van een daling of dat de analyse-methode door de jaren heen is aangepast, met verrassende resultaten. Sulfaat kent bijzonder weinig dynamiek. Dit zou kunnen duiden op een systeem waarbij bodemchemie (bijvoorbeeld door woelende vissen, zoals in Terra Nova) dominant is, maar een nadere analyse is niet uitgevoerd.

In Zijkanaal H wordt sulfaat met een grote spreiding 260 mg/l aangetroffen. In het Noordzeekanaal wordt (Westzaan en Amsterdam IJtunnel) gemiddeld 350 mg/l gemeten. Nabij de waterbodem is de sulfaatconcentratie gemiddeld 750 mg/l. Zie Figuur E-1.

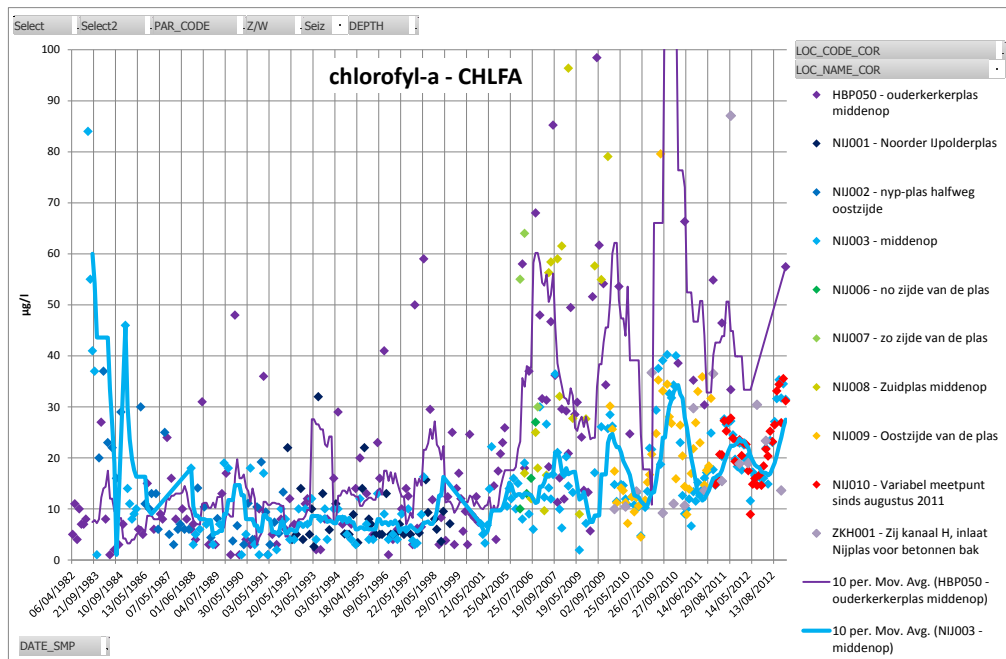
#### 4.5 Zuurgraad

De pH van de plas stijgt licht en dat is in een diepe plas normaliter een teken van (blauwalgen)bloei. In vergelijking met een niet-extreme blauwalgplas als de Ouderkerkerplas is de pH laag. In 2007 en 2008 loopt in beide plassen de pH op, als teken van goede (meteorologische) omstandigheden voor algengroei. In Zijkanaal H is de pH gemiddeld 8.0, en dat is vergelijkbaar met het Noordzeekanaal.



Figuur 4-12. Zuurgraad in de Noorder IJplas, in Zijkanaal H en ter vergelijking in de Ouderkerkerplas in het zomerhalfjaar.

#### 4.6 Chlorofyl-a



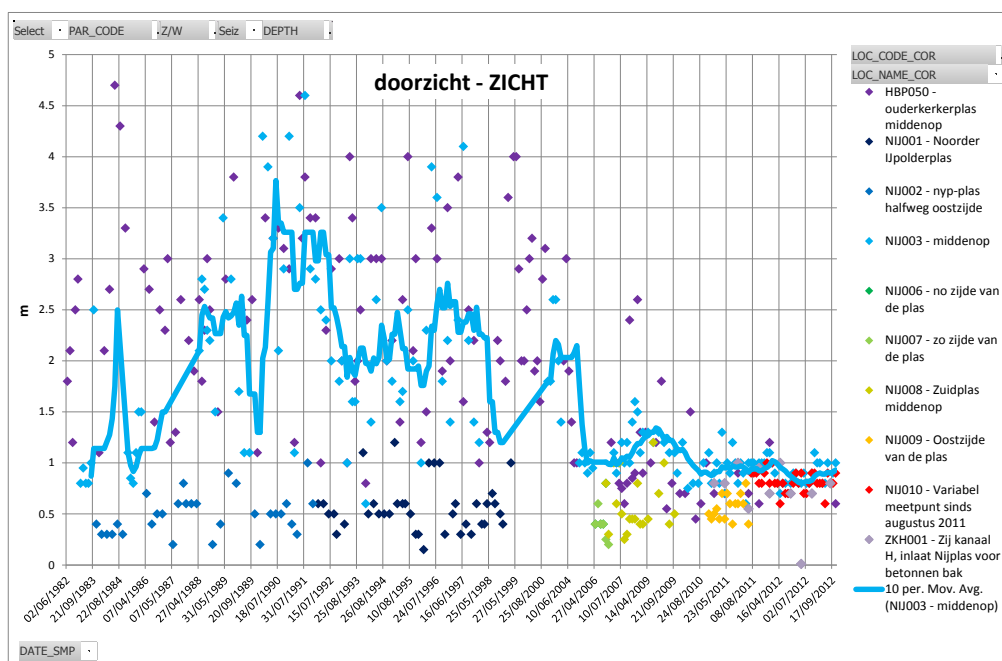
Figuur 4-13. Chlorofyl-a in de Noorder IJplas, in Zijkanaal H en ter vergelijking in de Ouderkerkerplas in het zomerhalfjaar. In de Figuur E-2 wordt ingezoomd op de periode vanaf 2005 en zijn zowel zomer- als winterwaarden weergegeven.

De chlorofyl-a-concentratie in de noordplas is laag (KRW-grens matig/goed = 60 µg/l) maar neemt toe. Opvallend zijn de erg hoge concentraties in de zuidplas (NIJ007 en NIJ008) die oplopen tot 180 µg/l. De toename van de pH in 2007 en 2008 is ook terug te vinden in de chlorofyl-a-concentratie. Vanaf circa 2005 zijn de concentraties niet meer heel laag en nemen de maxima langzaam toe.

Vanaf augustus 2009 is de grondstort begonnen. De periode waarop de autonome toename kan worden beoordeeld beslaat dus slechts vier jaar. Vanaf de start van de grondstort neemt de chlorofyl-a-concentratie verder toe. Uit Figuur 4-13 valt niet op te maken of dat een autonome stijging betreft of dat het met de grondstort te maken heeft. In 5.1.1 wordt hier verder op ingegaan. Het gehalte zwevende stof volgt de chlorofyl-a-concentratie (zie Figuur E-3).

In Zijkanaal H bedraagt de chlorofyl-a-concentratie gemiddeld 22 µg/l, ongeveer het dubbele van wat in het Noordzeekanaal wordt gemeten. Opvallend in de Noorder IJplas is dat ondanks de lage zomerbelasting de concentratie chlorofyl-a toch vrij hoog is en toeneemt. Het zou kunnen dat de altijd onzekere bron van de afstroming vanuit het omliggende vervuilde gebied hogere fosfaatconcentraties met zich meebrengt dan gedacht. In dat geval draait de algengroei op de actuele belasting vanuit het omliggende gebied.

#### 4.7 Doorzicht



Figuur 4-14. Doorzicht in de Noorder IJplas, in Zijkanaal H en ter vergelijking in de Ouderkerkerplas in het zomerhalfjaar.

Het doorzicht heeft zich na de lage waarden in de jaren 80 hersteld in het decennium daarna. De KRW-grens M30 matig/goed = 0.9 m. Vanaf ongeveer 2005 daalt het doorzicht sterk. Voor een diepe plas is een doorzicht van minder dan één meter midden op de plas laag. In Zijkanaal H is het doorzicht met 73 cm wat lager dan in het Noordzeekanaal.

## 4.8 Verticaalmetingen 2012 en P-nalevering waterbodem

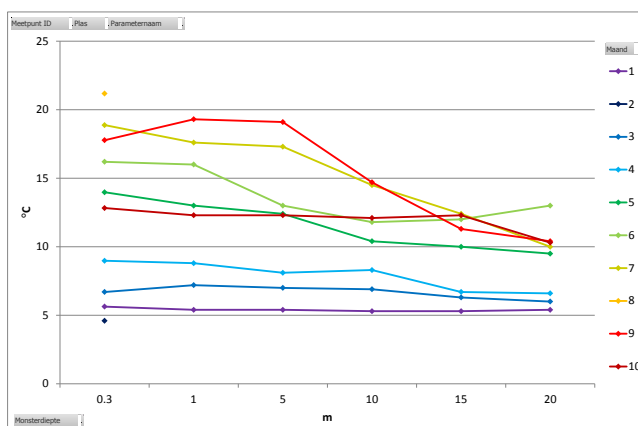
In 2012 zijn verticaalmetingen uitgevoerd in alle diepe plassen in het AGV-beheersgebied<sup>2</sup>. Ze zijn hier maandgemiddeld, omdat een aantal parameters op 0.3 m wekelijks wordt gemonitord en dat is onduidelijk bij grafische weergave. De metingen van chlorofyl-a, chloride, geleidbaarheid, nutriënten, pH, temperatuur en zuurstof zijn op 0.3 m (meestal) een maandgemiddelde. Voor alle overige parameters en voor alle metingen vanaf 1 m diepte betreft het de analyse van een enkele meting in de betreffende maand. In augustus zijn de profielmetingen vervallen. De diepste meting is uitgevoerd op 20 m, terwijl de plas maximaal 30 m diep is.

Tabel 4-3. Overzicht meetdatums.

23/01/2012
19/03/2012
16/04/2012
14/05/2012
18/06/2012
16/07/2012
10/09/2012
15/10/2012

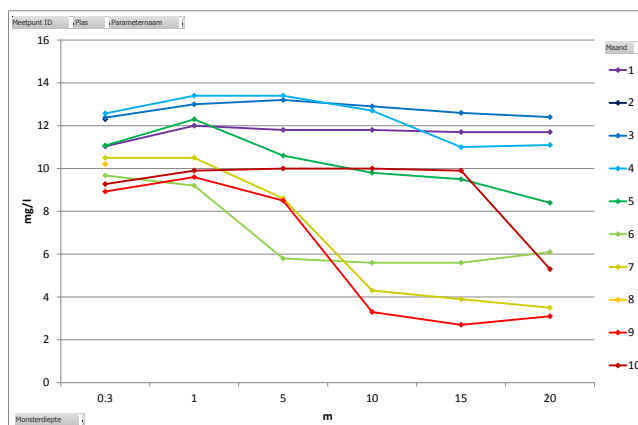
### 4.8.1 Analyseresultaten

De **temperatuur** heeft in september een duidelijke stratificatie tussen 5 en 15 meter. Opvallend is dat de spronglaag in oktober alweer wordt afgebroken. Het lijkt erop alsof de sensor te snel is neergelaten/opgehaald, maar dat valt zonder vergelijking met andere plassen niet te zeggen. De temperatuur op 0.3 m is in lijn met de gemiddeld gemeten waarden.



Figuur 4-15. Temperatuur vs. diepte per maand.

De **zuurstof**concentratie in het hypolimnion daalt snel vanaf de start van de stratificatie in mei. Dit zal het gevolg zijn van zuurstofvragende mineralisatieprocessen in het hypolimnion en/of in het sediment. Ook voor zuurstof geldt dat de concentraties in oktober opvallend snel toenemen.



Figuur 4-16. Zuurstof vs. diepte per maand.

<sup>2</sup> Met uitzondering van de Ouderkerkerplas, omdat daar projectmatig (in verband met koudewinning) al intensief wordt gemonitord, ook over de diepte.

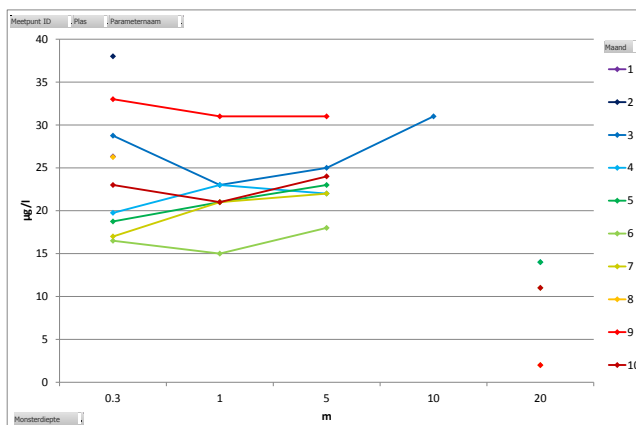


**Chlorofyl-a** is de bovenste vijf meter constant. Helaas worden vrijwel alle diepere metingen gemist. Fluoroprobemetingen in Vlietland 2008 (Bijlage G) en Sloterpas 2012 (beide *Microcystis* dominant) laten zien dat juist rond 5-12 meter diepte de blauwalgconcentraties sterk afnemen ten opzichte van de concentraties aan het oppervlak. De concentraties zijn voor een laag belaste diepe plas vrij hoog. In augustus en september neemt chlorofyl-a toe.

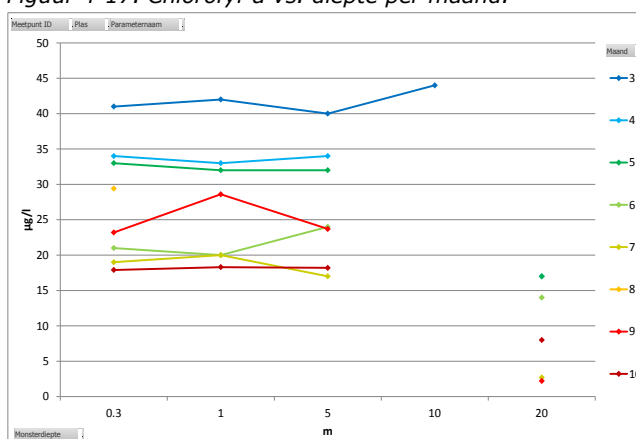
Het signaal van **fluoroprobe-totaal** komt redelijk overeen met de chlorofyl-a-concentraties. Wel valt op dat de (groenalg)pieken in het voorjaar bij de fluorescentiemeting hoger uitvallen dan bij de reguliere lab-metingen. Op 0.3 m betreft chlorofyl-a een maand-gemiddelde en fluoroprobe een enkele meting.

De **fluoroprobe-blauwalg** laat eind augustus en eind september een forse toename van blauwalgen zien, terwijl in de rest van het jaar weinig blauwalgen aanwezig zijn. Zie ook 5.1.2.

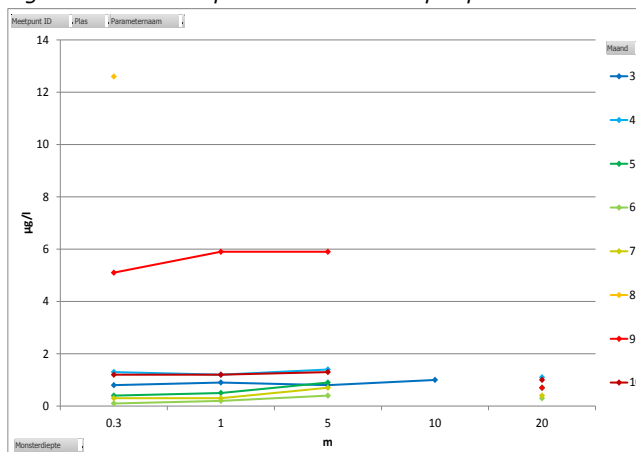
**Fosfaat** neemt vanaf juli toe, maar alleen op het diepste meetpunt (20 m). Ondanks het feit dat niet heel dicht bij de waterbodem is gemeten ligt het voor de hand dat dit afkomstig is van het sediment.



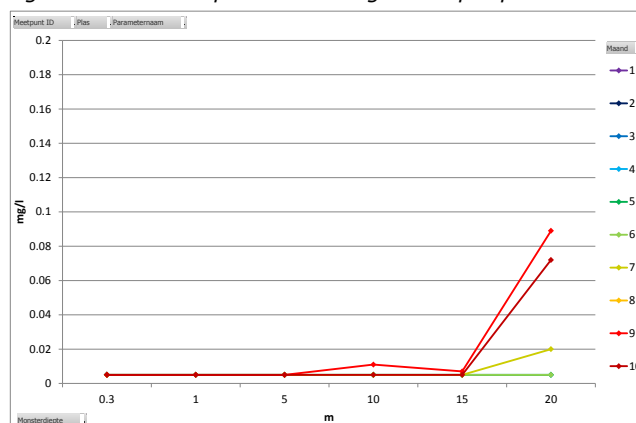
Figuur 4-17. Chlorofyl-a vs. diepte per maand.



Figuur 4-18. Fluoroprobe-totaal vs. diepte per maand.

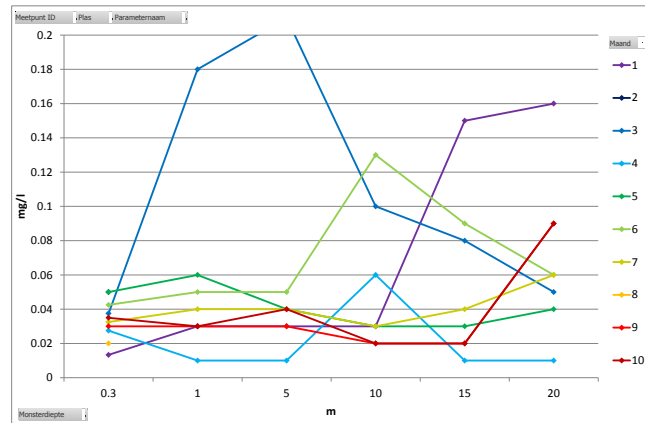


Figuur 4-19. Fluoroprobe-blauwalg vs. diepte per maand.



Figuur 4-20. Fosfaat vs. diepte per maand.

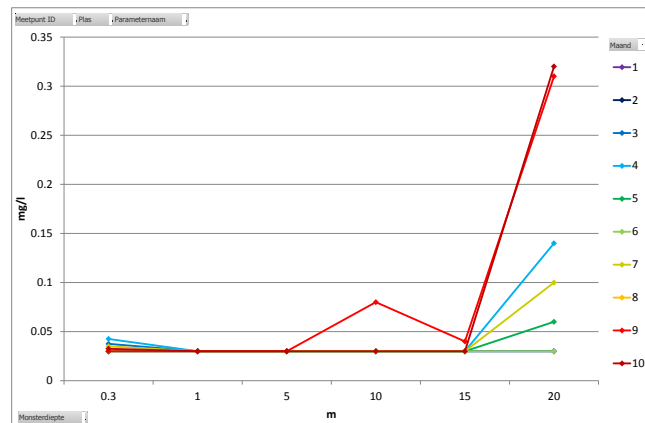
Voor **fosfor** is het beeld onduidelijk. Er zijn afwijkend hoge waarden gemeten, die niet meteen als uitbijter kunnen worden gemarkeerd omdat de meting iets hoger of lager in de waterkolom ook afwijkt. In januari is de plas volledig doorgemengd, maar worden afwijkend hoge waarden gemeten in de diepe delen. Aangezien zo ruim boven het sediment



Figuur 4-21. Fosfor vs. diepte per maand.

wordt gemeten, lijkt het niet voor de hand liggend dat sediment is meebemonsterd. In maart kan sprake zijn van een voorjaarsbloei van algen, maar deze wordt niet teruggevonden in chlorofyl-a. De metingen suggereren dat er een organische fractie fosfor in de plas is gekomen. Wellicht betreft het afspoeling van het gronddepot of betreft het doormenging van opweveling die plaats vindt tijdens het werken in de plas (grondstort). De metingen op 20 m diepte in augustus en september geven aan dat alle fosfor daar in de vorm van fosfaat aanwezig is, terwijl op alle overige meettijdstippen en locaties alle fosfor juist niet als fosfaat aanwezig is. Voor veel metingen is overigens moeilijk aan te geven of de fosforconcentraties bij afwezigheid van orthofosfaat een relatie hebben met chlorofyl-a, omdat de meetset van chlorofyl-a niet volledig is. Zie Figuur 4-17. Het zou kunnen dat de fluctuaties te maken hebben met algen die zich ophouden op verschillende hoogten in de waterkolom, maar dat wordt niet ondersteund door de metingen van organisch stikstof (zie Figuur 4-23).

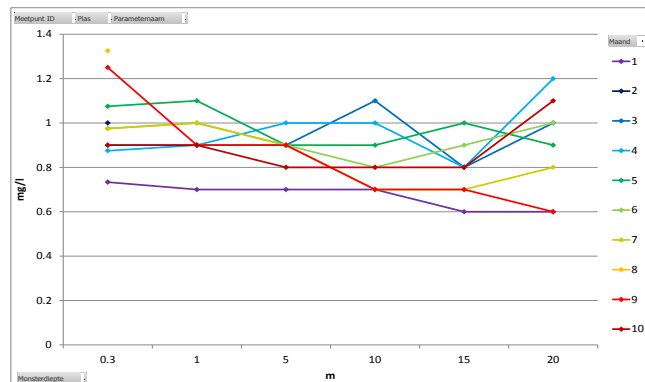
**Ammonium** ligt vrijwel altijd op de detectiegrens, behalve nabij de bodem waar vanaf mei de ammoniumconcentratie toeneemt.



Figuur 4-22. Ammonium vs. diepte per maand.

**Nitraat/Nitriet** (Figuur H-1) wordt over de gehele waterkolom gemeten op de detectiegrens 0.05 mg/l). Behalve in januari. Dan wordt over de gehele waterkolom 0.07 gemeten.

Aangezien de ammoniumconcentratie – behalve op 20 m – altijd onder de



Figuur 4-23. Kjeldahl-stikstof vs. diepte per maand.

detectiegrens ligt, geeft **Kjeldahl-stikstof** de hoeveelheid organisch stikstof weer. De concentraties blijven vrij constant. Opvallend is dat de (blauw)algenbloei van augustus in september wel is te herkennen op 0.3 m, maar niet dieper. Uit de resultaten van chlorofyl-a en fluoroprobe valt wel duidelijk de bloei tot op vijf meter diepte te herkennen. De totale **stikstof**-concentraties volgen bij gebrek aan opgelost stikstof Kjeldahl.

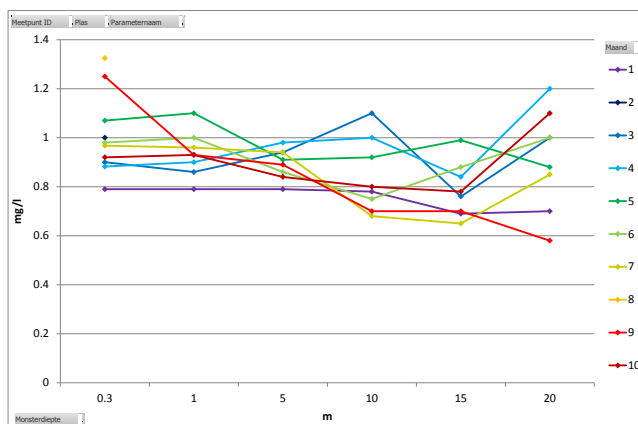
De **zuurgraad** neemt toe als gevolg van de (blauw-algen)bloei in augustus en september. De lage waarde op 0.3 m in september is te wijten aan het feit dat in de wekelijkse metingen de pH vanaf medio september afneemt. Bij stratificatie is de pH in het epilimnion hoger dan in het hypolimnion.

**Calcium** is ook vrij constant en neemt toe op het moment dat de zuurstofconcentratie bij het hypolimnion/sediment afneemt (vanaf juli).

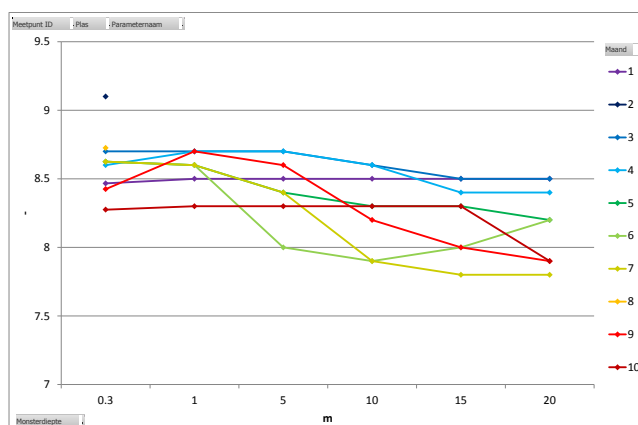
**Sulfaat** is hoog en constant rond 165 mg/l (Figuur H-2).

#### 4.8.2 Inschatting fosfaatnalevering

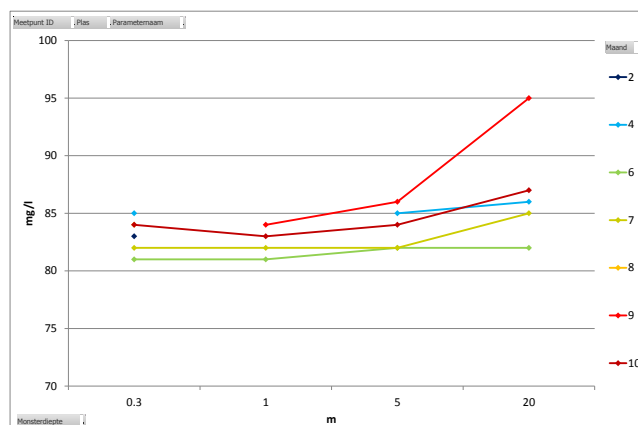
Ondanks het feit dat de metingen nabij de waterbodem worden gemist, mag op basis van de resultaten t/m 20 m worden aangenomen dat de Noorder IJplas nabij de waterbodem zuurstofloos (< 1 mg/l) wordt. Dit zal het gevolg zijn van mineralisatie in/op het sediment, maar ook in de waterkolom zelf zal organisch materiaal worden afgebroken. Metingen van zwevende stof geven aan dat ongeveer 10 mg/l zwevende stof (ZS) boven in de plas aanwezig (Figuur E-3). Gebaseerd op chlorofyl-a-concentraties die over de diepte zijn gemeten is in het hypolimnion (groveweg!) 5 mg/l zwevende stof aanwezig. Over 15 meter



Figuur 4-24. Stikstof vs. diepte per maand.



Figuur 4-25. Zuurgraad (pH) vs diepte per maand.



Figuur 4-26. Calcium vs. diepte per maand.

hypolimnion is dan  $75 \text{ g/m}^2$  ZS aanwezig, uitgedrukt in droge stof. Grof omgerekend naar slib ( $1 \text{ g} = 1 \text{ ml}$ )  $0.075 \text{ mm}$  slib. Stel dat  $3 \text{ mm}$  slib met een drogestofgehalte van  $10\%$  actief is, komt dat neer op een verhouding van  $1$  (slib) op  $4$  (sediment). Aangezien het zwevende stof veel uitwisseling heeft zal het waarschijnlijk actiever zijn. Het is met deze grove vuistregelberekening in de hand niet onlogisch dat de zuurstofconcentratie niet alleen bij de bodem maar in het hele hypolimnion afneemt.

Uit de metingen blijkt dat op  $20 \text{ m}$  diepte vanaf mei de ammoniumconcentratie toeneemt en vanaf juli de fosfaatconcentratie. Op  $15 \text{ meter}$  diepte zijn de concentraties laag en dieper dan  $20 \text{ m}$  zullen ze hoger zijn. Ervan uitgaande dat dit vooral vanuit het sediment komt, is de volgende vuistregel van toepassing. Vanaf  $20 \text{ m}$  diepte bevindt zich  $0.32 \text{ Mm}^3$  water ( $6\%$ ). Indien daarin vanuit het sediment de fosfaatconcentratie toeneemt met  $0.1 \text{ mg/l}$  houdt dat in dat  $32 \text{ kg}$  fosfor wordt toegevoegd. Dit levert een belasting op van  $0.16 \text{ mg/m}^2/\text{d}$ . Voor een diepe plas vormt dit een flink aandeel van de totale toelaatbare belasting die ongeveer een factor  $3$  tot  $4$  hoger ligt. Echter, de benadering van toelaatbare belastingen is vooral van belang in het groeiseizoen. De plas is dan gestratificeerd en het epilimnion heeft een beperkt volume (de bovenste  $8 \text{ meter}$  bergt  $60\%$  van het volume). Alle belastingen die in dat volume terechtkomen vormen voedsel voor algenbloeien. De belasting vanuit het sediment vindt in het hydrologisch gescheiden hypolimnion plaats en is dus niet direct beschikbaar voor algen. In de winter na het groeiseizoen wordt het hypolimnion opgemengd met het volledige volume water ( $5.44 \text{ Mm}^3$  zie 2.2). Dat levert in dit geval een additionele concentratie op van  $0.006 \text{ mg/l}$  fosfor, wat in het voorjaar zal worden omgezet in algen (chlorofyl-a). Aangezien de concentraties nabij de waterbodem waarschijnlijk hoger liggen dan de  $0.1 \text{ mgP/l}$  die op  $20 \text{ meter}$  gemeten is kan de jaarlijkse concentratieverhoging naar boven afgerond worden tot  $0.01 \text{ mgP/l}$ . Het betreft vooralsnog een geringe toename en het verklaart waarom in de fosformetingen bovenin de waterkolom (nog) geen relevante concentratieverhogingen in de winter gevonden zijn. Het is niet duidelijk welk deel van deze fosfaatafgifte afkomstig is van vers (bezonken) organisch materiaal (detritus), en welk deel van lang geleden vastgelegd fosfor is.

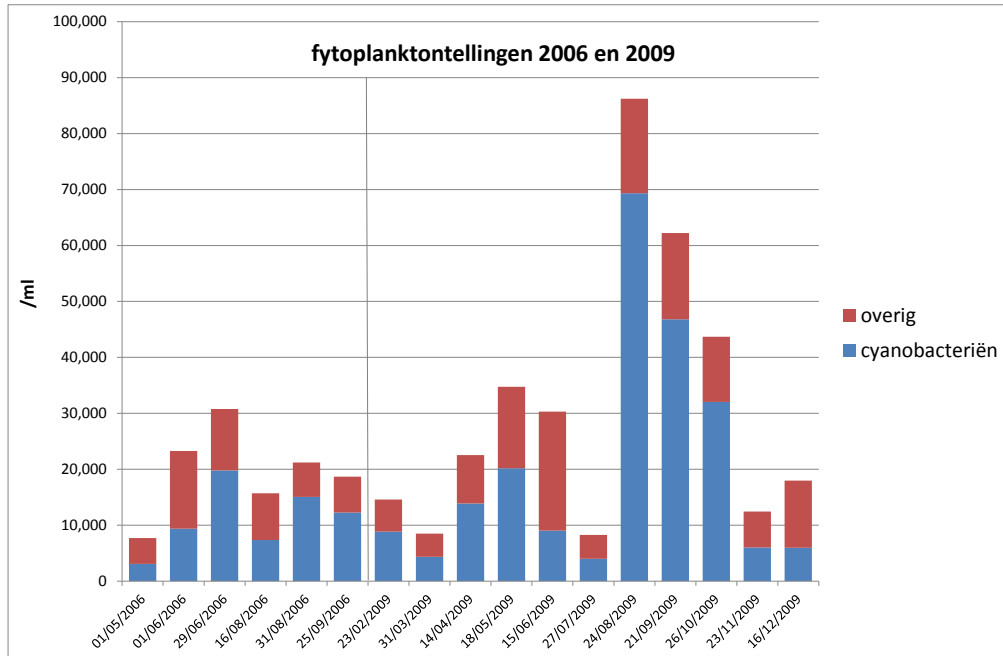
#### **4.9 Discussie Waterkwaliteit**

De Noorder IJplas verzoet met ongeveer  $100 \text{ mg/l}$  per decennium. Dit zal over enkele decennia afvlakken. Ondanks de vrij lage berekende fosforbelasting is de waterkwaliteit matig en sinds  $2005$  aan het verslechteren. Het doorzicht is voor een diepe plas laag (rond  $1 \text{ m}$ ), en chlorofyl-a stijgt van maximaal  $10 \text{ }\mu\text{g/l}$  in de jaren '90 naar  $20 \text{ }\mu\text{g/l}$ . De concentraties fosfor nemen toe, maar fosfaat is in de zomer normaliter nog steeds uitgeput. Kjeldahl- en totaal-stikstof neemt sinds de grondinbreng in  $2009$  toe. De waterbodem raakt in de zomer zuurstofloos en fosfaat en ammonium nemen dan toe. De fosfaatnalevering vindt plaats in een relatief klein watervolume en is nog niet van dien aard dat dit na destratificatie in de winter sterk concentratieverhogend werkt. De matige waterkwaliteit suggereert dat de plas aan de hoge kan van de berekende marge (3.3.4) belast wordt. De bron met de grootste onzekerheidsmarge betreft het uit-en afstromende water vanuit het omringende park.

## 5 Ecologie

### 5.1 Fytoplankton

#### 5.1.1 Tellingen



Figuur 5-1. Fytoplanktontellingen in de Noorder IJplas.

De tellingen van 2006 en 2009 zijn digitaal beschikbaar. Tellingen moeten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, omdat verschillende algengenera sterk in grootte kunnen verschillen. Bij hetzelfde aantal cellen van verschillende genera kan de hoeveelheid organisch gebonden nutriënten bijvoorbeeld enorm verschillen, net als het effect op lichtextinctie en toxiciteit in het geval van (sommige) blauwalgen. Daarnaast komen sommige soorten in clusters of kolonies voor. Het is niet duidelijk hoe daar bij het analyseren/rapporteren van deze datasets mee is omgegaan. Niettemin geeft het een beeld, en biovolumina zijn niet voorhanden. Figuur 5-1 toont de resultaten. Het percentage blauwalgen is toegenomen van 8% in 1995 via 42% in 1998 naar 55% in 2006 (Van Dam, 2007) en 56% in 2009.

In 2006 komt de potentieel toxische zoetwatersoort *Chrysochromulina Parva* voor. Opvallender is de aanwezigheid in 2006 van de brakwatersoort de haptofyt *Prymnesium parvum* die toxisch is voor vissen. Hierover meer in 5.1.3. Het aandeel blauwalgen bedraagt zowel in 2005 als 2009 ruim 50%. Het aantal cellen is in 2009 bijna driemaal zo hoog als in 2006. In 2006 bestaat de blauwalgpopulatie vooral uit *Limnothrix redekei*, *Aphanizomenon* en *Planktothrix agardhii*. In 2009 zijn *Pseudanabaenoideae* (hieronder vallen ook *Limnothrix redekei* en *Pseudanabaena*) veruit dominant. Dit zijn allen filamenteuze soorten, waarvan in ieder geval *Aphanizomenon* een drijfslagvormer en potentieel toxisch is, en *Planktothrix agardhii* nauwelijks drijfslagen vormt, maar wel zeer toxisch kan zijn. Deze genera

zijn kenmerkend voor hypertrofe wateren en vooral *Planktothrix/Limnothrix* gedijen goed onder lichtarme condities. *Limnothrix redekei* en *Pseudoanabaena* worden net als Aphanizomenon geassocieerd met stikstoffixatie. Dat wil zeggen dat in het water opgelost stikstof gebruikt kan worden als alternatieve stikstofbron (Acinas e.a. 2009). Aangezien dat een energetisch ongunstige oplossing is, komen bloeien van stikstoffixeerders doorgaans alleen voor in stikstofarme omstandigheden. In 2006 zijn geen nutriënten gemeten in de Noorder IJplas. In 2009 ligt de ammoniumconcentratie over het algemeen lager dan 0.05 mg/l, met een enkele hoge waarde op 19 mei (0.36 mg/l) en een zeer lage waarde op 27 juni (onder de detectiegrens van 0.03 mg/l, ruwe waarde 0.02 mg/l). De nitraat/nitrietconcentratie ligt in 2009 vrijwel altijd onder de detectiegrens (0.05 mg/l). Op 19 mei is ook fosfaat gemeten (0.04 mg/l), en verder de hele zomer niet meer. Op 19 mei is de concentratie fosfor 0.10 mg/l en de rest van de zomer ongeveer 0.05 mg/l. Dat wil zeggen dat de algenbloei heeft gedraaid op de actuele belasting, die meteen is opgesoupeerd door blauwalgen.

### **Augustus 2009**

In Figuur 5-1 valt op dat op 27 juli 2009 slechts 4.000 cellen/ml aanwezig zijn als gevolg van de lage actuele belasting. Een maand later, op 24 augustus, worden 70.000 cellen/ml geteld. Volgens de waterstandsmetingen heeft de plas vanaf 5 augustus een waterstandsstijging die niet door de balans kan worden verklaard. Tegelijkertijd loopt de chlorideconcentratie tussen 27/7 en 27/8 op van 530 naar 580 mg/l. Dit zou kunnen betekenen dat water is ingelaten om de werkzaamheden voor de herinrichting te ondersteunen. De waterstanden in het Noordzeekanaal varieerden van -0.38 tot -0.49 m -NAP in die periode<sup>3</sup>, en de stand in de plas liep tussen 5 augustus en 20 augustus op van -0.55 m NAP naar -0.50 m NAP. Volgens de beheerder is echter geen water ingelaten (zie 3.1.2).

Een andere mogelijkheid is dat vanaf 5 augustus de eerste grond in de plas is gestort. In dat geval is ruim 25.000 m<sup>3</sup> – oftewel 1700 m<sup>3</sup>/d – nodig om de peilstijging te verklaren. Er lag destijds een grote voorraad grond, die inderdaad rond die periode op drie locaties met zes dumpers de plas in is geschoven. Volgens het verslag van een projectoverleg was 40.000 m<sup>3</sup> beschikbaar en wilde men starten na de bouwvakvakantie, die eindigde op 7 augustus (Waternet, 2009). Rekenend met vuistregels is een dergelijk grondverzet haalbaar. Afhankelijk van de oorsprong van de grond kan dit ook een stijging van de chlorideconcentratie verklaren. Vooralsnog is aannemelijk dat het grondverzet de fosfaat heeft geleverd voor de algenbloei. Tijdens de meting eind augustus bevatte de plas geen fosfaat meer. Dat zou dan allemaal zijn opgesoupeerd door de blauwalgen. De metingen van eind september en eind oktober laten een dalend aantal (blauw)algen in de plas zien, dat kan worden verklaard door dalende temperaturen.

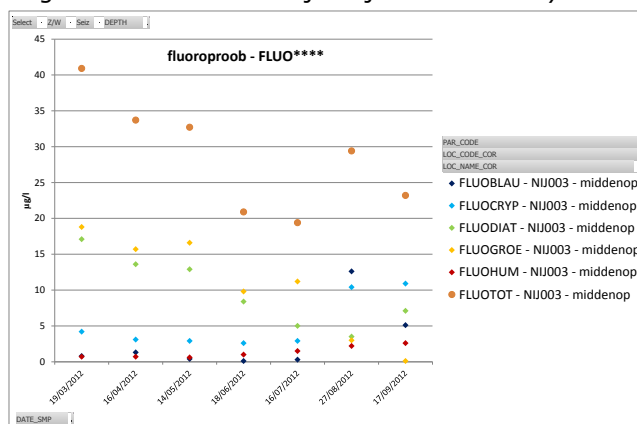
#### **5.1.2 Fluoroproob**

In 2012 is gemeten met de fluoroproob. Ingestraald licht met een golflengte van circa 610 nm wordt geabsorbeerd door fycocyanine, de karakteristieke kleurstof van blauwalgen. De energie van deze lichtabsorptie wordt door het fotosyntheseapparaat zeer efficiënt op chlorofyl-a overgedragen. Hierna wordt de energie door het chlorofyl-a omgezet in lichtuitstraling (fluorescentie), die gevoelig kan worden

---

<sup>3</sup> Gemiddelde van Rijkswaterstaat-meetstations Buitenhuizen en Surinamekade.

gedetecteerd door de fluoroprobe. Bij andere frequenties worden andere groepen fytoplankton gedetecteerd. Zie van der Oost, 2010. De metingen in 2012 laten zien dat pas op 27 augustus blauwalgen dominant is geworden. Dat is te verklaren door de extreem slechte blauwalgvoorzomer. Zelfs de jaarlijks door *Microcystis* gedomineerde Sloterplas was begin juni helder zonder blauwalgen. De korte hete periode in augustus heeft de blauwalgbloei aangewakkerd. Verder vallen weinig conclusies te trekken, omdat in 2012 de herinrichting in volle gang is en bovendien is uit het proobsignaal geen samenstelling van de blauwalgen te herleiden.



Figuur 5-2. Fluoroprobemetingen, FLUOBLAU betreft het blauwalgensignaal.

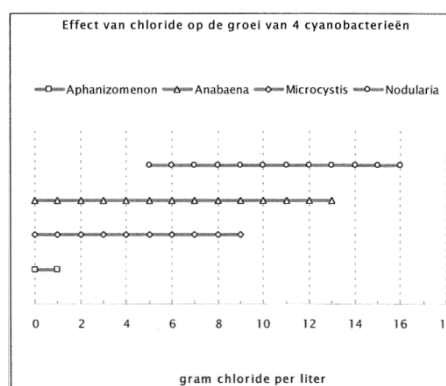
### 5.1.3 Effect verbrakken op *Prymnesium* en blauwalgen

De brakwatersoort *Prymnesium parvum* komt wereldwijd voor en kan resulteren in massale vissterfte. In 2006 is de chlorideconcentratie in de plas 700 mg/l en dus lichtbrak. Van Dam (2007) stelt dat het aandeel *Prymnesium parvum* kan toenemen bij verbrakking. Vissterfte door *Prymnesium* (ten onrechte ook goudalg genoemd) vindt kenmerkend plaats in voorjaar en herfst bij watertemperaturen tussen 7 en 12 graden Celcius (Peperzak e.a. 2002), en bij zeer lage (limiterende) nutriëntconcentraties (Johansson en Graneli, 2009). Ruw omgerekend worden de laagste waarden waaronder *Prymnesium* kan groeien gevonden bij 1000-3000 mgNaCl/l (0.1‰ 0.3‰) oftewel 600-1800 mg/l chloride (Watson, 2001). Wat dat betreft ligt de chlorideconcentratie in de Noorder IJplas aan de ondergrens. De alg komt ook voor in Botshol (Peperzak e.a. 2002), waar de gemiddelde chlorideconcentratie ongeveer 750 mg/l is.

Al met al lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat een verbrakking een toename van *Prymnesium* kan veroorzaken. Daarbij valt het risico op massale vissterfte niet uit te sluiten indien de nutriëntconcentraties zeer laag (limiterend) zijn.



Figuur 5-3. *Prymnesium parvum*. Texas Parks and Wildlife Department © 2006 (Greg Southard, TPWD)



Figuur 5-4. Resultaten chloride-experimenten RIKZ De lijnen geven aan binnen welke grenzen nog groei mogelijk is (Peperzak 2003).

Blauwalgen staan er om bekend onder extreme omstandigheden nog goed te kunnen groeien. Verbrakking is desalniettemin een mogelijke maatregel om blauwalgenbloeien te voorkomen, zoals wordt overwogen in het Volkerak-Zoommeer. Verbrakken tot 1000 of 2000 mg/l chloride heeft vrijwel geen effect op de meeste blauwalgen. Vanaf 1000 mg/l zal *Aphanizomenon* slechter groeien en bij 2000 mg/l niet meer voorkomen, maar plaagalgen als *Anabaena* en *Microcystis* zullen niet of nauwelijks groeiremming ondervinden.

## 5.2 Vis

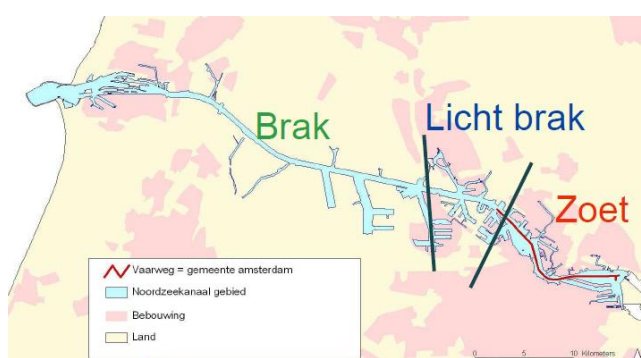
In het KRW-deel van het WBP 2009-2015 is een visverbinding naar het Noordzeekanaal opgenomen in het maatregelenpakket voor de Noorder IJplas. In het projectprogramma Noordzeekanaal – een project van Rijkswaterstaat, Rijnland, Waternet, NHNK en de haven van Amsterdam – wordt de Noorder IJplas genoemd bij een te realiseren visverbinding (v. Herk & Wannings, 2011). In de onderstaande paragrafen wordt besproken hoe de visecologieën van beide watersystemen zich tot elkaar verhouden en wat de invloed van verbrakken en/of verbinden is.

### 5.2.1 Noordzeekanaal

Het Noordzeekanaal vormt in Nederland een belangrijk in- en uittrekpunt voor trekvis. Door het naar binnen lekken van het zwaardere zoute water bij de zeesluizen van IJmuiden, de grote diepte van het kanaal en de aanvoer van zoet water uit de richting van Amsterdam, heeft het Noordzeekanaal een geleidelijke en bijzondere zout/zoet overgang. Het is samen met de Westerschelde en de Eems-Dollard één van de beste zoet-zoutovergangen van Nederland en het op twee na grootste lozingspunt van zoet water. Dit laatste betekent dat een grote lokstroom aanwezig is voor trekvis.

Het Noordzeekanaal heeft een mariene flora en fauna, vooral op grotere diepte en binnen de eerste 14 kilometer vanaf IJmuiden. Dat weerspiegelt zich in de macrofauna en de visstand. Vissoorten als haring, tong, steenbolk en wijting zijn vrij normaal. Krabben zijn ook aanwezig, met als opvallend element het zuiderzeekrabbetje dat er een niche heeft gevonden na het afsluiten van de Zuiderzee in 1932. Meer naar het oosten, ter hoogte van de Noorder IJplas is het kanaal niet zout, maar brak en worden de zeesoorten niet meer veel aangetroffen, maar een soort als bot nog wel heel veel. Het aandeel zoetwatersoorten neemt er toe. Voor vis is het van belang dat er structuurvariatie is, zoals ondiepten en begroeide delen.

Het kanaal is een diepe bak met maar weinig begroeide ondiepe zones, al bieden sommige zijkanalen die habitat in beperkte mate wel, zoals bijvoorbeeld het licht



Figuur 5-5. Door Rijkswaterstaat onderscheiden deelgebieden in het Noordzeekanaal. Merk op dat niet dezelfde chloridegrenzen zijn aangehouden als in 4.1.



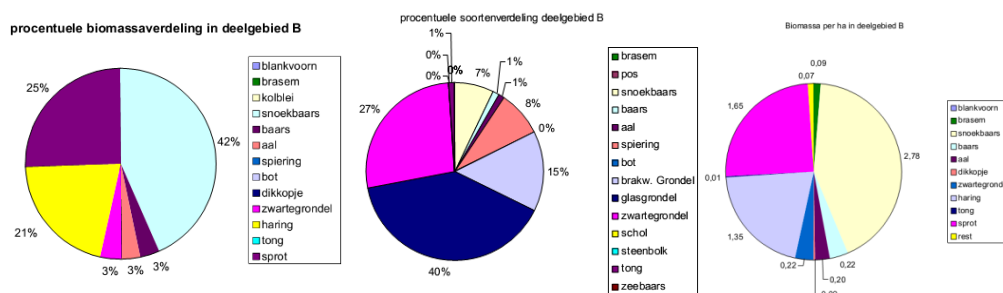
brakke en deels ondiepe Zijkanaal C (dat wordt gevoed door het boezemgemaal Spaarndam van Rijnland). Een ander zijkanaal, de Amerikahaven, die qua zoet water wordt gevoed door RWZI Amsterdam West en het boezemgemaal Halfweg van Rijnland, is sinds het najaar van 2012 tweezijdige passeerbaar voor vis. De gehele boezem van Rijnland is zo bereikbaar voor vis uit het Noordzeekanaal (en vice versa). De effectiviteit van deze vispassage wordt onderzocht. Andere geplande ecologische verbindingen zijn onder meer (zie ook v. Herk & Wanningsen, 2011): Oranjesluizen (gereed), Gemalen Zaandam (gepland 2015), Gemaal Kadoelen Amsterdam-Noord (gereed 2012). De verbinding tussen kanaal en achterland wordt via dergelijke maatregelen vergroot.

In september 2009 is in opdracht van Rijkswaterstaat Noord-Holland het Noorderkanaal geïnventariseerd op vis. Ook is een beoordeling van de visstand uitgevoerd voor de Kaderrichtlijnwater (Tabel 5-1). Voor de Noorder IJplas is het relatief kleine deelgebied B van

Tabel 5-1. Resultaten visinventarisatie Rijkswaterstaat.

Visstand	Deelgebied A	Deelgebied B	Deelgebied C
	Brak	Licht brak	Zoet
	km 0-17	km 18-21	km >22
2004	0,76 goed	0,65 goed	0,61 goed
2009	0,71 goed	0,56 matig	0,51 matig

belang. Dat heeft een KRW-score van 0,56 (matig). De deelgebieden A en C scoren respectievelijk 0,71 (goed) en 0,51 (matig). Er lijkt in 2009 een geringe achteruitgang te zijn ten opzichte van 2004, maar dit kan ook de ruis van de meting zijn.



Figuur 5-6. Resultaten visstandsinventarisatie Rijkswaterstaat 2009 (Rijkswaterstaat, Noord-Holland, 2010).

Opvallend is dat de visstand in het kanaal ter hoogte van de Noorder IJplas zo ongeveer overeenkomt met de grens tussen de mariene soorten enerzijds en de zoete soorten anderzijds. Er komen relatief weinig soorten voor. Ter hoogte van de Noorder IJplas zijn tijdens monitoring in het najaar van 2009 negen soorten aangetroffen: brakwatergrondel, zwartbekgrondel, tong, snoekbaars, baars, spiering, bot, haring en sprot (Rijkswaterstaat, 2010). In het gehele deelgebied B komt ook nog voor: brasem, pos, zeebaars, aal, steenbol, schol, glasgrondel. Dat maakt in totaal 16 soorten in deelgebied B. In afnemende volgorde van biomassa komen in deelgebied B voor: snoekbaars, sprot, haring, zwartbekgrondel, baars, aal, brasem en dikkopje. De overige soorten nemen maar een klein gewichtsandaal in.

De visstand in het Noordzeekanaal vertoont qua leeftijdsopbouw geen eenduidig beeld. Er komen grote hoeveelheden mariene juvenielen voor (vooral haring en sprot, ook bot) die dus kennelijk als jonge vissen kunnen opgroeien, al is niet

duidelijk hoeveel van deze vissen weer volwassen de zee bereiken en waar ze geboren zijn. Bot (die in grote hoeveelheden als 20 cm groot visje voorkomt) wordt zeker op zee geboren en trekt tegen de zoete stroom in. Grote exemplaren van bot worden niet aangetroffen. Haring en sprong bevinden zich zeker ook in deelgebied B. Ook van snoekbaars en brasem komen jongere jaarklassen in het kanaal voor. Het wordt uit de visstand niet duidelijk of deze wordt beperkt door het ontbreken van structuurvariatie. Begroeide ondiepten (die nauwelijks voorkomen in het Noordzeekanaal zelf) bieden namelijk door hun structuur veiligheid tegen predators (aalscholvers, snoek, snoekbaars) en bieden ook meer voedsel, waardoor meer jonge vissen de kans krijgen om oud te worden. De Noorder IJplas heeft die structuur, zeker na afronding van de herinrichting. Zeker is dat de acht hectare metende zuidplas volledig met het kanaal zal worden verbonden, waarmee er een flink areaalondiep water voor het kanaal bij komt.

### 5.2.2 Noorder IJplas

De visstand in de grote plas is qua biomassa beperkt. In 2006 bedroeg hij 49 kg/ha, waarvan brasem 29 kg innam. In 2012 is de visstand op de grote plas opnieuw bepaald. Ten opzichte van 2006 is de biomassa vis vrijwel gelijk gebleven, namelijk 50,5 kg/ha in 2012 tegen 49,3 kg/ha in 2006. De biomassa brasem is licht gedaald van 29 naar 26 kg/ha. Aal lijkt te zijn afgenomen, terwijl snoek licht toenam. Een meer substantiële toename is te zien bij snoekbaars en blankvoorn, al zijn de absolute biomassa's nog steeds beperkt. Van de totale biomassa neemt brasem grofweg de helft in. In 2006 bestond 3/5 van de totale biomassa uit brasem.

Tabel 5-2. Biomassa Noorder IJplas Noord in kg/ha juli 2012.

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	Aal/Paling	1,6	-	-	-	0,1	1,5
	Baars	1,6	0,0	0,2	1,2	0,3	-
	Blankvoorn	6,1	0,2	0,9	2,5	2,6	-
	Brasem	25,8	0,0	0,9	2,5	7,5	14,9
	Hybride	0,1	-	-	-	0,1	-
	Kolblei	1,9	0,0	0,7	1,2	-	-
	Pos	0,3	0,0	0,3	-	-	-
Limnofiel	Snoekbaars	6,9	0,2	0,2	0,9	5,4	0,1
	Rietvoorn/Ruisvoorn	0,8	0,0	-	0,4	0,4	-
Rheofiel	Rivierdonderpad	0,0	0,0	-	-	-	-
Exoot	Zwartbekgrondel	0,0	-	0,0	-	-	-
<b>Subtotaal</b>		<b>45,1</b>	<b>0,4</b>	<b>3,3</b>	<b>8,7</b>	<b>16,4</b>	<b>16,5</b>
Ecologische indeling voor snoek							
		<b>Totaal</b>	<b>0-15</b>	<b>16-35</b>	<b>36-44</b>	<b>45-54</b>	<b>&gt;54</b>
Eurytoop	Snoek	5,4	-	0,3	1,1	-	4,0
<b>Totaal</b>		<b>50,5</b>					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen.

De bemonstering van de zuidplas is in 2012 ook herhaald. Toen bleek de biomassa ten opzichte van 2006 ook niet veel veranderd te zijn. De biomassa liep daar licht terug van 191 naar 189 kg/ha. In de zuidplas zit veel brasem, ruim 100 kg/ha. De hoeveelheid brasem nam toe (was 81 kg/ha), terwijl er veel minder aal was.

### 5.2.3 Chlorideconcentratie, verbraseming en waterkwaliteit

In de planvorming voor de KRW-maatregelen was het risico op vertroebeling door vis een belangrijk thema. Dit is gebaseerd op twee aspecten:

- Brasem en waterkwaliteit.
- Verzoeting en successievelijke toename van brasem.

## **Brasem en waterkwaliteit**

Brasem is een bodemwoeler. Woelen heeft twee belangrijke effecten tot gevolg:

1. Door de daarmee gepaard gaande opwerveling kan het doorzicht afnemen. Bovendien kunnen door het woelen nutriënten vrijkomen, waardoor algen het doorzicht verder verminderen. Het effect van omwoeling en daardoor een stabiele troebele en plantenarme toestand kan (vooral in slibrijke ondiepe plassen) in stand blijven, ook nadat de fosforbelasting sterk is gedaald. Bio-manipulatie (dus brasem afvissen) is dan een mogelijkheid om de plas te doen omslaan naar helder. In het algemeen volgt de visstand de fosforbelasting en niet andersom. Op dit moment zijn er geen aanwijzingen dat de diepe Noorder IJplas in de stabiele troebele toestand verkeert door een dominantie aan brasem. Bovendien is de hoeveelheid brasem stabiel. Een toenemende fosforbelasting kan in de toekomst wel tot gevolg hebben dat er meer brasem komt. Verder is het zo dat opwoelen in een diepe plas minder effect heeft dan in een ondiep watersysteem. Alle opwoeling in de diepere delen zal weer sedimenteren. De Noorder IJplas heeft al een relevant ondiep areaal en dat zal door de herinrichting verder toenemen, maar over het algemeen is de plas vooral diep met een groot volume. Vertroebeling door brasem valt op de Noorder IJplas niet te verwachten. Dat de bodem van zand is (Van Dam e.a., 2007), betekent overigens ook een lagere kans op omwoeling, al moet dit effect niet worden overschat. Op de vlakke delen van een zandbodem zal zich namelijk een sliblaag bevinden.
2. In ondiepe zones kunnen brasems net als karpers waterplanten ontwortelen doordat ze voedsel zoeken met de bek in de bodem (schoffeleffect) en zo de ontwikkeling van vegetatie sterk remmen (ten Winkel & Meulemans, 1984). Dit effect is uiteraard sterker naarmate meer exemplaren aanwezig zijn. Grenswaarden (in kg of aantal/ha) worden echter niet gegeven. Het is niet duidelijk of het schoffeleffect al optreedt bij een dichtheid van 26 kg/ha brasem (2012), maar het feit dat in de plas redelijk wat waterplanten voorkomen (zie 5.4) indiceert dat deze dichtheid geen groot probleem is. Van belang is ook hier weer dat de visstand de voedseltoestand van de plas volgt.

Het is aanbevelenswaardig de biomassa aan brasem (en karper) te houden onder de 50 kg/ha (Heuts, 2007). Het is echter niet zo dat brasem de waterkwaliteit zo sterk kan beïnvloeden als in een ondiepe plas. De betreffende waarde van 50 kg is overigens vooral vastgesteld voor ondiepe troebele plassen met een hoge dichtheid aan vis en ze dient als richtwaarde voor de biomassa aan brasem na wegvising (Heuts, 2007). Toch is het wel verstandig om deze richtwaarde ook aan te houden voor deze plas, vanwege het hier genoemde schoffeleffect. Het begroeibaar oppervlak omvat immers alleen de ondiepe delen, waar de vis ook graag voedsel zoekt.

## **Verzoeting en brasem**

De Noorder IJplas verzoet. De vraag is of verzoeting (zoals elders ook wel wordt waargenomen), alsnog kan leiden tot een grote hoeveelheid brasem, die ook veel groter is dan de laatste jaren het geval was. In Van Dam et al (2007) wordt verwacht dat brasem zich (sterker) zal gaan voortplanten bij een steeds zoetere plas. Omgekeerd zou bij brakke omstandigheden de brasem in zijn aanwas worden geremd. Die theorie is echter niet zonder meer correct. Brasems kunnen zich in relatief hoge chlorideconcentraties (tot wel 2780 mg/l ofwel 5 promille saliniteit, omrekenfactor 1.8) goed voortplanten (Sportvisserij Nederland, 2008). Dit geldt

voor de larven. Adulten verdragen nog veel hogere waarden (Klepper 1983, Sportvisserij Nederland 2008). In de ondiepe Binnenschelde (mededeling Marcel Klinge/Jouke Kampen per email) zag men bij licht brakke situaties (1000-2000 mg) een flinke remming van de brasemstand. Bij verdere verzoeting (rond 600 mg) werd een plotselinge en sterke toename gevonden in aantal en dominantie van brasem. Het is onduidelijk hoe de overige (eco)hydrologische aspecten in de Binnenschelde zich verhouden tot de Noorder IJplas.

In de literatuur zijn geen goede voorbeelden gevonden van verzoetende diepe plassen met extreme verbraseking. Ook is niet duidelijk of dergelijke verbraseking alleen ontstaat door verzoeting of dat ook andere parameters een rol spelen. Denk hierbij aan factoren zoals voedselrijkdom, fytoplankton, samenstelling van de waterbodem en de visgemeenschap. Ook is niet duidelijk of de heenweg (verzoeting kan brasem doen toenemen) gelijk is aan de terugweg (verbrakking kan brasemgroei onderdrukken). De Noorder IJplas (noordplas) wordt sinds de aanleg met 100 mg/l per decennium zoeter en is inmiddels zo zoet dat de ontwikkeling van brasem al lang niet meer door chloride wordt geremd. Desondanks is in de plas geen hoge brasembiomassa aanwezig.

Een andere aanwijzing dat brasem zich niet laat remmen door brak water vinden we in het Noordzeekanaal. In het Noordzeekanaal worden verschillende jaarklassen brasem aangetroffen (Rijkswaterstaat, 2010). Zelfs in het zoute deelgebied A bij IJmuiden worden flinke aantallen jonge brasems aangetroffen, maar het meest worden die aangetroffen in deelgebied C in het IJ, waar chlorideconcentraties altijd nog tegen 2000 mg/l bedragen. In het Noordzeekanaal is veel jonge brasem (< 40 cm) aanwezig. Het lijkt er op dat jonge brasems het zoute kanaal op zijn minst gebruiken als opgroeigebied, maar mogelijk ook als paaigebied. Er zijn voldoende aanwijzingen dat de brasembiomassa niet significant zal afnemen als de chlorideconcentraties in de plas toenemen tot 1000 mg/l. Wellicht dat dit wel het geval zal zijn als de chlorideconcentratie wordt verhoogd tot 2000 mg/l. Een toename van de brasembiomassa wordt echter niet verwacht want die had dan al moeten plaatsvinden.

#### **5.2.4 Effect van verbrakken en/of verbinden**

Het is mogelijk de chlorideconcentratie in de Noorder IJplas rond 400/500 mg te houden en de plas via een technische constructie (zoals stuw of visluis) te verbinden met het Noordzeekanaal – zodat vissen kunnen migreren – zonder dat veel water (met chloride en fosfor) binnenkomt. De plas zal redelijk voedselarm blijven en zoet. Op het Noordzeekanaal is het veel zouter (tot 2500 mg) en dus zal de vis worden geconfronteerd met een forse sprong in de chlorideconcentratie. Het is moeilijk voorspelbaar of dit veel extra vissoorten naar de plas zal brengen. Een geleidelijke overgang (of verticale chloride gelaagdheid) ontbreekt, en dat zijn wel de meest gunstige omstandigheden. Het lijkt niet erg logisch om de plas zoet te houden maar wel te verbinden met een brak milieu, zonder de aanwezigheid van een ruimtelijke gradiënt. Tolerante soorten als bot, aal, spiering en driedoornige stekelbaars zullen vermoedelijk nog wel gebruikmaken van zo'n passage, evenals de reeds aanwezige aal, brasem en snoekbaars. Estuariene soorten als sprong en haring worden waarschijnlijk afgeschrikt door de lage chlorideconcentraties. Zij prefereren 1000 mg of hoger. Het is dus de vraag of het de visstand van de plas veel winst in diversiteit oplevert. Mogelijk komen er enkele van de hierboven

genoemde soorten bij. De visstand verarmt er in ieder geval ook niet door (ten opzichte van 2012), mede doordat de plas nutriëntenarm en plantenrijk wordt gehouden.

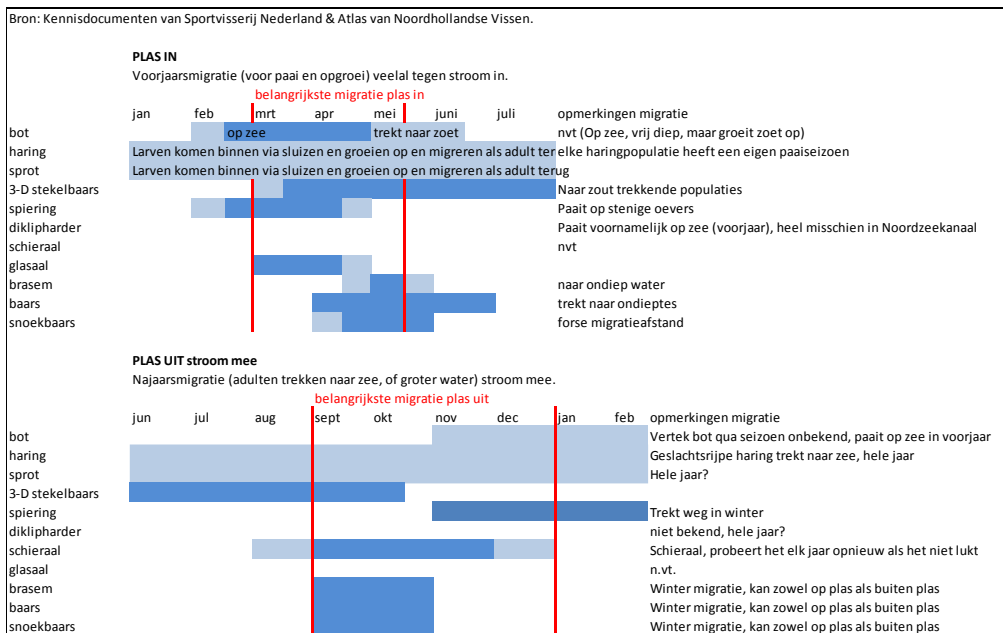
In de zone waarin de Noorder IJplas zich bevindt zijn de doelvisen (de soorten die voordeel zouden kunnen hebben bij een verbinding) dan niet de puur zoute soorten zoals wijting, zeebaars, ansjovis, schol. Die komen al niet tot km 19 of uitsluitend aan de diepe bodem. De doelvisen zijn wel alle soorten die (ondiep) brak water tolereren of zelfs prefereren, zoals driedoornige stekelbaars, spiering, sprong, haring, bot, glasgrondel, dikkopje, brasem, snoekbaars, aal en baars. Dit zijn de soorten die aanwezig zijn ter hoogte van km 19 en die er dus een deel van hun levenscyclus doorbrengen. Uit de inventarisatieresultaten, waarbij zowel diep als ondiep is bemonsterd, is gebleken dat de meeste van deze soorten zich relatief hoog in de waterkolom bevinden, behalve wellicht de grondelachtigen.

Een niet onbelangrijk punt is dat Zijkanaal H een belangrijk zoete instroom (gemaal De Waker) heeft naar het brakke kanaal, waarop vissoorten als bot, sprong en haring (en glasaal) zich zullen oriënteren bij hun trek van zout naar zoet. De Noorder IJplas kan in deze minigradiënt meeliften door optrekkende soorten een habitat te bieden. Vanuit het Noordzeekanaal gezien zou een (gedeeltelijk) open verbinding met de plas via een brak-zoetgradiënt een verrijking betekenen, al is die lastig kwantificeerbaar. De verrijking zit hem in het feit dat een biotoop aan het kanaal wordt toegevoegd die daar zeldzaam is: beschermd, begroeid, structuurrijk, ondiep, licht brak tot zoet water. Dit wordt gedeeltelijk bereikt met het verbinden van de zuidplas, waartoe al besloten is. Het eveneens aantakken van de noordplas zou dit versterken. Het areaal is beperkt in vergelijking met bijvoorbeeld de verbinding met Rijnland via het tweezijdig passeerbare gemaal Halfweg.

De volgende voorwaarden zijn voor vis ideaal voor de trek *in* en *uit* de plas:

- De overgang tussen de chlorideconcentratie in het kanaal naar die in de plas verloopt geleidelijk.
- De plas is bereikbaar (zie 7.2) voor vis die trekt naar zoet/brak water met een chlorideconcentratie tussen 500 en 1500 mg/l. De trek *in* vindt in hoofdzaak in het voorjaar plaats tegen de stroom *in*, de trek *uit* in het najaar/winter met de stroom mee. Dat wil zeggen dat idealiter in beide perioden de stroming de plas *uit* dient te zijn.
- De vispassage staat open tijdens de relevante trektijd, die per soort verschillend is. De kernperiode voor trek *in* is maart t/m half mei en de trek *uit* is september t/m december. Dit is gebaseerd op de paaimigratie plas *in* (om te paaien in de plas) en *uit* (om elders te gaan paaien) en op basis van de aanwezige soorten in de plas en het kanaal.

Belangrijke uittrekkende soorten zijn aal, driedoornige stekelbaars, spiering en bot (+ haring/sprong). Dit betreft vooral volwassen vissen. Belangrijke intrekkende soorten zijn naar verwachting (glas)aal, driedoornige stekelbaars, snoekbaars, brasem, bot en mogelijk ook haring en sprong (maar die laatste 2 minder naarmate de plas verder verzoet). Dit betreft deels volwassen vissen die op de plas willen paaien (brasem/snoekbaars), maar ook juvenielen die op de plas willen opgroeien (bijvoorbeeld bot).



Figuur 5-7. Overzicht van migrerende soorten in en nabij de Noorder IJplas en hun migratievoorkeuren.

Om vis te laten migreren tussen plas en kanaal en vice versa is een waterverbinding nodig. Meer over de technische aspecten van een visverbinding staat in 7.2. Minimaal moet die verbinding operationeel zijn in de tijd van het jaar dat de vis de plas in of uit zou willen (zie Figuur 5-7), maar het simpele feit dat er een verbinding komt, betekent dat er hoe dan ook migratie van vis optreedt. Overigens niet alleen van vis, maar ook van schaaldieren, macrofauna, algen en andere planten. Water uit het kanaal komt in de plas en andersom gaat plaswater het kanaal in, al dan niet via een kunstwerk (vispassage). Het kanaalwater zal dus een verziltend effect hebben, maar het zal vooral de fosforbelasting van de plas vergroten, tenzij de flux zeer beperkt is (zie 3.3).

Idealiter is vrije migratie mogelijk in de perioden januari-mei en september-oktober voor respectievelijk de paaimigratie in nawinter/voorjaar en de migratie terug naar het zoutere water in het najaar (Van Herk & Wannings, 2011) en ook nog eens via een geleidelijke gradiënt van brak naar bijna zoet. Soorten van brakke milieus worden weliswaar aangetrokken door zoet water, maar als het te zoet is willen soorten als haring, sprot en bot niet meer intrekken. De literatuur gaat daarbij uit van waarden boven de 1000 mgCl/l. Een goede referentie hiervoor is Zijkanaal C, waar de chlorideconcentratie tussen 1000 en 2500 mg/l ligt. Zijkanaal C functioneert goed als kraamkamer voor bovengenoemde soorten, maar "zoete" soorten als blankvoorn, snoekbaars, snoek, baars en brasem houden het in het water ook nog wel uit. Deze laatste groep zal pas worden beperkt als het water nog veel zouter wordt (>5000 mg/l), maar dat is voor de Noorder IJplas überhaupt niet haalbaar omdat Zijkanaal H ter plaatse tegen 2000 mgCl/l bevat. Alle soorten die nu (2012, 500 mg Cl<sup>-</sup>/liter) voorkomen in de Noorder IJplas verdragen een chlorideconcentratie van 2000 mgCl/l, zodat geen soorten zullen verdwijnen. Wel verbrakken (tot 1000 of 2000 mgCl/l), maar niet verbinden voegt voor vis niet erg veel toe.

### **Visverbinding zonder waterbesparing**

Een openstaande verbinding tussen het brakke kanaal en relatief zoeter ondiep areaal (de Noorder IJplas) via een gradiënt in chloride vormt de meest natuurlijke optie. Het is ideaal als in het kanaal een zoete influx is waar te nemen die als lokstroom kan dienen voor optrekkende vissen zoals haring, sprot, spiering en bot. In zijn simpelste vorm, via een versmalde doorgang van bijvoorbeeld twee meter breed naar het kanaal, zal de waterstand in de plas meebewegen met het kanaal. De plas is initieel zoeter dan het kanaal. De vissen zoeken zelf hun voorkeurslocatie in de gradiënt op. Met de dimensies van die verbinding kan worden gestuurd op het tempo van verbraking en op het verkrijgen en in stand houden van een gradiënt. Deze variant zal netto veel kanaalwater naar de plas brengen in de maanden mei tot en met november, als de waterstanden in de plas (in de huidige situatie) lager zijn dan in het kanaal.

Een volledig open verbinding is gunstig voor (brakke) vissoorten van het kanaal die op de plas kunnen paaien. Dit wordt gedeeltelijk al gerealiseerd, doordat de zuidplas wordt verbonden met het kanaal. De noordplas kan daar aan worden toegevoegd. Maar zelfs dan is (vanuit het kanaalsysteem beschouwd) de toename in areaal beperkt en bij een volledige verbinding van de gehele plas is er geen sprake meer van een echte chloridegradiënt (zoals het geval is bij Zijkanaal C).

### **Visverbinding met waterbesparing**

Als wordt gekozen voor een variant waarbij wél vis maar niet teveel Noordzeekanaalwater de plas in mag komen, wordt de situatie anders. Het uitgangspunt is dat elke verbinding tussen Noorder IJplas en Noordzeekanaal in principe iets toevoegt aan beide systemen. Immers, biotopen worden met elkaar verbonden en dat levert (enige) ecologische winst op. Hoe meer de verbinding faciliteert in een zoet-zoutgradiënt, des te beter het is.

Een beperkte of waterbesparende verbinding tussen kanaal en plas zorgt ervoor dat de verschillen in chlorideconcentratie, in peilbeheer en in gescheiden waterkwaliteit gehandhaafd blijven. Vismigratie is nog steeds mogelijk, maar op kleinere schaal. Migratie naar de plas (van juveniele vissen voor het opgroeien of zelfs van volwassenen voor het afpaaien) kan goed plaatsvinden. De migratie uit de plas lijkt wel problematisch, want die zal moeten plaatsvinden in september-november (met de stroom mee) en dan is de waterstand in de plas vaak lager dan op het kanaal. De migratie uit de plas kan eventueel wel later in de winter plaatsvinden, maar zal dan beperkter van omvang zijn.

## **5.3 Macrofauna**

### **5.3.1 Noordzeekanaal**

De macrofauna (waaronder brakwater(aas)garnalen, brakwaterpissebedden) en de overige fauna (schaaldieren, kreeften, krabben) zullen de gradiënt in het Noordzeekanaal ook opzoeken. In het Noordzeekanaal komt de brakwaterpissebed veel voor. Brakwatermacrofauna heeft naast de juiste zoutconcentratie vooral structuur nodig (stenen, takken, zandbodems). Deze structuur is aanwezig in het kanaal. Invasieve soorten als de tijgervlokreeft komen op het Noordzeekanaal veel voor. Mogelijk verdringen ze inheemse soorten.

### **5.3.2 Noorder IJplas**

In de Noorder IJplas is de brakwaterpissebed inmiddels vrijwel verdwenen. De Noorder IJplas zou wel enige structuren toevoegen die in het kanaal ontbreken, met name rietkragen en rustig water.

Autonoom zullen de vrijwel verdwenen brakwatersoorten steeds meer gaan plaatsmaken voor zoetwatersoorten, tenminste voor zover ze de plas kunnen koloniseren. Veel macrofaunasoorten kunnen natuurlijk prima vliegend de plas bereiken (bijvoorbeeld libellen). Kolonisatie kan niet meer via een water-waterverbinding en zal dus voor zwemmende soorten uitsluitend via mensen (onbewust) of vogels kunnen plaatsvinden die bijvoorbeeld uit Waterland komen aanvliegen. Door het ontbreken van een water-waterverbinding mag worden aangenomen dat niet alle soorten die er zouden kunnen leven de plas ook daadwerkelijk bereiken.

### **5.3.3 Effect van verbrakken en/of verbinden**

Verbrakking zonder verbinding zal ook het probleem opleveren van gebrekkige kolonisatie. Zoete soorten zullen mogelijk verdwijnen, maar daar komen dan niet (erg snel) brakke soorten voor in de plaats. Het is moeilijk te voorspellen hoe de macrofauna zich dan ontwikkelt. Toeval (inclusief dominantie van enkele soorten) zal een grote rol spelen en soortenrijkdom is (zeker in de eerste jaren na aanvang van de verbrakking) heel beperkt.

Verbrakking met een open verbinding gedurende ten minste een deel van het jaar komt het best tegemoet aan het brakke karakter van de macrofaunagemeenschap (indien gewenst), mits de chlorideconcentratie ruim over de 1000 mg chloride per liter gaat. Hoe ruimer en meer open de verbinding is, des te meer de plas qua gemeenschap gaat lijken op het Noordzeekanaal. Maar door de aanwezigheid van luwtes, rietkragen en ondiepten zal de gemeenschap toch altijd afwijken van het kanaal en komen op de plas soorten voor die juist niet op het kanaal voorkomen.

## **5.4 Macrofyten**

### **5.4.1 Noordzeekanaal**

Qua (brakke) waterplanten heeft het Noordzeekanaal niet heel veel te bieden door het vrijwel ontbreken van ondiepe brakke zones. Maar er zijn wel enkele uitgebreide natuurvriendelijke oevers, waarin die soorten wel zouden moeten voorkomen. Zodoende mag worden verwacht dat brakke waterplanten de Noorder IJplas in principe kunnen bereiken. Duidelijk is zonder meer dat het 11 ha grote relatief ondiepe areaal (wordt aangelegd) van absoluut en relatief groot belang is voor het Noordzeekanaalgebied. Dit is dan beschouwd vanuit are.a.al.

### **5.4.2 Noorder IJplas**

In 2007 (Van Dam e.a. 2007) komen in de Noorder IJplas (noordplas en het Slurfje) twaalf soorten waterplanten voor die een opgetelde bedekking hebben van bijna 27%, hetgeen hoog is. Dit is de hoeveelheid bedekking van alle soorten afzonderlijk van het begroeibaar are.a.al, dat wil zeggen tot vijf meter diep (Van Splunder e.a. 2006). Deze bedekking komt vooral op het conto van het aarvederkruid dat 16% van het oppervlak van de plas bedekt. Ook scheidfonteinkruid komt veel voor (7,2% bedekking). In de periode 1982-2006 kwamen enkele brakwaterplan-



ten voor die nu niet meer voorkomen, maar er zijn zoete verschenen. Bij verdere verzoeting tot 400/500 mg/l chloride zal dit beeld nauwelijks veranderen, al zal de soortenrijkdom langzaam iets oplopen als tenminste het doorzicht niet verder afneemt. Als ook de 11 ha verondieping wordt meegenomen in de 'autonome' ontwikkeling mag een groter oppervlak aan waterplanten worden verwacht, met de soorten die er nu ook al zijn en enkele nieuwkomers. De oeverzones met riet en heen (zeebies) kunnen zich natuurlijk uitbreiden tot in 0,5 meter diep water. Een soort die nog mag worden verwacht is het groot nimfkruid, dat het goed doet in licht brak water, maar kennelijk de plas nog niet heeft kunnen bereiken. Voor bronmos geldt hetzelfde, maar die komt al voor. Deze soort zou zich in de 11 ha ondiepere zone goed kunnen uitbreiden. Mogelijk kunnen enkele kranswiersoorten (tijdelijk) een rol spelen na de verondieping.

#### **5.4.3 Effect van verbrakken en/of verbinden**

Een forse verbrakking van de plas zal leiden tot een afname van de soortenrijkdom, omdat nu eenmaal weinig soorten zijn aangepast zijn aan brak milieu, maar wel enkele heel specifieke zoals beide soorten zannichellia en ruppia en bepaalde soorten kranswier. Zo zal gesteelde zannichellia zich waarschijnlijk aanzienlijk uitbreiden in een ondiepe brakke plas. Soorten als aarvederkruid tolereren hoge chlorideconcentraties. Groot nimfkruid mag worden verwacht, maar is op de Noorder IJplas (ook in het verleden) niet aangetroffen. Het is evenals aarvederkruid een soort waterplant die blijft als het water verzoet.

Waarschijnlijk zijn de waterplanten meer gebaat bij een verbrakking zonder verbinding met het Noordzeekanaal dan met een verbinding. Vooral omdat de plas op die manier voedselarmer blijft (en dus helderder, minder algen), terwijl de plas wel zijn brakke karakter zou krijgen, die sturend is voor de plantengroei. Een minimum zou zijn 1000 mg/l, maar 2000 is zeker beter om de specifieke brakke waterflora terug te kunnen krijgen. Als de chlorideconcentratie op of iets onder de 1000 mg/l blijft hangen, bestaat de kans dat je in het vlees- noch visstadium uitkomt: zoete planten krijgen/hebben het moeilijk en brakke verschijnen niet. Bij een verbinding met het Noordzeekanaal die weinig water aanvoert, is dit ongeveer hetzelfde. Een meer open verbinding met het kanaal zou mogelijk als gunstig effect hebben dat enkele brakwaterplanten de plas sneller bereiken, maar zoals gezegd vormt het eutrofiërende effect een groot nadeel. Als de plas helemaal open wordt gemaakt en onderdeel wordt van het Noordzeekanaal kan het nog redelijk goed komen met de brakwaterflora, mits de beschutting (tegen golfslag) goed genoeg is en het kanaal geen microverontreinigingen aanvoert.

Het flexibele peilbeheer is erg gunstig voor de uitbreiding van riet of heen in de 11 ha ondiepe zone. Brak of zoet maakt daarbij niet zo veel uit. Vanuit het perspectief van de water- en oeverplanten is het minst gunstige scenario het verdwijnen van het flexibele peil en een hogere influx van nutriënten, ook al wordt het dan wel brakker.

## 5.5 Discussie ecologie

### 5.5.1 Fytoplankton

De blauwalgenpopulatie is kenmerkend voor nutriëntenrijke omstandigheden hoewel nutriëntenconcentraties en de hoeveelheid algen niet heel hoog zijn. De plas wordt in de zomer gestuurd door een beperking van zowel fosfaat als van opgeloste stikstoffracties. Dat wil zeggen dat bij een toename aan voedingsstoffen de (blauw)algenpopulatie direct zal reageren in samenstelling. Dat wil zeggen dat in scenario's waarbij de fosforbelasting toeneemt de blauwalgbiomassa in meerdere of mindere mate zal toenemen. Meer in detail:

- Blauwalgen domineren en dat is kenmerkend voor een diepe plas, maar de hoeveelheden zijn in 2006 nog niet van dien aard dat van 'bloeien' kan worden gesproken.
- Het gebrek aan ammonium en nitraat zorgt ervoor dat de bekendste plaagalgen niet kunnen domineren.
- Het is aannemelijk dat de start van de grondstort begin augustus 2009 onmiddellijk heeft geleid tot een tijdelijke blauwalgenbloeï. Dit is een teken dat de grondstort een direct en groot effect heeft. Het wil echter nog niet zeggen dat de verondieping onomkeerbare effecten gaat opleveren. Tijdens het werk is er veel turbulentie en een groot contactoppervlak. Na consolidatie ontstaat een nieuwe situatie. Het neveneffect van de hogere belasting en van incidentele algenbloeïen zal wel zijn dat de beginnende nalevering vanuit de waterbodem verder zal versnellen.
- Verbrakken tot 1000 of 2000 mg/l chloride zal weinig effect hebben op de potentiële blauwalgenpopulatie, met uitzondering van *Aphanizomenon*, die weinig kansen krijgt vanaf 1000 mg/l.
- Bij verbrakken tot 1000 of 2000 mg/l chloride zal *Prymnesium parvum* kunnen toenemen. Toxiciteit en vissterfte is dan, vooral bij limiterende nutriëntomstandigheden, een risico.

### 5.5.2 Overige ecologie

In literatuur is aangegeven dat juist verbinding van het brakke Noordzeekanaal (de ecologische snelweg) met het zoete/licht brakke achterland (de ecologische landweggetjes) belangrijk is (Van Herk & Wanningsen, 2011). Het achterland is in dezen: Waterland, Jisperveld, IJmeer, Markermeer, Naardermeer, Vechtplassen, Amsterdam, Rijnlands boezem en dergelijke. Maar uiteraard ook een plas als de Noorder IJplas. Belangrijk is dat de Noorder IJplas niet wordt bevaren, geen watertransportfunctie heeft, geen lozingen kent en is ingebed in een groen lint. Deze omstandigheden voegen veel toe aan het dynamische en economisch zwaar gebruikte Noordzeekanaal (Projectteam Noorder IJplas, 2010).

Een (open) verbinding van het kanaal met de Noorder IJplas is vanuit het perspectief van het kanaal beschouwd voordelig, zij het een betrekkelijk gering areaal. Andersom is dat dit vanuit de Noorder IJplas beschouwd niet zo gunstig, omdat de plas door de verbinding kan eutrofiëren. Dit is door beheer of techniek te beperken, maar met verminderde vispasseerbaarheid tot gevolg (zie 5.5.3). Vis, macrofauna, fytoplankton en water- en oeverplanten hebben daarbij deels tegenstrijdige belangen. Zie H6 voor een overzicht bij verschillende scenario's.

Voor het Noordzeekanaal zijn de conclusies:

- De Noorder IJplas zou bij verbinding een biotoop aan het systeem toevoegen (deels ondiep licht brak water), vooral voor vis en macrofauna en in mindere mate voor macrofyten (waterplanten).
- De Noorder IJplas kan de zo belangrijke zout-zoetgradiënt verlengen en vergroot ook het areaal aan licht brak water.
- Voor beide punten geldt dat hierin deels wordt voorzien door de verbinding van kanaal met de zuidplas en dat het areaal gering is in vergelijking met de huidige situatie inclusief het recentelijk aantakken van Rijnlands boezem (vispassage bij gemaal Halfweg).

Voor de Noorder IJplas zijn de conclusies:

- De autonome ontwikkeling (dus niets doen) leidt tot goede ontwikkeling van vis, macrofauna en waterplanten voor een zoete diepe plas (M20). Er bestaat een goede kans op goed ontwikkelde oevers (waterriet, brede rietkragen), vooral aan de verondiepte oostkant. De visstand, in het bijzonder de brasemstand, heeft geen grote invloed op de waterkwaliteit, omdat hij een beperkte biomassa heeft (< 30 kg/ha). Door de betrekkelijk lage fosforbelasting op de plas en het voor een diepe plas vrij grote ondiepe areaal zal de ecologische waarde (bijvoorbeeld uitgedrukt op de KRW-maatlat M20) uiteindelijk beter zijn dan die van de andere diepe plassen rondom Amsterdam, wellicht uitgezonderd de Gaasperplas en de Spiegelplas.
- Verbrakking (tot 1000-2000 mg Cl<sup>-</sup>/l) zonder een echte verbinding met het kanaal leidt niet tot een goed ontwikkelde brakke visfauna en kan ten koste gaan van de zoet visfauna. Voor macrofauna geldt in iets mindere mate hetzelfde, al kan dat op termijn verbeteren. Bij verbrakking zonder verbinding zullen de soorten die zijn aangepast aan een brak milieu uiteindelijk wel gaan komen. Pas boven een concentratie van 1000 mg Cl<sup>-</sup>/l komt dit verbrakingseffect echt goed uit de verf.
- Oeverplanten worden positief beïnvloed door het huidige flexibele peilbeheer en ongunstig beïnvloed door het instellen van de waterstanden op het kanaal.
- Het verbinden van de plas (via bijvoorbeeld duiker of een sloot) met het kanaal is gunstig voor brakke vis- en macrofauna (zelfs als de plas een stuk zoeter is dan het kanaal en zelfs als de verbinding niet elk jaar in de ideale tijd open kan). Dat wil zeggen dat de soortengemeenschap specifiek wordt (aangepast aan heersend brak milieu) en minder algemeen. Voor vis wordt het gunstige effect sterker als de plas een open verbinding heeft met het Noordzeekanaal, waarbij door uitspoeling ook de kans op blauwalgen afneemt.
- Een waterbesparende visverbinding (plas blijft zoet met flexibel peilbeheer) is (licht) gunstig voor de ontwikkeling van zowel de zoete als de brakke vis- en macrofauna. De specifieke soorten voor brakke milieus nemen toe. Meer vis is in staat de plas te verlaten (zoals schieraal). Zo'n verbinding zal voor water- en oeverplanten weinig veranderen.
- Een niet-waterbesparende (vis)verbinding inclusief verbrakking (>1000 mg Cl<sup>-</sup>/l) en inclusief flexibel peilbeheer is gunstig voor vis en macrofauna. Dit levert een toename op van specifiek aan brak milieu gebonden soorten en is ook relatief gunstig voor water- en oeverplanten.

### 5.5.3 Minimalisatie fosforbelasting bij vismigratie

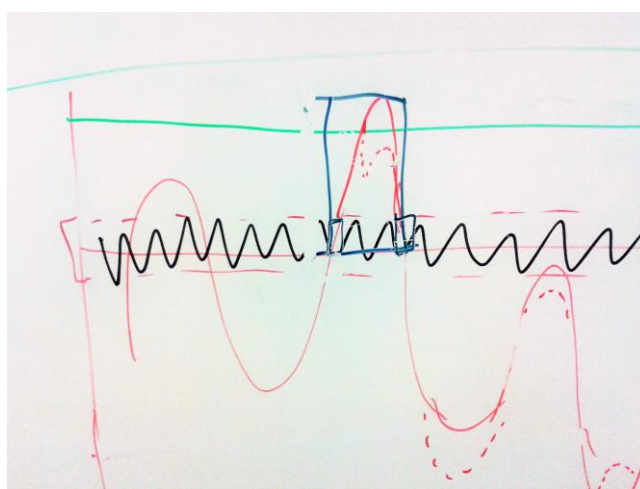
In deze paragraaf staat uitgewerkt hoe de wateruitwisseling middels het beheer van de vispassage geminimaliseerd kan worden uitgaande van het principe dat

een langduriger uitwisseling met laag debiet meer vismigratie sorteert dan een kortere uitwisseling met hoog debiet. In 7.2 staat uitgewerkt hoe het ontwerp van de vispassage hierbij kan helpen.

De ecologische waterkwaliteit zal verslechteren indien de fosforbelasting toeneemt. Het is in die zin goed om het flexibele peilbeheer te handhaven en zo min mogelijk water in te laten. In 3.3.4 is aangetoond dat inlaten al snel een relevante verhoging van de belasting met zich mee zal brengen. Aan de andere kant kan de ecologie met name op het gebied van de vis en macrofauna verbeteren door juist wel een uitwisseling te realiseren tussen plas en kanaal. Deze twee opties bijten elkaar, omdat een uitwisseling van water altijd een fosforbelasting met zich mee brengt. Door slim beheer kan met minimaal waterverlies een maximaal effect gesorteerd worden.

De uitgangssituatie is dat een uitwisseling zonder toename van eutrofiëring alleen gerealiseerd kan worden op die momenten waarbij toch al water moet worden afgelaten vanwege hoge waterstanden. Die situatie komt gemiddeld elke drie jaar voor, en dan alleen in de periode december t/m februari. Dit is voor het minimaliseren van de fosforbelasting optimaal. Voor vismigratie is het suboptimaal, want het zal slechts een deel van de beoogde soorten kunnen faciliteren, en dan vooral de migratie de plas *uit* (Figuur 5-7). In migratie de plas *in* wordt dan nog minder goed in voorzien.

Met slim waterbeheer kan een mate van vismigratie plaatsvinden terwijl de extra fosfaatbelasting toch minimaal gehouden wordt. De waterstand in de plas is het grootste gedeelte van het jaar lager dan de waterstand in het kanaal, maar stijgt in de meeste jaren in de winter hoger dan in het kanaal. Zie Figuur 3-8 voor berekende en gemeten waterstanden en Figuur 5-8 voor een schematische weergave. Er zijn in de meeste jaren twee momenten dat de waterstand in de plas gelijk is aan de gemiddelde waterstand in het kanaal. Op die momenten zou een verbinding tussen plas en kanaal een (lage) stroming op gang kunnen brengen gebruik makend van het pseudo-getij op het kanaal. Bij slim geautomatiseerd beheer kan het zo worden ingesteld dat de vispassage alleen geopend wordt als de plas iets hoger staat dan



*Figuur 5-8. Schematisch weergegeven waterstanden (y-as) in de tijd (x-as) in de Noorder IJplas (rood), met in groen de maximale en minimale waterstanden. Gestippeld rood geeft aan dat in een natte periode water wordt afgelaten (snelle waterstands daling), en hoe dit doorwerkt in de volgende zomer. De waterstanden in het Noordzeekanaal zijn zwart weergegeven. In blauw is de periode weergegeven waarin onder vrij verval kan worden afgelaten. Het linker blauwe blokje valt in het najaar, en het rechter blauwe blokje valt in het voorjaar. Dit zijn de perioden die (1) goed zijn voor vismigratie, en (2) een laag debiet de plas uit kunnen genereren.*

het kanaal. Dat wil zeggen ongeveer tweemaal per etmaal. Zo kan zowel in het najaar als in het voorjaar toch enige migratie gefaciliteerd worden. En als de verschillen in de waterstanden te groot worden gaat de verbinding tussen plas en kanaal dicht en wordt de zomer en de winter met een gesloten vispassage overbrugd (tenzij de waterstanden buiten de marges van het flexibele peilbeheer komen te vallen). Bovendien kunnen in de regeling tijdsafhankelijke voorwaarden gesteld worden. Bijvoorbeeld dat als de plas te laag in de winter een bepaalde waterstand bereikt (duidend op geen wateroverschot) dat dan de vispassage gesloten blijft om de komende zomer niet tegen een watertekort op te lopen. De regeling kan dan bijvoorbeeld uitkomen op tweemaal per jaar gedurende een aantal weken meerdere malen per dag migratiemogelijkheden. Hierbij levert teveel uitwisseling in het ene jaar risico op voor het volgende jaar: de waterstand in de plas blijft te laag en er moet water ingelaten worden. De randvoorwaarde dat alleen water de plas uit kan is goed voor de migratiemogelijkheden en vooral van belang tijdens de voorjaarsuitwisseling, omdat dan het groeiseizoen voor algen begint. Tijdens de najaarsuitwisseling kan er dan eventueel voor worden gekozen om het water beide kanten op te laten stromen om niet al te veel water te verliezen (of de uitwisselingsperiode langer te laten duren).

Aanbevolen wordt hieraan te rekenen in termen van uitwisseling van water en vis, en in termen van fosforbelasting. Vooruitlopend hierop leert een snelle check dat indien 25000 m<sup>3</sup>/j extra wordt uitgelaten, dit tot een verdubbeling van de benodigde extra inlaten zal leiden. Stel dat dit volume gedurende twee maanden de plas mag verlaten, waarbij een halve dag per dag vismigratie mogelijk is. Dat staat gelijk aan 10 l/s debiet van de vispassage. Dit is gerekend met een jaarlijks terugkerende migratiemogelijkheid, in werkelijkheid komt de waterstand van de plas niet jaarlijks boven de waterstand van het kanaal uit, en dat wil zeggen dat minder vaak zal worden uitgelaten en dus extra behoeft te worden ingelaten dan hier grof berekend is.

## 6 Overzicht: de Noorder IJplas van 2012 naar 2022

Er is in voorgaande hoofdstukken ingegaan op verschillende aspecten van de waterkwaliteit en ecologie. In dit hoofdstuk wordt deze kennis in bij elkaar gebracht. Wat zal gebeuren met de waterkwaliteit en de ecologie in de plas? Besproken worden vier scenario's die variëren in mate van uitwisseling met het Noordzeekanaal. Binnen ieder scenario zijn varianten toegevoegd waarin een verschillende chlorideconcentratie wordt gerealiseerd: 400 mg/l, 1000 mg/l, 2000 mg/l. In Tabel 6-1 staan de scenario's in een overzicht.

Op pagina 7 wordt in de *Samenvatting* een voorkeursaanpak voor de Noorder IJplas weergegeven, gebaseerd op de kennis van de scenario's, de mogelijke aanvullende maatregelen (zie H7), en op overige aspecten van dit onderzoek.

### 6.1.1 Geïsoleerd (geen vispassage)

De prognose van de autonome ontwikkeling is als volgt. De concentraties, belasting en levenscyclus van blauwalgen in acht nemend kan ervan worden uitgegaan dat de plas zal verslechteren.

1. De nu geringe verhoging van fosforconcentraties – door nalevering vanuit de waterbodem in de zomer en opmenging in de winter – zal toenemen en meetbaar worden bovenin de waterkolom.
2. Door die belasting kunnen de voorjaarsbloeien van kiezelwieren en groenalgen verder toenemen. Dit kan in warme voorzomers gepaard gaan met blauwalgen. In het hoogseizoen zullen blauwalgen het de komende jaren nog moeilijk hebben, omdat deze voorjaarszuivering door algen veel kan opvangen, terwijl de zomerse belasting laag is.
3. De grotere biomassa zal leiden tot een actiever sediment, waardoor de voorjaarsconcentraties verder zullen oplopen. Op het moment dat de voorjaarsconcentraties van fosfor dermate hoog worden dat hoogzomer nog bloeien kunnen plaatsvinden zullen blauwalgenbloeien toenemen.
4. Het doorzicht - in eerste instantie in het voorjaar - zal verder afnemen, wat kansen vermindert voor submerse vegetatie en meer kans biedt op een verslechterende visstand. Dit zal de scores op de KRW-maatlatten doen verslechteren.

Het bovenstaande laat de effecten van de herinrichting buiten beschouwing. Dat kunnen negatieve effecten zijn zoals (1) niet-ingecalculerde nutriëntennalevering door de nieuw ingebrachte grond of (2) de werking van waterplanten als nutriëntenpomp uit de bodem. Recent onderzoek benadrukt de risico's van fosfaatnalevering door het inbrengen van grond/bagger (Geurts e.a., 2012 concept). Maar het kan ook positief uitpakken, omdat een stabiele submerse vegetatie en een goede visstand de plas juist stabiliseert. Hoe dan ook zal het lastig worden om autonome ontwikkelingen en effecten van de herinrichting te onderscheiden.

In toename van de chlorideconcentratie (varianten 1000 mg/l en 2000 mg/l) wordt voorzien door de lozing van zout, zodat de fosforbelasting niet toeneemt. Variant 400 mg/l betreft de autonome ontwikkeling, waarbij de plas 100 mg/l per decennium verzoet. De plas is niet hoog belast, maar zal langzaam een grotere blauwalgenproblematiek krijgen. Bij een toenemende chlorideconcentratie zal de plas in eerste instantie ecologisch achteruit gaan. Bij hogere chlorideconcentraties

wordt de overgang naar een typisch licht brakke biotoop vertraagd door het gebrek aan uitwisseling met het Noordzeekanaal. Voor vis voegt verbrakken zonder uitwisseling met het Noordzeekanaal weinig toe. Bij hogere chlorideconcentraties neemt de kans op potentieel toxische bloeien van *Prymnesium parvum* toe.

#### **6.1.2 Beetje open (waterzuinige vispassage)**

In dit scenario wordt uitgegaan van een waterzuinige vispassage die slechts periodiek openstaat. Er is dan sprake van een beperkte uitwisseling met het Noordzeekanaal, die de autonome verzoeting wel zal afremmen maar geen verbrakking kan veroorzaken. Eventuele verbrakking dient op een andere manier dan via suppletie van Noordzeekanaalwater tot stand te komen (zie Bijlage I). Er vanuit gaande dat uitwisseling van water altijd een – zij het geringe – fosforbelasting met zich mee brengt zal de extra hoeveelheid beschikbaar fosfaat die in de zomer in de plas komt de (blauw)algenbiomassa doen toenemen. Middels slim uitlaatbeheer kan dit geminimaliseerd worden (zie 5.5.3). Een forse verbrakking naar 2000 mg/l is voor ontwikkeling van macrofyten gunstig, omdat dan zeldzame en gewaardeerde brakwaterplanten zullen gedijen. Bij een geringere verbrakking tot 1000 mg treedt dit effect niet op. Voor vis en macrofauna heeft de waterzuinige vispassage een positief effect. Weinig wateruitwisseling betekent echter ook weinig visuitwisseling, zodat de effectiviteit gering is.

#### **6.1.3 Ruim open (ruime vispassage)**

In dit scenario wordt een volwaardig functionerende vispassage gebouwd, en de plas verbrakt in tien jaar tot 1000 mg/l indien 750 m<sup>3</sup>/d (= 0.5 m/j) ingelaten wordt. Bij het verleggen van het innamepunt op diepte in het Noordzeekanaal kan met hetzelfde watervolume tot 2000 mg/l verbrakt worden. In alle gevallen van verbrakking met Noordzeekanaalwater (dus ook tot 1000 mg/l met diep water) zal in weinig tot geen zomers onder vrij verval genoeg water aangevoerd kunnen worden. De belasting zou in die gevallen overigens geconcentreerd worden in het groeiseizoen van (blauw)algen. Er dient een gemaal aangelegd te worden om de suppletie te realiseren. Dit zal periodiek resulteren in het rondpompen van water: er wordt ingelaten om te verbrakken en op hetzelfde moment uitgelaten vanwege de hoge waterstand op de plas. Dat impliceert dat de inlaat op een andere plek gesitueerd moet zijn dan de uitlaat om effectief te kunnen verbrakken. Voorjaarsbloeien van algen en blauwalgenbloeien zullen door de verhoogde belasting sterk toenemen waardoor het doorzicht afneemt. Het huidige flexibele peil wordt grotendeels losgelaten wat voor macrofyten ongunstig is, en wat maar deels gecompenseerd wordt indien de chlorideconcentratie verder toeneemt tot 2000 mg/l. Voor vis levert verbrakken en verbinden, vooral indien de chlorideconcentraties 1000 mg/l overstijgen, een kraamkamer op voor zeesoorten en estuariene soorten met behoud van zoete soorten. *Prymnesium parvum* zal minder de kans krijgen om tot toxische bloeien te komen. Zie Bijlage J voor een kwantificering van de effecten op chloride en fosforbelasting.

#### **6.1.4 Volledig open**

Indien de plas volledig open aan het Noordzeekanaal wordt gehangen verandert de situatie drastisch, omdat Noordzeekanaalwater volledig dominant wordt en de verblijftijd enorm afneemt. De plas wordt met de nieuwe ondiepe zones een ecologisch waardevol deel van het Noordzeekanaal met een mogelijk een specifieke

flora en fauna. Maar er is geen zoutgradiënt meer, waardoor trekvisen niet komen paaien. Indien de uitwisseling open genoeg is zullen blauwalgen ondanks de hoge fosforbelasting geen kans krijgen, omdat het systeem van procesgestuurd naar transportgestuurd kan omslaan. Indien geen alternatieve zoutbron aanwezig is, behalve het Noordzeekanaal, is een volledig open verbinding daarom een acceptabele manier als voor een brak systeem wordt gekozen.

### 6.1.5 Matrix

Tabel 6-1. Matrix van effecten van een aantal mogelijke varianten in de Noorder IJplas. De lege velden betreffen niet uitvoerbare combinaties.

		zoet: 400 mg/l	lichtbrak: 1000 mg/l	brak: 2000 mg/l
<b>geïsoleerd (geen vispassage)</b>	beheer	niet/nauwelijks inlaat	niet/nauwelijks inlaat, verbrakken door suppletie zout	niet/nauwelijks inlaat, verbrakken door suppletie zout
	P-belasting	0.25 - 0.7 mgP/m <sup>2</sup> /d	0.25 - 0.7 mgP/m <sup>2</sup> /d	0.25 - 0.7 mgP/m <sup>2</sup> /d
	macrofyten	++	o	+ brakwaterflora, onzekerheid kolonisatie
	macrofauna	+	o / -	- kolonisatie beperkt voor zwemmers en lopers
	fytoplankton	- blauwalgen nemen toe	- blauwalgen nemen toe	- blauwalgen nemen toe
	vis	+	+	+ / ++, wellicht minder brasem
<b>beetje open (waterzuinige vispassage)</b>	beheer	# beperkte inlaat (50 m <sup>3</sup> /d)	# beperkte inlaat (50 m <sup>3</sup> /d), verbrakken door suppletie zout	# beperkte inlaat (50 m <sup>3</sup> /d), verbrakken door suppletie zout
	P-belasting	10% toename t.o.v. geïsoleerd, ook in groeiseizoen	10% toename t.o.v. geïsoleerd, ook in groeiseizoen	10% toename t.o.v. geïsoleerd, ook in groeiseizoen
	macrofyten	o / +	-	o / +
	macrofauna	+	+	+
	fytoplankton	- / -- versnelling toename tov. 'geïsoleerd'	- / -- versnelling toename blauwalgen tov. 'geïsoleerd'	- / -- versnelling toename blauwalgen tov. 'geïsoleerd'
	vis	+ / ++	+ / ++	+ / ++, wellicht minder brasem
<b>ruim open (ruime vispassage)</b>	beheer		* 750 m <sup>3</sup> /d inlaten (gemiddeld)	* 750 m <sup>3</sup> /d inlaten (gemiddeld) verbrakken door inlaat verleggen (NZK, diep)
	P-belasting		0.5 - 1.3 mgP/m <sup>2</sup> /d 0.3 - 0.9 mgP/m <sup>2</sup> /d (70% defosfateringsrendement)	0.5 - 1.2 mgP/m <sup>2</sup> /d 0.3 - 0.9 mgP/m <sup>2</sup> /d (70% defosfateringsrendement)
	macrofyten		--, afname naar 20 cm flexpeil, afname doorzicht	--, afname naar 20 cm flexpeil, afname doorzicht
	macrofauna		+	+
	fytoplankton		-- blauwalgbloeien zullen zeer snel toenemen	-- blauwalgbloeien zullen zeer snel toenemen
	vis		+ / ++, afname doorzicht	++, afname doorzicht, wellicht minder brasem
<b>volledig open</b>	beheer			Als Noordzeekanaal: NAP -0.3 tot -0.5 m
	P-belasting			- onbekend, maar hoog
	macrofyten			-, jaarrond strak peil met 2x/d pseudogetij (15 cm)
	macrofauna			+ / ++
	fytoplankton			o / + waarschijnlijk geen blauwalgenprobleem door uitspoeling
	vis			++

# Voor het scenario 'beetje open' is gerekend met een beperkte inlaat van 50 m<sup>3</sup>/d. In 5.5.3 staat beschreven hoe deze influx met slim beheer geminimaliseerd kan worden.

\* Debiets vispassage en dus ook P-belasting zijn niet volledig afgestemd met de verschillende varianten in Bijlage K. Onderling in de tabel klopt het wel en het kan goed worden gebruikt om de impact van de verschillende uitwisselingsvarianten te beoordelen.



## 7 Handvatten voor maatregelen

Er is een aantal maatregelen die aanbevolen worden te onderzoeken of uit te voeren (zie de Samenvatting op blz. 7). De technische aspecten van een aantal van die aanbevelingen worden hier besproken om handvatten te geven voor een nadere uitwerking.

### 7.1 Reductie fosforbelasting

#### 7.1.1 Aanpak waterbodem

Vooralsnog zorgt het sediment louter voor een geringe jaarlijkse fosfortoename die op zich niet tot grote (blauw)algenbloeien zal leiden. De verwachting is dat waterbodem een steeds grotere fosfaatbron wordt en dus relevant zal worden. Als maatregel kan worden gedacht aan bezanden of chemisch fixeren. Bezanden is daarbij doorgaans veel kostbaarder. Wellicht kan een combinatie met de lopende herinrichting deze optie toch concurrerend maken.

#### 7.1.2 Aanpak parkdrainage

Omdat het doorzicht vrij laag is en opvallend veel chlorofyl-a en fosfor aanwezig is voor een dergelijk laag belaste diepe plas is het waarschijnlijk dat de omliggende percelen (via de post *Afstroming*) de plas aan de hoge kant van de berekende marge (minimum + increment) belasten (zie 4.6). Dat kan worden nagegaan door ten eerste de fosfaat- en chlorofyl-a-pieken nader te analyseren (via relaties met de meteorologie) en door metingen in de parkbodem. Als maatregel kan gedacht worden aan een defosfaterende grindkoffer/puridrain. Dit is een greppel/drain gevuld met een fosfaatfixerend zandpakket. Op die wijze kan vrij effectief en onderhoudsvrij het uit- en afstromend water worden omgeleid naar het hypolimnion waardoor het niet direct beschikbaar is voor algen. Kosten zijn uitgerekend voor de Sloterplas als € 200 per strekkende meter. Indien niet gezuiverd wordt is het waarschijnlijk beter in bijvoorbeeld Zijkanaal H en/of de zuidplas te lozen.

### 7.2 Vispasseerbaarheid

In 5.2.4 is uiteengezet in welke perioden in het jaar het beste vismigratie gefaciliteerd kan worden. In 5.5.3 is beschreven hoe met het dilemma waarbij goede vismigratie leidt tot een hoge fosforbelasting omgegaan kan worden. Het gaat dan om slim geautomatiseerd beheer, gebaseerd op actuele metingen van de waterstanden van plas en kanaal.

Het is de vraag of afdoende migratie van vis met het huidige in-/uitlaatwerk kan worden gerealiseerd of dat er iets nieuws aangelegd moet worden. Aanbevolen wordt dit te onderzoeken. In het onderzoek moet worden uitgezocht of in het geval van een nieuw aan te leggen vispassage de huidige stuw uit bedrijf kan worden gehaald.

In beide opties is het van belang om aan de kanaalzijde de zoetere lokstroom die de plas uit komt te kanaliseren. Het is immers de bedoeling met zo min mogelijk waterverlies vanuit de plas zoveel mogelijk migratie mogelijk te maken. Een

kanaal van bijvoorbeeld 30 meter lengte voorkomt het direct opmengen van de zoete lokstroom, en creëert zo een zoete gradiënt in het brakke omgevingswater.

Volgens De Bruin (De Bruin 2012 en mondelinge mededeling) kunnen ook vrij grote vissen via een opening van 0.15 m bij 0.25 cm ( $0.04 \text{ m}^2$ ) nog redelijk migreren. De stroomsnelheid dient maximaal 1 m/s te bedragen en, indien mogelijk,  $<0.5 \text{ m/s}$ . Voor het huidige inlaatwerk worden zowel de minimale opening als de maximale stroomsnelheid bepaald door de schuifstand. Belangrijke functionele eisen van een vispassage zijn: (1) opening minimaal 0.15 m bij 0.25 m, (2) stroomsnelheid  $< 0,5 \text{ m/s}$ , (3) stroomluwten in de compartimenten, en (4) de passage is tweezijdig passeerbaar. Voor meer details over vispassages zie Bijlage K.

### 7.2.1 Optie 1: aanpassen huidige stuw

In Figuur 7-1 is de positie van de huidige stuw aangegeven. De stuw is aangesloten op een duiker met een diameter van 80 cm ( $0,5 \text{ m}^2$ ) en een lengte van ongeveer 42 meter. Aan de zijde van zijkanaal H bevinden zich een put en de afsluitbare stuw (een onderlaat). Aan de zijde van de plas komt de bovenkant van de buis net boven water uit (bij waterstand NAP -0,40 m). Dit betekent dat de onderkant van de buis zich bevindt op ruim NAP -1,20 m. De waterstand in de plas varieert van NAP -0,20 tot -0,85 m. De duiker valt dus nooit droog en is periodiek geheel verdrongen. De inlaat is vrij van riet en obstakels. Afhankelijk van het gewenste debiet kan de schuif geheel of gedeeltelijk worden geopend. Het is gunstig dat de opening van de schuif aan de onderzijde is, omdat vissen tijdens de migratie bij voorkeur zo diep mogelijk blijven.



*Figuur 7-1. Bedienbare stuw naar de noordplas. Links Zijkanaal H, rechtsboven de noordplas en rechtsonder de zuidplas.*

Per spui wordt momenteel ongeveer  $75.000 \text{ m}^3$  ( $140 \text{ mm}$ ) verwerkt door de schuif een week lang half open te zetten (zie 3.1.2). Dat is  $11.000 \text{ m}^3/\text{d}$  of  $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$ , met een stroomsnelheid onder de schuif van ongeveer  $0.5 \text{ m/s}$  en  $0.25 \text{ m/s}$  in de duiker. Momenteel lijkt de stuw dus goed passeerbaar voor vis tijdens een spui, maar met de lengte van de duiker is geen rekening gehouden. Het is de vraag of met name juveniele vis die afstand kan overbruggen. Daarnaast is de periode van passeerbaarheid (een week) erg kort. Deze periode kan worden verlengd door de stuw minder dan half te openen tijdens een spui, maar daardoor zal de lokale stroomsnelheid onder de schuif toenemen en snel te hoog worden voor vispasseerbaarheid. Dit kan een knelpunt vormen als de huidige stuw zonder aanpassingen wordt gebruikt om met beheer de vispasseerbaarheid te verhogen.

Aanbevolen wordt dit verder te onderzoeken. Vooral nog is de aanname dat de hydraulische weerstand moet worden verhoogd om (1) de plas niet te snel te laten leeg- of vollopen, zodat vissen een kans krijgen te migreren, en (2) de weerstand te verhogen zonder dat lokaal te grote stroomsnelheden optreden. Een alternatief is om de waterstanden in de plas dicht bij de waterstanden in het Noordzeekanaal te brengen. Dit wordt niet aanbevolen als de marge van de flexibele waterstanden hiermee afneemt. Als hieraan wordt voldaan, wil dat zeggen dat de plas systematisch op lagere waterstanden wordt gebracht. Dit levert een geringer waterstandsverschil op bij de uitlaat van de plas en een groter peilverschil bij de inlaat naar de plas. Los van een stabiliteitstoets op de keringen moet rekening worden gehouden met onevenwichtigheid. Uitlaat komt vaker voor dan inlaat en dat impliceert dat vismigratie uit de plas (tijdens de inlaat) verder wordt bemoeilijkt door te hoge stroomsnelheden.

Het is ideaal als het hogere water in de plas over een flink aantal dagen mag "weglopen", bijvoorbeeld in 40 of 60 dagen. Als de stroom daardoor te klein wordt, zal de verbinding af en toe dicht moeten. De technische uitwerking van de passage door de buis moet verder worden uitgewerkt, maar lijkt goed mogelijk.

Het verhogen van de weerstand is wellicht goed mogelijk door de bestaande pijp van 42 meter te verlengen met een vispassage zodat de stroomsnelheid beperkt wordt. Door uitgekiend te ontwerpen kan zowel de oude functie (inlaten en uitlaten) als de nieuwe functie (de pijp passeerbaar maken voor grote en kleine vissen) worden gerealiseerd.

### 7.2.2 Optie 2: nieuwe vispassage

Het is ook mogelijk om een vispassage annex in-/uitlaatkwerk te bouwen op een nieuwe locatie tussen de noordplas en de zuidplas (zie figuur 7-2), onder de voorwaarde dat de zuidplas open wordt gemaakt naar het kanaal toe. Deze opening is gepland tussen Zijkanaal H en de zuidplas. De waterkwaliteit in het Noordzeekanaal is beter dan dat van Zijkanaal H, waardoor de opening preferent zuidelijk dient te liggen. Nog belangrijker is het om geen kleine maar een grote opening te creëren zodat de zuidplas



*Figuur 7-2. Mogelijke locatie van een nieuwe vispassage tussen de noordplas en de huidige zuidplas.*

qua chemische waterkwaliteit volledig onderdeel wordt van het Noordzeekanaal met een korte verblijftijd. Er is niet gerekend aan de minimale afmetingen van de opening, maar er gelden deels dezelfde argumenten zoals die voor de noordplas gesteld zijn in H6: beter een open verbinding (6.1.4) dan louter veel uitwisseling (6.1.3). De belangrijkste argumenten voor een forse doorstroomopening zijn:

- Het garandeert een visstand van brakke soorten.

- Bij dominantie van Noordzeekanaalwater zal de zuidplas een hoger doorzicht krijgen waardoor macrofyten meer kansen krijgen.
- De verwachting is dat een forse uitwisseling met de gepaard gaande korte verblijftijd weinig kansen zal geven voor blauwalgbloeien. Andersom gesteld: Uitwisseling via bijvoorbeeld een duiker zal de fosforbelasting (ook) sterk doen toenemen, maar de plas zal in dat geval ook procesgedomineerd kunnen blijven met kansen op blauwalgbloeien.
- Het garandeert dat de waterstanden volledig meebewegen met het Noordzeekanaal en dat is voordelig voor het beheer van de vispassage (5.5.3).

De passage wordt dan een stuk korter ten opzichte van het huidige inlaatwerk, namelijk zo'n 10 meter in plaats van 42 meter. Verschil met optie 1 is dat de zoete lokstroom van zijkanaal H hier niet of minder aanwezig is, waardoor migrerende vis lager in aantal zou kunnen zijn en te maken krijgt met een iets grotere overgang in chlorideconcentratie. Daar staat tegenover dat de opengemaakte zuidplas van zichzelf al een wat luwere baai aan het kanaal is, die vis aantrekt. En het is eenvoudiger om in de zuidplas een effectief 'lokstroomafvoerkanaal' (zie 7.2) te maken dan in Zijkanaal H. Bij goede uitvoering zal de beperkte zoete lokstroom vanuit de plas opvallender zijn dan in Zijkanaal H. Belangrijk is de locatie en het formaat van de opening tussen Zijkanaal H en de zuidplas, en van de uitvoering van het afvoerkanaal van de vispassage.

Deze vispassage kan worden uitgevoerd als een "Vertical slot"- of een "De Wit"-passage met bijvoorbeeld drie of vier kamers die de stroom dempen. Afmetingen van dergelijke passages zijn genoemd in bijlage K. De passage zou aan de Noordzeekanaalzijde afsluitbaar moeten zijn met een hydraulische stuw (afsluiter) en bijbehorende peilmeetpunten op plas en kanaalzijde.

# Literatuur

1. Acinase.a. 2009, *Phenotypic and genetic diversification of Pseudanabaenaspp. (cyanobacteria)*, Silvia G Acinas, Thomas HA Haverkamp, JefHuisman, Lucas J Stal, *The ISME Journal* (2009) 3,31–46
2. van Alphen 2012, *2012-04-25 NIJP-opdracht beschrijving- uitwerking KRW maatregelen verbrakking en vismigratie.doc*, memo Jacques van Alphen 7 maart 2012
3. Arcadis Deltares 2009, *Overzicht indicatoren fosfaat nalevering vanuit de waterbodem*, Waterdienst augustus 2009.
4. Onbekend 2010, *Protocol Verondieping Noorder IJ-Plas Definitief (versie 5.0)*, 10/9/2010
5. van Dam e.a. 2007, *Ecologisch onderzoek Noorder IJplas*, Grontmij |AquaSense, De Bilt, 8 januari 2007, dr. H. van Dam, D. Tempelman, ing. S.J.A. Copray, ir. C.J., Jaspers, dr. C. Bruning, A. van Dulmen, drs. Y. Wessels, ing. A. Mertens
6. Bruin, W. De. 2012. *Monitoring Van 22 Vismigratievoorzieningen voorjaar 2012*, Arcadis.
7. Bruning en van Dam 2007, *Aanvullend ecologisch onderzoek verondieping Noorder IJplas*, Grontmij |AquaSense, De Bilt, 1 februari 2007, dr. C. Bruning en dr. H. van Dam
8. DionisioPires 2007, *Cyanobacteriën in Terra Nova, Literatuuronderzoek naar oorzaken van en maatregelen tegen de opkomst en dominantie van cyanobacteriën*, M. DionisioPires, NIOO 2007.
9. Geurts e.a. 2012, *Nalevering van nutriënten bij de verondieping van diepe plassen (conceptversie)*, Rapportnummer: 12.VDP.01, 15 december 2012, J.J.M. Geurts, H. Hetjens en L.P.M. Lamers
10. Internet 1, <https://stadsarchief.amsterdam.nl/archieven/archiefbank/overzicht/247.nl.html>
11. Internet 2, [http://www.noord.amsterdam.nl/96251/Noorder\\_IJplas\\_en\\_omgeving](http://www.noord.amsterdam.nl/96251/Noorder_IJplas_en_omgeving)
12. Internet 3, <http://zaanstreek.waarneming.nl/gebied/view/13531?g=1&from=2005-10-31&to=2012-10-31&sp=0&z=1&u=0&rows=100&page=5>
13. Internet 4, [http://www.provinciale.a.tlas-nh.nl/index.php?option=com\\_memorix&ItemidFrom=35&Itemid=32&task=topview&CollectionID=18&RecordID=67&PhotoID=NL-HlmNHA\\_560\\_0354&Itemid=32](http://www.provinciale.a.tlas-nh.nl/index.php?option=com_memorix&ItemidFrom=35&Itemid=32&task=topview&CollectionID=18&RecordID=67&PhotoID=NL-HlmNHA_560_0354&Itemid=32)
14. Herder, Jelger, Jan Kranenbarg, Dorien Hoogeboom, Je.a.nine Hames, Kees Dekker (allen red.), 2012. *Atlas van de NoordHollandse Vissen*. Landschap NoordHolland & Ravon.
15. Herk, van & H. Wanningen, 2011, *Van Noordzeekanaal tot Vecht*, opdrachtgevers: Waternet, Rijkswaterstaat Noord-Holland en Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
16. Heuts 2007. *Effecten van benthivore vissen, met name karper, op de waterkwaliteit; een literatuuronderzoek*. Heuts, P.G.M., 2007, Waterschap Stichtse Rijnlanden

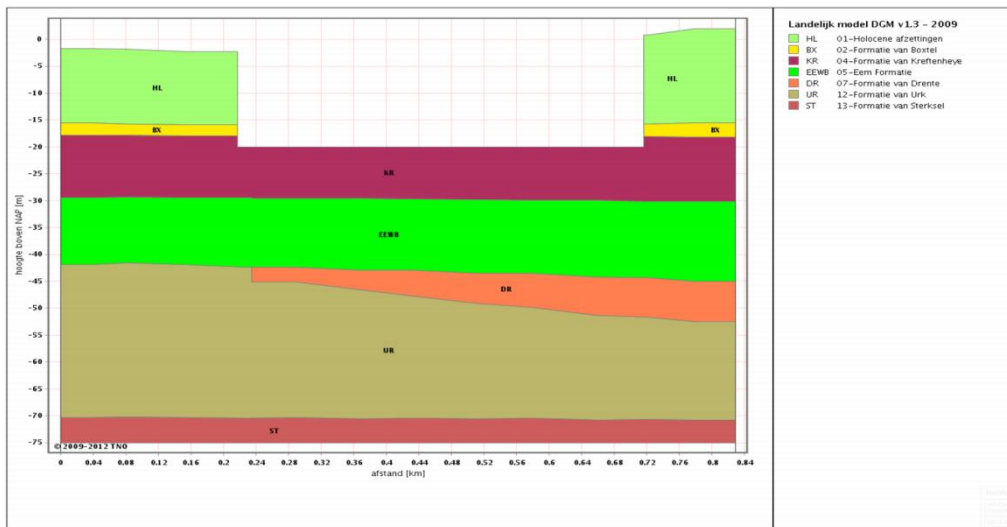
17. Johansson en Graneli 2009, *Influence of different nutrient conditions on cell density, chemical composition and toxicity of Prymnesium parvum (Haptophyta) in semi-continuous cultures*, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 239 (1999) 243–258, Niclas Johansson, Edna Graneli
18. Klepper 1983, *Onderzoek naar chloridetolerantie van baarslarven (Perca fluviatilis) en van brasemlarven (Abramis brama)*, Rapport ZS83-05. RIVO, IJmuiden, Klepper, C.J., (1983).
19. Klinge, 2006, *De Bemonstering van de visstand in de Noorder IJplas*, Witteveen & Bos.
20. Linkit 2011, *Van Noordzeekanaal naar Vecht: een ecologische corridor; Verkenning van mogelijkheden voor versterking*, Linkit Consult & Wageningen Water Consult, 2 september 2011
21. Linkit, 2012, *Noordzeekanaal, een snelweg voor trekvis. Programma vismigratie Noordzeekanaal en Ommelanden 2012 – 2015*. Rijkswaterstaat Noord-Holland, Hoogheemraadschap NoordHollands Noorderkwartier, Haven Amsterdam, Sportvisserij Midwest Nederland, Hoogheemraadschap Rijnland, Waternet/AGV, Provincie Noord-Holland, Gemeente Amsterdam. Eindrapport 6 juli 2012, 91 pp.
22. Van der Molen e.a., *Referenties en Maatlatten voor Natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021*, D.T. van der Molen, R. Pot, C.H.M. Eversen L.L.J. van Nieuwerburgh, Stowa 2012-31
23. Pandhal 2008, *Proteomics with a pinch of salt: A cyanobacterial perspective*, Jagroop Pandhal, Phillip C Wright and Catherine A Biggs, Saline Systems 2008
24. Peperzak e.a. 2002, *Jaarrapport Monisnel 2001*, Rapport RIKZ/2002.045, L. Peperzak, H. Bouma, A. Sandee, H. Peletier
25. Peperzak 2003, *Effect van chlorideconcentratie op de groei van vier cyanobacteriën*, RIKZ/OS/2003.851.x, 18/10/2003
26. Pot 2010, *Toestand en trends in de waterkwaliteit van Nederlandse meren en plassen, resultaten van de vijfde eutrofiëringsevenquête in opdracht van de werkgroep Routekaart Heldere Meren*, Roelf Pot; 2010.
27. Projectteam Noorder IJplas, 2010, *Inrichtingsplan*, Waternet, Gemeente Amsterdam Ontwikkelingsbedrijf, Stadsdeel Amsterdam-Noord
28. Stadsdeel Noord 2012, *Ontwerp Bestemmingsplan Noorder IJplas*, 30 november 2012
29. Schoumans e.a. 2008, *Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater; vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden*, O.F. Schoumans, P. Groenendijk, L. Renaud, F.J.E. van der Bolt
30. Specken en de Groot 2010, *Trends in waterkwaliteit in het beheergebied van Amstel, Gooi en Vecht*, H2O- 2010; (4):45-48, Specken, B. en de Groot, J
31. Splunder, I, T.A.H.M. Pelsma & A. Bak, 2006, *Richtlijnen Monitoring Oppervlaktewater Europese Kaderrichtlijnwater*, Min. Verkeer en Waterstaat, Cluster MRE.
32. Stroom, J. M.; Pelsma, T. A. H. M.; Beemster, J. G. R.; Stoffels, J., Hogenes, C. A. G.; *Ouderkerkerplas: systeemanalyse en onderzoek flexibel peil*, Waternet, 10/2010.
33. Tomassen 2012, *Bijdrage van het Sloterpark aan de nutriëntenbelasting van de Sloterplas*, Rapportnummer 2012-01, Hilde Tomassen, Fons Smolders, 26/1/2012
34. Ververs en de Bruin, *KRW-detailuitwerking voor het waterlichaam Noorder IJplas*, Waternet april 2008, DetailuitwerkingNoorderIJplas.pdf

35. Van der Oost 2010, *Toepassing van fluorescentie bij de beoordeling van de risico's van giftige blauwalgen*, Stowa 18 2010, Ron van der Oost
36. Redeke 1932, *Abriss der regionalen Limnologie der Nederlanden. Publ. nr. 1 der Hydrobiol. Club*, Redeke, H.C. 1932, Amsterdam
37. Redeke 1975, *Hydrobiologie van Nederland*, Backuys en Meesters, Redeke, H.C. 1975 Amsterdam
38. Rijkswaterstaat Noord-Holland, 2010. Rapport Visstandbemonstering Noordzeekanaal 2009, Kessel, N. van, M. Dorenbosch, F. Spikmans, J. Kranenbarg & B. Crombaghs, 2009. Jaarrapportage actieve vismonitoring zoete rijkswaterer winter 2008/2009. Rijkswaterstaat Waterdienst BM0909. Monitoring & Rapportage in opdracht van Rijkswaterstaat.
39. Schoumans e.a. 2008, *Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden*, Alterra-rapport 1700, 2008, ISSN 1566-7197, O.F. Schoumans, P. Groenendijk, L. Renaud, F.J.E. van der Bolt
40. Smolders 2011, *Eigenschappen en P-nalevering onderwaterbodems Sloterplas*, rapportnummer 2011.02, B-WARE, 15/02/2011, Smolders, A
41. Specken en de Groot, *Trends in waterkwaliteit in het beheergebied van Amstel, Gooi en Vecht*, H2O. 2010; (4):45-48, Specken, B. en de Groot
42. Sportvisserij Nederland, 2008, *Kennisdocument Brasem*
43. Sportvisserij Nederland, 2006, *Kennisdocument Snoek*
44. Stolk 2001, *Landelijk meetnet regenwatersamenstelling, meetresultaten 2000*, RIVM Rapport 723101 057 / 2001, A.P. Stolk
45. Stowa 2002, *Ecologische beoordeling brakke binnenwateren*, 2002-01
46. Stowa 2010, *Een heldere kijk op diepe plassen; Kennisdocument diepe meren en plassen: ecologische systeemanalyse, diagnose en maatregelen*, Arnold Osté, Nico Jaarsma, Frank van Oosterhout, Stowa-rapport 2010-38
47. Waternet 2009, *Verslag Noorder IJplas d.d. 01 juli 2009*
48. Waternet 2010, *Protocol verondieping 2010*.
49. Watson 2001, *Literature Review of the Microalga Prymnesiumparvum and its Associated Toxicity*, Se.a.n Watson, Texas Parks and Wildlife Department, August 2001
50. Winkel, Erik H. ten, & John T. Meulemans, 1984. Effects of fish upon submerged vegetation. Hydrobiological bulletin. December 1984, Volume 18, Issue 2, pp 157-158

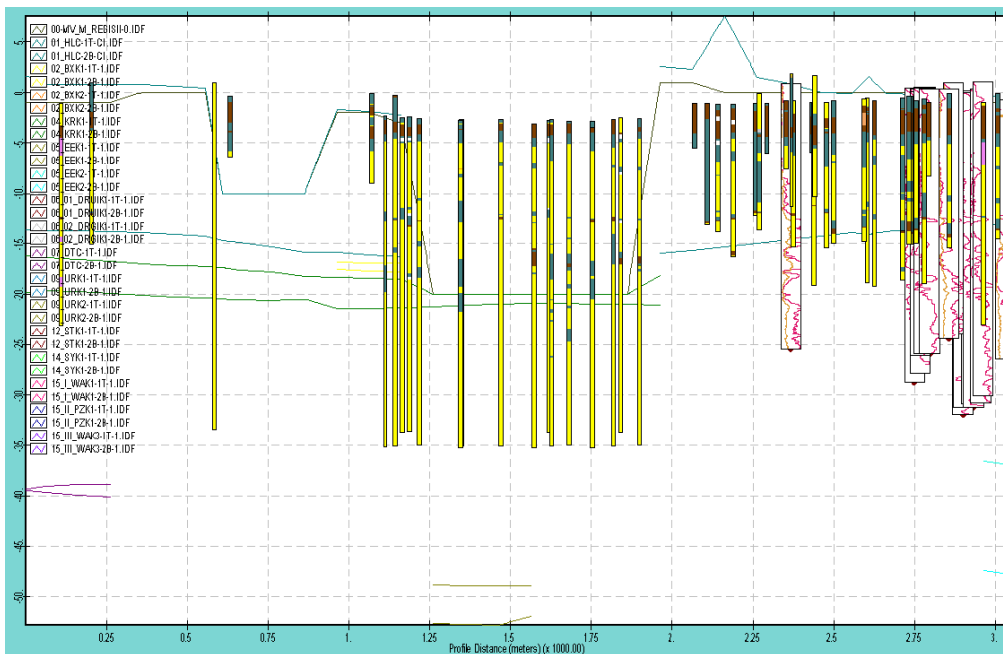
# Bijlagen



## Bijlage A Bodemopbouw



Figuur A-1. Bodemopbouw dwarsdoorsnede Noorder IJplas volgens Dinoloket TNO.

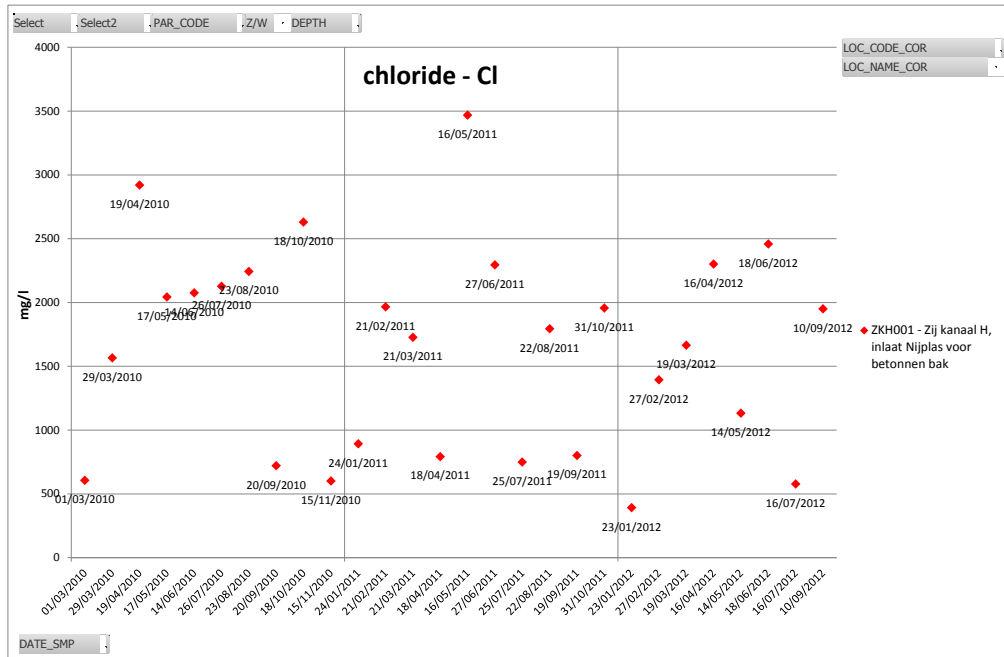


Figuur A-2. Sonderingen Noorder IJplas dwarsprofiel west-oost. Geel = zand, bruin = veen, groen = klei, uit Imod (Deltares 2012).

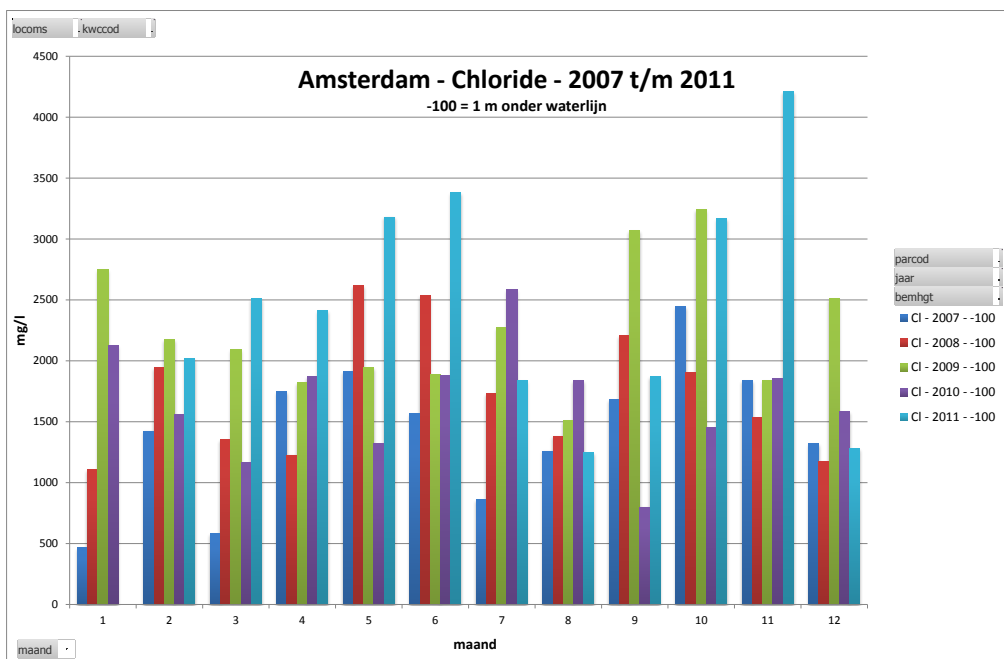


Figuur A-3. Sonderingen Noorder IJplaspolder dwarsprofiel noord-zuid. Geel = zand, bruin = veen, groen = klei, uit Imod (Deltares 2012).

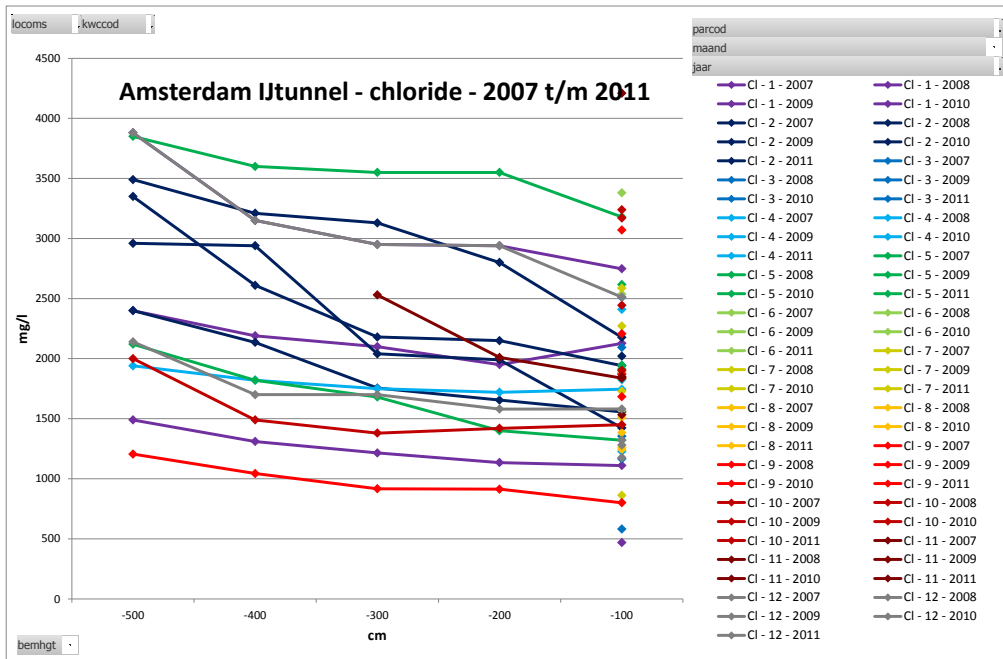
## Bijlage B Chloride



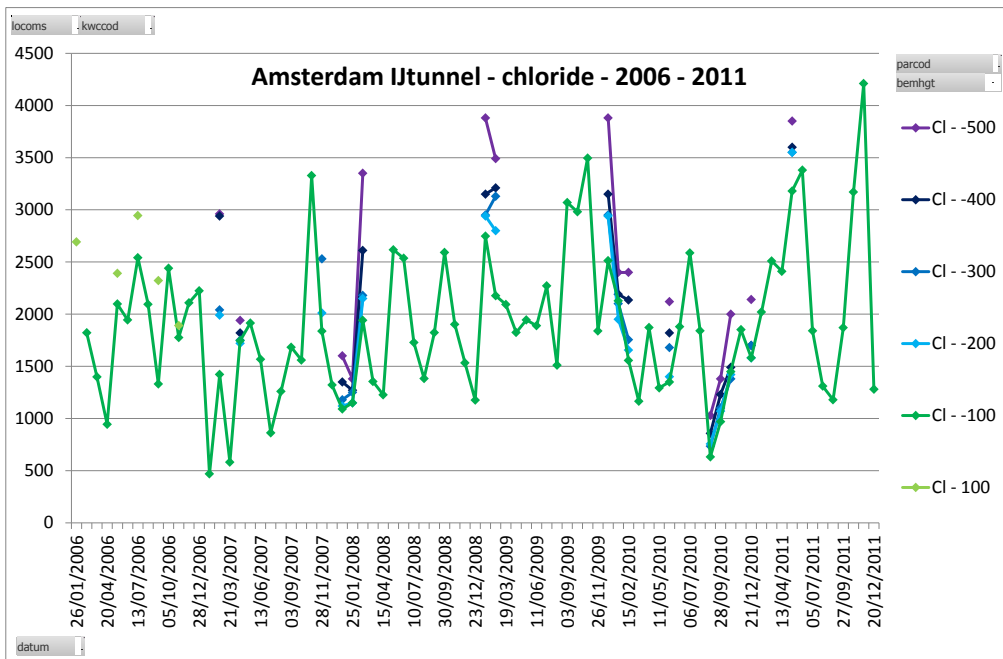
Figuur B-1. Chloride in Zijkanaal H.



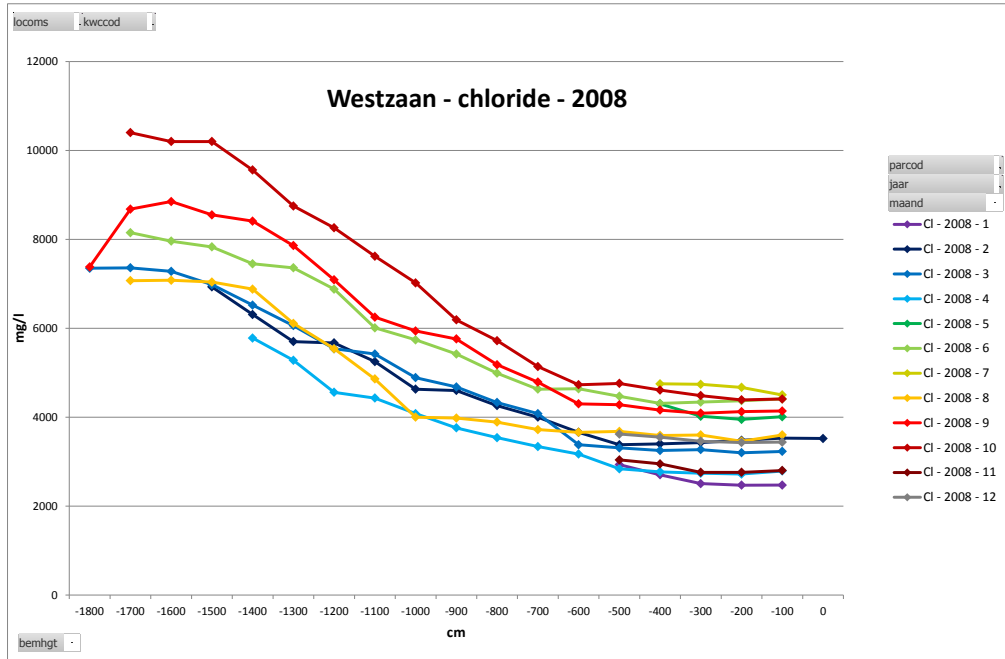
Figuur B-2. Chloride in IJ Amsterdam bij de IJtunnel.



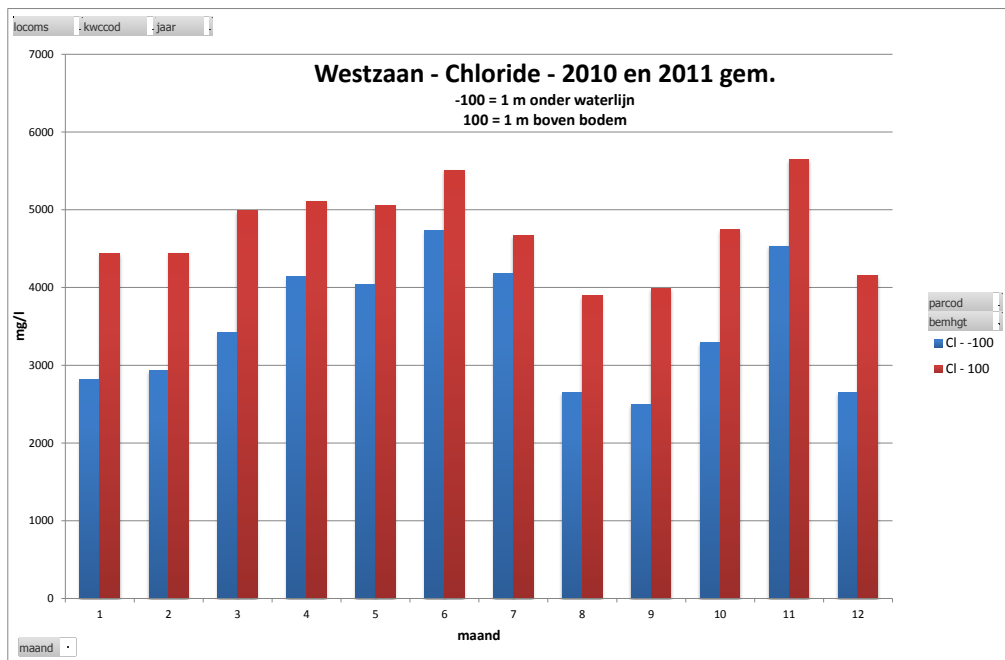
Figuur B-3. Verticaalmetingen chloride per maand.



Figuur B-4. Verticaalmetingen chloride. CI-100 betreft 100 cm boven de waterbodem. Voor de overige metingen gaat het om centimeters onder referentievlak waterlijn.

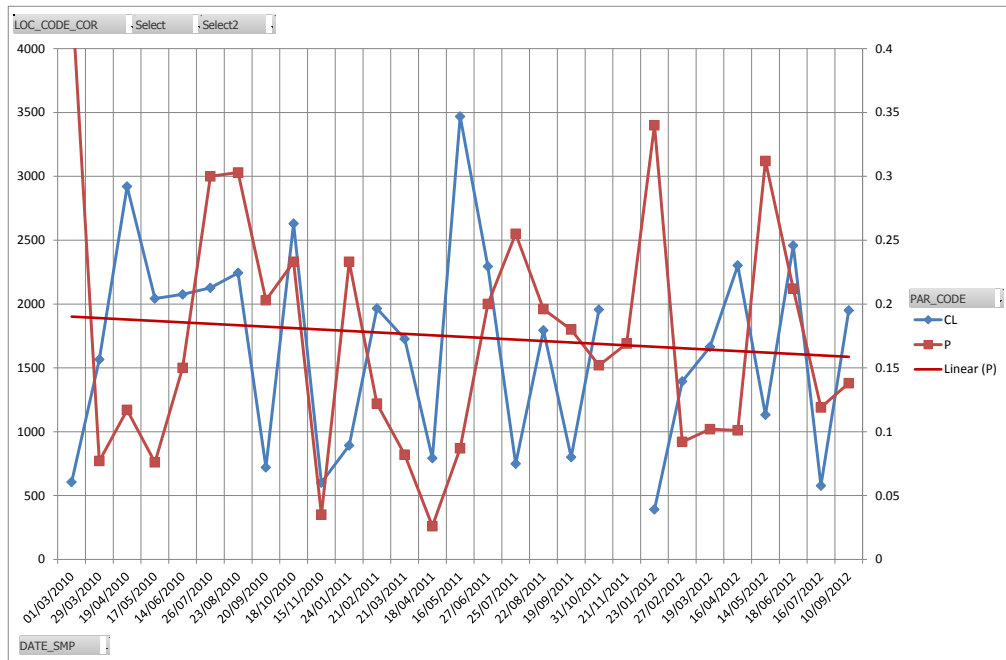


Figuur B-5. Verticaalmetingen chloride per maand.

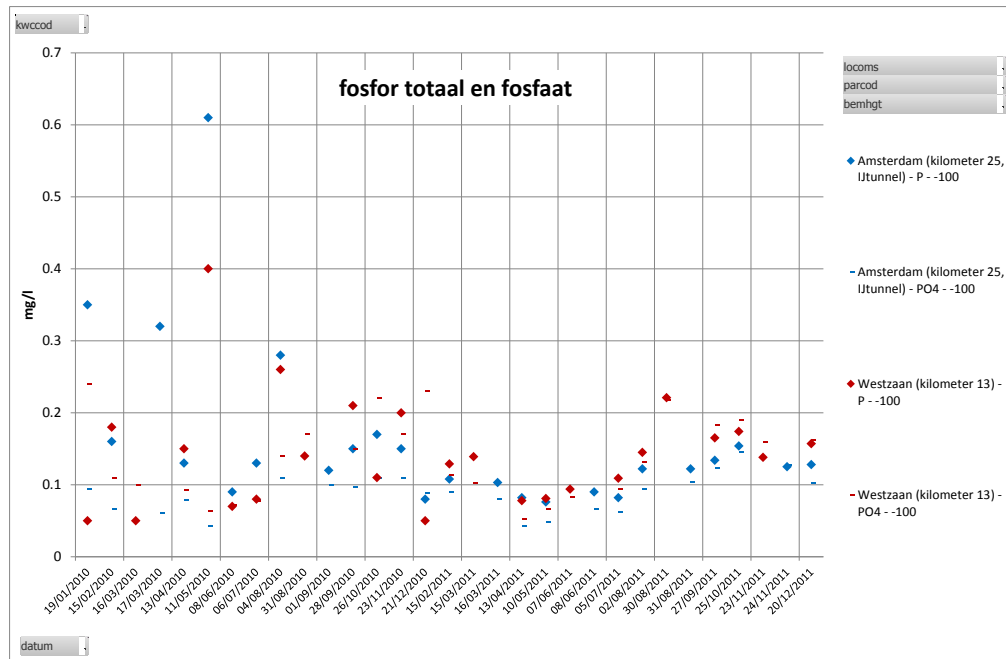


Figuur B-6.

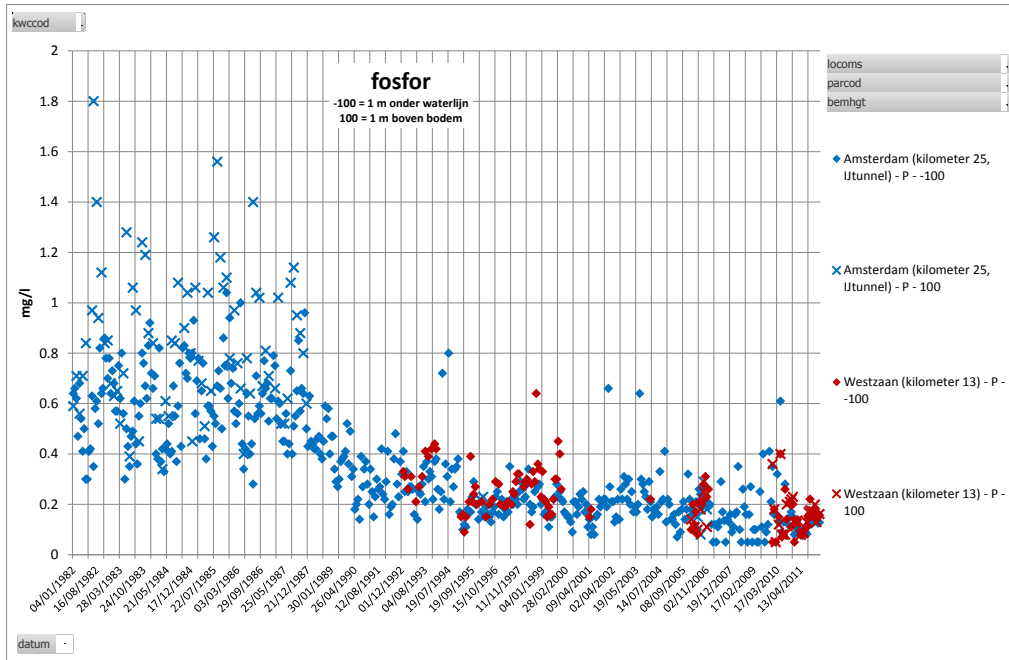
## Bijlage C Fosfor (en zuurstof)



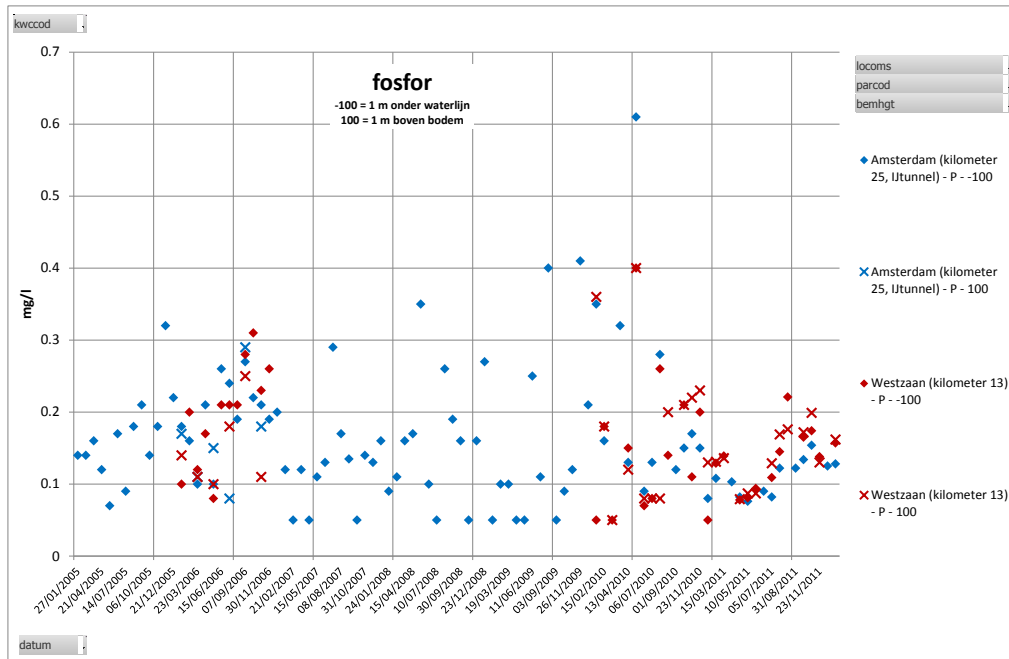
Figuur C-1. Fosfor en chloride in Zijkanaal H.



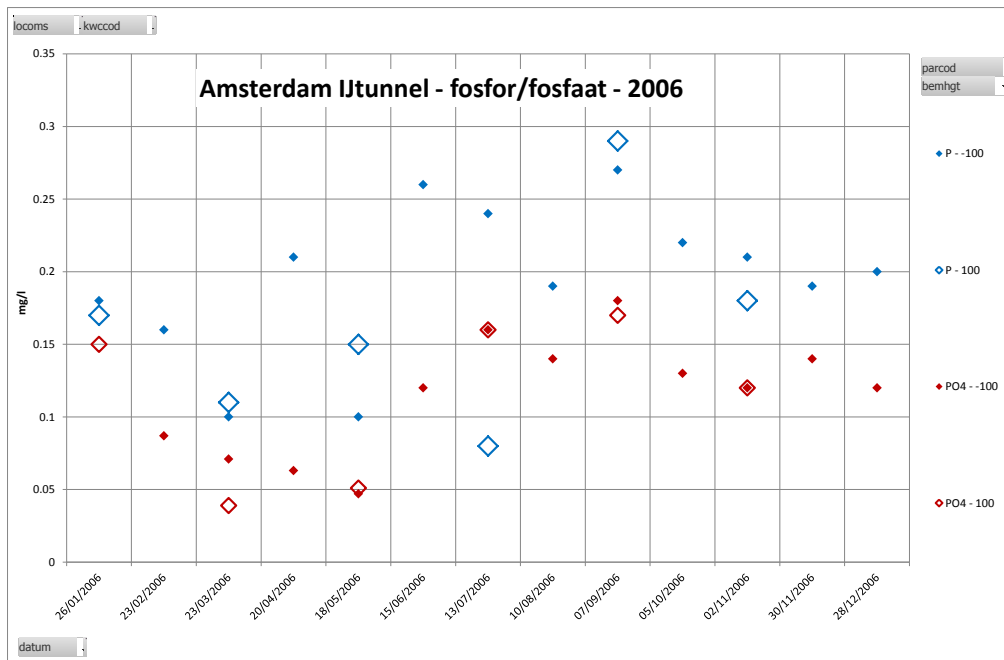
Figuur C-2. Fosfor en fosfaat in Westzaan en Amsterdam IJtunnel.



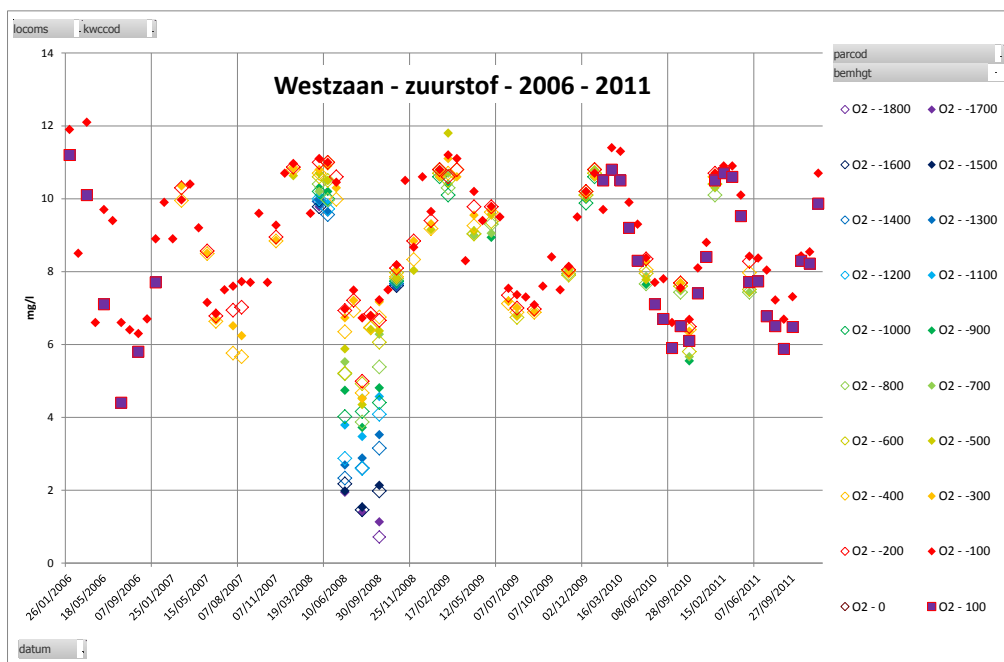
Figuur C-3. Fosfor en fosfaat nabij waterlijn (-100) en sediment (100) in Westzaan en Amsterdam.



Figuur C-4. Zoom van Figuur C-3.

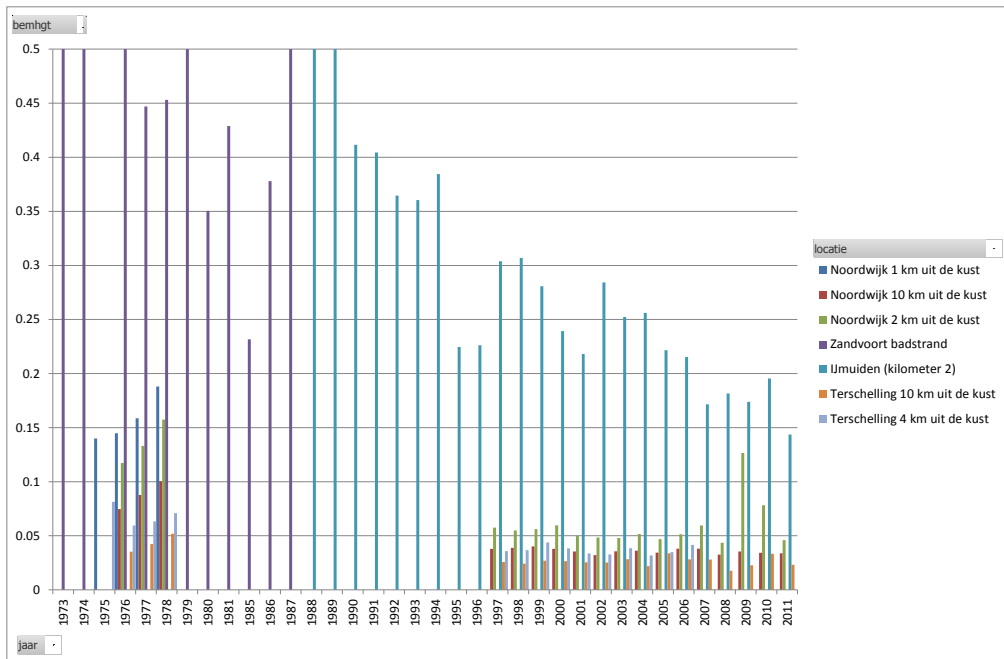


Figuur C-5.

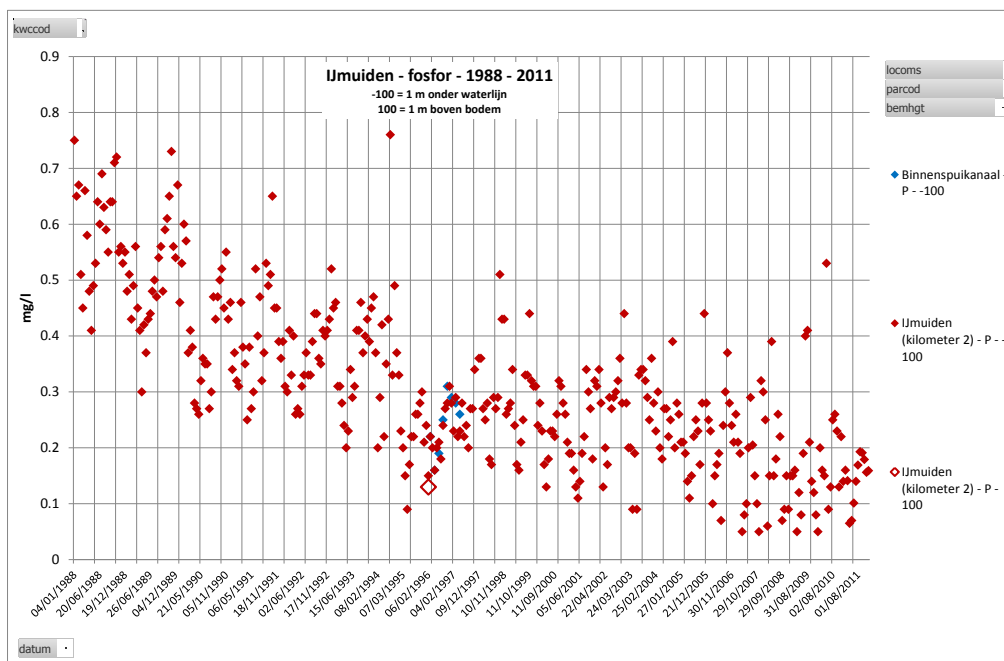


Figuur C-6.

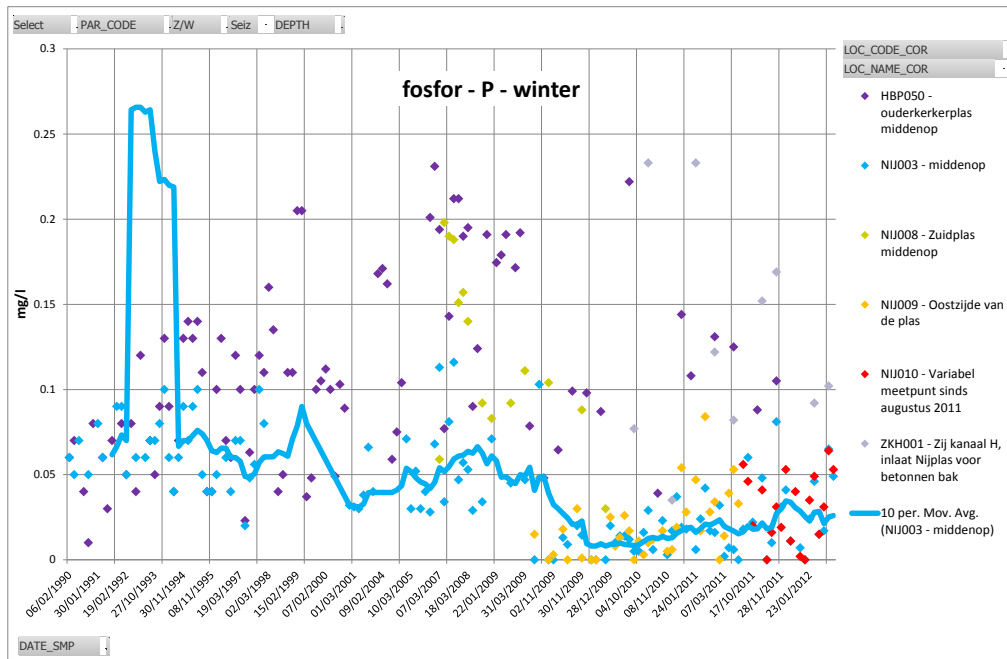




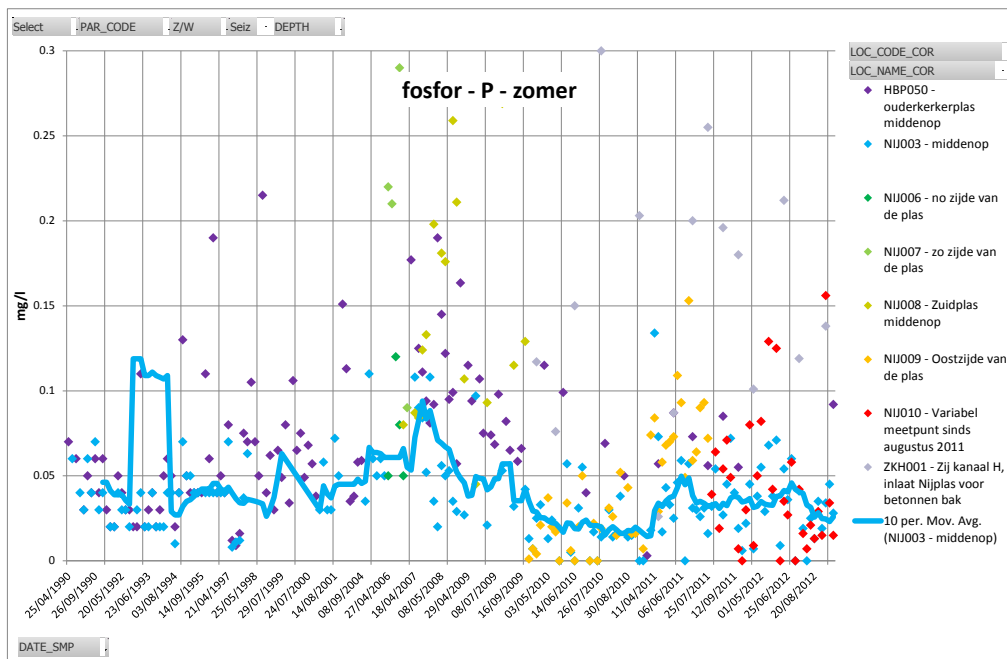
Figuur C-7. Parameter 'Totaal fosfaat in mg/l in oppervlaktewater' op verschillende locaties in de Noordzee en in het Noordzeekanaal bij IJmuiden. Gemeten op 1 m diepte.



Figuur C-8. Fosfor bij IJmuiden. Let op de enige diepe meting op 1 januari 1996: nabij de bodem wordt vrijwel hetzelfde gemeten als nabij de waterlijn.

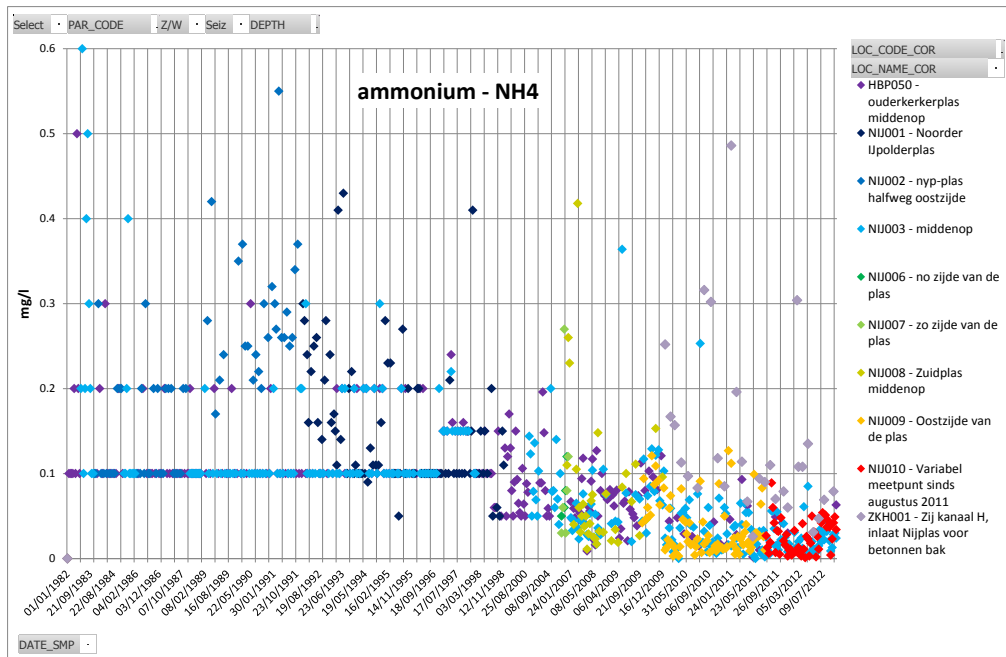


Figuur C-9. Fosfor Noorder IJplas in de winter.

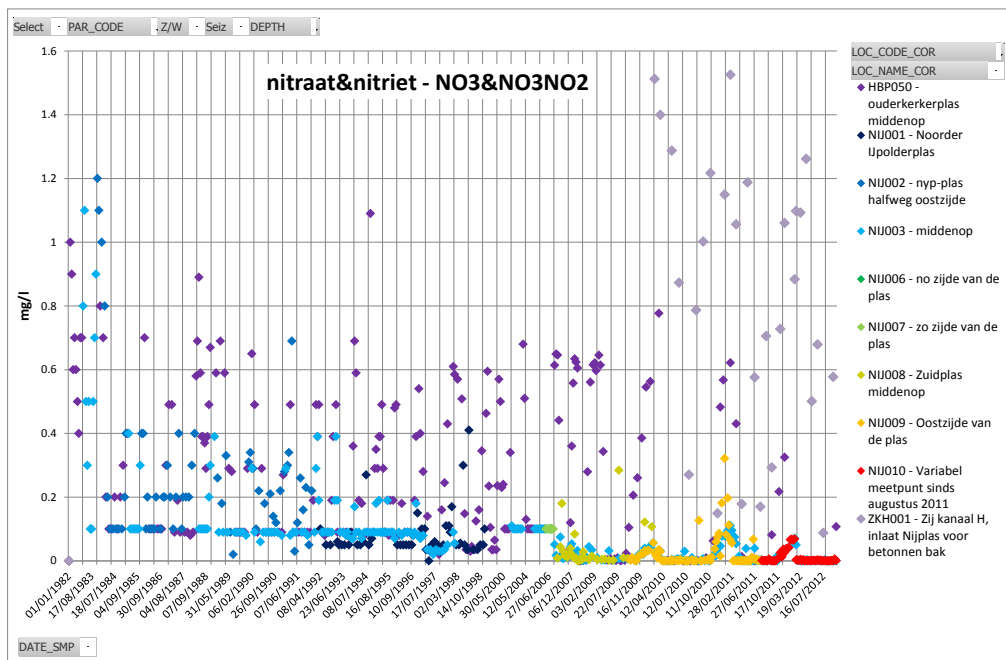


Figuur C-10. Fosfor Noorder IJplas in de zomer.

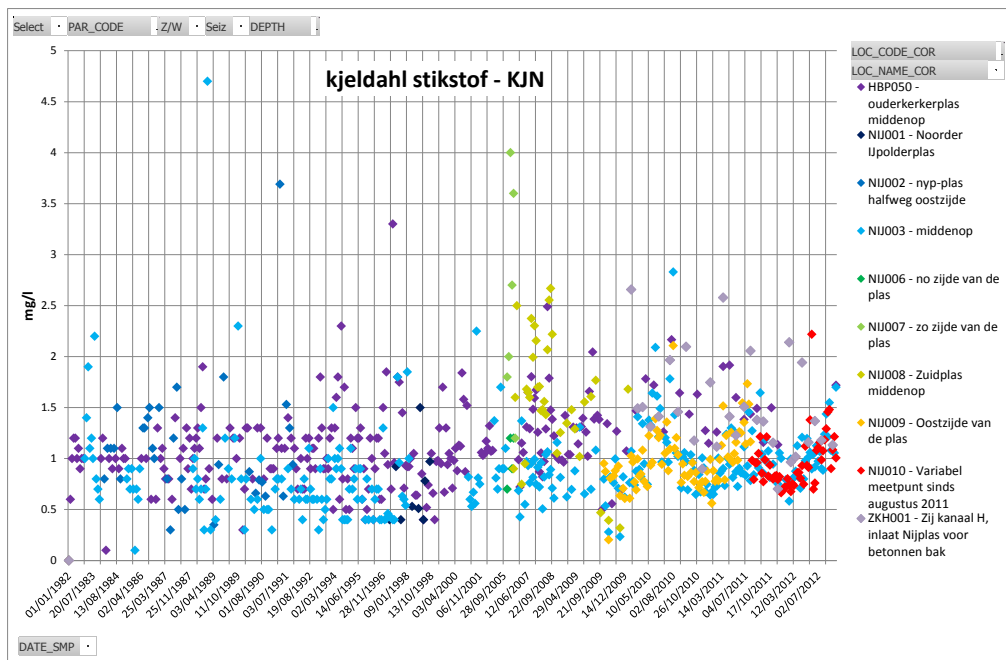
## Bijlage D Stikstof



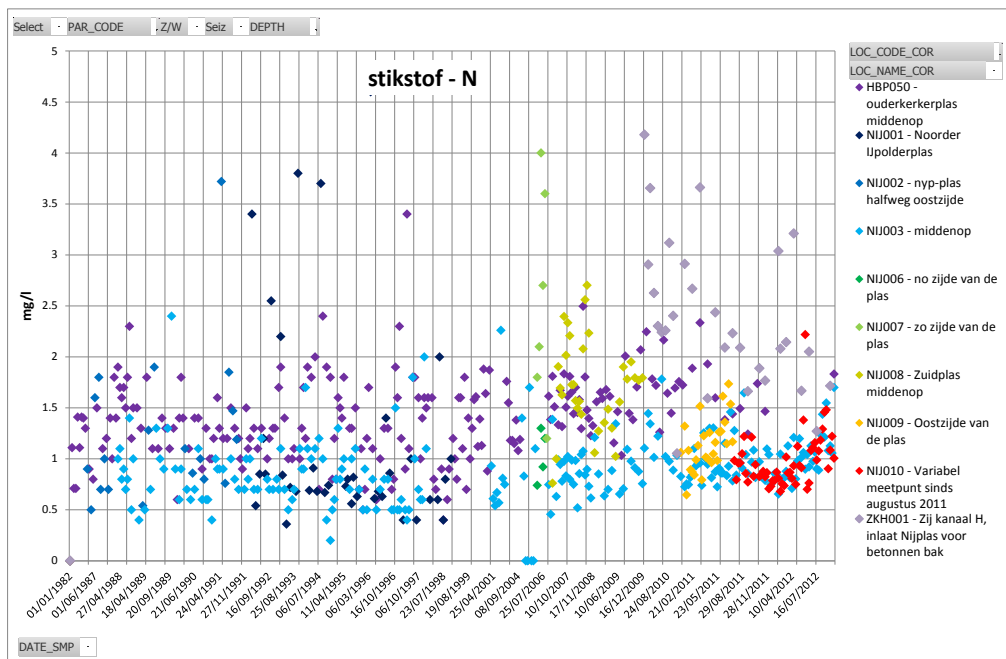
Figuur D-1.



Figuur D-2.

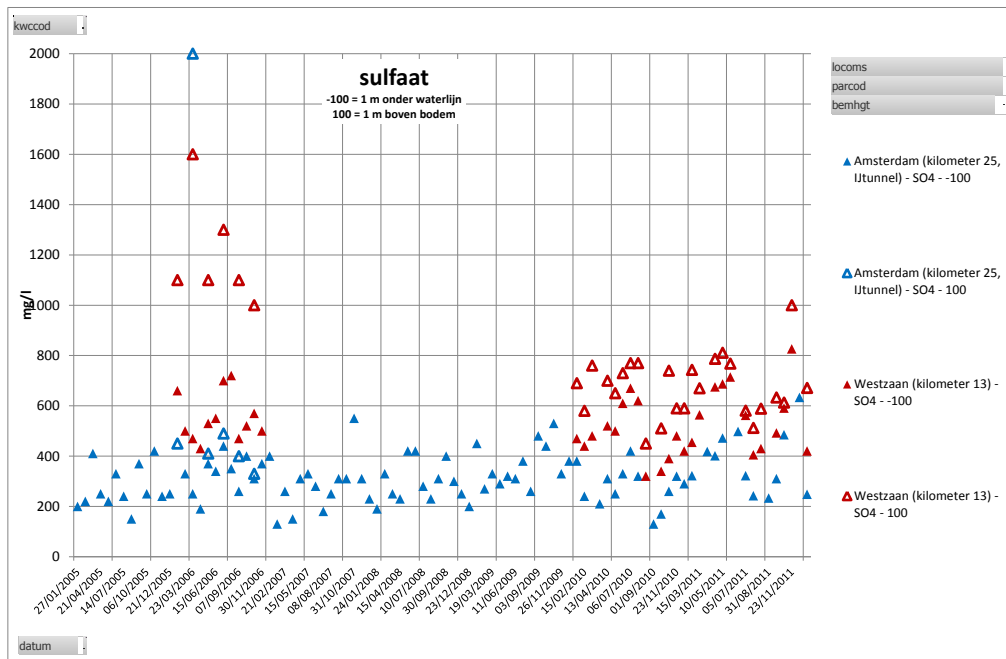


Figuur D-3.

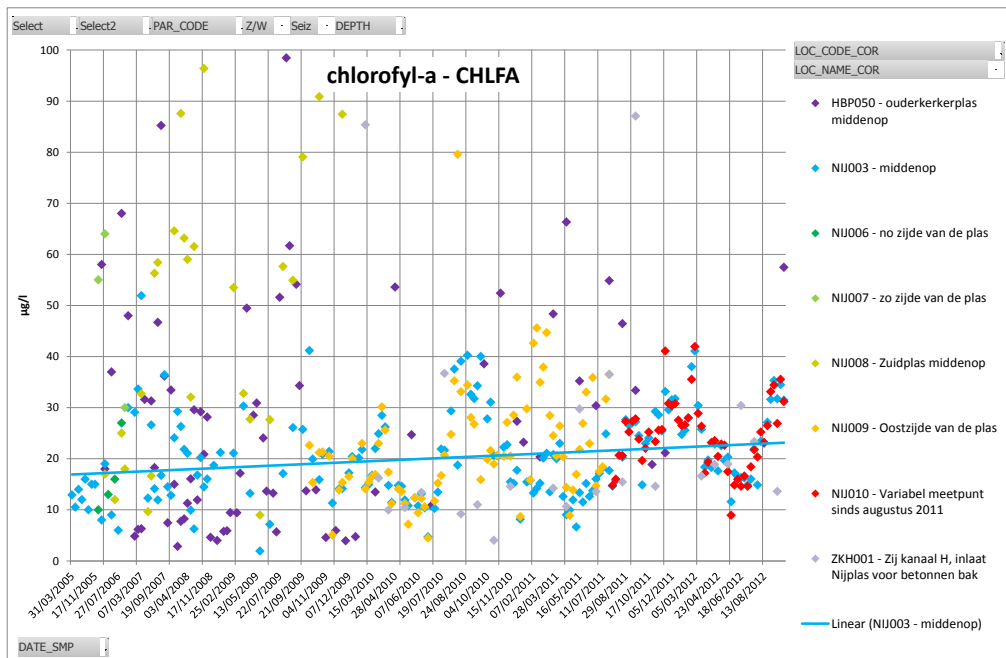


Figuur D-4.

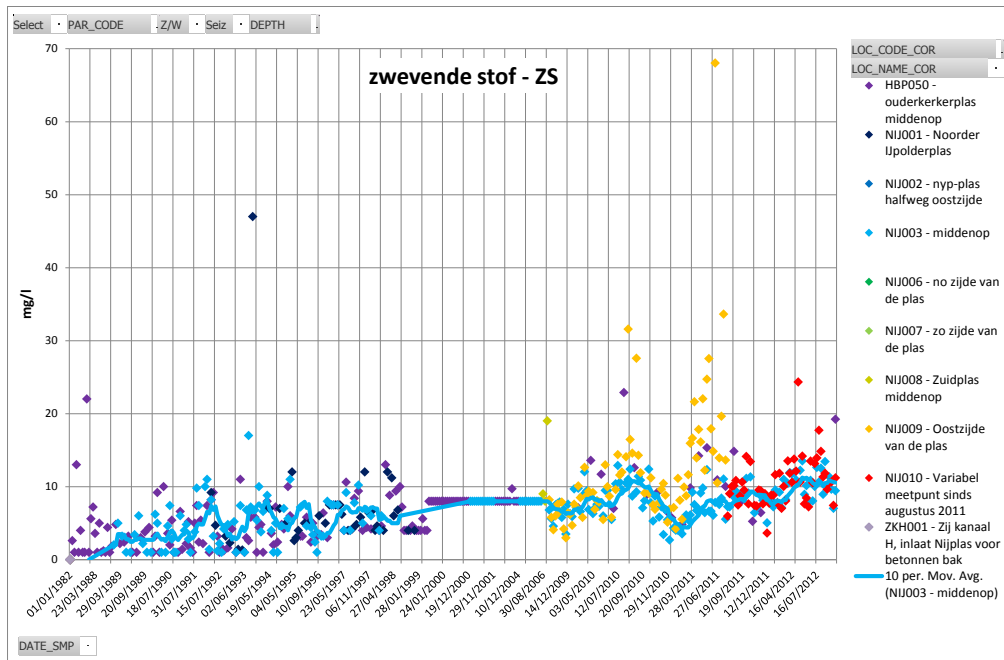
## Bijlage E Overig fysisch/chemisch



Figuur E-1.



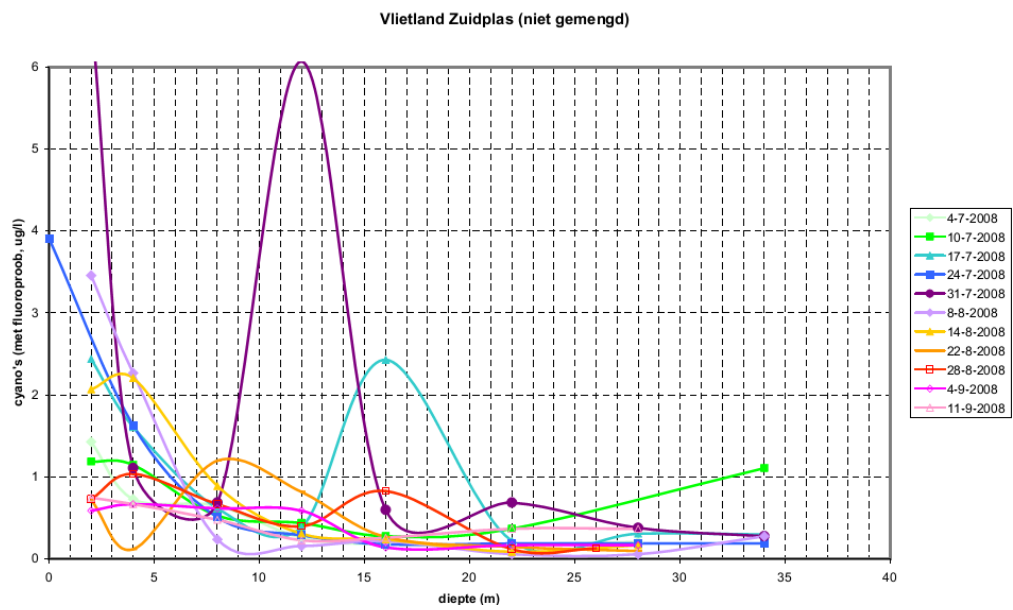
Figuur E-2. Zoom van Figuur 4-13, alle chlorofyl-a-metingen vanaf 2005.



Figuur E-3.

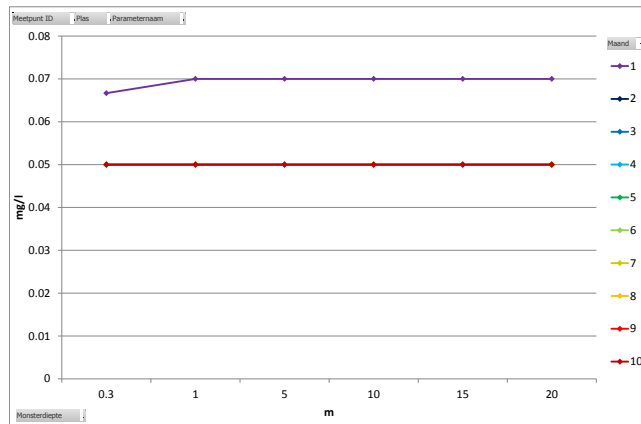


## Bijlage G Blauwalgen vs. diepte Vlietland

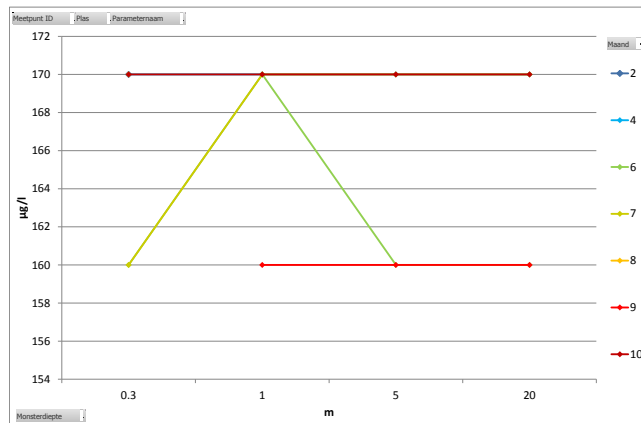




## Bijlage H Nitraat/nitriet en sulfaat vs. diepte



Figuur H-1. Nitraat/Nitriet vs. diepte.



Figuur H-2. Sulfaat vs. diepte.

## Bijlage I Sigarendoos verbrakken zoutsuppletie

Het alternatief voor verbrakken met inlaatwater is als rekenvoorbeeld het supple-  
ren van natriumchloride (bijvoorbeeld industriezout) om de plas van 500 mg/l naar  
1000 mg/l te brengen. Dat wil zeggen dat dezelfde hoeveelheid chloride die nu in  
de plas zit, moet worden toegevoegd: 2700 ton Cl. Omgerekend naar NaCl bete-  
kent dit dat 4500 ton oftewel 3700 m<sup>3</sup> NaCl moeten worden toegevoegd. Dat zijn  
169 vrachtwagens. Materiaalkosten bij 75 €/m<sup>3</sup> bedragen k€ 300.

Sigarendoosberekening volume keukenzout benodigd voor verbrakken plas		
<b>benodigde suppletie</b>		
plasvolume	5.4	Mm3
huidige concentratie Cl	500	g/m3
	2700	ton Cl
doelconcentratie Cl	1000	g/m3
benodigde suppletie Cl	2700	ton Cl
molgewicht Na	23	g/mol
molgewicht Cl	35.45	g/mol
soortelijk gewicht keukenzout (NaCl)	2.17	g/cm3 = ton/m3
geleverd soortelijk gewicht industriezout (info Frisia)	1.2	g/cm3 = ton/m3
benodigde suppletie Cl		
benodigd suppletie Na	1752	ton Na
benodigd suppletie Cl check	2700	ton Cl
<b>benodigd suppletie NaCl</b>	<b>4452</b>	<b>ton NaCl</b>
netto benodigd volume zout	3710	m3

## Bijlage J Verbrakken met Noordzeekanaalwater: Cl & P

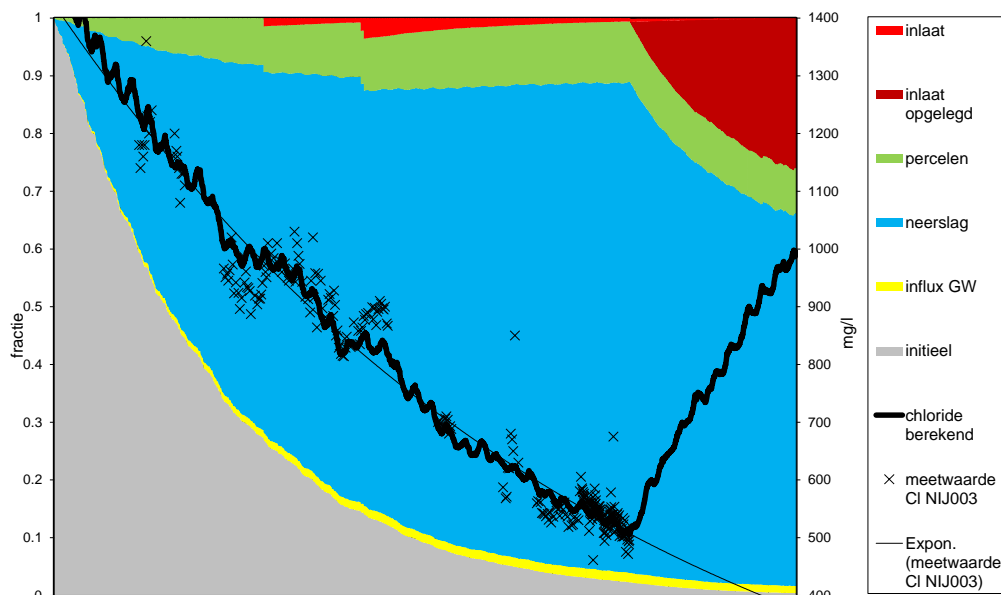
De Noorder IJplas kan in tien jaar worden verbrakt tot 1000 mg/l chloride door jaarlijks 6% van het plasvolume te suppleren: 750 m<sup>3</sup>/d (9 l/s, 0.5 m/j, 0.27 Mm<sup>3</sup>/j). Zie Figuur J-1. Dit is ongeveer het volume dat een kleine vispassage zal leveren aan uitwisseling (zie Bijlage K) indien voldoende waterstandsverschil aanwezig is en in stand gehouden kan worden (daarover verderop meer). De huidige belasting is berekend op 0.25-0.7 mgP/m<sup>2</sup>/d (zie 3.3.4). De suppletie brengt een verdubbeling van de berekende externe belasting met zich mee tot 0.55-1.3 mgP/m<sup>2</sup>/d (Figuur J-2). Indien een defosfatering wordt ingezet met een rendement van 70% wordt de externe belasting 0.35-0.85 mgP/m<sup>2</sup>/d. Merk op dat de combinatie van defosfateren en vispassage niet is onderzocht, maar dat deze in eerste instantie niet uitvoerbaar lijkt.

Indien de inlaat wordt verlegd naar het Noordzeekanaal zal de extra belasting verminderen, omdat de chlorideconcentratie (500-750 mg/l) hoger is en dus minder inlaatwater nodig is om dezelfde chloridetoename te krijgen. In dat geval is 575 m<sup>3</sup>/d nodig. Bovendien is de fosforconcentratie dan lager. De berekende externe belasting wordt dan ongeveer 0.45 – 1.0 mgP/m<sup>2</sup>/d.

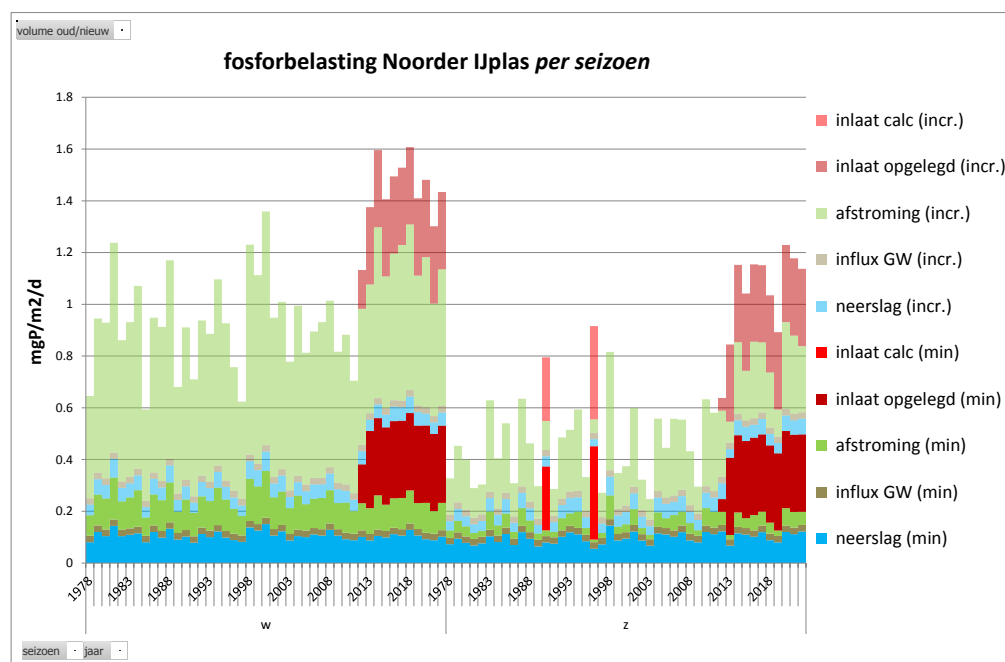
Indien vanaf nabij de waterbodem van het Noordzeekanaal wordt ingelaten vermindert de benodigde hoeveelheid inlaatwater verder. Dit is moeilijk te kwantificeren, omdat de diepe chlorideconcentraties nabij de bodem sterk variëren en omdat ter hoogte van Noorder IJplas niet wordt gemeten. Gebaseerd op de metingen van de laatste jaren is 5000 mg/l chloride een realistische inschatting, maar dan zal wel gecontroleerd moeten worden ingelaten, dus rekening houdend met de actuele chlorideconcentraties. Nabij de waterbodem neemt de fosforconcentratie licht toe (zie 4.2.2). Er zijn louter fosformetingen nabij bodem en waterlijn. Het is mogelijk dat er een diepte is waarop de chlorideconcentratie hoog is en die van fosfor laag, al lijkt de kans daarop niet groot. Ook metingen in februari 2011 van B-ware geven geen uitsluitel. Een meting op zeven meter diepte in de Amerikaanse haven gaf dezelfde fosforconcentratie als aan de oppervlakte (ongepubliceerde data). Op basis van de beschikbare metingen is de conclusie dat bij diepe inname fosforconcentraties van 0.18 mg/l kunnen worden verwacht. Met jaargemiddeld 220 m<sup>3</sup>/d wordt 1000 mg/l bereikt in tien jaar en neemt de belasting toe tot 0.35-0.85 mgP/m<sup>2</sup>/d. Met inachtneming van het feit dat de sulfaatinnamen dan zal toenemen en dat periodiek zuurstoflooswater kan worden ingenomen. Om in deze variant 2000 mg/l chloride te realiseren is weer ongeveer 750 m<sup>3</sup>/d nodig en neemt de belasting toe naar 0.5-1.2 mgP/m<sup>2</sup>/d en bij defosfateren met een rendement van 70% naar 0.3-0.9 mgP/m<sup>2</sup>/d. Gedetailleerder is deze optie verder niet uitgewerkt. Mocht deze optie aan de orde komen, dan dient op meerdere parameters te worden getoetst of het inlaatwater de gewenste kwaliteit heeft.

Bij alle genoemde verbrakkingsdebiëten wordt flexibel peilbeheer vrijwel verlaten. Alleen in zeer droge perioden is het waterstandsverschil beschikbaar dat onder vrij verval een dergelijke hoeveelheid water (tot 0.5 m/j bij 750 m<sup>3</sup>/d) aangevoerd kan worden. Vervolgens zal de waterstand zo hoog worden dat de volgende zomers nauwelijks water ingelaten kan worden. De bijkomende belasting wordt dan

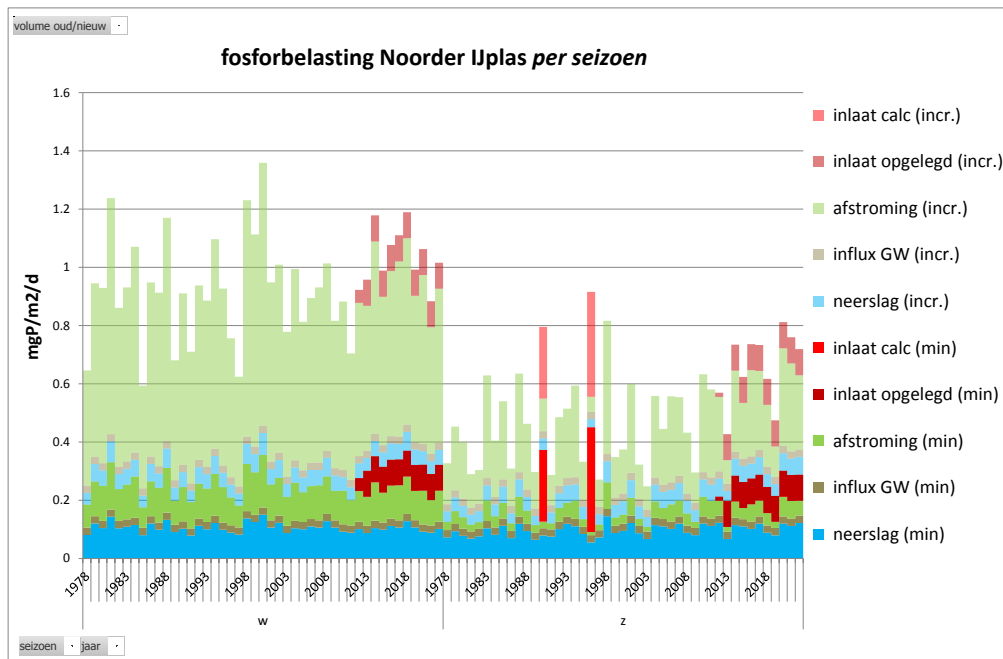
volledig geconcentreerd in het groeiseizoen (met te verwachten blauwalgbloeien tot gevolg). Er dient eenemaal aangelegd te worden om voldoende suppletie te realiseren. Het zal periodiek resulteren in het rondpompen van water: er wordt ingelaten terwijl de maximale waterstand al bereikt is en er afgelaten moet worden. De inlaat zal dan op een andere locatie moeten zijn gesitueerd dan de uitlaat om voldoende te verbrakken.



Figuur J-1. Fractiesom en chlorideverloop bij 10 jaar inlaat Noordzeekanaalwater 750 m<sup>3</sup>/d.



Figuur J-2. Fosforbelasting per seizoen incl. 10 jaar inlaat Noordzeekanaalwater 750 m<sup>3</sup>/d zonder defosfatering.



Figuur J-3. Fosforbelasting per seizoen incl. 10 jaar inlaat Noordzeekanaalwater 750 m<sup>3</sup>/d en een defosfateringsrendement van 70%.

## Bijlage K Kenmerken vispassage

Typische debieten voor kleinschalige vispassages zijn 5-50 l/s. Voor grotere en ruimere vispassages, zoals je die vooral aantreft in beken, wordt gerekend met debieten van 50-300 l/s.

Tabel K-1. Enkele kenmerken van een vispassage bij de Noorder IJplas.

			Migratie plas uit	Migratie plas in	Opmerking
Gemiddeld peil Noordzeekanaal			-0,40 tot -0,50	-0,40 tot -0,50	Op het Noordzeekanaal heerst getij. Afhankelijk van de getijslag bedraagt het peil -0,40 of -0,50 (soms -0,55)
Peil Noorder IJplas			-0,40 tot -0,20	-0,40 tot -0,75 (-0,85)	
Hoe stroomt het water?			Water stroomt <i>naar kanaal</i> . Relatief zoet water bereikt Noordzeekanaal. Vissen kunnen meemigreren naar het brakke kanaal.	Water stroomt <i>naar plas</i> . Relatief brak water bereikt de plas. Larven kunnen de plas bereiken met de stroom mee. Adulten komen tegen de stroom in naar het kanaal.	Winter: de uitstroom moet zodanig zijn dat de plas niet "leegloopt". Zomer : de instroom moet acceptabel zijn voor de P-belasting.
Gewenste trekperiode voor de meeste doelsoorten (zie 5.1 & tabel hieronder). Vistrap open.	Sept. t/m dec.	Maart t/m mei	De migratie de <b>plas in</b> kan voor volwassen vis niet goed worden gefaciliteerd, omdat de plas dan een te laag peil heeft. Migratie gaat tegenstrooms. Larven kunnen eventueel meekomen met inlaatwater. Migratie de <b>plas uit</b> kan wel goed worden gefaciliteerd.		

In Figuur 5-7 staat wat het belangrijkste paaiseizoen is van de doelsoorten voor migratie, zowel de plas in (veelal in het voorjaar) als de plas uit (veelal in najaar en winter).

Als water uit de plas wordt afgelaten in de maanden dat dit mogelijk is (januari t/m maart) dan zullen haring, sprout en spiering daarvan kunnen profiteren tijdens hun migratie de plas uit, maar de driedoornige stekelbaars niet zozeer. De voorjaarsmigratie (de plas in) kan het best worden gefaciliteerd door water de plas in te laten. Dat zou mogelijk zijn in de periode april-december, want dan is het peil in de plas lager dan in het kanaal. Dit zou het meest zin hebben in april, mei en juni. Vooral driedoornige stekelbaars, spiering en bot zullen prima binnenkomen (passief als larve met de stroom mee), glasaal alleen in de jaren dat het peil in de plas snel genoeg is gedaald. Wel is het zo dat paaitrek van het kanaal naar de plas niet mogelijk is, aangezien vis tegen de stroom in zal willen zwemmen.

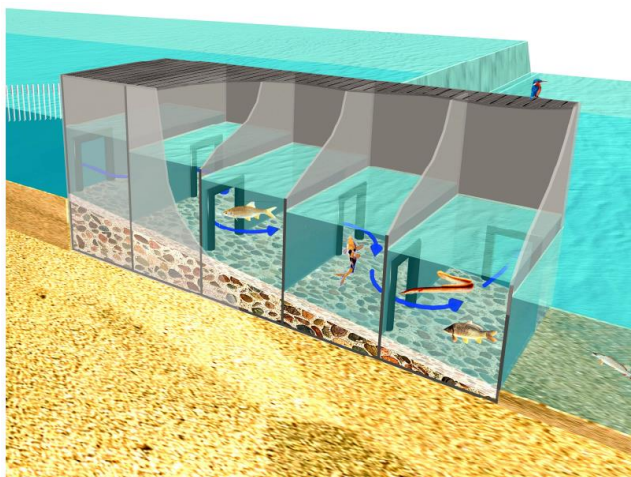
### Vispassage, stroom plas in

Een vispassage van het type "Vertical slot" of vergelijkbaar kan worden aangelegd.

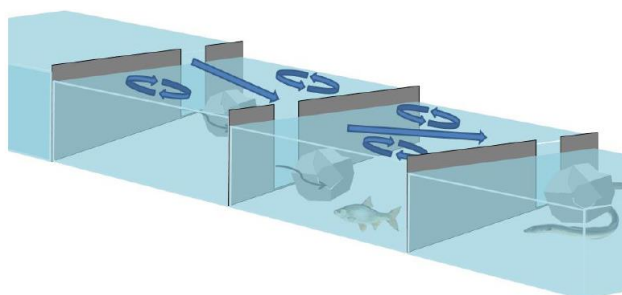
In zijn meest simpele vorm wordt de huidige inlaatbuis gebruikt om water af te laten in de periode dat dit mogelijk is. Daarmee wordt – afhankelijk van maand – zowel migratie de plas in gerealiseerd (volwassen vis komt van kanaal naar plas) als trek de plas uit (paairijpe vis wil naar kanaal om met de stroom mee te migreren naar zee. In de periode van half april tot en met december wordt de buis gesloten. De plas kan dan zakken naar zijn lagere zomerpeil.

Randvoorwaarden voor migratie van vis van kanaal naar plas (en vice versa):

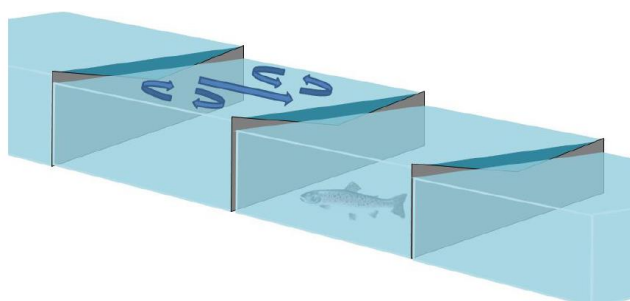
- Maximale stroomsnelheid in de vistrap 1 m/s, bij voorkeur 0,5 m/s of lager. Bij 0,4 m/s kunnen (volwassen) doelsoorten allemaal (bot, paling, spiering, aal, harder, sprout, haring, driedoornige stekelbaars, brasem, snoekbaars en baars) stroomopwaarts migreren. Voor de bodembewonende doelsoorten glasgrondel en dikkopje is dit niet bekend.
- De doorstroomopening moet minimaal 0,15 bij 0,25 m (0.04 m<sup>2</sup>) bedragen. Hoe groter, des te beter, maar ook des te meer waterverbuik<sup>4</sup>.”
- Type vistrap: *Vertical Slot* (passage zowel mogelijk langs bodem als langs oppervlak) of De Wit-vispassage (aangepaste *Vertical Slot*: passage onder water mogelijk). Het voordeel van de *Vertical Slot* en de *De Wit*-passage is dat die flink diep kan worden uitgevoerd, zodat de vissen in de compartimenten kunnen rusten en migreren zonder naar de oppervlakte te hoeven komen.



Figuur K-1. Schema van een De Wit-vispassage (De Bruin 2012).



Figuur K-2. Vertical Slot passage (De Bruin 2012).



Figuur K-3. Bekkenpassage (De Bruin 2012).

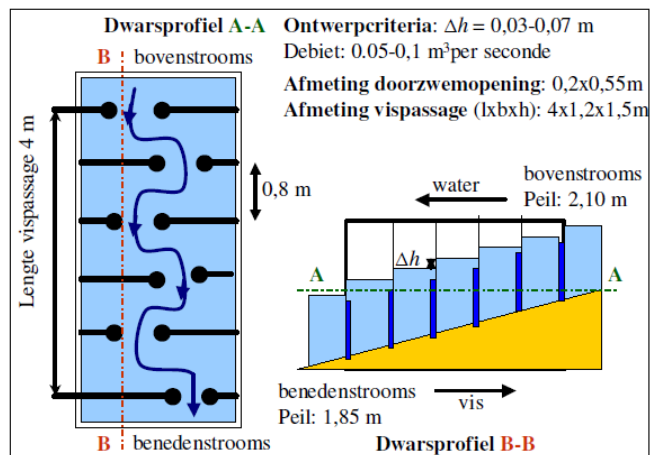
<sup>4</sup> Uit diverse geraadpleegde ontwerpen van vispassages, o.a. De Bruin, 2012

- Een vistrap in zijn simpelste vorm, die echter wel meer ruimte vraagt, is de bekkenvistrap, maar die wordt voornamelijk toegepast in stromende wateren die van zichzelf al niet zo diep zijn. Dit type wordt daarom niet voorgesteld.
- Om een idee te krijgen hoeveel waterverplaatsing aan de orde kan zijn, is een richtwaarde (bij een passage van 1 meter breed en een tredelhoogte van 5 cm) 144 l/s ofwel 12.000 m<sup>3</sup>/d, maar dit treedt alleen op zonder enige weerstand van bodem of wand.

Zie Tabel K-2.

- Ingericht worden vier treden (kamers) van 5 cm. Een bijzonderheid is dat de passage twee kanten moet kunnen opstromen. Bij een geopende afsluiter bepalen het peilverschil en een beweegbare drempel of de trap de ene of de andere kant op stroomt.

- Figuur K-4 toont een voorbeeld van een vistrap met een hoogteverschil van 25 cm in zeven stappen. Deze vistrap heeft een debiet van 75 l/s (bij gegeven dimensies). De doorzweopening is echter beperkt, namelijk 55 cm breed en 20 cm hoog. Aardig is dat ook een indruk wordt verkregen van het minimale ruimtebeslag. In dit voorbeeld bedraagt dat 4 bij 1,2 meter, terwijl de hoogte (maar het geheel is deels ingegraven) 1,5 meter bedraagt.



Figuur K-4. Schematische weergave van de De Wit-vispassage. Te zien zijn de dwarsprofielen van het bovenaanzicht A-A en de lengtedoorsnede B-B.

Tabel K-2. Karakteristieken van drie formaten vispassages en een aantal bijpassende variabelen.

	waterbesparende vispassage	Kuimer bemeten vispassage	Kuimste bemeten vispassage
<b>ZOMER, beschouwd is een verval per trede van 5 cm per trede bij gegeven dimensie doorstroomopening</b>			
Type	Vertical slot/De Wit	Vertical slot/De Wit	Vertical slot/De Wit
Breedte	15 cm	40 cm	80 cm
Debiet (l/s)	22	58	116
Debiet (m <sup>3</sup> /u) *)	79	209	418
Stroomsnelheid	?	?	?
Flux plas in (m <sup>3</sup> /d)	950	2506	5011
Flux plas uit (m <sup>3</sup> /d)	0	0	0
Max aantal dagen per seizoen open	120	120	120
Peilwijziging per dag (indien open, mm)	2	5	9
*) Zal optreden in de uren dat het peilverschil ook werkelijk > 20 cm is. Voor een etmaal schatting is 12 uur gebruikt			
<b>WINTER, beschouwd is een verval van 5 cm per trede bij gegeven dimensie doorstroomopening</b>			
Type	Vertical slot/De Wit	Vertical slot/De Wit	Vertical slot/De Wit
Breedte	15 cm	40 cm	80 cm
Debiet (l/s)			
Debiet (m <sup>3</sup> /u)	79	209	418
Stroomsnelheid	?	?	?
Flux plas in (m <sup>3</sup> /d)	0	0	0
Flux plas uit (m <sup>3</sup> /d)	1901	5011	10022
Max aantal dagen per seizoen open	120	120	120
Peilwijziging per dag (indien open, mm)	3	9	18