



# Kroospilot binnenstad Delft 2018-2020

Onderzoek naar oorzaken,  
effecten en maatregelen

Onderzoeksrapport



Hoogheemraadschap van  
**Delfland**



# Kroospilot binnenstad Delft 2018-2020

Onderzoek naar oorzaken, effecten en maatregelen



Auteurs	E.P. Raaphorst	
	A. Rijnks	
Bijdrage	A. Boele	R. Huijbregts
	N. Schuil	R. van Beek
	D. van den Berg	K. van Kampen
	A.P. Feenstra	D. van den Tempel
	N. van der Marel	R. Molenaar
	J.K. van Es	Vrijwilligers kroosmonitoring
	L. Bezemer	
Status	Definitief	
Datum	10-5-2021	

Foto omslag: A. Rijnks; ophoping kroos bij gemaal Duyvelsgatbrug ten tijde van doorspoelpilot.

Foto titelpagina: E.P. Raaphorst; resultaat van de verwijderingspilot met K.S.V. Virgiel aan de Molslaan, met een sterke reductie op vak 48.

## **Inhoud**

1. Samenvatting.....	4
2. Inleiding .....	5
2.1 Achtergrond.....	5
2.2 Probleembeschrijving .....	5
2.3 Doel van deze rapportage .....	5
2.4 Kader .....	5
2.5 Leeswijzer .....	5
3. Aanpak.....	6
4. Deelonderzoek I: Intensieve monitoring kroosbedekking .....	7
4.1 Aanleiding.....	7
4.2 Doel .....	7
4.3 Methode.....	7
4.4 Resultaten.....	7
4.5 Conclusie .....	15
4.6 Discussie .....	15
5. Deelonderzoek II: Zuurstofhuishouding .....	17
5.1 Aanleiding.....	17
5.2 Doel .....	17
5.3 Methode.....	17
5.4 Resultaten.....	18
5.5 Conclusie .....	21
5.6 Discussie .....	21
6. Deelonderzoek III: Vegetatie .....	22
6.1 Aanleiding.....	22
6.2 Doel .....	22
6.3 Methode.....	22
6.4 Resultaten.....	23
6.5 Conclusie .....	28
6.6 Discussie .....	28
7. Deelonderzoek IV: Water- en bodemkwaliteit.....	30
7.1 Aanleiding.....	30
7.2 Doel .....	30

7.3 Methode .....	30
7.4 Resultaten.....	30
7.5 Conclusie .....	34
7.6 Discussie .....	34
8. Deelpilot I: Systeemaanpassing met drijfbalken .....	35
8.1 Aanleiding.....	35
8.2 Doel .....	35
8.3 Methode.....	35
8.4 Resultaten.....	36
8.5 Conclusie .....	38
8.6 Discussie .....	38
9. Deelpilot II: Curatief doorspoelen en verwijderen.....	39
9.1 Aanleiding.....	39
9.2 Doel .....	39
9.3 Methode.....	39
9.4 Resultaten.....	40
9.5 Conclusie .....	42
9.6 Discussie .....	42
10. Deelpilot III: Preventief doorspoelen .....	43
10.1 Aanleiding.....	43
10.2 Doel .....	43
10.3 Methode.....	43
10.4 Resultaten.....	44
10.5 Conclusie .....	46
10.6 Discussie .....	46
11. Deelpilot IV: Handmatige krooschepactie K.S.V. Virgiel .....	47
11.1 Aanleiding.....	47
11.2 Doel .....	47
11.3 Methode.....	48
11.4 Resultaten.....	48
11.5 Conclusie .....	49
11.6 Discussie .....	50
12. Synthese kroospilot binnenstad Delft .....	51
12.1 Oorzaken en gevolgen van kroos in de binnenstad van Delft.....	51

12.2 (On)mogelijkheden voor aanpak van kroos in de binnenstad van Delft.....	52
12.3 Afsluitende aanbeveling .....	52
13. Literatuur .....	53

## **1. Samenvatting**

In de stad Delft is de afgelopen jaren in meer en mindere mate overlast van kroos ervaren. De gemeente en het Hoogheemraadschap Delfland hebben daarom afspraken gemaakt over gezamenlijk onderzoek wat vorm heeft gekregen in een pilot. Via 4 deelonderzoeken en 4 deelpilots zoveel mogelijk kennis vergaard over oorzaken, effecten en maatregelen in relatie tot kroos.

In de 4 deelonderzoeken is gekeken naar de groei en verplaatsing van kroos, de interactie met overige vegetatie, de zuurstofhuishouding en andere kwaliteitsparameters van water en bodem. De vergaarde data duidt er op dat de waterbodem zeer rijk aan fosfor is. Zuurstofgehalten dalen rond de overgang van het voorjaar naar de zomer, waardoor nalevering van fosfor versterkt lijkt te worden. Dit leidt waarschijnlijk tot een versnelling in kroosgroei waardoor ondergedoken zuurstofwaardes verder dalen. Er ontstaat zodoende een vicieuze cirkel die mogelijk nog versterkt wordt door het afsterven van waterplanten onder het kroos.

In de zomer groeien waterplanten (gele plomp, witte waterlelie en grof hoornblad) dusdanig dat het kroos niet meer makkelijk door de wind verplaatst kan worden en ter plekke goed kan groeien. Deze aspecten samen zorgen dat het kroos kan uitgroeien tot kroosdekken. Op de piek van de kroosgroei is ongeveer de helft van het oppervlak van de grachten bedekt met kroos.

In sommige jaren ontstaat door afwezigheid van stroming een situatie op de boezemkanalen waardoor kroos zich op de kanalen rond de binnenstad verzameld en daar niet weg gaat. In die jaren verveevoudigd de hoeveelheid kroos in vergelijking met wat er lokaal in de binnenstad groeit. Dit is vooral in 2016 en 2017 gezien, en is afhankelijk van omstandigheden zoals weer en stromingsrichting.

Wanneer het kroosdek zich vormt, sterven vooral ondergedoken waterplanten af, en het zuurstofgehalte daalt dan nog verder. Onder het kroosdek is het stikdonker, en voor veel waterplanten en -dieren zijn de omstandigheden slecht.

In 4 deelpilots is gekeken naar mogelijkheden om het kroos aan te pakken. Dit is gedaan via curatief doorspoelen met gemaal Duyvelsgatbrug, preventief doorspoelen met een pomp aan het Rietveld, isoleren van delen van de binnenstad met drijfbalken en handmatig wegscheppen van kroos.

Uit de deelpilots blijkt dat het hoe dan ook niet haalbaar is om het kroos 'eenvoudig' weg te krijgen. Een maatregel gaat altijd inzet, keuzes en voldoende middelen vragen. De doorspoelmaatregelen krijgen kroos in beweging, maar stuiten op weerstand door andere waterplanten, die het kroos doen opstropen. Op een plek zich verzamelend kroos verwijderen is vaak lastig, vanwege de beperkte bewegingsruimte voor groot materieel in de binnenstad. Doorspoelen lijkt ook onvoldoende te doen met de waterkwaliteit om de groei te remmen.

Isoleren kan helpen op enkele tactische locaties. Een drijfbalk aan de Binnenwatersloot hield kroos dat vanuit de Buitenwatersloot voorbij kwam goed buiten de binnenstad. Maar op andere locaties zorgde het juist door die isolatie voor een sterkere kroosgroei. Delen isoleren is wel verstandig als wordt gekozen om lokaal handmatig kroos te verwijderen. Op deze manier blijft het te behandelen deel behapbaar, en komt er niet telkens nieuw kroos aandrijven. Dit is echter niet toe te passen op de hele binnenstad aangezien er ook boten varen, en het aansturen van schonen van al deze stukjes een forse operatie vraagt.

Het verwijderen van kroos via de hier getoetste methodes lijkt dus nog het meest kansrijk als naar doorspoelen wordt gekeken. Dit vraagt wel investeringen en keuzes. Een nog te realiseren gemaal, bijvoorbeeld op de locatie van voormalig gemaal Kalverbos, moet idealiter met de heersende windrichting mee malen. Ook moet er voor worden gekozen om waterplanten deels weg te maaien (stroombanen creëren) om te zorgen dat het kroos niet opstroopt en daadwerkelijk weg kan. De wenselijkheid daarvan staat echter ter discussie, omdat er juist ook wordt gewerkt aan meer waterplanten in het boezemsysteem. Een dergelijke aanpak vraagt dus nog nadere uitwerking.

## **2. Inleiding**

### **2.1 Achtergrond**

In recente jaren, met name 2016 en 2017, heeft er meer kroos dan gebruikelijk in de binnenstad van Delft en op de omliggende kanalen gelegen. Dat trok de aandacht van burgers en bestuurders, en leidde ook tot berichtgeving in de media (Rosenburg, 2016; Van der Velden, 2017). In Raaphorst (2017) is een verkennend onderzoek gedaan naar deze kroosbedekkingen, en gekeken naar transport van elders als probleem. Tussen Delfland en Delft zijn in maart 2017 bestuurlijke afspraken gemaakt om gezamenlijk onderzoek te doen naar oorzaken van en maatregelen tegen kroos in en om centrum Delft. Daarbij zijn bij het onderzoek van 2017 gedachtenrichtingen voor oplossingsmogelijkheden gegeven, die nog uitgebreider verkend moesten worden. Er lag ook betrekkelijk weinig nadruk op lokale groei, bij gebrek aan voldoende detailinformatie en beperkte signalen naar de rol daarvan in de beschikbare bronnen. Toch zijn er naderhand vermoedens ontstaan dat dit niet terecht was. Al met al waren er dus naast de afspraken ook verschillende open einden in het onderzoek die nadere verkenning nodig hadden. In dit onderzoeksrapport is, in een samenwerking tussen Gemeente Delft en Hoogheemraadschap van Delfland, dieper gekeken naar het fenomeen kroosoverlast in de binnenstad van Delft.

### **2.2 Probleembeschrijving**

In de binnenstad van Delft liggen zomers kroosdekken. Delfland en Delft hebben afgesproken om de oorzaken, gevolgen en mogelijke maatregelen te onderzoeken door middel van een aantal onderzoeken en pilots.

### **2.3 Doel van deze rapportage**

In deze rapportage worden de onderzoeken en pilots die zijn uitgevoerd rond het kroos in de Delftse binnenstad beschreven, en de resultaten daarvan gepresenteerd. Op basis van deze resultaten worden mogelijke handelingsperspectieven beschreven.

### **2.4 Kader**

Het voornaamste kader voor dit onderzoek vormen de bestuurlijke afspraken tussen Hoogheemraadschap van Delfland en de gemeente Delft van 27 maart 2017, waarin is afgesproken gezamenlijk onderzoek te doen naar het fenomeen kroos in centrum Delft.

De gemeente Delft en het Hoogheemraadschap van Delfland werken daarnaast aan schoon en gezond water, enerzijds om een prettige leefomgeving in de binnenstad te creëren, anderzijds om in het watersysteem een afdoende ecologische kwaliteit te behalen. Het Schiekanaal en een deel van de grachten zijn gedefinieerd als waterlichaam voor de Kaderrichtlijn Water (namelijk, boezem Schie), en daarvoor moet een goed ecologisch potentieel worden behaald. De binnenstad vormt een onder van het Netwerk van Natte Ecologische Zones dat Delfland o.a. hanteert om de doelen voor de KRW te behalen, en verbetering van de ecologische kwaliteit hier draagt bij aan het functioneren van dat netwerk.

### **2.5 Leeswijzer**

Hoofdstuk 3 beschrijft kort de gedachte achter de gekozen aanpak van dit onderwerp. Hoofdstukken 4, 5, 6 en 7 beschrijven 4 deelonderzoeken die zijn uitgevoerd. In hoofdstukken 8, 9, 10 en 11 worden de resultaten van 4 praktisch ingestoken pilots toegelicht. Omdat de onderzoeken en pilots veel samenhang hebben en ondersteunend aan elkaar zijn, wordt in hoofdstuk 12 een synthese van het resultaat gegeven. Gebruikte literatuurverwijzingen staan in hoofdstuk 13.

### **3. Aanpak**

Om beter inzicht te krijgen in de oorzaken, gevolgen en mogelijke oplossingsrichtingen zijn een aantal onderzoeken en pilots uitgevoerd. Deze manier is gekozen om met de beschikbare tijd en middelen zoveel mogelijk inzichten te verzamelen. Door deze onderzoeken, andere onderzoeken naar kroos die in Delfland zijn uitgevoerd in de afgelopen, en beschikbare literatuur te combineren, is een beeld van de situatie en mogelijke oplossingen geschetst. Ieder van deze deelprojecten is in de hierna volgende hoofdstukken beschreven, met een afsluitende synthese die beschrijft wat er is geleerd van de kroospilot binnenstad Delft.



## **4. Deelonderzoek I: Intensieve monitoring kroosbedekking**

### **4.1 Aanleiding**

Kroos kan ontzettend snel groeien, onder ideale omstandigheden kan de populatie zich om de paar dagen verdubbelen. Daarnaast drijft het kroos los op het water, en is het zeer beweeglijk onder invloed van wind en stroming. Dat maakt het lastig om goed begrip te krijgen van ontwikkelingen van kroos door de tijd en het onderzoeksgebied heen, als dit niet op een intensieve manier wordt onderzocht.

### **4.2 Doel**

Om enerzijds veel beter inzicht te krijgen in de processen van kroosgroei en -beweging, en om goed te kunnen volgen wat de effecten van verschillende ingrepen zijn, is het nodig de ontwikkeling van kroos met een relatief hoog detailniveau worden gevolgd. Met dit deel van het onderzoek wordt de bedekking van kroos in en om de binnenstad op intensieve wijze vastgelegd.

### **4.3 Methode**

Om op ruimtelijk niveau goed inzicht te krijgen in de kroosbedekking, zijn alle watergangen in en om Delft in logische eenheden opgeknipt tot overzichtelijke vlakken. Bijvoorbeeld, een watergang van brug tot brug zonder bocht, zodat het hele vlak vanuit 1 positie kan worden overzien. Aan al deze vlakken is een monsterpunt gehangen. Deze vlakken en punten, met hun nummering, is te zien in figuur 1.

Op al deze punten is van 1 mei t/m 6 november 2018 en van 7 mei t/m 5 november 2019, wekelijks op dinsdag, een opname van de kroosbedekking gedaan. Voor ieder vlak is ingeschat hoeveel procent van het wateroppervlak bedekt was met kroos(varen). Dit is uitgevoerd door een enthousiast team van collega's, die ieder een deel van de punten voor hun rekening nam: Frank Barten, Djoline van den Berg, Jan Dragt, Rob Hoefnagel, Aiske Rijnks, Dik Ludikhuize en de auteur, en Joep de Koning als vaste achtervang. Op 2 juli 2020 en 3 september 2020 zijn voor de 24-uurs zuurstofmetingen door de auteur nog aanvullende rondes in heel het onderzoeksgebied gedaan.

Naast deze veldrondes, is ook met behulp van andere bronnen, getracht reconstructies van eerdere jaren te maken. Hiervoor zijn veldopnames van een doorspoelproef in 2016 (zie Raaphorst, 2017) gebruikt, en zijn verschillende lucht- en satellietfoto's geraadpleegd via Google Earth, het satellietsdataportaal en Beeldmateriaal Nederland.

### **4.4 Resultaten**

In figuur 2 en 3 zijn de kroosbedekkingen weergegeven, uitgedrukt in percentage bedekt wateroppervlak ten opzichte van het totale wateroppervlak voor 2018 en 2019, de jaren dat intensief is gemonitord. Deze zijn gesplitst, enerzijds is de bedekking van de binnenstad (grachten) gegeven, anderzijds de bedekking van de omliggende kanalen (Rijn-Schiekanaal, Westvest, Buitenwatersloot).

Te zien is dat in de binnenstad in juli pas de kroosbedekking voorbij de 5% groeit, en dan met toenemende snelheid piekt op zo'n 50%. In oktober neemt de bedekking weer hard af, en begin november is het kroos zo goed als weg.

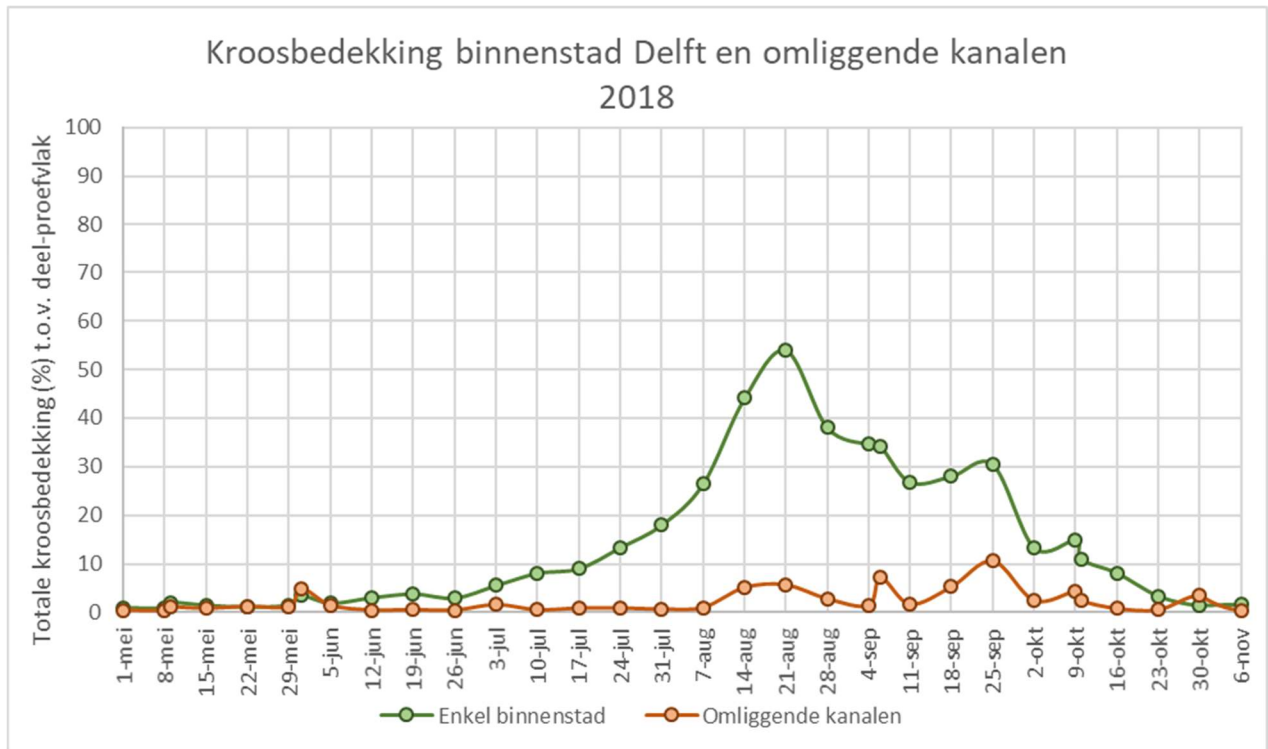
Op de omliggende kanalen is een heel ander beeld te zien. De kroosbedekking komt maar weinig tot ontwikkeling, en vooral betrekkelijk kortdurende piekjes zijn. Kroos dat op de kanalen komt vanuit de binnenstad of vanuit elders drijft rond, en verdwijnt weer een andere kant op, afhankelijk van windrichting en stroming.

Wat vooral opvalt, is dat de meeste kroosbedekking in de binnenstad te vinden is, en dat de toename een patroon volgt dat goed te rijmen is met een gestage aangroei. Er is ook geen extreme kroosgroei waargenomen zoals in de jaren voorafgaand aan de ze monitoring.

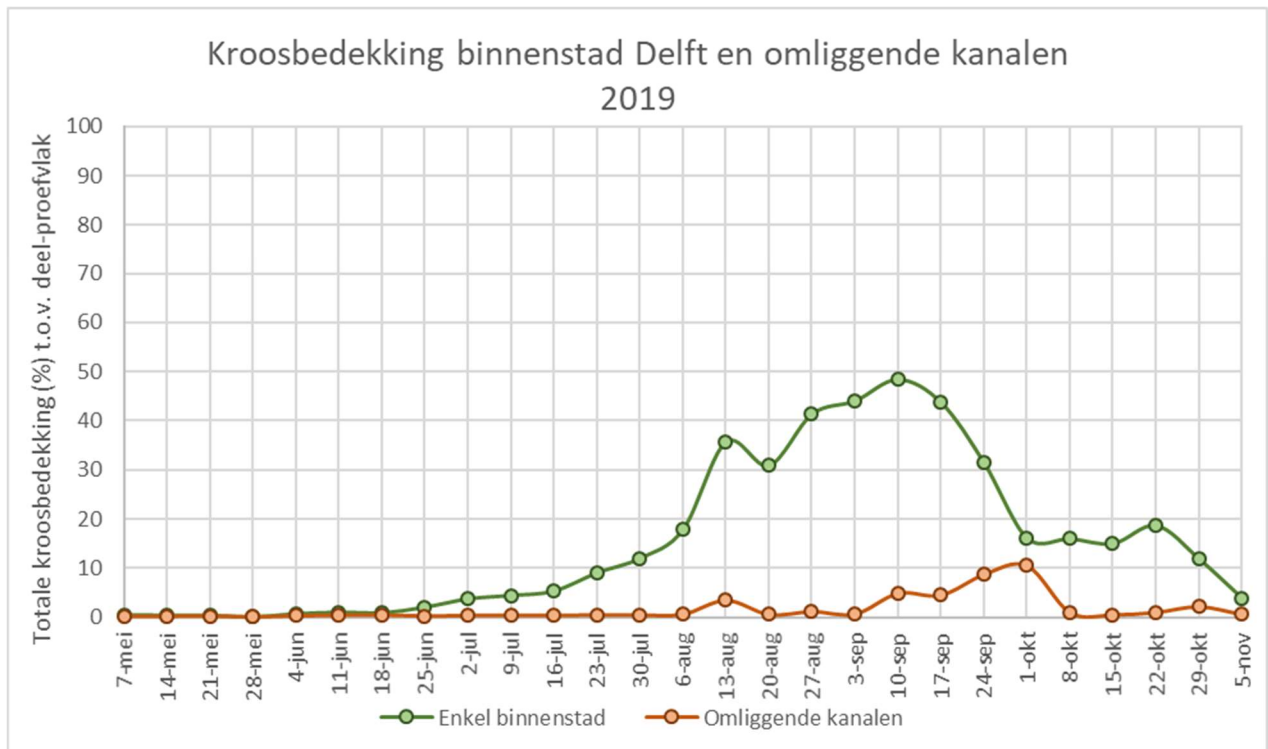
In figuur 4 zijn tevens de gegevens van 2016 en 2020 toegevoegd. Omdat deze twee jaren minder structurele (wekelijkse) data hebben, is geen verbindingslijn tussen de datapunten gebruikt. Aan de twee meetmomenten in 2020 is globaal te zien dat dit jaar overeenkomsten met 2018 en 2019 heeft.



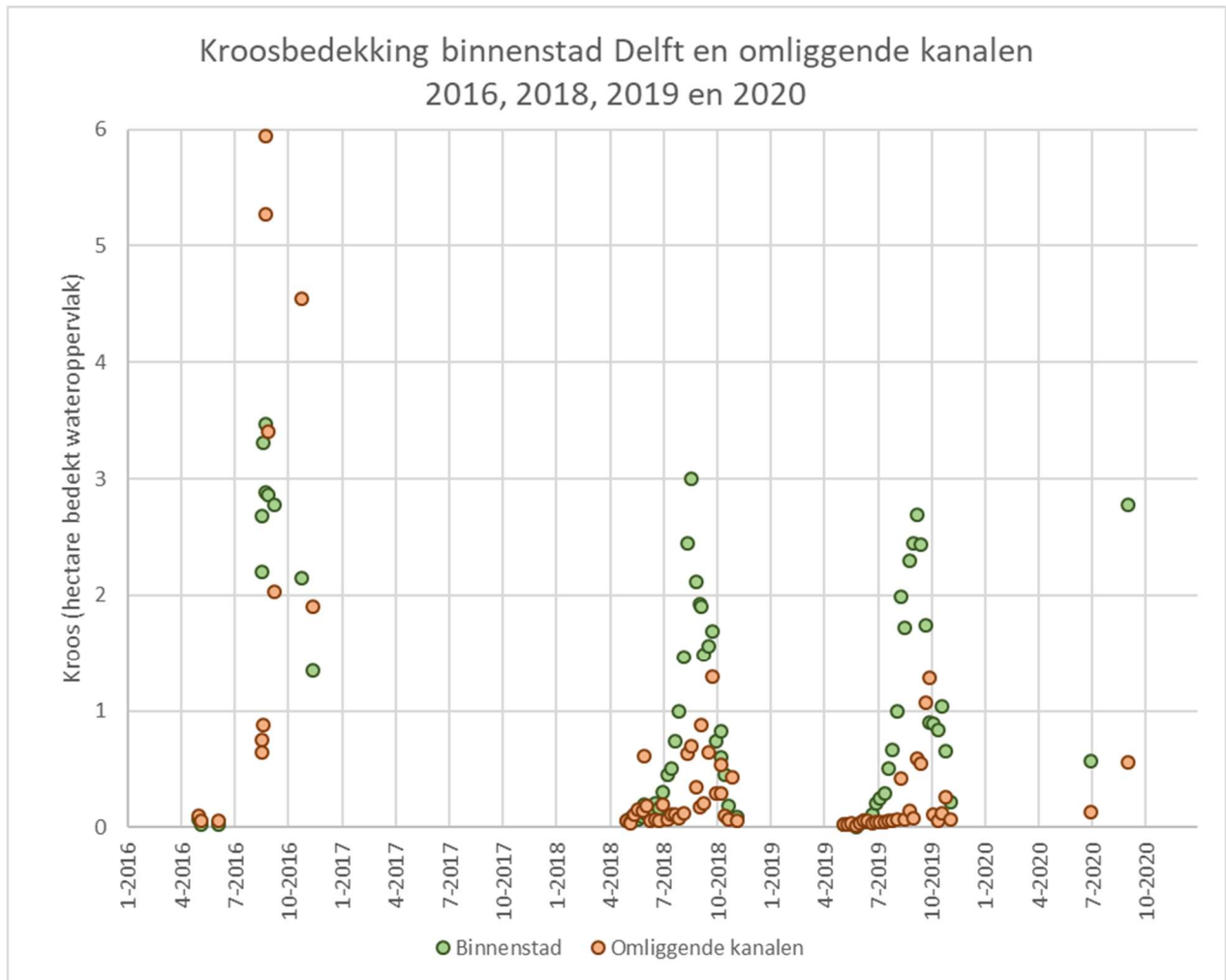
Figuur 1: Monitoringskaart kroos in Delft; ieder monitoringspunt (witte cirkel) is representatief voor het onderliggende watervlak (lichtblauw met zwarte omlijning).



Figuur 2: Kroosbedekking in de binnenstad van Delft en op de omliggende kanalen in 2018, procentueel gezien ten opzichte van het totale wateroppervlak van respectievelijk de binnenstad of de omliggende kanalen. Ter referentie, de totale oppervlakte van het water in de binnenstad is ongeveer 5,5 hectare, van het omliggende kanaal ongeveer 12,1 hectare.



Figuur 3: Kroosbedekking in de binnenstad van Delft en op de omliggende kanalen in 2019, procentueel gezien ten opzichte van het totale wateroppervlak van respectievelijk de binnenstad of de omliggende kanalen. Ter referentie, de totale oppervlakte van het water in de binnenstad is ongeveer 5,5 hectare, van het omliggende kanaal ongeveer 12,1 hectare.



Figuur 4: Kroosbedekking in de binnenstad van Delft en op de omliggende kanalen in 2016, 2018, 2019 en 2020, uitgedrukt in hectares. Ter referentie, de totale oppervlakte van het water in de binnenstad is ongeveer 5,5 hectare, van het omliggende kanaal ongeveer 12,1 hectare.

Echter figuur 4 laat voor 2016 een heel ander beeld zien. De piek in de binnenstad is weliswaar maar iets hoger dan in 2018 en 2019, maar de piek op de omliggende kanalen is een ruime factor 4 hoger. Deze piek treedt behoorlijk abrupt op, in een tijdsbestek van 4 dagen van minder dan 1 naar meer dan 5 hectare kroosbedekking. Ook duurt de kroosbedekking in zowel de binnenstad als op het omliggende kanaal langer in 2016: op 23 oktober 2016 is de bedekking in de binnenstad nog 2.1 hectare en op de omliggende kanalen nog 4.5 hectare. Gemiddeld voor 2018 en 2019 is dat rond die datum 0.6 hectare voor de binnenstad en 0.1 hectare voor het omliggende kanaal.

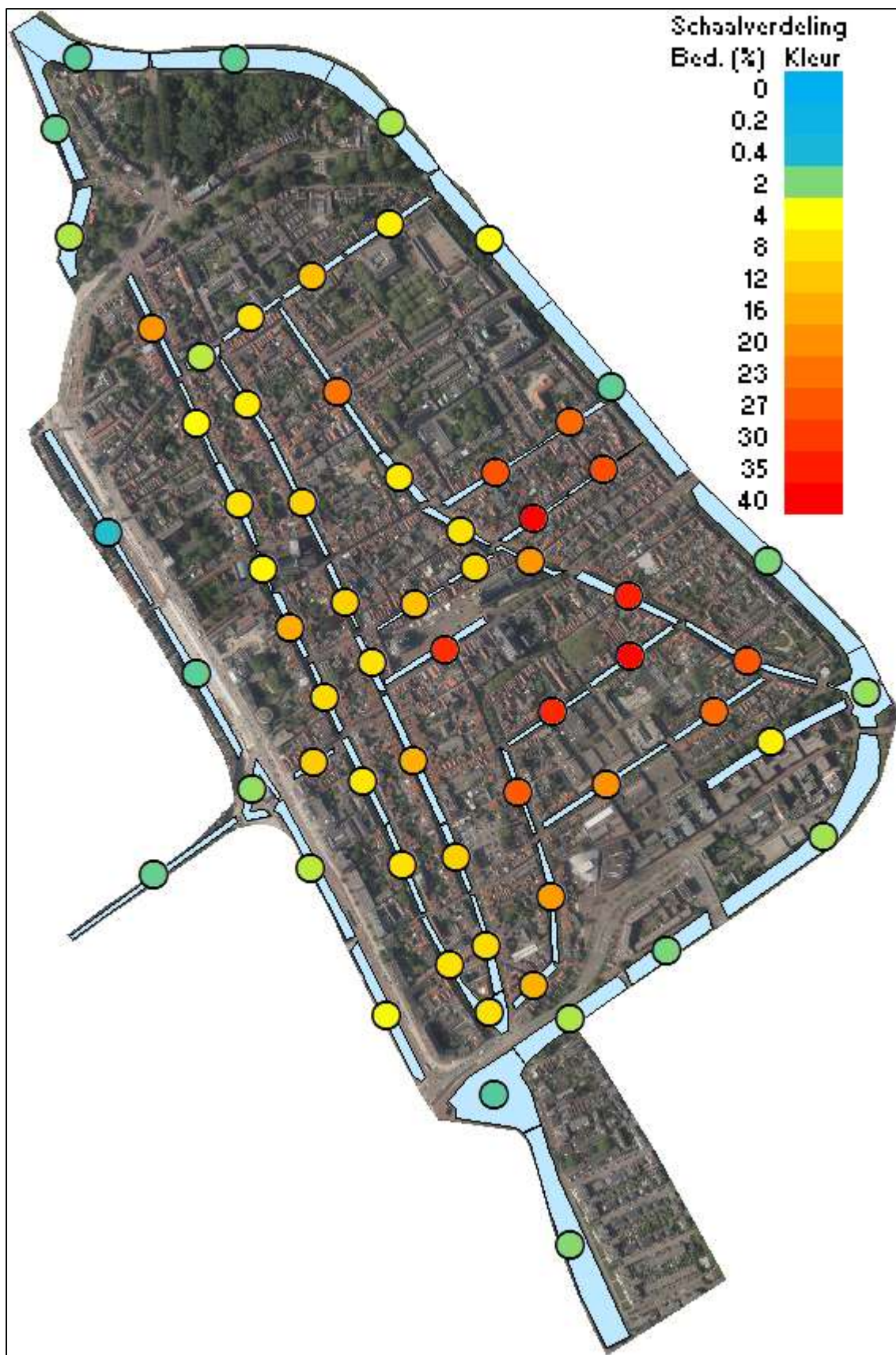
In figuur 5, 6 en 7 zijn kaarten van de binnenstad gegeven, met daarin de monsterpunten en hun onderliggende watervlakken. De monsterpunten zijn gekleurd op basis van een bepaalde bedekking met kroos: gemiddelde of maximumwaarde van dat punt.

In figuur 5 is de gemiddelde kroosbedekking te zien, voor de groeiseizoenen 2018 en 2019. De punten met de hoogste bedekking zijn de watergangen die het meest consequent gedurende een periode hebben volgelegen met kroos. Op andere locaties lag minder kroos, of had het een korter durende piekbedekking.

Figuur 6 laat zien wat in de 2018 en 2019 de maximale bedekking van een watervlak was. Te zien is dat bijna overal in de binnenstad zeer hoge bedekkingen voorkwamen, maar dat het op de omliggende kanalen minder was.

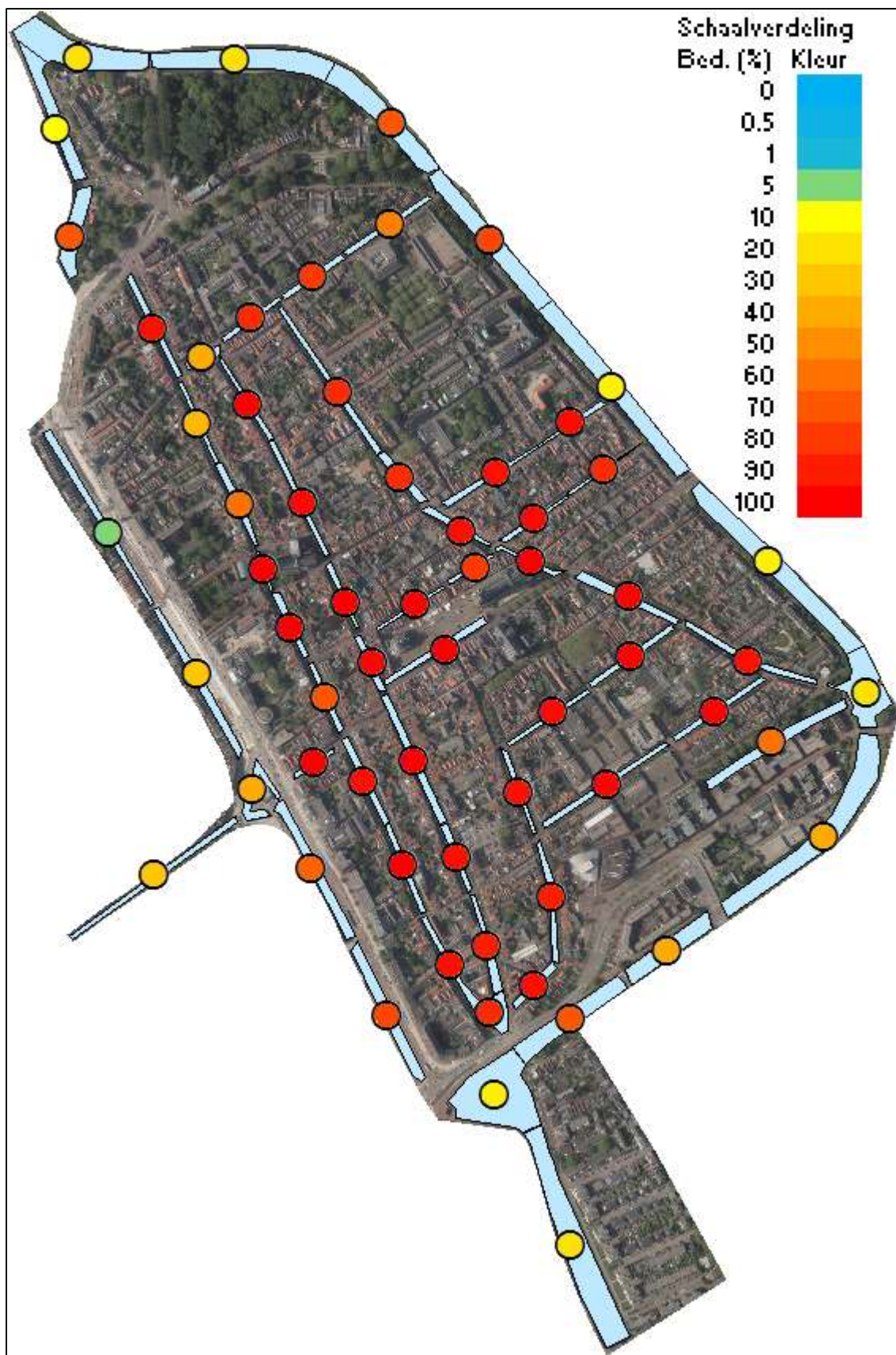
Figuur 7 is ook de maximale bedekking, in 2016. Hier is te zien dat in dat jaar ook op de kanalen hoge bedekkingen zijn bereikt.



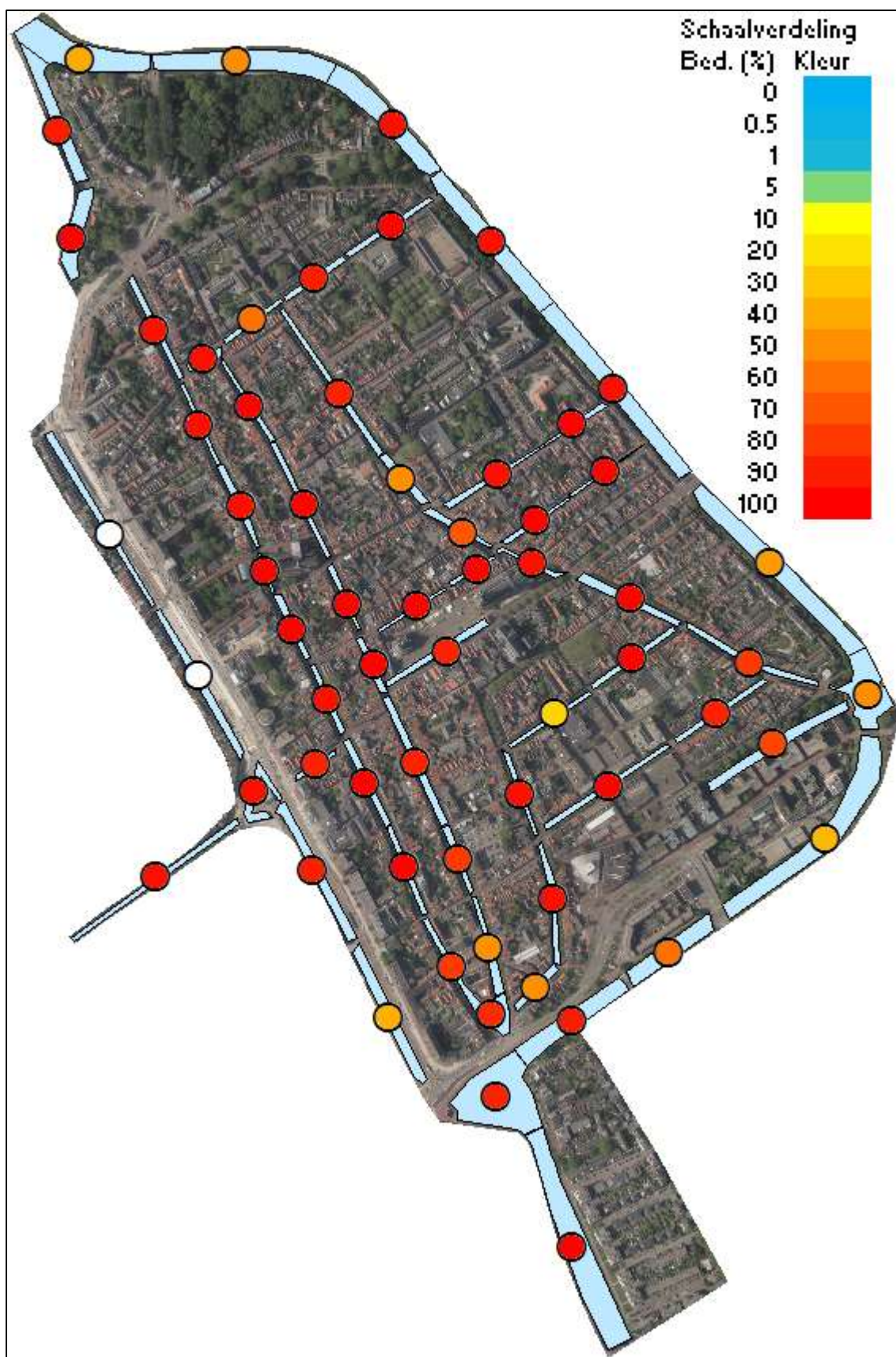


Figuur 5: Gemiddelde roosbedekking binnenstad Delft per meetpunt/watervlak in 2018 en 2019 (berekend over de periodes begin mei t/m begin november, half november t/m april zijn buiten beschouwing gelaten). Te zien is dat de meest langstdurende hoge kroosbedekkingen vooral in de grachten aan de oostelijke kant zijn te vinden. Let op dat de legenda's van figuur 5 en 6 niet gelijk zijn.



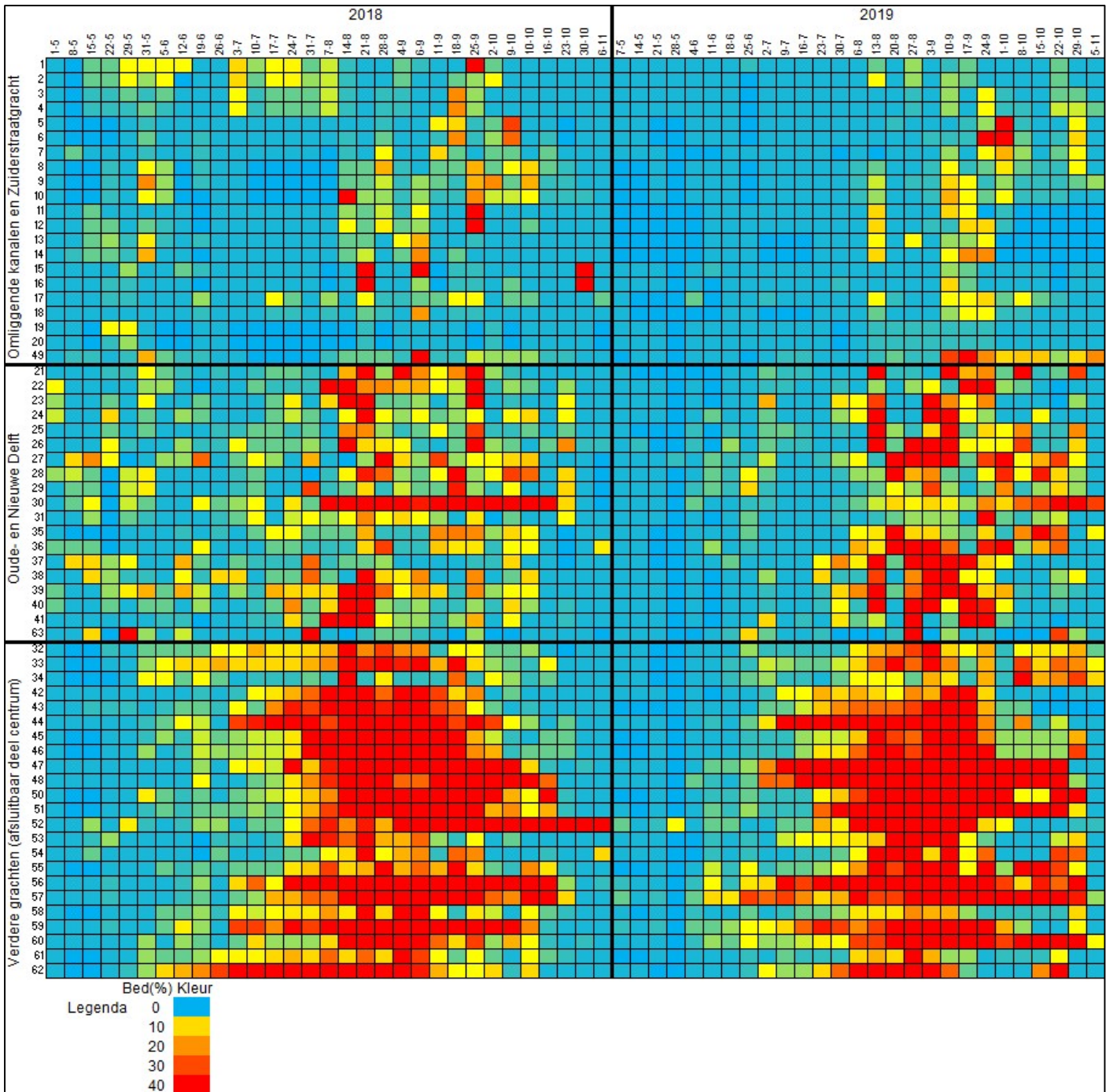


Figuur 6: Maximale kroosbedekking binnenstad Delft per meetpunt/watervlak in 2018 en 2019. Te zien is dat in de grachten bijna overal zeer hoge bedekkingen voorkomen. Op de omliggende kanalen kwamen ook hoge bedekkingen voor, maar minder consequent. Let op dat de legenda's van figuur 5 en 6 niet gelijk zijn.



Figuur 7: Maximale kroosbedekking binnenstad Delft per meetpunt/watervlak in 2016. Te zien is dat in dit jaar ook op de omliggende kanalen zeer hoge bedekkingen voorkwamen. Overigens bestond de nieuwe gracht langs de Phoenixstraat toen nog niet, wat de twee punten zonder waarde verklaard.





Figuur 8: Kroosbedekking per meetpunt in de tijd. Hier is te zien of een hoge kroosbedekking continu op een watervlak aanwezig is na een gestage toename, of dat het in pieken optreedt en dus beweging vertoont.

Figuur 8 laat voor alle bemeten vlakken op alle meetmomenten zien wat de kroosbedekking is in 2018 en 2019. De tabel is in delen gedeeld: links 2018 en rechts 2019; boven, midden en onder een onderverdeling naar ruimtelijk aspect. Te zien is dat in de bovenste groep bestaande uit de omliggende kanalen en de Zuiderstraatgracht (hier meegenomen aangezien deze enkel aansluit direct op het Rijn-Schiekanaal) de kroosbedekking het minst is. Wisselende pieken treden hier op. Kroos dat hier ligt heeft veel bewegingsvrijheid. De middelste groep betreft de grachten Oude- en Nieuwe Delft, oftewel de rondvaartroute. Er groeien hier weinig waterplanten, kroos heeft best wat bewegingsvrijheid maar ligt meer beschermd dan op de kanalen. Het kroos laat sterkere pieken zien, maar die kunnen ook van het ene op het andere moment weer weg zijn. Wat opvalt is punt 30, die in 2018 een langere periode met veel kroos laat zien. In dat jaar lag dit punt met een drijfbalk afgesloten van de rest. Het onderste deel, de verdere grachten in het midden en noorden/oosten, laat de meeste kroosbedekking zien. Dit

is het deel van de binnenstad dat bij hoog water afsluitbaar is. De rondvaartboot komt hier niet, en er groeien relatief veel drijfblad- en ondergedoken planten die het kroos meer op hun plek houden. Dit deel ligt verreweg het volst.

#### **4.5 Conclusie**

Het fenomeen kroos in Delft kent 2 belangrijke aspecten:

- 1- Jaarlijks groeit met name in de oostelijke kant van de binnenstad kroos. Deze groei begint in juli enige vormen aan te nemen, en kent in augustus/september zijn piek. De groei begint vrij laat in het seizoen, maar gaat dan rap. In het deel van de binnenstad dat kan worden afgesloten met klepstuwen tegen hoog water, is de uiteindelijke bedekking het grootst, en ligt het 't meest stabiel op een plek. In de grachten Oude- en Nieuwe Delft komen ook pieken voor, maar deze zijn mobieler en drijven met wind en stroming mee rond. Bij wind uit de overheersende windrichting wordt bijvoorbeeld een kroosdek gepositioneerd precies voor het historische gemeenlandshuis van Hoogheemraadschap van Delfland, maar bij draaien van de wind ligt dit ook zo weer ergens anders.  
Op het kanaal rondom Delft (Schie, Westvest, Buitenwatersloot) vindt (vrijwel) geen kroosgroei plaats omdat het vrij snel met de wind en stroming mee verdwijnt. Er zijn wel met enige regelmaat kortstondig hoeveelheden kroos gezien op het Rijn-Schiekanaal, de Westvest en de Buitenwatersloot, die voorbij kwamen en weer gingen. Doordat de binnenstad aan de kant van de buitenwatersloot was afgesloten met een drijfbalk, was duidelijk dat in ieder geval kroos op de Buitenwatersloot en Westvest van elders kwam. Vaak vielen die momenten samen met heftige buien in de regio in de dagen voorafgaand aan de monitoring.  
Eind september en begin oktober verdwijnt in rap tempo veel van het kroos, terwijl met name dwergkroos (dat veel in de binnenstad groeit) het normaal best nog wat langer uit kan houden. Naar alle waarschijnlijkheid komt dit omdat dan de grote drijfbladplanten (gele plomp en witte waterlelie) bovengronds afsterven en een stevige zuidoostelijke herfstwind de gracht schoon blies, en het kroos richting Rijn-Schiekanaal stuurde. Daar verdween het dan redelijk snel richting Rotterdam.
- 2- Er is een situatie mogelijk die in sommige jaren optreedt waarbij een samenloop van omstandigheden plaats heeft. Hierdoor verzameld in korte tijd een zeer grote hoeveelheid kroos zich rond de Delftse binnenstad. Dit is in de intensieve meetjaren 2018 en 2019 (en ook in 2020) niet voorgekomen. In het gereconstrueerde jaar 2016, maar bijvoorbeeld ook in 2017, was dit wel het geval. Initieel heeft de kroosgroei in 2016 in en om de binnenstad ongeveer eenzelfde omvang als in 2018/2019 is gezien.  
In de 2<sup>e</sup> helft augustus 2016 verandert dit plotsklaps. Tussen 18 en 23 augustus vindt een verdrievoudiging van het totale oppervlak kroosdek plaats, wat vele malen sneller is dan redelijkerwijs op basis van groei kan worden verwacht. De bulk van deze toename ligt op het Rijn-Schiekanaal en de Buitenwatersloot. Er is destijds ook waargenomen dat grote kroosvlekken zich over de kanalen verplaatsen buiten het onderzochte gebiedsdeel. De afname van het kroos op het eind het seizoen duurt ook veel langer. Waar in 2018 en 2019 er eind oktober vrijwel geen kroos meer lag, lag er in 2016 juist nog behoorlijk veel zowel in de binnenstad als op de omliggende kanalen. Het bleef lange tijd vrij stabiel liggen rond Delft.

Oplossingen voor het kroosprobleem moeten dus met beide aspecten rekening houden.

Naast deze inzichten worden de gegevens uit deze monitoring ook in de volgende hoofdstukken gebruikt.

#### **4.6 Discussie**

Wat precies de onderliggende omstandigheden waren dat in 2016 er plotsklaps eind augustus zo veel kroos bij kwam, is niet exact duidelijk, maar er kan op basis van dit en eerder onderzoek (Raaphorst, 2017) wel richting aan gegeven worden:

- a- Kroos wordt uitgemaalend uit polders en/of verplaatst zich uit boezemhaarvaten doordat er veel (regen)waterafvoer is. In sommige jaren zijn er heftige neerslagen geweest eind augustus, wat ook de piek in het kroosseizoen is;
- b- De prioritering en inzet van de boezemgemaal (en wellicht gemaal Winsemius) zorgen voor een stromingssituatie waarbij een stilstaande (dode) hoek rond Delft ontstaat. Het

kroos wordt daardoor niet weggevoerd uit deze omgeving, terwijl dat in 2018 en 2019 wel is waargenomen.

Met name in 2018, maar ook in 2019, zijn ook pilots tegen het kroos uitgevoerd. Deze jaren vormen dus niet een loepzuivere situatie van hoe het kroos zich zou ontwikkelen zonder ingrijpen. Op het totaalplaatje bezien is de daadwerkelijk verwijderde hoeveelheid kroos niet heel groot. Er is daarom niet de verwachting dat dit de inzichten die hierboven zijn beschreven, hierdoor worden verstoord.

In volgende hoofdstukken wordt, in combinatie met andere onderdelen van het onderzoek, verder gekeken naar waarom het kroos groeit en zich gedraagt zoals waargenomen is. Denk dan bijvoorbeeld aan waarom de kroosgroei relatief laat in het seizoen vorm begint te krijgen maar dan wel heel rap gaat.



## 5. Deelonderzoek II: Zuurstofhuishouding

### 5.1 Aanleiding

Kroos wordt vaak in verband gebracht met zuurstofloosheid, waarbij een gesloten kroosdek als oorzaak wordt gezien voor zuurstoftekorten. Eerdere analyses van uit regulier beschikbare data liet echter zien dat zuurstoftekorten in Delft lijken op te treden voorafgaand aan de kroosoverlast. Dat kan enerzijds een belangrijk aspect vormen in de oorzaak-gevolg situatie, en anderzijds een betekenis hebben in het effect van kroos op de waterkwaliteit.

### 5.2 Doel

In dit onderzoek wordt de zuurstofhuishouding beter in kaart gebracht. Deze gegevens kunnen dan worden gespiegeld aan de kroosgroei en aan bijvoorbeeld de nutriëntenhuishouding.

### 5.3 Methode

Er zijn vier onderzoeken gedaan om de zuurstofhuishouding in kaart te brengen. Historische data uit regulier onderzoek is in kaart gebracht, er is gekeken naar zuurstofgehalten door het groeiseizoen heen, de 24-uurscyclus van het zuurstofgehalte, en het zuurstofgehalte in de diepte.

Voor de historische dataset zijn meetpunten in de binnenstad (Molslaan, OW069-000; Oude Delft, OW069-003) en een nabijgelegen meetpunt op de Schie (Kruithuisweg, OW062-002) geraadpleegd. Van deze punten zijn van meerdere jaren voldoende metingen beschikbaar om een beeld te schetsen. Van de gegevens is ook het zwevend gemiddelde, gebaseerd op 3 metingen, getoond om het seizoenspatroon te tonen.



Figuur 9: Meetpunten binnenstad Delft voor deelonderzoek zuurstofhuishouding.

In 2019 is op 3 punten wekelijks het zuurstofgehalte gemeten (Molslaan, OW069-000; Oude Delft, OW069-003; Vrouwjuitenland, OW069-006). Dit is uitgevoerd tegelijkertijd met de opname van de kroosbedekking. De meting is uitgevoerd op 50 cm diepte.

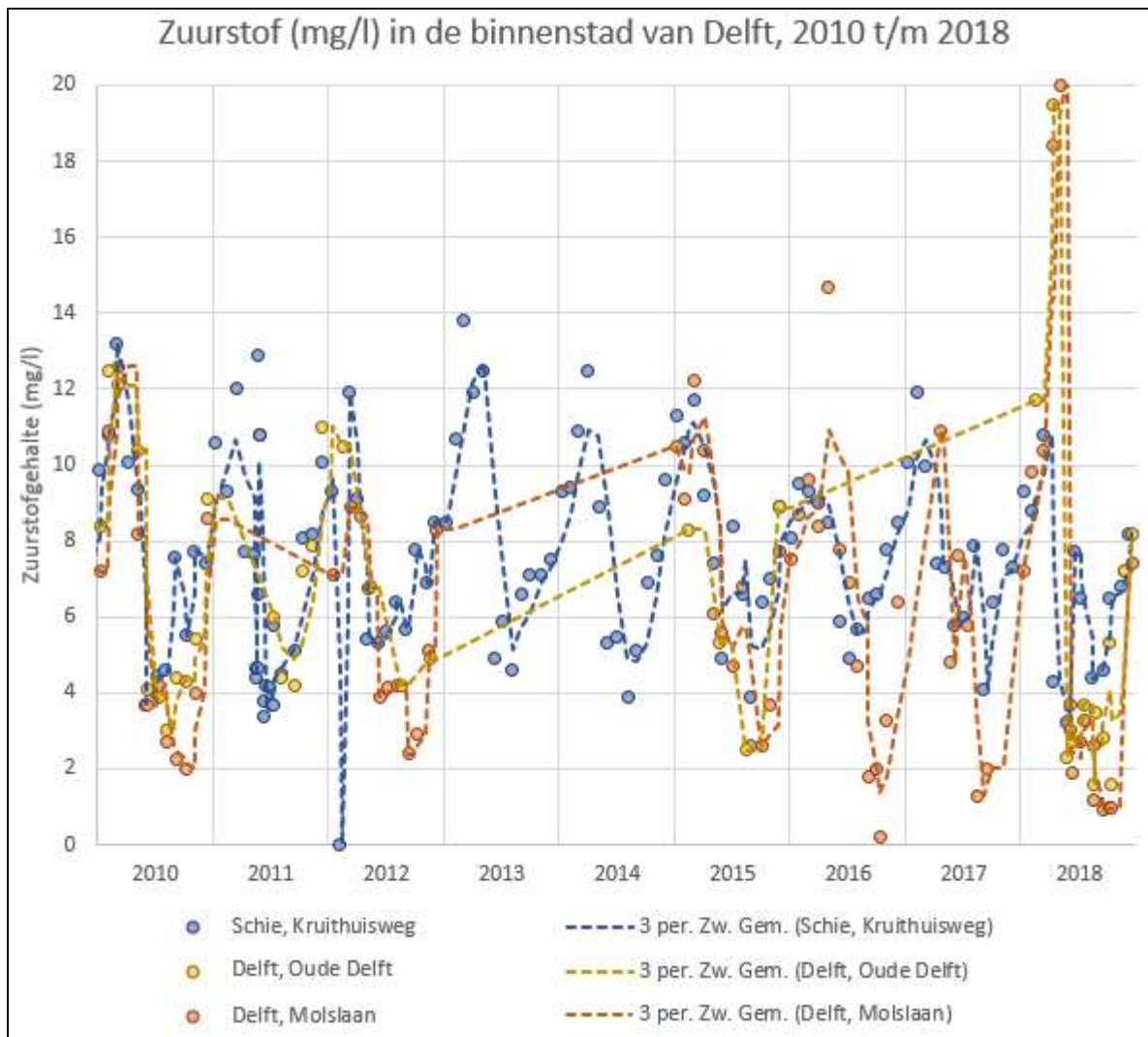
Op 1 en 2 juli en op 3 en 4 september 2020 is op 4 meetpunten (Molslaan, OW069-000; Oude Delft, OW069-003, Vrouwjuitenland, OW069-006; Rietveld, OW069-007) gedurende 24 uur het zuurstofgehalte op 50 cm diepte gemeten.

Op 3 september 2020 is, tijdens de 24-uursmeting en op dezelfde punten, eenmalig het zuurstofprofiel in de diepte gemeten. Dit is gedaan direct onder het oppervlak, op 10, 20, 50 en 80 cm diepte.

De in dit deelonderzoek gebruikte meetpunten staan in figuur 9.

## 5.4 Resultaten

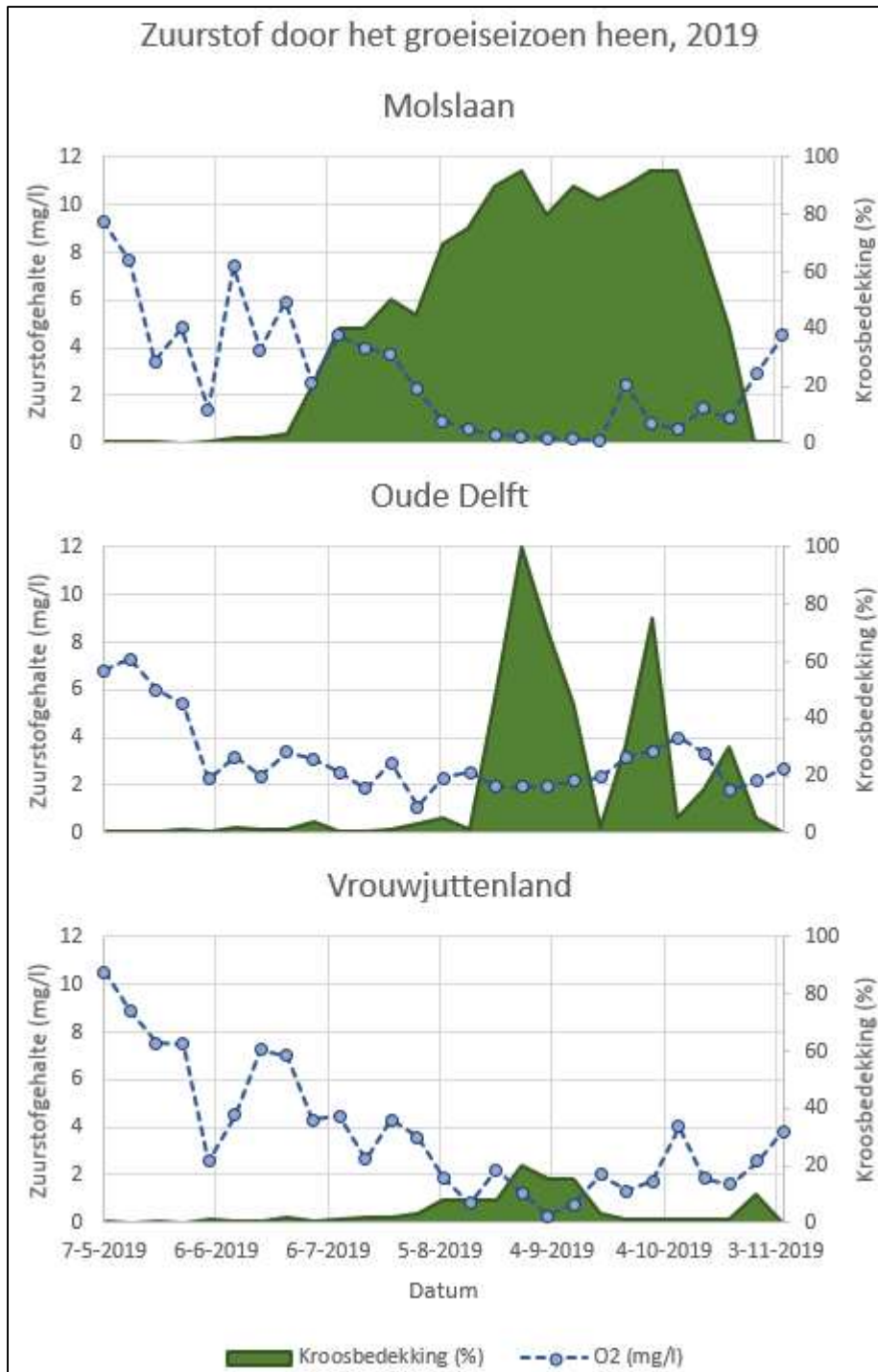
In figuur 10 t/m 13 zijn de resultaten van deze vier onderzoeken weergegeven.



Figuur 10: Historische (2010-2018) zuurstofgehalten in de binnenstad Delft en op het meest nabijgelegen meetpunt op de Schie. In stippellijnen is het zwevend gemiddelde over 3 metingen weergegeven, om het seizoenspatroon te duiden.

In figuur 10 zijn de resultaten van de historische analyse getoond. Te zien is dat er jaarlijks een cyclus plaats vindt van hoogste zuurstofgehalten begin van het voorjaar naar laagste zuurstofgehalten eind van de zomer. Deze cyclus is niet ongewoon voor een dergelijk voedselrijk watersysteem. In het vroege voorjaar treedt een bloei van algen op die veel zuurstof produceren. In de zomer gaan afbraakprocessen in het water en de bodem die beide rijk zijn aan nutriënten heel hard waarbij veel zuurstof wordt verbruikt. Wel valt op dat de zomerse zuurstofdip in de binnenstad veel lager is dan in de Schie. In de Schie daalt het gehalte tot rond de 4 mg/l, wat voor veel organismen nog wel te overkomen is.

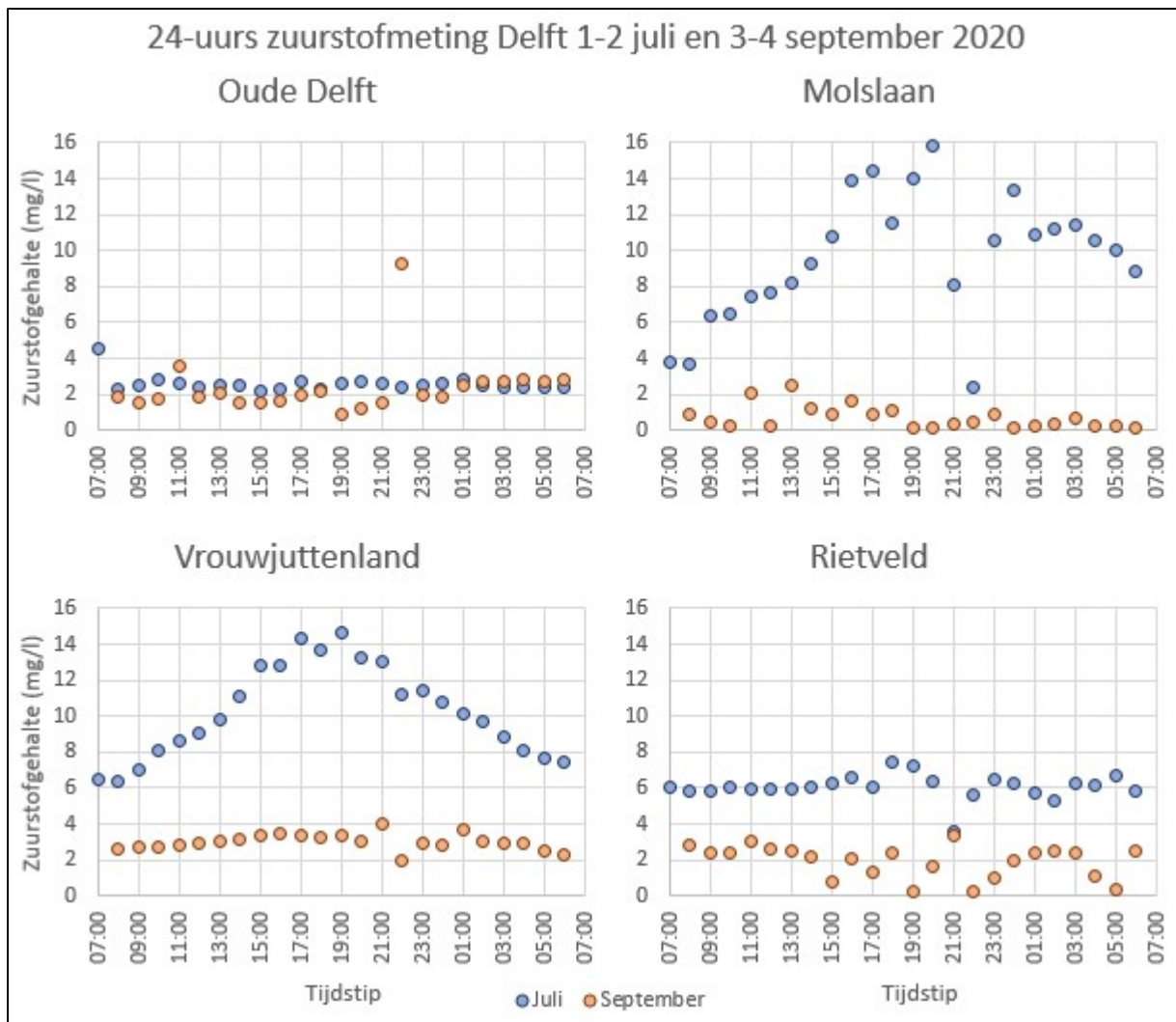




Figuur 11: Kroosbedekking en zuurstofgehalte op 3 locaties in de binnenstad van Delft, iedere week gemeten tegelijk met de opname van het kroosdek.

In de binnenstad daalt het tot een gehalte rond de 2 mg/l, wat voor veel organismen te laag is om nog bij te kunnen leven. Het patroon is getoond voor de periode 2010-2018, maar ook van eerdere jaren, tot aan 2000, zijn voldoende gegevens bekend. Omdat dit geen extra informatie bood, het patroon zet verder terug in de tijd in gelijke vorm door, is dit niet weergegeven.

Het zuurstofgehalte is tegen de kroosbedekking uitgezet in figuur 11. Al tussen juni en juli daalt het zuurstofgehalte op de 3 locaties, om in augustus het dieptepunt te bereiken. Opvallend is dat bij de Oude Delft en het Vrouwjutterland deze rond de 2 mg/l blijft schommelen, terwijl daar weinig kroos tot hooguit tijdelijke piekbedekkingen voorkomen. Op de Molslaan daalt het zuurstofgehalte echter bijna tot 0, en hier gaat de watergang schuil onder een bijna volledig kroosdek.



Figuur 12: 24-uurs zuurstofmeting binnenstad Delft op 1-2 juli en 3-4 september 2020.

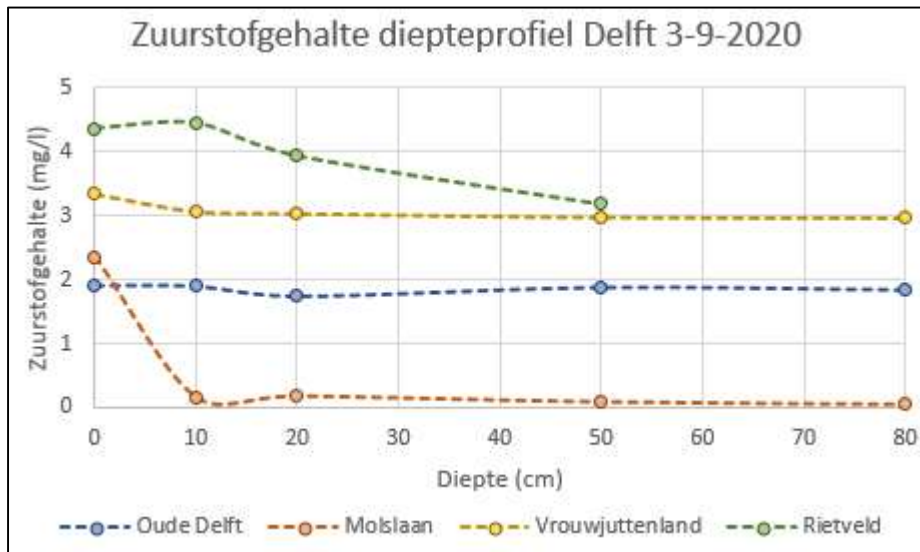
Tabel 1: Bedekking vegetatie op de locaties van de 24-uurs zuurstofmeting

Locatie	1-2 juli			3-4 september		
	Kroos (%)	Drijfblad (%)	Submers + draadalg (%)	Kroos (%)	Drijfblad (%)	Submers + draadalg (%)
Oude Delft	75	2	1.5	95	0	<1
Molslaan	18	5	90	97	5	40
Vrouwjutterland	1	15	95	15	10	40
Rietveld	10	75	32	60	40	5

In figuur 12 zijn de resultaten van de 24-uurs zuurstofmetingen getoond, en in tabel 1 een overzicht van de aanwezige vegetatie. Op de Molslaan en Vrouwjutterland is in juli goed een dag- en nachtritme te zien. Ondergedoken waterplanten die op die locaties aanwezig zijn produceren overdag zuurstof waardoor een piek ontstaat. Aan het Rietveld groeien ook veel waterplanten, maar doordat deze locatie al behoorlijk dicht ligt met grote drijfbladplanten en kroos, is de piek niet te zien. In de Oude Delft groeien amper ondergedoken waterplanten, en hier is geen dagpiek te zien.

In september is er nergens meer een dag- en nachtritme te zien. Blijkbaar wordt er maar relatief beperkt primaire productie gerealiseerd. Dat is opmerkelijk, want in het Vrouwjutterland groeien dan nog ondergedoken waterplanten en er ligt bijna geen kroos. Oude Delft heeft dan een vergelijkbaar niveau als in juli, en dit suggereert dat 2 mg/l in deze omstandigheden een basisniveau vormt. Dit gehalte zien we grofweg dus ook aan het Vrouwjutterland en Rietveld. Molslaan springt er hier wel uit, hier is het zuurstofgehalte nog een stap lager, en nadert op momenten zelfs de 0 mg/l zuurstof.

Het verloop van het zuurstofgehalte in de diepte op 3 september 2020 is weergegeven in figuur 13. Vrouwjutterland laten geen verloop in de diepte zien, het zuurstofgehalte is op alle dieptes constant. Dit suggereert een menging van het water waardoor dergelijke verschillen niet optreden. Aan het Oude Delft en het Rietveld neemt het zuurstofgehalte wel wat af met de diepte, maar ook weer niet opmerkelijk veel. Het oppervlak ligt zo goed als dicht. Naast kroos staan hier veel grote drijfbladplanten, en deze hebben zuurstofkanalen in hun stengels om zuurstof naar hun wortels te brengen. Mogelijk draagt dat bij aan een betere zuurstofhuishouding in het water. Het Rietveld was overigens maar enigszins dieper dan 50 cm, waardoor geen meting op 80 cm kon worden gedaan. Bij de Molslaan is het helemaal anders. Direct aan het oppervlak zit nog enige zuurstof in het water, maar op 10 centimeter diepte is dit al vrijwel volledig verdwenen. Dit verbetert niet meer, en bij de bodem is het water vrijwel zuurstofloos.



Figuur 13: Zuurstofgehalte diepteprofiel in binnenstad Delft, op 3 september 2020.

## 5.5 Conclusie

Het zuurstofgehalte in de binnenstad van Delft kent een stevige dip in de zomer. Deze begint al af te nemen voordat het water dicht ligt met kroos, en gebeurt ook op locaties waar geen kroos komt te liggen. Het 'normale' zuurstofgehalte in de binnenstad in de zomer ligt rond de 2 mg/l. Onder een dikke krooslaag is het zuurstofgehalte nog lager en nadert het nulpunt. Het kroosdek is dus niet de oorzaak van de lage zuurstofgehaltenes, maar het kan het zuurstofgehalte nog wel dat extra zetje geven richting het nulpunt.

## 5.6 Discussie

Zuurstof is een gevoelige parameter die snel kan veranderen onder invloed van allerlei omgevingsfactoren. Idealiter waren de verschillende onderzoeken nog herhaald in bijvoorbeeld een opvolgend jaar of op meerdere locaties (replica's) om zo betrouwbaarder datasets te krijgen. Binnen de kaders van tijd en budget was een grote meetinspanning helaas niet haalbaar.

In volgende hoofdstukken worden deze zuurstofgegevens nader beschouwd in het licht van de deelonderzoeken nutriëntenhuishouding en vegetatie.



## 6. Deelonderzoek III: Vegetatie

### 6.1 Aanleiding

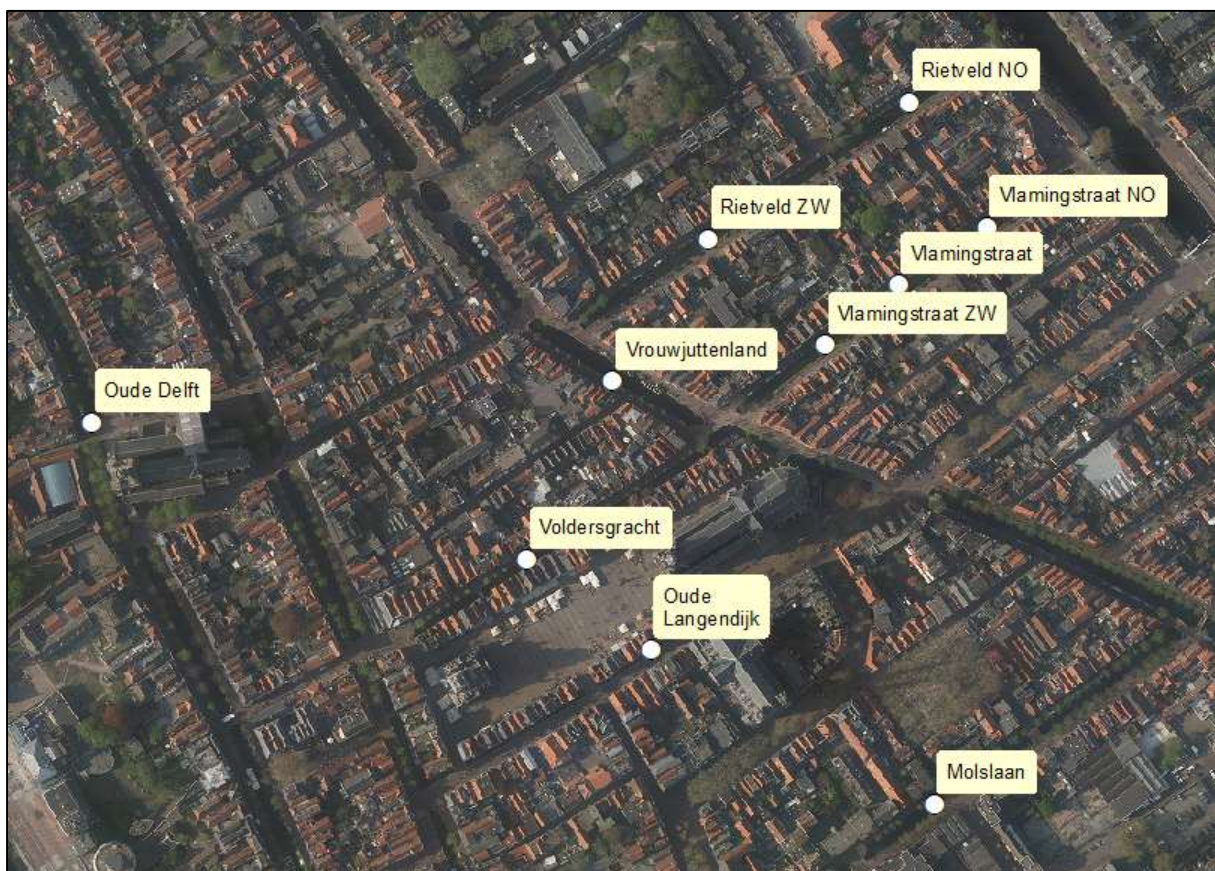
Kroos is onderdeel van de watervegetatie, en het heeft een sterke interactie met de andere waterplanten. Daarom kunnen gegevens over de vegetatie mogelijk waardevolle aanknopingspunten geven in het onderzoek.

### 6.2 Doel

In dit onderzoek wordt de watervegetatie nader onderzocht, om te onderzoeken of er verklarende relaties of aanknopingspunten voor nader onderzoek tussen de kroosdekken en de andere vegetatie gevonden kunnen worden.

### 6.3 Methode

In 2018 en 2019 is op in totaal 10 locaties gekeken naar (een deel van) de vegetatiesamenstelling. De locaties staan weergegeven in figuur 14.



Figuur 14: Meetpunten deelonderzoek vegetatie.

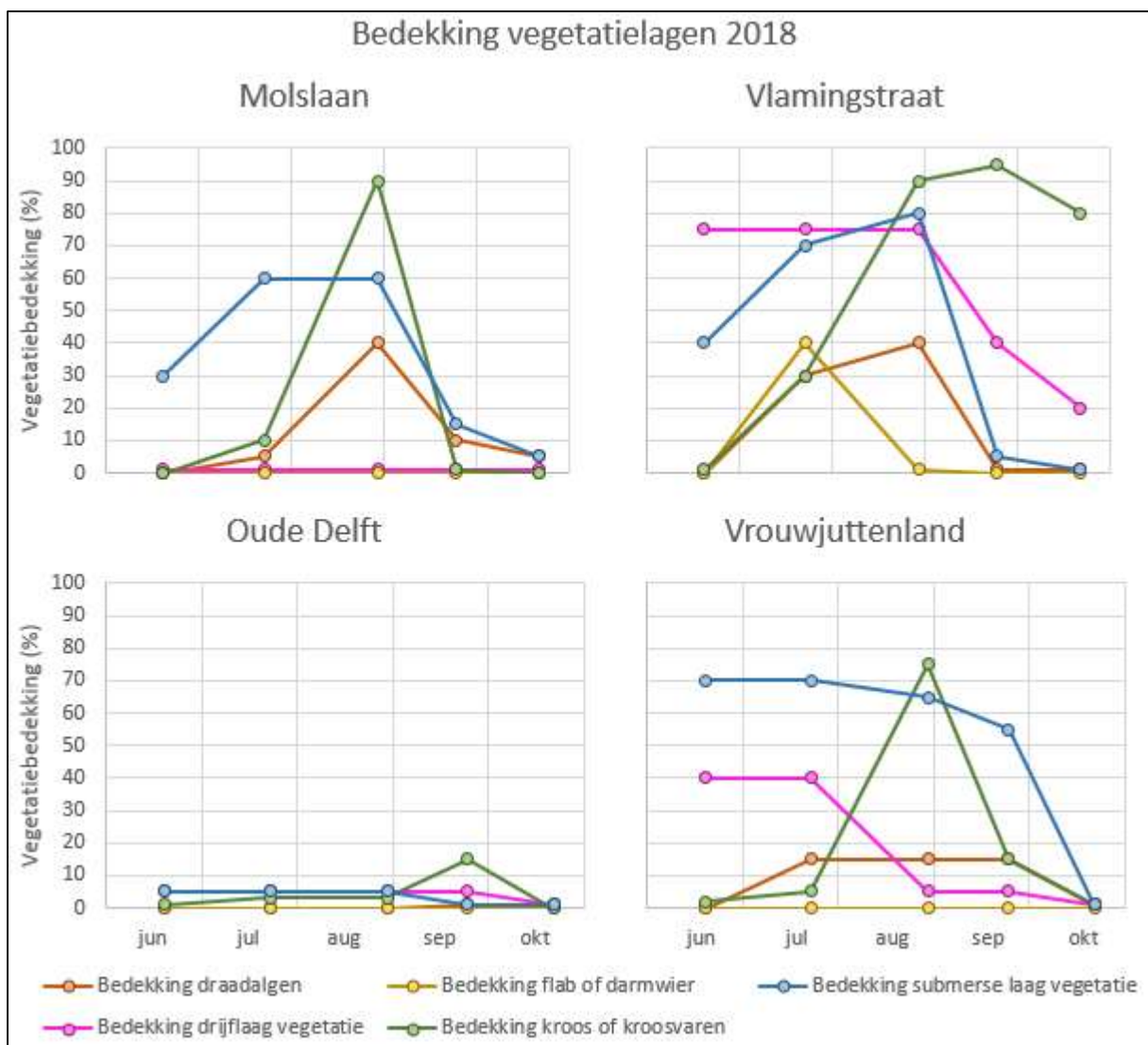
De vegetatie is op verschillende wijzen in de gaten gehouden:

- In 2018 is in het groeiseizoen maandelijks door Aquon op 4 locaties (Molslaan, Oude Delft, Vrouwjutenland en Vlamingstraat) een opname van de vegetatie gemaakt. Hierbij is per vegetatielaag (drijfblad, ondergedoken, emers, etc.) een inschatting van de bedekking gemaakt, en zijn de soorten met hun abundantie opgenomen. Dit is uitgevoerd conform Beers (2014).
- In 2018 is op 4 locaties maandelijks een opname gemaakt van de kroossoorten, hun aandeel in de aanwezige krooslaag, en de totale kroosbedekking op die plek.
- In 2019 is, om de ontwikkelingen tijdens de pilot preventief doorspoelen goed te volgen, wekelijks door de auteur een opname gedaan op 4 locaties (Vlamingstraat noordoost- en zuidwestzijde, en Rietveld noordoost- en zuidwestzijde). Hierbij is enkel een inschatting van de bedekking per vegetatielaag gedaan.

- In 2019 is wekelijks een opname met een onderwatercamera gemaakt op 3 locaties (Molslaan, Oude Delft en Vrouwjutterland), om ook een visuele weergave van de ontwikkelingen te maken. Deze locaties zijn gebaseerd op de waarnemingen van 2018: respectievelijk een locatie met veel planten en veel kroos, veel planten en weinig kroos, en weinig planten met piekmomenten kroos. Dit zijn de belangrijkste typen omstandigheden die in 2018 zijn waargenomen.

## 6.4 Resultaten

In figuur 15 zijn de resultaten gegeven van de maandelijkse vegetatieopnames in 2018. Duidelijk te zien is dat de Oude Delft vrijwel geen vegetatiebedekking kent. Er ligt enkel in september wat kroos. De andere locaties laten initieel submerse vegetatie zien, al neem dat aan de Molslaan en Vlamingstraat van augustus op september hard af, en aan het Vrouwjutterland gebeurt dat een maand later. Drijfbladvegetatie is vooral aan de Vlamingstraat in hoge mate aanwezig, en in minder mate ook aan het Vrouwjutterland. Zowel aan de Molslaan, Vlamingstraat als Vrouwjutterland is kroos en/of flab (zie kader 1) en darmwier in enige tot substantiële mate aanwezig.



Figuur 15: Vegetatiesamenstelling, in percentage bedekking van de verschillende vegetatielagen t.o.v. het proefvlak. Emerse- en oevervegetatie zijn buiten beschouwing gelaten aangezien die niet in enige substantie aanwezig waren.

Kroos is vooral standvastig aan de Vlamingstraat, waar het in augustus, september en oktober met een hoge bedekking ligt. Aan het Vrouwjutterland ligt eenmalig een vrij hoge bedekking. Aan de Molslaan is in augustus een hoge bedekking, maar kort daarna is er op deze locatie een krooschepactie (deelpilot IV) die gezien dit resultaat zeker niet zonder succes was. Daarbij valt

op te merken dat bij de krooschepactie is waargenomen dat de submerse vegetatie al in een staat van afbraak was.

Wat opvalt is dat deze figuren goede inzichten geven in de staat van de vegetatie op de 4 locaties, maar dat een interval van een maand nog maar beperkt inzicht geeft in eventuele onderlinge samenhang tussen de vegetatielagen. Dat heeft er toe geleid dat is besloten in 2019 voor deelpilot III wekelijks een opname te doen. Dit wordt bij figuur 18 nader toegelicht.

De soortensamenstelling van kroosdekken in de binnenstad is te zien in figuur 17. Links is te zien hoe het kroosdek is opgebouwd, rechts hoe de afzonderlijke kroossoort het totale wateroppervlak bedekken.

De locaties vertonen onderling overeenkomsten en verschillen. De Voldersgracht kende weinig kroos, de Oude Delft wat pieken, en de Oude Langendijk en Vlamingstraat langdurig een hoge kroosbedekking.

Veelwortelig kroos duikt als eerste op en heeft initieel het grootste aandeel van het kroosdek. Maar enkel op de Vlamingstraat weet deze soort lang stand te houden. Bultkroos is er ook vroeg bij, en weet op alle locaties gedurende het seizoen een redelijke positie vast te houden. Dwergkroos heeft een wat late start, maar weet gedurende het seizoen op de Oude Delft, Voldersgracht en Oude Langendijk de hoofdrol te pakken. Groot kroosvaren krijgt vanaf september voet aan grond aan Oude Langendijk en gaat daar compleet domineren tot ver in het seizoen.

Te zien is dat de kroospopulaties op de verschillende grachten niet volledig hetzelfde zijn. Vlamingstraat heeft een ander patroon dan de andere 3, en lijkt zodoende het meest geïsoleerd van de rest. De andere 3 locaties tonen veel meer overeenkomsten, en dat kan duiden dat dit kroos veel meer rond beweegt en zo mixed met andere delen van de binnenstad. De Oude Langendijk slaat echter op een bepaald punt volledig om met kroosvaren. Dit kan te maken hebben met het feit dat dit een doodlopende gracht is, en de heersende windrichting waait vanuit het open uiteinde. Zo kan de wind dit kroos lang op zijn plek houden. In het veld is ook opgemerkt dat, na het eindigen van de monitoringsrondes, een stevige wind uit het noordoosten deze gracht in korte tijd schoon blies.

#### Kader 1 – Flab

Als draadalgen en/of darmwier in een dikke massa aan het wateroppervlak drijven, dan wordt dat flab (zie figuur 16) genoemd. Dat wordt vaak ook geschreven als Flab, flap, FLAB. Het zou een afkorting zijn van Floating Algae Beds.

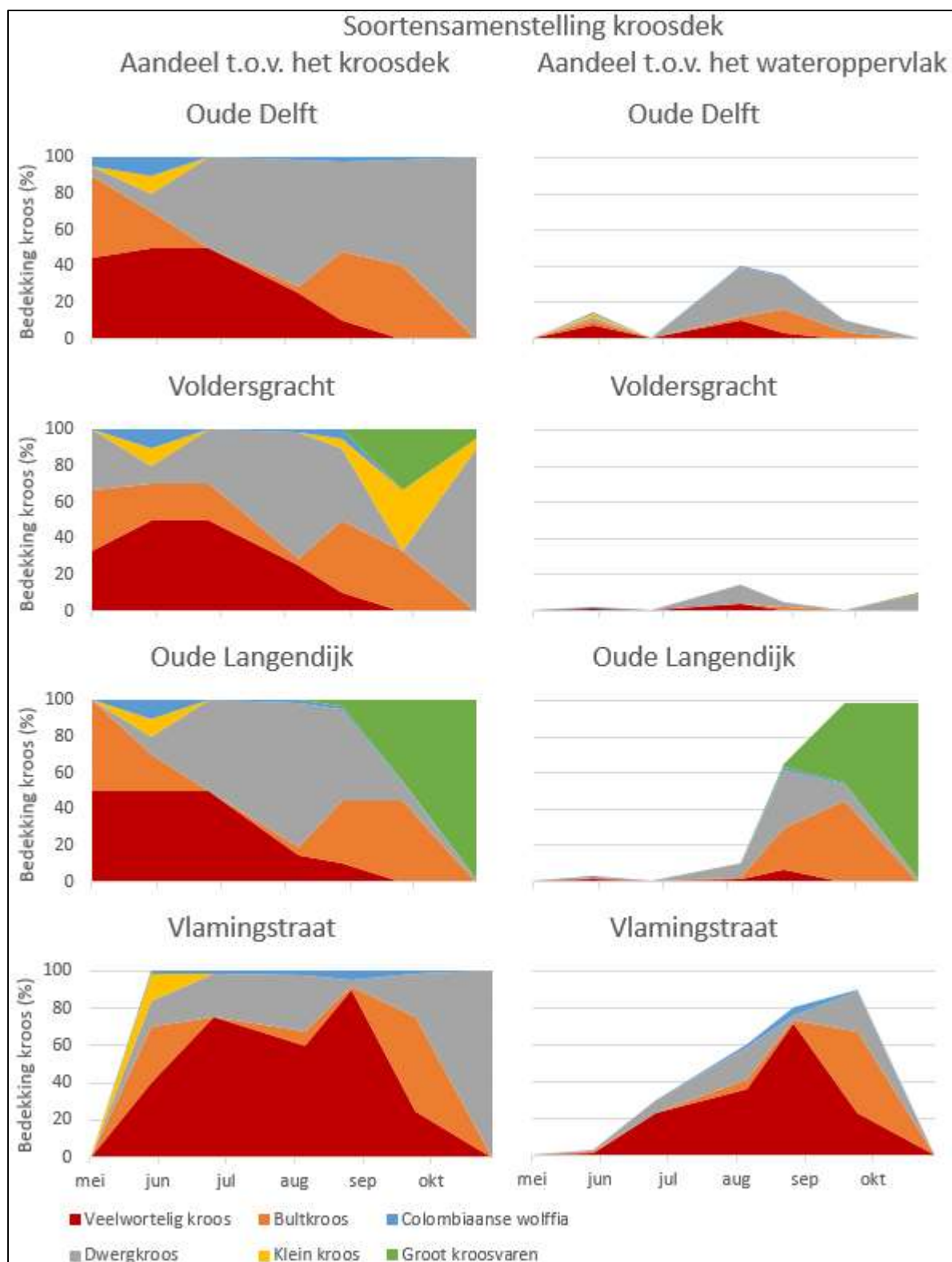
Niets lijkt echter minder waar, en die Engelse term is wellicht juist later bij het woord bedacht, want flab is al een heel oud Nederlands woord.

Zo betekende flab 'ineengestrengelde waterplanten', zoals gebruikt in tekst uit 1704: '*sloten suyveren van de vlabben, kroos en drek*' (Philippa et. al., 2009). Flabvisser was het beroep van degene die het voor de schouw uit de sloten viste (Sijs, 2015).

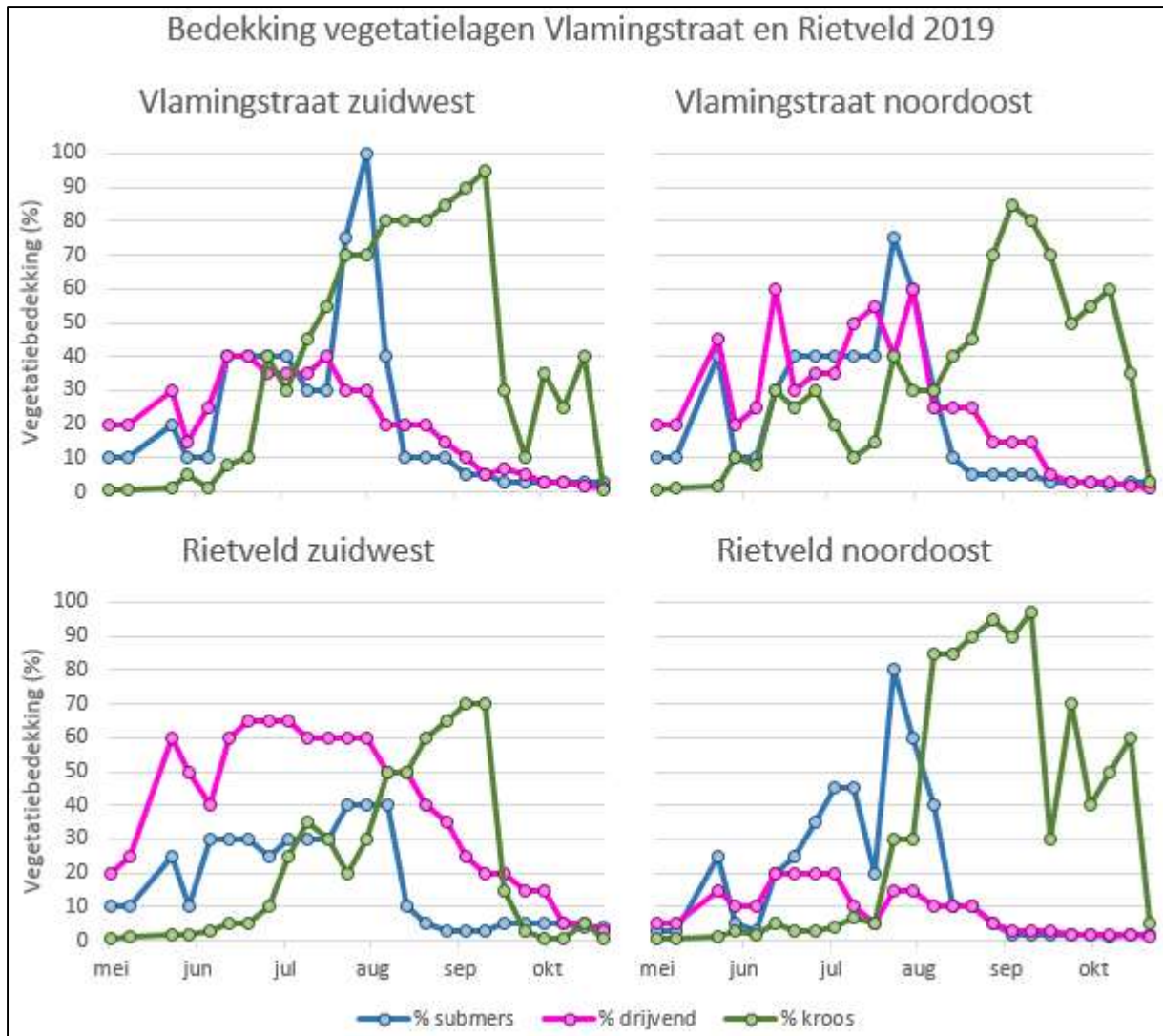


Figuur 16: Flab (foto: E.P. Raaphorst)





Figuur 17: Soortensamenstelling van de kroosdekken in 2018, in percentage t.o.v. het aandeel van het kroosdek, en in percentage t.o.v. het totale wateroppervlak.



Figuur 18: Vegetatielagen Vlamingsstraat (zonder pomp) en Rietveld (met pomp) in 2019. Draadalgen en flab/darmwier zijn buiten beschouwing gelaten aangezien die weinig substantieel aanwezig waren, net als emerse- en oevervegetatie die afwezig waren.

De intensievere monitoring van vegetatielagen aan de Vlamingsstraat en Rietveld ten behoeve van deelpilot III is te zien in figuur 18. Vegetatielagen die weinig tot geen substantie hadden (draadalgen, flab/darmwier, emerse planten en oeverplanten) zijn hier verder buiten beschouwing gelaten.

Op alle locaties kwamen submerse vegetatie, drijfbladplanten en kroos voor. Initieel begonnen de submerse- en drijfbladvegetatie vanaf mei goed op te komen. Vooral de submerse vegetatie deed het vrij goed, met een top van minimaal 40% op de locaties. Drijfblad was met name op Rietveld noordoost minder sterk ontwikkelt.

De kroosgroei kwam tussen juli en augustus goed op gang, en bereikte een piek in augustus tot september, van minimaal 70% bedekking.

Wat goed te zien is op alle locaties, is dat de submerse vegetatie begint in te storten vanaf het moment dat de drijfbladvegetatie en het kroos samen het wateroppervlak beginnen af te sluiten. Daardoor dringt te weinig licht nog door onder water, en dit blijkt funest voor deze ondergedoken waterplanten. De korte piek die de submerse vegetatie vaak laat zien voor de instorting, had te maken met het loskomen en gaan drijven van de planten. Deze waren dan weliswaar nog in leven maar in slechte staat. Dit veroorzaakte echter een toename van de bedekking, doordat de normaal horizontaal staande planten nu als een dikkere massa vlak onder het oppervlak dreven.



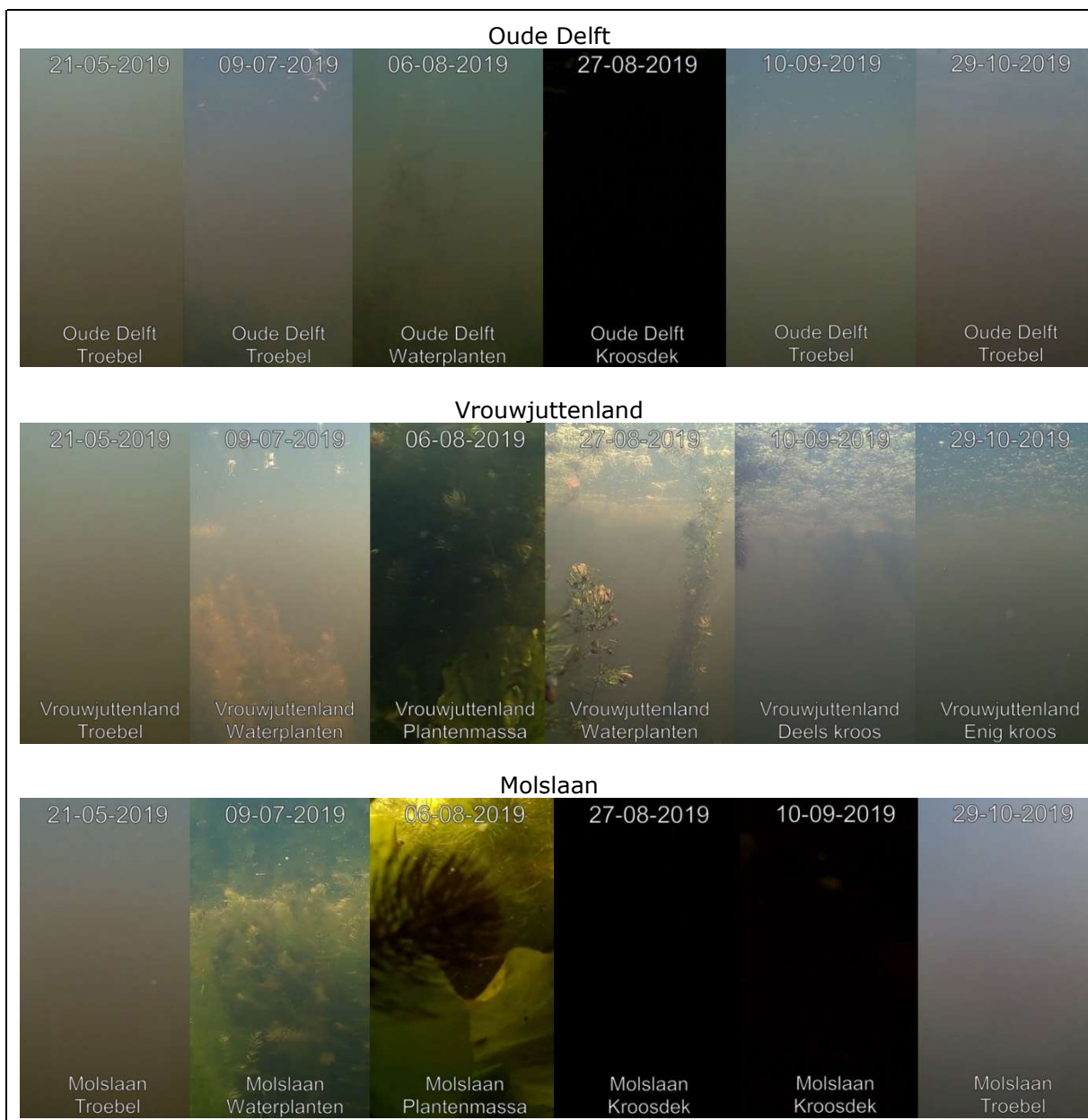
Van de onderwaterbeelden die zijn genomen aan de Oude Delft, Vrouwjuttenland en Molslaan is een selectie getoond in figuur 19. Deze selectie is gekozen om een zo representatief mogelijk beeld te geven van de situatie ter plekke.

Wat te zien is, is dat er aan de Oude Delft betrekkelijk weinig waterplanten groeien. Kroos komt slechts betrekkelijk incidenteel in hoge hoeveelheden voorbij, maar kan dan sterke verduistering veroorzaken.

Aan het Vrouwjuttenland zijn geen hoge kroosbedekkingen gezien. De waterplanten blijven lange tijd vitaal, en ten minste voor een gedeelte geworteld in de grond. Wel kan een betrekkelijk hoge dichtheid van waterplanten ontstaan.

De Molslaan groeit in augustus behoorlijk sterk dicht met allerlei waterplanten, en verdwijnt daarna langere tijd onder een dikke, verduisterende laag kroos. Als deze laag kroos weer verdwenen is, dan zijn alle ondergedoken waterplanten ook weg.

Deze beelden vormen een bevestiging van wat is gezien in de vegetatieopnames. Kroos verduistert sterk, en heeft daarmee een impact op de ondergedoken planten. Die sterven af onder kroos, en zijn een maand eerder verdwenen dan het natuurlijke seizoensritme hier anders zou laten zien.



Figuur 19: Onderwaterbeelden van de Molslaan, Oude Delft en Vrouwjuttenland, gemaakt in 2019. Dit is een selectie van beelden uit een grotere video. De hele video is te vinden onder de link <https://www.youtube.com/watch?v=QLtGhIzpm5M>

## 6.5 Conclusie

De monitoring van de kroossoorten laat signalen zien dat er geen interactie is tussen alle delen van de binnenstad. Isolatie aan het oppervlak door bijvoorbeeld drijfbladplanten of grote massa ondergedoken waterplanten houden populaties kroos op een plek. Ook oriëntatie van grachten en windrichting kan hier in meespelen. Er vindt een successie plaats van soorten, en de aanwezige soorten kunnen een rol spelen in hoe lang een kroosdek er ligt.

De aanwezigheid van soorten die aan het oppervlak groeien en het onderliggende water verduisteren, spelen een rol in de overleving van ondergedoken waterplanten. Wanneer het kroos en de grote drijfbladplanten samen het oppervlak beginnen af te sluiten, sterven de ondergedoken waterplanten af in de duisternis daaronder. In de situatie in de binnenstad stierven de ondergedoken waterplanten ongeveer een maand eerder af op plekken met een kroosdek dan op plekken waar weinig kroos lag. Het kroosdek in Delft treedt betrekkelijk laat op vergeleken met kroosloten (Raaphorst, 2017), en het is goed voor te stellen dat wanneer kroosdekken eerder optreden die afsterving ook eerder optreedt.

De videobeelden geven een visuele indruk van hoe de gemeten processen onder water zich afspelen. Op een gracht die arm is aan waterplanten, komen verduisterende kroosdekken voor, maar die verplaatsen zich ook weer betrekkelijk snel (mits die ruimte er is in het systeem). Het onderwaterleven in een gracht die veel waterplanten heeft of een meer geïsoleerde ligging heeft kan langere tijd in duisternis gehuld worden.

## 6.6 Discussie

Het is duidelijk dat kroos een veelzijdige groep planten vormt, die op allerlei manier met zijn omgeving interacteert. Het is daardoor ook sterk afhankelijk van die omgeving, en de lokale situatie speelt dus een grote rol in het uiteindelijke resultaat.



Figuur 20: Vitale stengeltop grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*)  
Foto: H. Wildenburg

De situatie in de binnenstad is dan ook vrij specifiek. Gedurende een deel van het jaar is er een vrijwel open verbinding met het omliggende Rijn-Schiekanaal, Westvest en Buitenwatersloot. Zolang die situatie er is, benadeeld dat lokale kroosgroei behoorlijk. Maar zodra de lokale groei van grotere waterplanten op gang komt, met name die van de grote drijfbladplanten (gele plomp en witte waterlelie in dit geval) zorgen die er voor dat het kroos beter op zijn plek blijft, en de tijd krijgt om uit te gaan groeien. Daardoor begint het kroosseizoen ook relatief laat in de binnenstad van Delft, en ontwikkelt het zich ook anders dan in polderslootjes. Dit is een situatie die in het achterhoofd moet worden gehouden bij nadere analyse van het probleem.

Een interessante observatie in dit onderzoek, was dat hoewel het grof hoornblad grotendeels afstierf wanneer het kroosdek zich sloot, er toch vitale stengeltoppen vlak onder het kroosdek bleven drijven (figuur 20) en zich daar in leven hielden. Dit is een interessante overlevingsstrategie die kan zorgen voor terugkeer van de planten wanneer het kroos weg is. Doordat grof hoornblad niet echt wortelt, er groeien slechts 'gewone' stengeldelen door het slib om enigszins te verankeren, kan het een dergelijke strategie aanwenden. Soorten die dit niet kunnen, en dat zijn de meeste, hebben zodoende wellicht weinig kans.

Dit kan verklaren waarom de vegetatie in de Delftse binnenstad zich beperkt tot vooral grof hoornblad en tenger fonteinkruid, die beide vrij tolerant zijn voor minder profitabele condities. Verbetering van de situatie kan wellicht leiden tot een grotere variatie aan soorten, en dat kan de moeite van nader onderzoek waard zijn.

De betekenis van de vegetatiebedekking binnen de kaders van de deelpilots worden binnen die betreffende hoofdstukken nog nader besproken.

#### **Kader 2 – Waterleliebladluis (*Rhopalosiphum nymphaeae*)**

Kroos staat bekend als een razendsnelle groeier, die wateren in korte tijd kan overwoekeren. Echter heeft kroos ook zo zijn natuurlijke vijanden die behoorlijk in de weg kunnen zitten. Er is echter wereldwijd betrekkelijk weinig onderzoek gedaan naar herbivoren die kroos eten (Subramanian & Turcotte, 2020).

Tijdens de veldonderzoeken in Delft zijn, vooral op het kroos aan de Vlamingsstraat en Rietveld grote aantallen bladluizen op het kroos waargenomen. Hoewel niet specifiek onderzocht, is het sterke vermoeden dat het de waterleliebladluis (*Rhopalosiphum nymphaeae*) betrof. De bladluizen zijn te zien, op een handje bultkroos, op de foto in figuur 21.

Subramanian & Turcotte (2020) hebben onderzoek gedaan o.a. naar impact van dergelijke bladluizen op de kroosbedekking, en vonden substantiële invloeden. Effecten liepen op tot meer dan 40% minder biomassa kroos, afhankelijk van de kroossoort, in een proefopzet met bladluizen vergeleken met de referentie zonder bladluizen. Natuurlijk is hierbij de kanttekening gegeven dat een laboratorium-situatie niet 1 op 1 vergelijkbaar is met de praktijk, maar het laat wel zien dat ook kroosgroei tegen remmende factoren in de praktijk kan aanlopen.



Figuur 21: Waterleliebladluis (*R. nymphaeae*, vermoedelijk) op een handje bultkroos (*Lemna gibba*)



## 7. Deelonderzoek IV: Water- en bodemkwaliteit

### 7.1 Aanleiding

Kroos heeft een sterke relatie met de waterkwaliteit, zowel in oorzaak als gevolg. Zodoende zijn een aantal waterkwaliteitsparameters gelijktijdig met de kroosbedekking onder de loep genomen.

### 7.2 Doel

Middels dit deelonderzoek wordt gezocht naar correlaties tussen kroos en waterkwaliteit om meer duiding te kunnen geven aan de aard van de problematiek.

### 7.3 Methode

Het waterkwaliteitsonderzoek is driedelig:

1. Analyse van beschikbare historische data van de kwaliteit van het oppervlaktewater;
2. Metingen aan de oppervlaktewaterkwaliteit ten tijde van deze pilot;
3. Metingen aan de waterbodemkwaliteit.

Bij de analyse is ook data gebruikt uit andere deelonderzoeken.

Er zijn voor de historische data 3 geschikte meetpunten gevonden: de Oude Delft (OW069-003) en Molslaan (OW069-000) in de binnenstad van Delft, en de Schie t.h.v. de Kruithuisweg (OW062-002). Op deze punten is allerhande chemische data beschikbaar. De gegevens voor zuurstofgehalte, stikstof-totaal en fosfor-totaal zijn hieruit gebruikt.

Ten tijde van de proef is op 3 locaties (Oude Delft, OW069-003; Molslaan, OW069-000; Vrouwjutteland, OW069-006) gemeten aan het zuurstofgehalte, de nutriënten en, zoals in hoofdstuk 4 beschreven, de kroosbedekking. In 2018 zijn de nutriënten maandelijks gemeten, en in 2019 om de week. In 2018 is het zuurstofgehalte maandelijks gemeten en in 2019 wekelijks. De kroosbedekking is in beide jaren wekelijks in kaart gebracht.

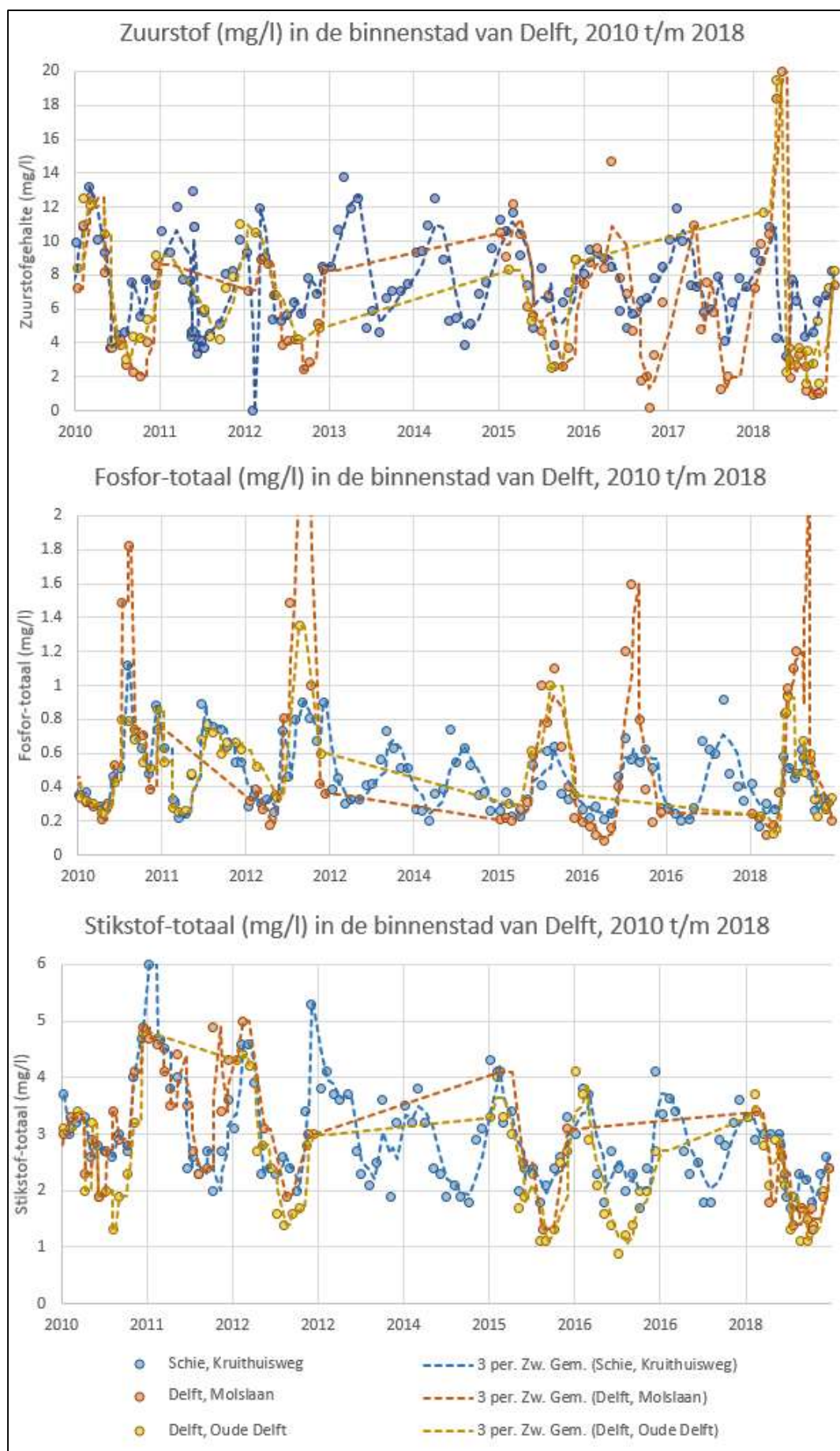
Voor de waterbodem zijn eveneens Oude Delft, Molslaan en Vrouwjutteland bemonsterd. Ammonium, fosfor in de bodem, fosfor-nalevering op het monstermoment en sulfide zijn in kaart gebracht.

### 7.4 Resultaten

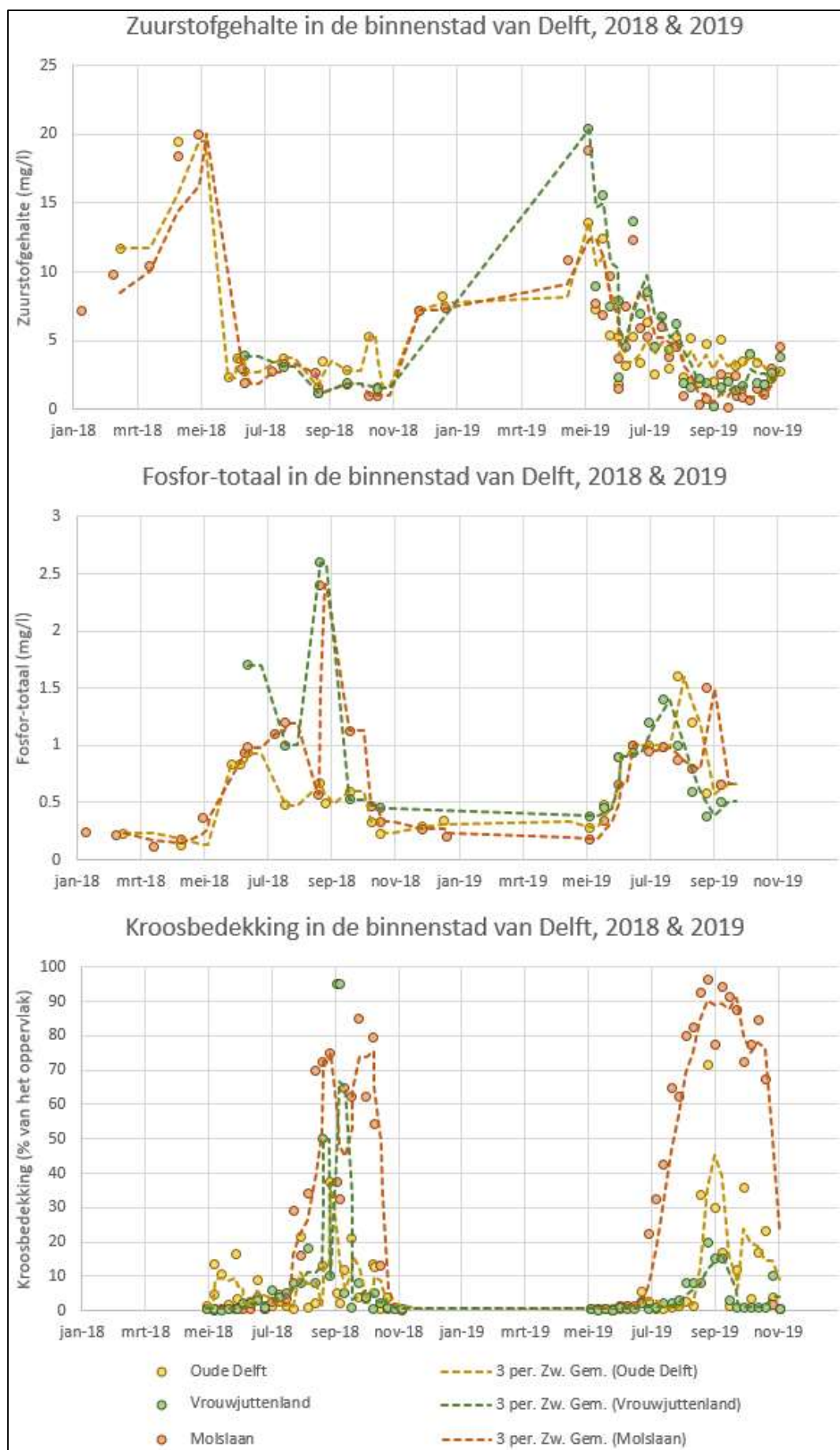
Figuur 22 laat zien wat de historische waarden zijn van zuurstof, fosfor-totaal en stikstof-totaal. Alle parameters laten door de jaren heen een betrekkelijk stabiele seizoenscyclus zien. De binnenstad laat ten opzichte van de Schie een wat extremer patroon zien. Zuurstof zakt verder uit in de zomer, fosfor-totaal schiet meer omhoog, en stikstof-totaal zakt ook wat verder uit. Stikstof is door de seizoenen heen aan de hoge kant, fosfor schommelt meer rond een waarde die wel of geen kroosdekken met zich mee gaat brengen. Het zuurstof op de Schie is op het dieptepunt nog redelijk te noemen, maar in de binnenstad daalt hij toch met regelmaat erg ver. Omdat fosfor als limiterend voor kroosgroei wordt beschouwd (Raaphorst, 2017) en de waarden in figuur 22 ook geen signaal geven dat dit in deze situatie anders is, is stikstof niet in de verdere figuren meegenomen.

In figuur 23 zijn zuurstofgehalte, fosfor-totaal en kroosbedekking in de pilot-periode weergegeven. Opmerkelijk is dat zuurstof en fosfor op de verschillende locaties een vrij overeenkomend patroon laten zien, terwijl de kroos zich toch meer manifesteert op de Molslaan dan op de andere locaties. Dit suggereert dat de kroosbedekking minder invloed heeft op zuurstof en fosfor dan andersom, of dat de grachten in de binnenstad dusdanig sterk elkaar beïnvloeden dat effecten overal doorwegen. Gezien de ruimtelijke afstand, fysieke isolatie en toch beperkte waterbeweging, is dat laatste niet heel aannemelijk.

De Molslaan wordt nader uitgelicht in figuur 24. Op deze locatie is de kroosbedekking het meest uitgesproken. Wat hier te zien is, is dat eerst in mei/juni het zuurstofgehalte omlaag gaat en het fosforgehalte omhoog. Dit is een logische koppeling, aangezien een tekort aan zuurstof nalevering van fosfor uit de bodem kan veroorzaken. Dat is ook het moment dat kroosgroei voorzigt op gang komt, en die in juli/augustus echt op gang komt. Aangezien met aanzwengelen van de nalevering een fosforgehalte wordt veroorzaakt die geenszins meer limiterend is voor kroosgroei, is het aannemelijk dat hierin een oorzaak ligt.

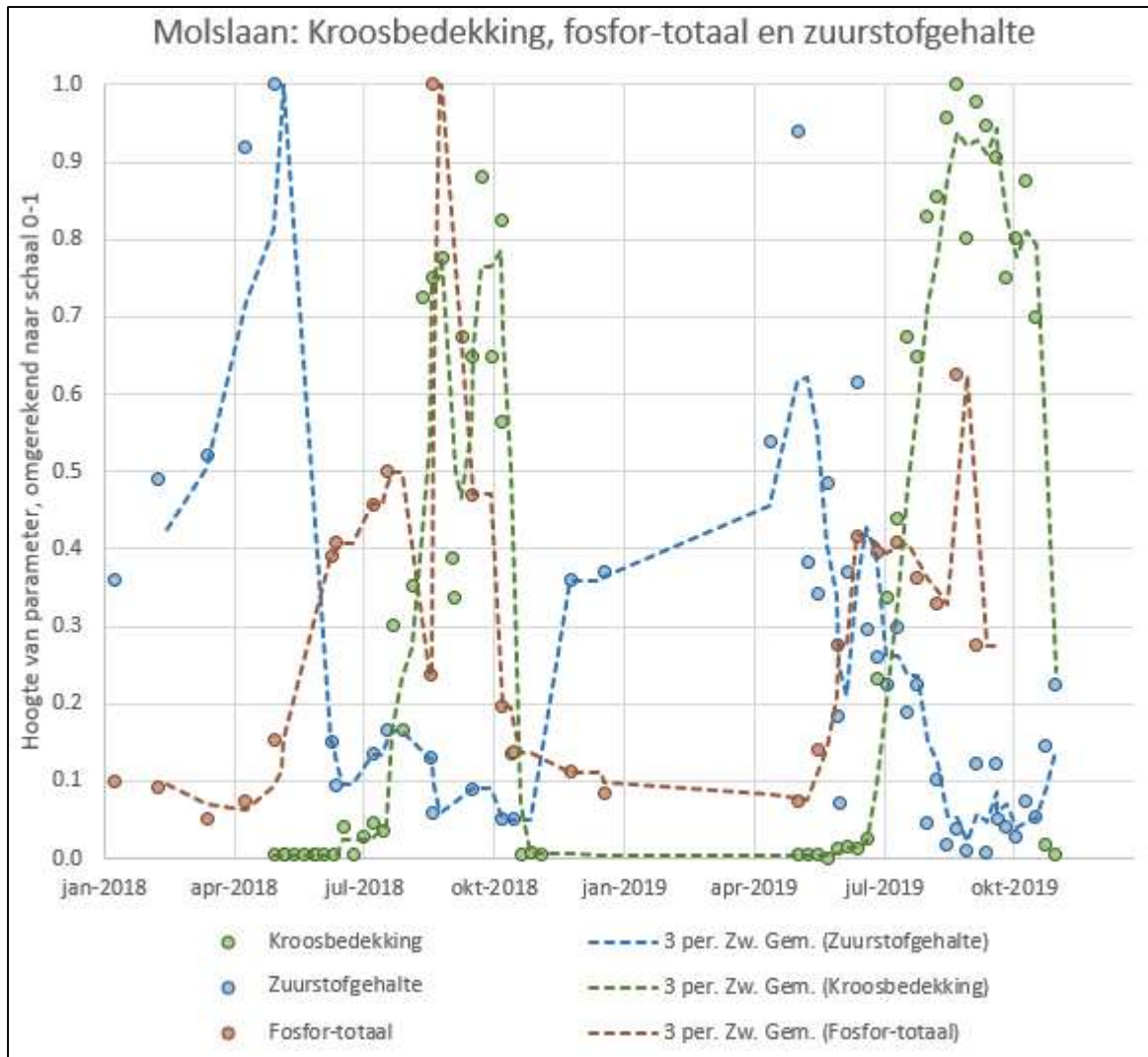


Figuur 22: Zuurstofgehalte, fosfor-totaal en stikstof-totaal op 3 punten in en om de binnenstad van Delft.



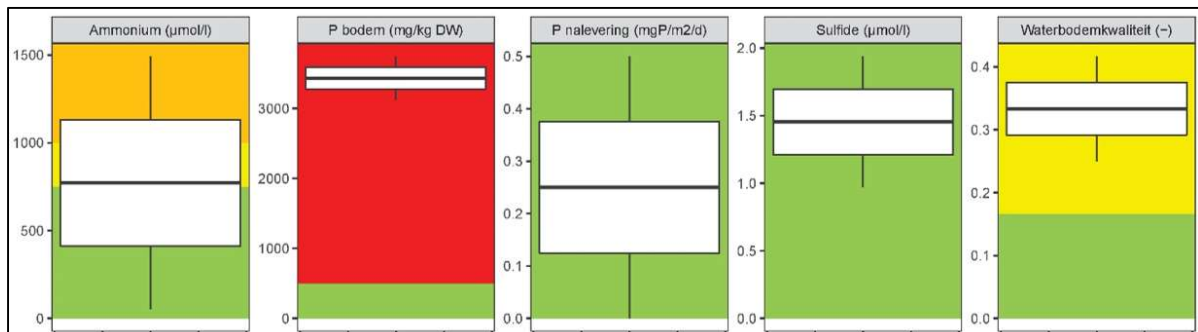
Figuur 23: Zuurstofgehalte, fosfor-totaal en kroosbedekking ten tijde van de pilot in de binnenstad van Delft.





Figuur 24: Kroosbedekking, fosfor-totaal en zuurstofgehalte aan de Molslaan.

De volgende vraag is, is de hoeveelheid fosfor in de bodem dusdanig dat de zuurstofloosheid inderdaad een dergelijke nalevering kan veroorzaken. In figuur 25 zijn de resultaten van het bodemonderzoek te zien. De hoeveelheid fosfor in de bodem is inderdaad hoog. De nalevering is laag op het moment van monsternamen, maar die is uitgevoerd in de periode dat het zuurstofgehalte in de grachten nog goed was. Het is dus heel goed mogelijk dat die grote hoeveelheid fosfor in de bodem inderdaad gaat naleveren bij zuurstoftekorten.



Figuur 25: Bodemkwaliteit binnenstad Delft. Bron: Waterbodemonderzoek binnen het beheergebied van Delfland, Royal Haskoning DHV, 2019.

## **7.5 Conclusie**

In de deelresultaten van dit onderzoek wordt zeker een stuk van de verklaring gevonden in hoe de kroosproblematiek in Delft zich manifesteert. In deelonderzoek III zagen we al dat juist wat later in het seizoen het wateroppervlak meer geïsoleerd raakt waardoor kroos niet makkelijk uit het systeem verdwijnt. Uit dit deelonderzoek komt naar voren dat op dat moment er ook een flinke kanteling plaats heeft in de fosfor-huishouding, dat ook de kroosgroei ondersteunt. Hoewel vaak zuurstoftekort wordt toegeschreven als gevolg van een hoge kroosbedekking, is de situatie hier juist andersom, en zwengelt een dip in het zuurstofgehalte een proces aan dat de kroosgroei stimuleert. De omstandigheden in de bodem, en vervolgens in het water, zijn dusdanig dat alsnog een sterke kroosgroei op een laat moment in het seizoen goed te verklaren zijn.

## **7.6 Discussie**

Een interessante constatering is dat de zuurstoftekorten in de binnenstad vooruitlopen op de kroosgroei, en het er alle schijn van heeft dat het zelfs een oorzaak is, in combinatie met de voedselrijke bodem. Naast het reduceren van de hoge nutriëntenrijkdom van de bodem, kan het verbeteren van de zuurstofhuishouding dus ook een mogelijke richting voor een aanpak vormen. Hoe dit precies kan worden bewerkstelligd dient wel nader onderzocht te worden. De voedselrijkdom van de bodem, en daarmee een hoog zuurstofverbruik, kan ook hier een onderliggende oorzaak zijn.

Daarnaast kent de binnenstad van Delft verschillende overstorten van het vuilwaterriool. Dergelijke overstorten zijn berucht om het negatieve effect op de zuurstofhuishouding. Er is echter weinig informatie achterhaald over de mate waarin deze overstorten rioolwater lozen, dus dit dient nader onderzoek. Het kan wel een verklaring zijn voor de mate van abruptheid waarmee het zuurstoftekort kan optreden (persoonlijke waarneming van de auteur; de rode Amerikaanse rivierkreeften die veelvuldig in de grachten leven, zitten dan plotsklaps allemaal langs de waterlijn om zuurstof uit de atmosfeer bij te tanken).

## 8. Deelpilot I: Systeemaanpassing met drijfbalken

### 8.1 Aanleiding

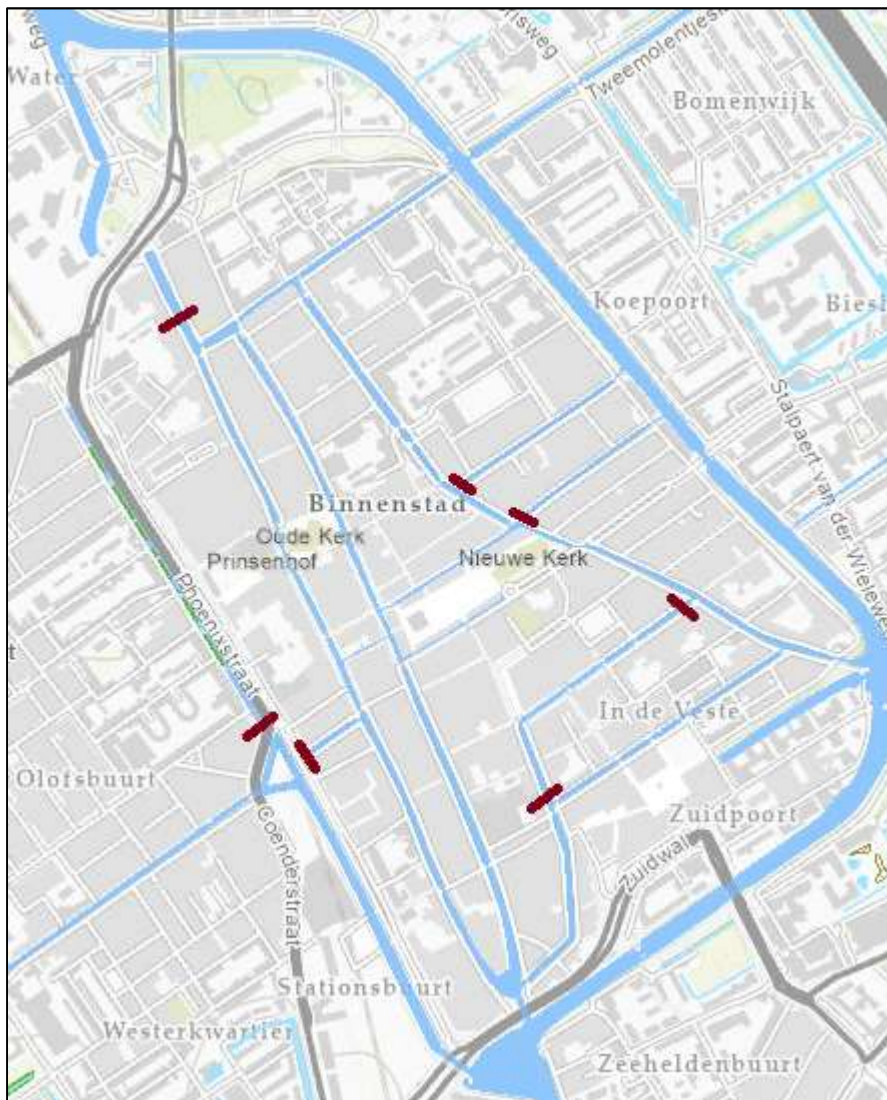
Het was na eerder onderzoek niet goed duidelijk welke rollen precies lokale groei versus aanvoer van elders speelden. Dit is wel een belangrijk vraagstuk, omdat het bepaald welk type maatregelen succesvol kan zijn.

### 8.2 Doel

Het doel van deze deelpilot is het onderzoeken of het systeem van de binnenstad positieve of juist negatieve effecten ondervindt wanneer de mate van uitwisseling met de omgeving wordt veranderd door afsluitingen.

### 8.3 Methode

Er zijn door de gemeente Delft op een aantal strategische locaties drijfbalken geplaatst. In figuur 26 zijn de locaties weergegeven. Deze zijn in 2018 gesloten. In 2019 zijn op basis van de ervaringen de meeste weer geopend, alleen de balken aan de Binnenwatersloot en Spooringsel bleven dicht.



Figuur 26: Locaties van de drijfbalken (rode lijnen). Deze sloten de nieuwe gracht aan de Phoenixstraat en de Binnenwatersloot af van de Buitenwatersloot en Westvest; Isoleerden het Noordeinde; En isoleerden de Molslaan.



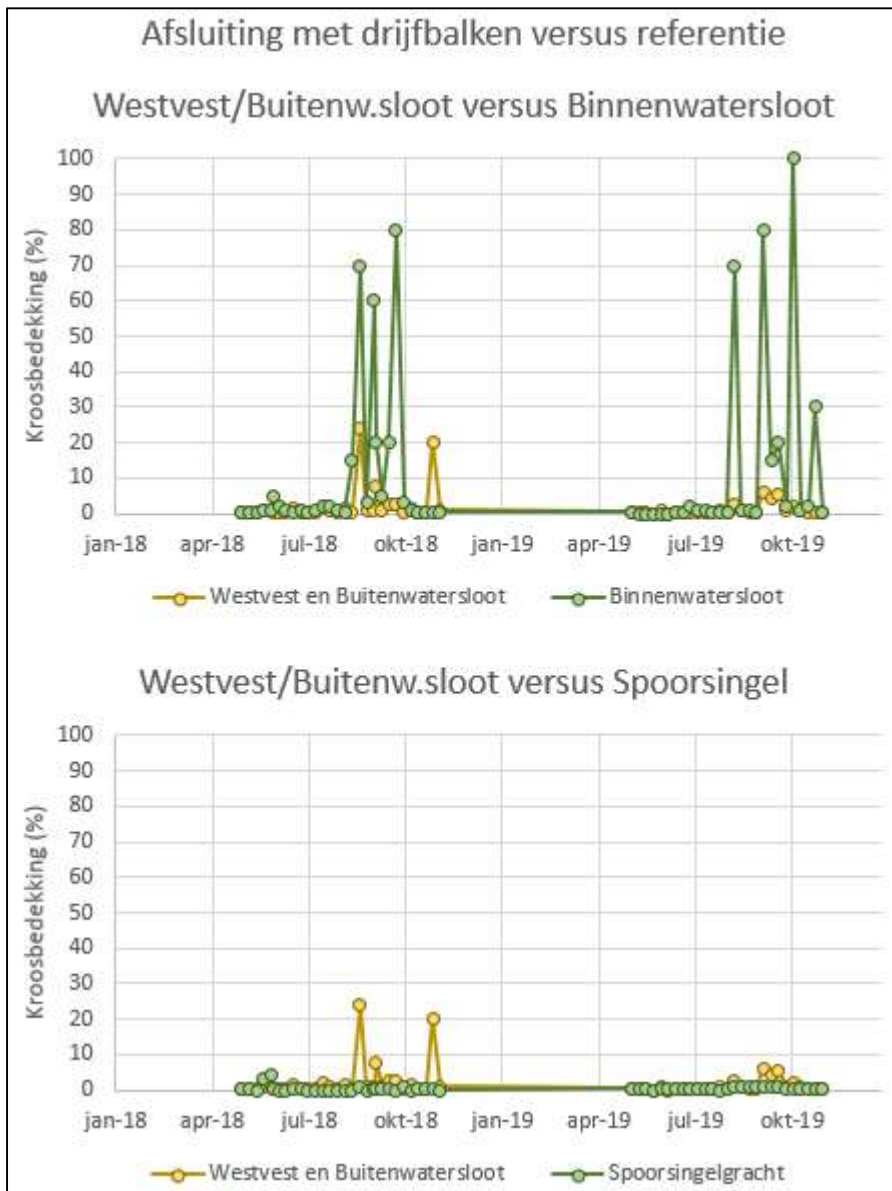
De locaties zijn om de volgende redenen gekozen:

- Aan het Noordeinde is een betrekkelijk klein stuk gracht geïsoleerd;
- Aan de Molslaan is een groter stuk gracht geïsoleerd;
- Aan de Binnenwatersloot is de ingang van de binnenstad geïsoleerd die op de heersende windrichting licht;
- Aan de Phoenixstraat ligt de nieuw gegraven Spoorsingelgracht, waar geen nutriëntenrijke waterbodem aanwezig is, geïsoleerd.
- Rietveld en Vlamingstraat als proef/referentie voor één van de andere pilots.

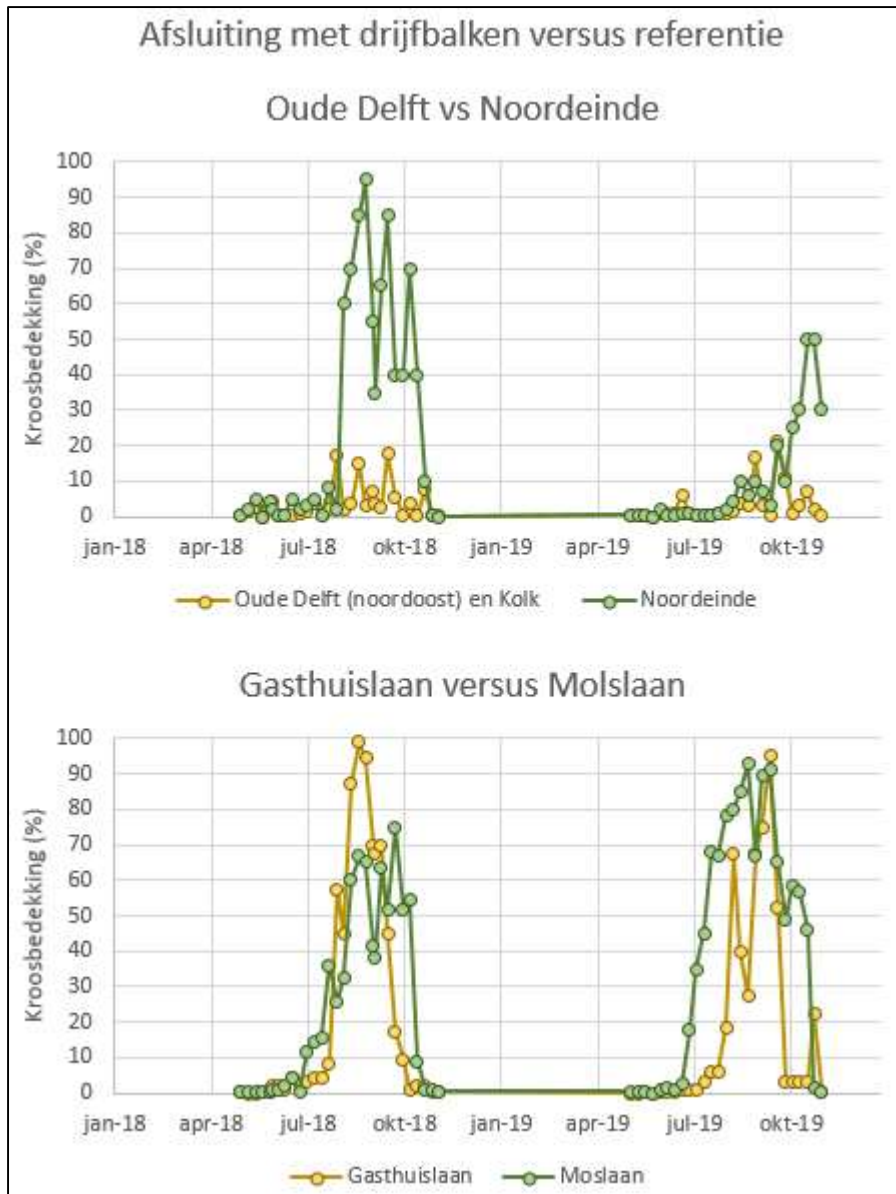
Deze locaties zijn gemonitord voor wat betreft de kroosbedekking, zoals beschreven in hoofdstuk 4.

## 8.4 Resultaten

In figuur 27 en 28 staan de resultaten van de afsluitingen, uitgezet tegenover een referentie (aanliggende of vergelijkbare watergang).



Figuur 27: Afsluiting aan de Binnenwatersloot ten opzichte van de Buitenwatersloot/Westvest, en afsluiting aan de Spoorsingelgracht ten opzichte van de Buitenwatersloot/Westvest.



Figuur 28: Afsluiting aan het Noordeinde ten opzichte van de Oude Delft, en afsluiting aan de Molslaan ten opzichte van de Gasthuislaan.

In figuur 27 is te zien dat op de Westvest en Buitenwatersloot in 2018 en 2019 enkele pieken/vlekken met kroos voorbij zijn gekomen. Op de Binnenwatersloot lag met enige regelmaat wel veel kroos. In tegenstelling tot deze is de Spoorsingelgracht vrijwel vrij van kroos gebleven gedurende de pilot. De locaties lagen in beide jaren dicht.

In figuur 28 is te zien dat op het Noordeinde veel meer kroos aanwezig was dan op de Oude Delft/Kolk. Figuur 29 laat het resultaat van deze zien. De Molslaan vertoonde juist een vergelijkbaar beeld met de Gasthuislaan, beide met veel kroos.

Rietveld en Vlamingstraat worden voor deze deelpilot niet nader beschouwd.



*Figuur 29: Drijfbalken aan het Noordeinde stimuleren de lokale groei sterk.*

### **8.5 Conclusie**

Het verkleinen van het oppervlak van kroos, waardoor het niet heen en weer kan drijven en vooral niet weg kan, vergroot de kansen voor kroosgroei. Dit is vooral te zien aan het Noordeinde.

Als de omstandigheden toch al goed zijn, is er weinig verschil, zoals te zien aan Molslaan en Gasthuislaan.

De locatie aan de Spoorsingel, waar geen sliblaag op de bodem aanwezig is, had vrijwel geen kroosgroei. Dit ondanks dat het water verder in open verbinding met de omgeving stond, en er met Schiewater enigszins wordt doorgespoeld.

De locatie aan de Binnenwatersloot had ook meer kroos dan de referentie. Op te merken valt over deze, dat er in 2018 en 2019 niet een extreme kroosituatie heeft voorgedaan zoals voor 2016 is geconstateerd. Dat effect kon dus niet getoetst worden.

Het verkleinen van het wateroppervlak door delen daarvan te isoleren werkt kroosgroei dus in de hand. Het openhouden van het oppervlak en zelfs verder vergroten van de verplaatsbaarheid, zeker met vrije doorgang richting Schie-kanaal, kan de kroosgroei naar verwachting dus negatief beïnvloeden.

### **8.6 Discussie**

Hoewel het natuurlijk fijn is om niet met een hele grote hoeveelheid kroos geconfronteerd te worden, is het in het kader van deze pilot niet ideaal geweest dat in 2018 en 2019 geen herhaling is opgetreden van de grote kroosoverlast van 2016. Met name de geringe tegen kroos dat de binnenstad in zou drijven kon dus niet op zijn waarde getoetst worden. Desondanks zijn er toch verschillende inzichten opgehaald/bevestigd.



## 9. Deelpilot II: Curatief doorspoelen en verwijderen

### 9.1 Aanleiding

Wanneer er eenmaal kroos in de binnenstad ligt, is het nuttig om inzichtelijk te krijgen welke maatregelen het meest toepasbaar zijn om het weg te krijgen. Om de binnenstad dicht bebouwd is met veel hoge kades en smalle wegen, is de gebruikelijke methode van verwijderen met een kraan niet eenvoudig toepasbaar. Wel ligt er infrastructuur ten behoeve van de hoogwaterwering, in de vorm van stuwen en een gemaal, die wellicht hierin een rol kunnen spelen. In 2016 is dit al een keer geprobeerd, echter gooide de aankomst van een grote hoeveelheid kroos op het Schiekanaal precies ten tijde van de proef, roet in het eten (zie hoofdstuk 4). Die proef is daarom voortijdig stopgezet, en de zinvolheid kan daardoor niet volledig op waarde worden geschat.

De binnenstad werd ooit bediend, tot 2012, door gemaal Kalverbos aan het Noordeinde. Dit gemaal zorgde voor circulatie van het binnenstadswater. Hoewel dit gemaal is ontmanteld, zou herstel en hernieuwde ingebruikname een optie kunnen zijn als dit veel winst oplevert.

### 9.2 Doel

Het deel van deze deelpilot is inzicht krijgen of het binnenstadsgemaal (gemaal Duyvelsgatbrug) en de stuwen die de binnenstad bij hoogwater kunnen afsluiten, ingezet kunnen worden om op curatieve wijze kroosdekken in de binnenstad kunnen afvoeren. Dit afvoeren gebeurt dan naar een centraal punt, waar het kan worden verwijderd. Via deze inzet kan afgeleid worden of het inzetten van een gemaal als oplossing kan dienen voor de kroosoverlast, door middel van gemaal Duyvelsgatbrug, of eventueel via het dan te herstellen Kalverbosgemaal. Deze deelpilot gaat hand in hand met deelpilot III.

#### Kader 3 – Doorspoelen niet alleen van deze tijd

Op de plek waar nu het gemaaltje bij de Duyvelsgatbrug staat, stond lang geleden een molen: de Duyvelsgatmolen of Quademolen. Dit was een torenmolen met de functie 'vuilwatermolen'. Molens met een dergelijke functie waren vrij uniek.

Op 13 juli 1450 kreeg Delft toestemming tot het maken van een molen op deze plek. Deze molen moest het water uit de binnenstad trekken *"omdattet water nu ter tijdt aldaer stille blijvet leggen ende daerom lichtelijck stincke"*. O.a. vanwege de bierbrouwerijen in Delft werd toen al prijs gesteld op een betere waterkwaliteit.

Op een kaart uit 1678 staat de molen afgebeeld zonder wieken, en was dus niet meer in gebruik. Enkele decennia later is de molen ter afbraak verkocht.

Bron: Molendatabase verdwenen molens



Figuur 30: Duyvelsgatmolen te Delft, onbekende auteur, ca. 1573, Stadsarchief Delft

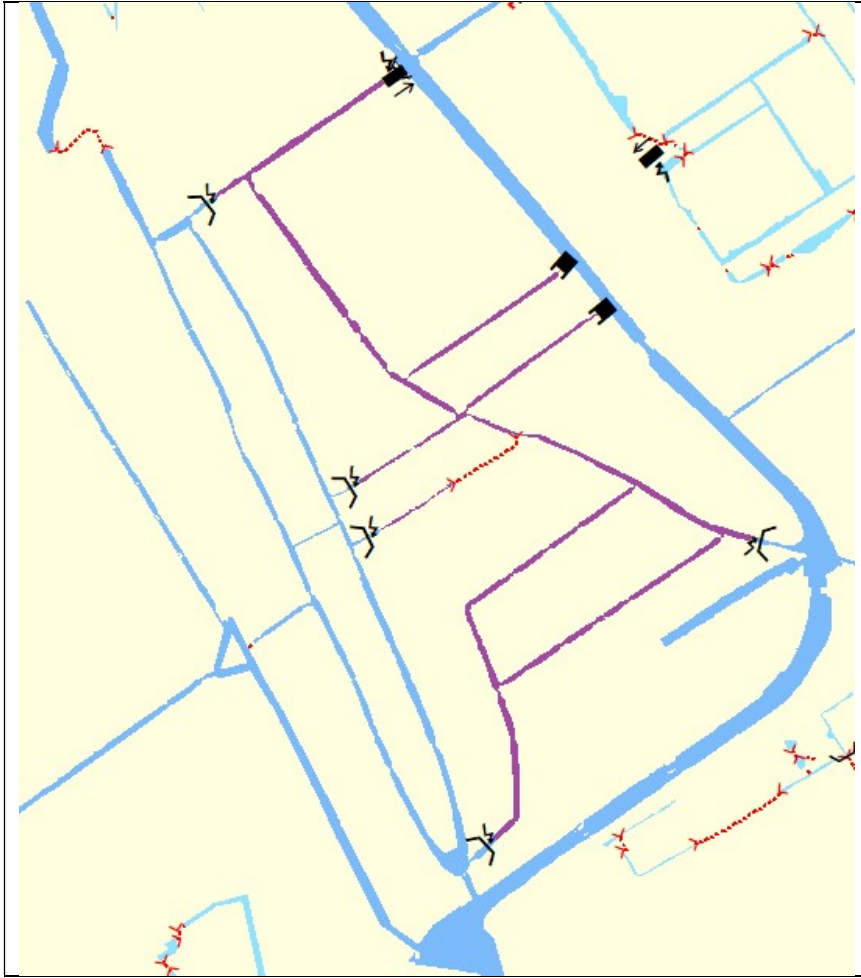
### 9.3 Methode

De binnenstad van Delft is voorzien van een serie stuwen en afsluiters, en één uitwaterend gemaal. De locaties zijn te zien in figuur 31. Bij hoogwater op de boezem, kan hiermee het laagliggende deel van de binnenstad beschermd worden.

Met het gemaal kan ook op andere momenten het water in de binnenstad in beweging worden gebracht. Door op één na alle stuwen te sluiten, en te wisselen in welke stuw open staat, kan er op verschillende grachten water in bewegingen worden gezet. Vooral de Oude en de Nieuwe Delft vallen hier buiten. Doordat hier de kades veel hoger liggen, zijn deze niet opgenomen in het afsluitbare deel en ook minder goed gericht aan te sturen.

Als theoretische onderbouwing voor deelpilots II en III is een modelstudie gedaan naar de waterbeweging die met verschillende bemalingsstrategieën in potentie kan worden gecreëerd. Vervolgens is in 2018 in de praktijk getoetst in hoeverre gemaal Duyvelsgatbrug het water met kroos in beweging kan krijgen. Bij gemaal Duyvelsgatbrug is het verzamelde kroos met een

kraan verwijderd en per vrachtwagen afgevoerd. Deze inzet is tweemaal uitgevoerd, op 8 en 16 augustus.



Figuur 31: Hoogwaterkering binnenstad Delft. Het paarsegekleurde waterdeel kan bij hoogwater worden afgesloten van de rest van de boezem, via stuwen. Het gemaal Duyvelsgatbrug bemaald dit afsluitbare deel.

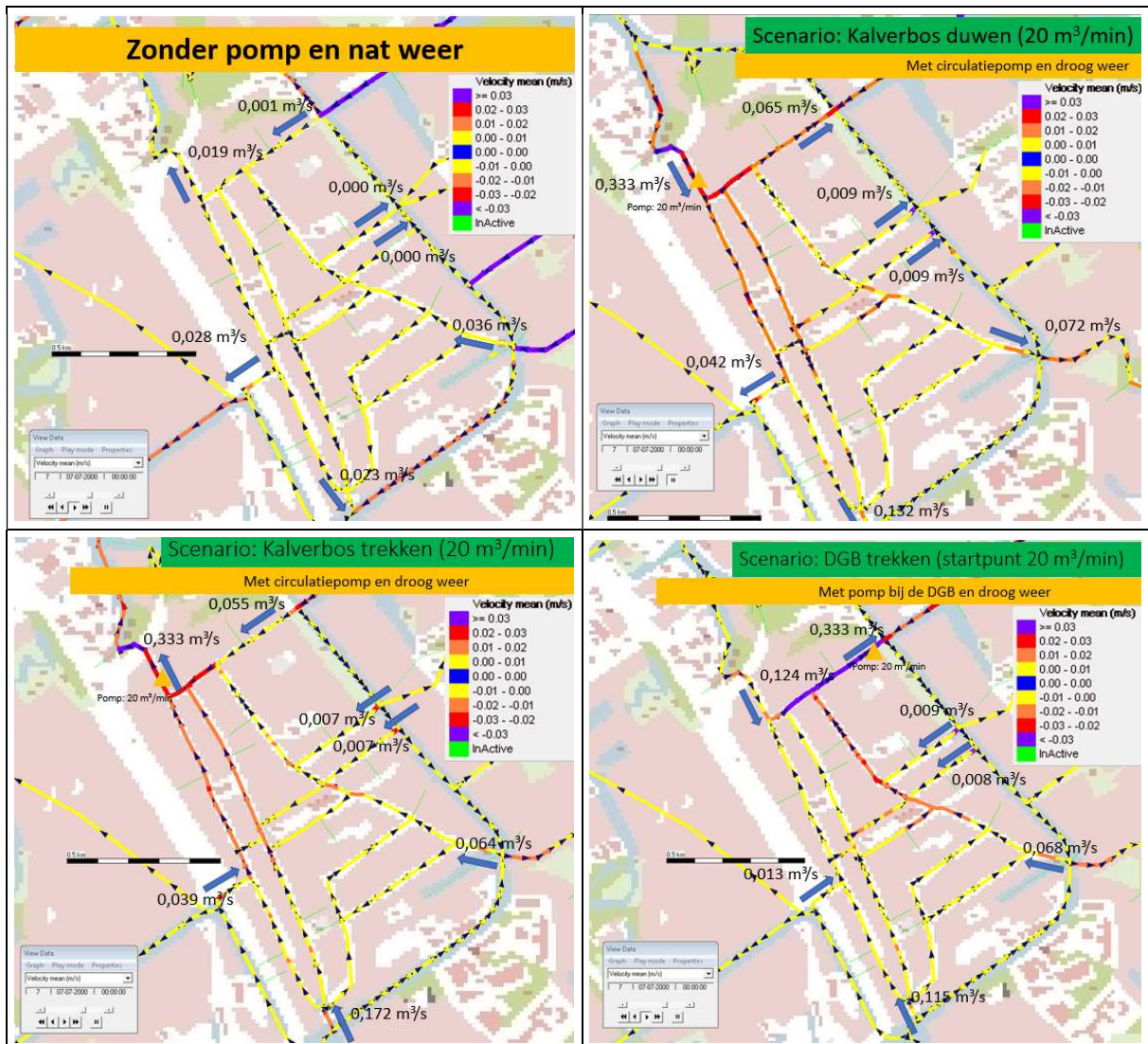
#### 9.4 Resultaten

In de modelstudie zijn 3 methodes en de nul-situatie getest. Deze zijn te zien in figuur 32. Linksboven is de gebruikelijke situatie, zonder dat er een gemaal in de binnenstad actief is. Er is dan bijna geen stroming. Rechtsboven is de situatie te zien wanneer gemaal Kalverbos water vanuit de Schie de binnenstad inpompt. Met name langs de noord- (Geerwegsgracht) en westkant (Oude en Nieuwe Delft) ontstaat waterbeweging. Maar ook aan de zuid- (Zuidwal) en Oostkant (Oostpoort) ontstaat wat beweging. De situatie waarin gemaal Kalverbos water uit de binnenstad trekt, geeft een vergelijkbaar beeld, met iets lagere stroomsnelheden. Bij inzet van gemaal Duyvelsgatbrug, die maar één kant op kan malen (vanuit de binnenstad naar de Schie) ontstaat de stroming vooral langs de Geerwegsgracht en de Oosteindegracht.

Het kroos kon met deze methode zeker in beweging worden gebracht. Er verzamelde zich kroos bij gemaal Duyvelsgatbrug. Echter hoopte zich ook veel kroos op, op andere plekken in de binnenstad. Bijvoorbeeld daar waar veel waterplanten groeiden (waterlelie, gele plomp en grof hoornblad) waar het kroos achter bleef hangen. Daardoor kon kroos niet, zoals gehoopt, centraal worden verwijderd. Wanneer er kroos op de Schie lag, kon dit juist de binnenstad in getrokken worden, wat het effect verminderde. Al met al ontstonden er zeker open plekken op (delen van) grachten, maar ten opzichte van de totale hoeveelheid kroos was de hoeveelheid verzameld kroos niet heel groot.

Wat wel groot was, was de mate van coördinatie die nodig was om het hele plan goed te laten lopen. Peilbeheerders, de havenmeester en een aannemer waren allemaal hiervoor in de weer. Het succes was ook afhankelijk van weersomstandigheden, vooral wind heeft een grote invloed.





Figuur 32: Modelleringsstudie doorspoelen binnenstad Delft. Linksonder: de (gebruikelijke) situatie zonder pompen. Rechtsboven: water de stad induwen met gemaal Kalverbos. Linksonder: water de stad uit trekken met gemaal Kalverbos. Rechtsonder: water de stad uit trekken met gemaal Duyvelsgatbrug.



Figuur 33: Beelden van de proef. Links kroos in beweging op een gracht. Rechts het verwijderen van kroos bij gemaal Duyvelsgatbrug.

Tot slot is de locatie van het gemaal geen geschikte locatie om kroos te verwijderen. De ruimte is beperkt, en de zware machines veroorzaken veel geluidsoverlast voor de direct omwonenden.



## **9.5 Conclusie**

Hoewel het kroos wel in beweging kon worden gebracht, waren er veel mitsen en maren. Het kroos stroopte op allerlei plekken op, verwijderen bij het eindpunt ging moeizaam en de benodigde inspanning om alles goed te laten lopen was groot. Deze maatregel, met als bedoeling kroos curatief te verwijderen, wordt daarom niet als heel veelbelovend gezien.

## **9.6 Discussie**

Hoewel het praktisch lijkt om bestaande infrastructuur te gebruiken voor het curatief verminderen van de kroosoverlast, lijkt dat hier niet de meest geschikte oplossing. De inspanning was relatief groot vergeleken met de behaalde resultaten. Op het moment dat de binnenstad zijn piek in kroosbedekking nadert, dan gaat dat om een zeer grote hoeveelheid kroos. Het verzamelen van die hoeveelheid, en verwijderen daarvan uit het water, kost een vele malen grotere inspanning dan wat in deze proef is toegepast. In ieder geval zolang er niet naar andere maatregelen wordt gekeken is dit niet zinvol. Andere maatregelen zijn dan bijvoorbeeld het opheffen van blokkades van waterplanten door deze te maaien, en het creëren van een efficiënte kroosverwijderingsinstallatie bij Duyvelsgatbrug die geen overlast voor de omgeving oplevert.

## 10. Deelpilot III: Preventief doorspoelen

### 10.1 Aanleiding

Zuurstofloze omstandigheden in de binnenstad lijken een belangrijke aanleiding te zijn voor kroosgroei, via het vrijkomen van fosfaat uit de bodem. Daarnaast ligt kroos redelijk stabiel op verschillende plekken, waardoor het ongehinderd kan groeien. Mogelijk kan het verbeteren van de omstandigheden, in de vorm van verbeterde zuurstofhuishouding en meer stroming (waardoor kroos uit het systeem verplaatst wordt) een (deel van) een oplossing vormen.

### 10.2 Doel

In deze deelpilot wordt getoetst of het creëren van een meer permanente waterbeweging de hoeveelheid kroos in een gracht kan verminderen, en de andere omstandigheden kan verbeteren.

### 10.3 Methode

In het verlengde van deelpilot II is er ook gekeken naar het preventief of meer continu doorspoelen van een gracht. Omdat op grootschalig niveau doorspoelen van de binnenstad een zeer intensieve handeling blijkt, en het ook handig is om te kijken naar een situatie waarvoor een onbehandelde referentie aanwezig is, is gekozen voor een kleinschalige proef. Daarvoor is gracht aan het Rietveld gekozen, met de Vlamingstraat als referentie.

De modellering uit hoofdstuk 9 is voor deze deelpilot ook in de overwegingen (zoals bepalen debiet) meegenomen.



*Figuur 34: Onderzoeksgebied deelpilot III: Rietveld (noordwestelijke gracht) en Vlamingstraat (zuidoostelijke gracht). Beide grachten hebben een vegetatie van vooral witte waterlelie, gele plomp en grof hoornblad, zijn aan de noordoostelijke kant verbonden met de Schie waar een afsluiter zit waar normaal kroos ook kan passeren, maar die volledig dicht kan. Ten behoeve van de pilot binnenstad Delft is de zuidwestelijke kant van beide grachten voorzien van drijfbalken, de balk aan het Rietveld is ten tijde van het operationeel zijn van de pomp open gezet.*

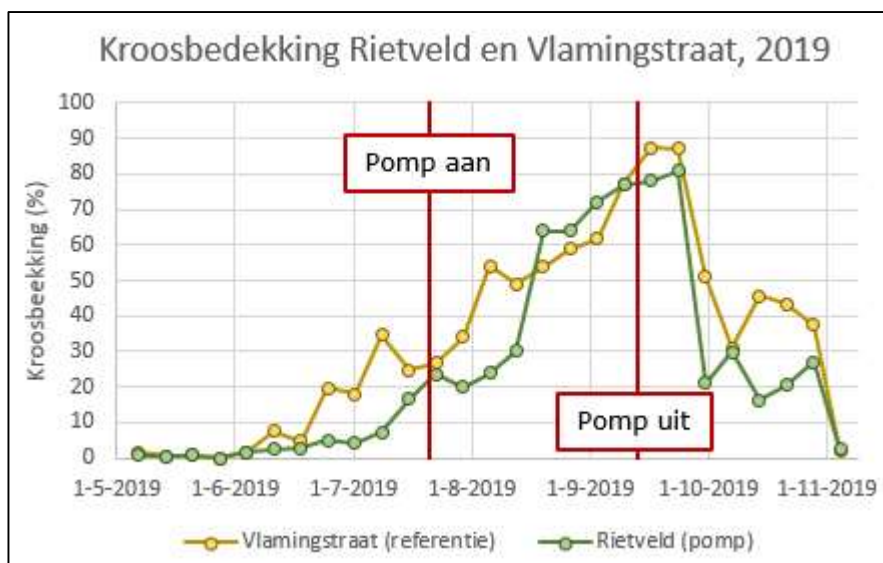
Aan het Rietveld is bij de afsluiter naar de Schie een tijdelijke pomp geïnstalleerd die water de stad in pompt. De afsluiter is dichtgezet om het water de gracht in te forceren. De afsluiter aan de Vlamingstraat is ook dichtgezet, zodat het door de pomp ingepompte water de enige

variabele is, en ook aan deze kant geen uitwisseling is door allerhande waterstroming waaronder passerende vrachtschepen. De pomp heeft in de praktijk een capaciteit tussen de 3 en 5 m<sup>3</sup>/minuut. De pomp heeft gedraaid van 22-7-2019 t/m 13-9-2019.

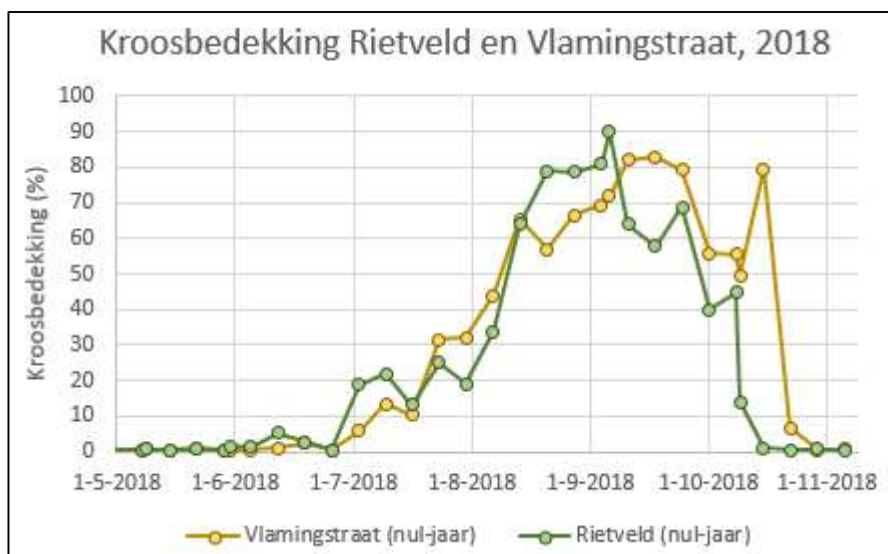
Gedurende de proef zijn een aantal parameters gemonitord. In hoofdstuk 6 is de kroosbedekking en overige vegetatiebedekking al besproken. Daarnaast zijn een aantal chemische parameters gevolgd: nutriënten, zuurstof, onopgeloste stoffen, geleidendheid, temperatuur, chloride en zuurgraad zijn iedere twee weken bepaald op een punt halverwege de Rietveldgracht en een punt halverwege de Vlamingstraatgracht. Er zijn gegevens beschikbaar van een meetpunt bij Kruithuisweg, Schie ter referentie, alleen opgeloste stoffen is hier niet gemeten.

#### 10.4 Resultaten

In figuur 35 is de kroosbedekking getoond aan zowel het Rietveld en de Vlamingstraat in 2019, het jaar waarin gepompt is. Tussen de rode lijnen is de periode waarin de pomp aan stond. Ter referentie is in figuur 36 de kroosbedekking in 2018 weergegeven.



Figuur 35: Kroosbedekking op het Rietveld en de Vlamingstraat ten tijde van de pompproef in 2019.

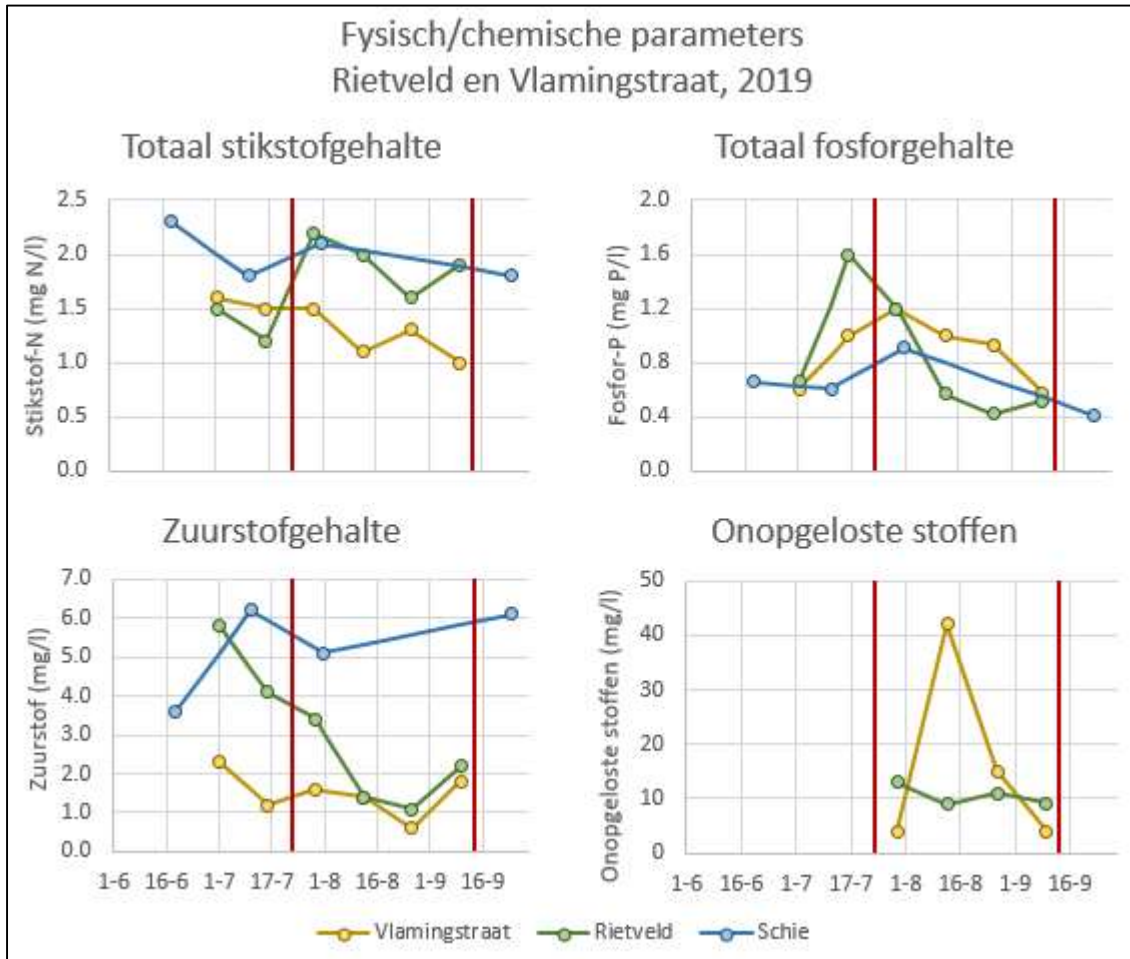


Figuur 36: Kroosbedekking op het Rietveld en de Vlamingstraat in het referentiejaar 2018.



Er is geen opmerkelijk effect van de pomp te zien op de kroosbedekking op het Rietveld. Hooguit valt op te merken de groei iets lijkt te vertragen ten opzichte van de Vlamingstraat en de metingen in 2018, maar dit is beperkt en uiteindelijk bereikt de bedekking vergelijkbare hoogtes als de referenties.

Eenzelfde beeld is te zien in de vegetatiebedekking in hoofdstuk 6, figuur 18. Zowel in de situatie waarin wordt gepompt als bij de referentie neemt de submerse vegetatie op ongeveer eenzelfde moment sterk af.



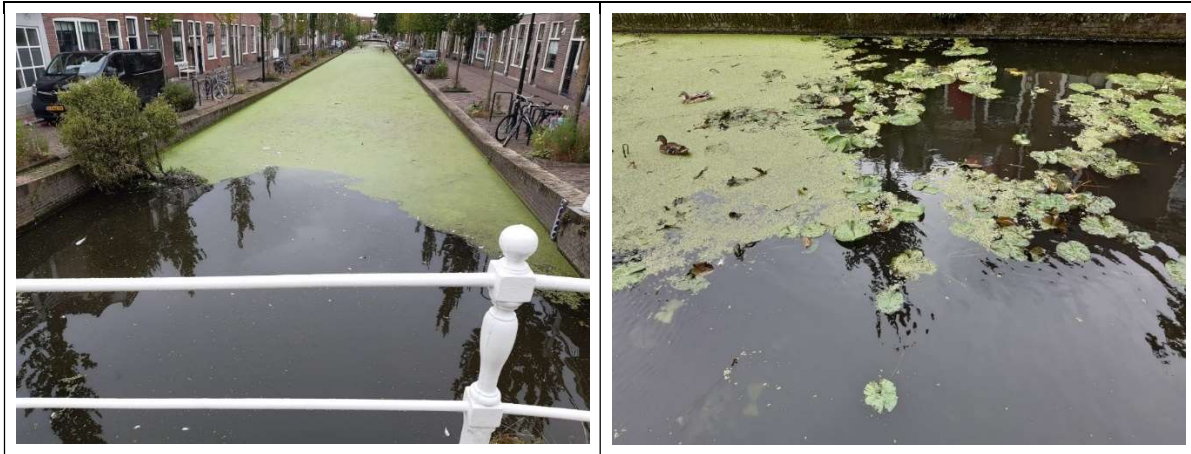
Figuur 37: Fysisch/chemische parameters, meest relevante subset, aan Rietveld, Vlamingstraat en Schie t.h.v. Kruithuisweg. De onopgeloste stoffen zijn niet gemeten in de Schie. Tussen de rode lijnen is de periode waarin de pomp heeft aan gestaan.

De meest relevante fysisch-chemische parameters die zijn gemeten zijn getoond in figuur 37. Andere parameters vertonen geen opmerkelijkheden, en aangezien er minder relatie met de proef wordt verwacht, wordt daar ook geen verklarend waarde in gezien en dus niet nader getoond.

De stikstofgehaltenes worden in de tijd waarin wordt gepompt op het Rietveld juist omhoog getrokken naar het niveau dat op de Schie heerst. Voor het fosfaatgehalte geldt het omgekeerde, dit gaat juist omlaag ten tijde van het pompen. Zoals in paragraaf 7.4 is besproken, is fosfor de meest relevante/limiterende nutriënt voor kroos, en dit is dus een relevant signaal.

Het zuurstofgehalte gaat juist omlaag wanneer het pompen begint, en het Rietveld daalt dan naar hetzelfde niveau als de Vlamingstraat. De Schie behoudt een redelijk gezonde zuurstofhuishouding, terwijl die op de Vlamingstraat en het Rietveld erg laag wordt. Wat hier precies gebeurt is wat moeilijk af te leiden, maar het ingepompte water weet het zuurstofgehalte van het Rietveld in ieder geval niet op het niveau van de Schie te houden.

De gehaltenes aan opgeloste stoffen zijn vooral gemeten om te controleren of het Rietveld niet overmatig vertroebeld door het troebele Schiewater. Hoewel er een uitschieter is aan de Vlamingstraat, is er geen signaal dat er bijzondere vertroebeling plaats heeft aan het Rietveld.



*Figuur 38: Kroos op het Rietveld ten tijde van de pompproef. Links, aan de kant waar de pomp stond, is te zien dat de pomp het kroos wel wist weg te drukken. Rechts, aan de binnenstadkant, is te zien dat het kroos achter de aanwezige drijfbladvegetatie bleef hangen, en het debiet niet hoog genoeg was om het hier langs te drukken. Op het allerlaatste stukje, voorbij de laatste drijfbladvegetatie, werd de gracht wel vrij van kroos gespoeld.*

De pomp had een te laag debiet om in deze situatie het Rietveld van kroos schoon te vegen. Wel was het debiet voldoende om het kroos te verplaatsen. Er is ter plekke beweging waargenomen. Zoals te zien in figuur 38, linkerkant, wist de pomp het kroos weg te drukken op het allereerste stuk van de gracht. Echter de grote massa kwam verder niet in beweging. De oorzaak ligt in de drijfbladvegetatie, zoals te zien aan de rechterkant. Dit hield het kroos tegen. Voorbij de laatste drijfbladvegetatie op de gracht, helemaal aan de binnenstadkant, werd de gracht wel ontdaan van kroos.

Observaties ten tijde van de proef lieten ook zien dat de windkracht, waar de pomp gezien de heersende windrichting meestal tegenin moest duwen, bij het gerealiseerde debiet ook meer invloed had op de kroosbeweging dan de stroming.

### 10.5 Conclusie

Doorspoelen met het toegepaste debiet heeft geen meetbaar effect gehad op kroosbedekking, en ook niet het verwachte positieve effect op de zuurstofhuishouding. Nutriënten werden wel beïnvloed door het ingepompte water. Ter plekke was wel beweging in het kroos te zien, maar te beperkt voor een significant effect in de hierboven getoonde resultaten.

Het voornaamste knelpunt was de aanwezige drijfbladvegetatie, die dicht genoeg was om het kroos fysiek te blokkeren, ondanks dat niet persé de watergang van kant tot kant daarmee dicht lag. Het debiet was ook niet voldoende om de nutriënten- en/of zuurstofhuishouding voldoende te beïnvloeden.

### 10.6 Discussie

Het fysiek verplaatsen van kroos met een gemaal is een behoorlijke opgave, zoals is gebleken uit de resultaten van zowel dit hoofdstuk als hoofdstuk 9. De capaciteit moet groot zijn, en het behoeft de nodige coördinatie om dit goed voor elkaar te krijgen. Om de chemische omstandigheden dusdanig aan te passen dat kroos niet zo hard kan groeien, is nog meer nodig en dit lijkt dus niet haalbaar.

Bij de keuze om toch te kijken naar de inzet van een gemaal zijn de volgende overwegingen zodoende erg belangrijk:

- Idealiter gaat de gecreëerde stroming mee met, of op z'n minst haaks op, de heersende windrichting. Dit kan bijvoorbeeld door met een hernieuwd gemaal Kalverbos water de stad in te pompen. Bijkomend effect daarvan, is dat bij de andere aansluitingen van de binnenstad op de Schie, Westvest en Buitenwatersloot, daar met stroming mogelijk een tegendruk kan worden gerealiseerd tegen kroos dat van buiten de stad in wil drijven.
- Het is noodzakelijk om ook een vorm van maaibeheer te realiseren in de binnenstad, om minimaal stroombanen vrij van ondergedoken en drijvende waterplanten te maken, zodat kroos zich ook daadwerkelijk met de stroom mee kan bewegen. Wanneer dit niet wordt gedaan, gaat het zich op allerlei (onhandige) plekken ophopen.

## 11. Deelpilot IV: Handmatige krooschepactie K.S.V. Virgiel

### 11.1 Aanleiding

Met een aannemer die veel onderhoud voor Delfland uitvoert, is de situatie in de binnenstad besproken, en wat oplossingen kunnen zijn in het kader van verwijderen op locatie. Een belangrijke wens daarbij is het sparen van drijfbladvegetatie (gele plomp en witte waterlelie). De aannemer heeft aangegeven dat bij de gangbare methode het kroos met behulp van een drijfscherm/olieboom wordt verzameld en door een shovel met fijnmazige schep wordt verwijderd. In de situatie ter plekke moet dan toch eerst de drijfbladvegetatie verwijderd worden, en er zijn weinig locaties in de binnenstad geschikt om met groot materieel als een shovel aan het werk te kunnen.

Zodoende is gekeken naar een alternatieve, meer subtielere methode. De gemeente Den Haag voert al een aantal jaar, met wisselend succes, een methode uit waarbij kroos handmatig wordt verwijderd met drijfschermen en schepnetten. De vraag is in hoeverre deze methode inzetbaar is in de binnenstad.

Naast het testen van de methode, was er ook behoefte om het kroosonderzoek op een zichtbare wijze onder de aandacht van het publiek te brengen, om daarbij een toelichting te kunnen geven op het bredere onderzoek.

### 11.2 Doel

Het doel van deze deelpilot is het onderzoeken in welke mate het handmatig verwijderen van kroos een optie kan zijn voor de binnenstad van Delft.

Een neven doel is met deze actie het bredere kroosonderzoek onder de aandacht van het publiek te brengen.



Figuur 39: Pilotgebied aan de Molslaan (en Brabantse Turfmarkt). In rode lijnen zijn de 2 drijfbalken weergegeven. Het verwijderen vond vooral plaats langs de Molslaan, omdat de Brabantse Turfmarkt drukker is met verkeer.



### 11.3 Methode

De Delftse studentenvereniging K.S.V. Sanctus Virgilius (hierna: Virgiel) was geïnteresseerd om te participeren in dit onderzoek, en hun aspirant-leden een dagdeel in te zetten in het kader van de jaarlijkse introductiedagen. Dit speelt zodoende een belangrijke rol in de vormgeving van deze pilot.

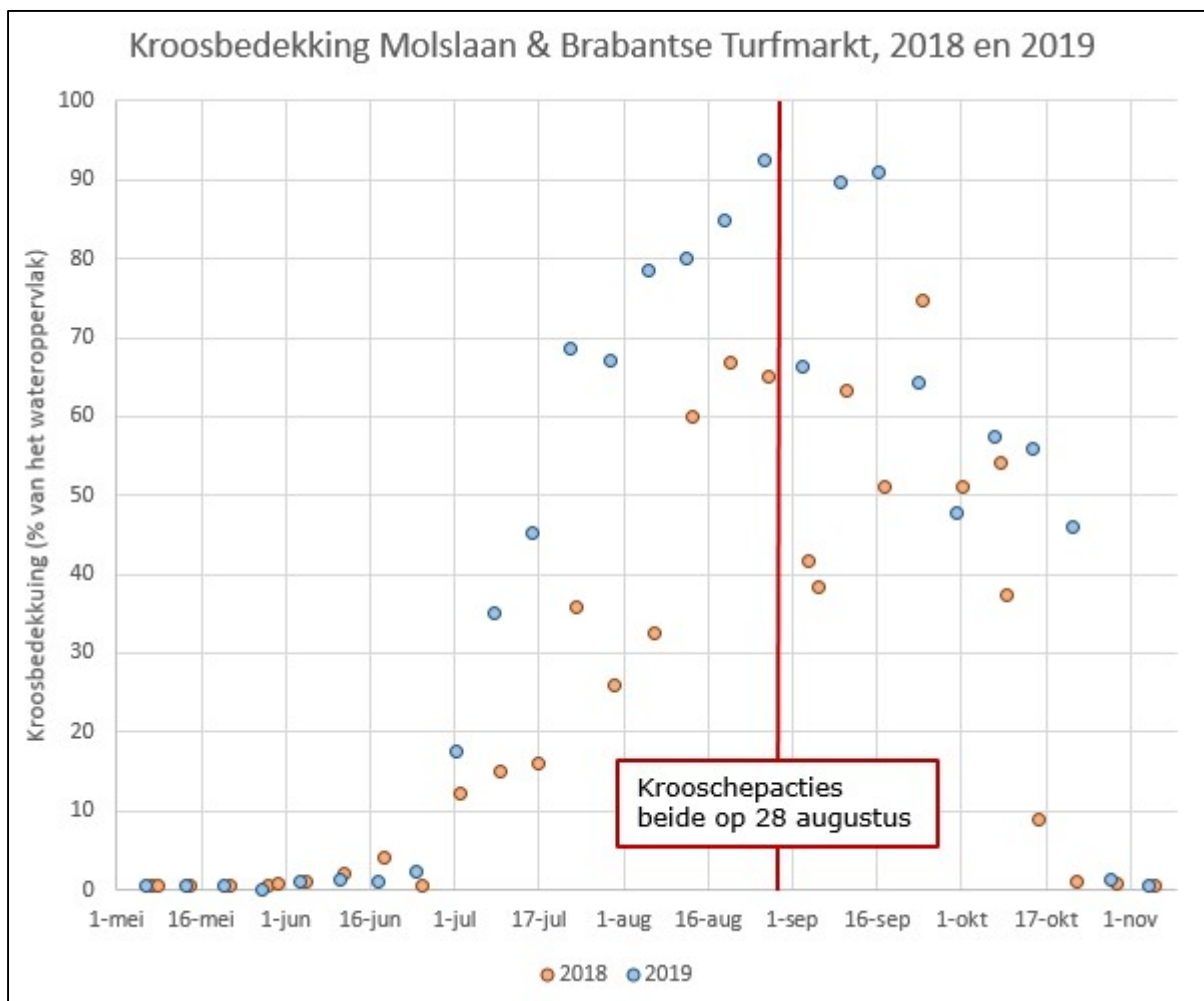
In figuur 39 is het pilotgebied weergegeven: de Molslaangracht, en de haaks daarop staande Brabantse Turfmarktgracht. Met rode lijnen zijn de twee drijfbalken aangegeven die dit gebied afsloten. In dit onderzoeksgebied is zowel in 2018 als in 2019 op 28 augustus enkele uren geschept door een groep aspirant-leden, die werden aangestuurd door enkele medewerkers van Delfland, gemeente Delft en senior-leden van Virgiel. Het Scheppen heeft vooral plaatsgevonden aan de Molslaangracht, aangezien rond de Brabantse Turfmarktgracht meer verkeer is, en dit minder veilig werd gevonden. Big bags voor het afvoeren van het kroos zijn geleverd en weer opgehaald door de gemeente Delft.

In 2018 is het werk uitgevoerd met schepnetten. Er waren 2 netten met extra lange (telescopische) steel om ook kroos vanaf het midden van de gracht weg te krijgen.

In 2019 zijn, op basis van de resultaten van 2018, aanvullende middelen ter beschikking gesteld: oliebooms, touwen, stokken en allerhande andere materialen. Hiermee zijn voorafgaand aan de schepactie door de aspirant-leden werktuigen in elkaar gezet om te proberen het kroos effectiever te verwijderen.

### 11.4 Resultaten

In figuur 40 staan de kroosbedekkingen aan de Molslaan & Brabantse Turfmarkt. Dit is vanuit 3 proefvlakken gewogen gemiddeld naar 1 waarde voor de hele pilotwatergang. Deze zijn wekelijks vastgelegd, met in 2018 enkele incidentele extra meetmomenten.



Figuur 40: Totale kroosbedekking Molslaan & Brabantse Turfmarkt (gewogen gemiddelde vanuit 3 proefvlakken: Brabantse Turfmarkt, Molslaan ZW en Molslaan NO) in relatie tot de krooschepacties in 2018 en 2019.

Te zien is dat in beide jaren de aspirant-leden van Virgiel een duidelijke reductie in het met kroos bedekt oppervlak weten te bewerkstelligen, zie ook de foto op de titelpagina. In beide jaren is ongeveer een derde van het kroos verwijderd (36% in 2018 en 28% in 2019). De omvang van de kroosbedekking hersteld daarna weer betrekkelijk snel. Dit heeft verschillende oorzaken.

In 2018 is het effect tot aan het einde van het seizoen in enige mate zichtbaar gebleven, al is dit niet in die vorm aan de resultaten af te lezen. De drijfbalken lagen goed dicht in de eerste weken na de proef waardoor er geen uitwisseling was. De aan- of afwezigheid van wind bepaalde wel sterk hoe dik de kroosmat was, iets wat in enkel het bedekkingspercentage moeilijk is uit te drukken. Te zien is dat het in de weken na de schepactie behoorlijk fluctueert. Visuele waarnemingen destijds bevestigen dat het kroos, hoewel wel nog steeds breed aanwezig, op de momenten met een hoger bedekkingspercentage wel een minder dikke laag vormde. Heel erg groot is het visuele effect vanaf 2 weken na de actie dus niet te noemen.

In 2019 is efficiënter gewerkt dankzij o.a. de oliebooms in figuur 41, en is er meer kroos verwijderd. Helaas bleek op de dag van uitvoering één van de drijfbalken defect, waardoor kroos het proefvlak ook weer in kon drijven. Er is dus zeker wel een reductie bereikt, maar niet zo groot als die had kunnen zijn als de drijfbalk goed had gefunctioneerd. Vanaf 2 weken tot het eind van het seizoen lag het kroos zodoende weer behoorlijk dik op het proefvlak.



Figuur 41: Kroosscheppers in actie in 2019, met een olieboom om het kroos bij elkaar te vegen.

In deelonderzoek III is gesignaleerd dat onder het kroosdek, de aanwezig vegetatie van grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*) afsterft waarbij de resten direct onder het kroosdek gaan drijven. Dit was ook hier het geval, en dit is in forse hoeveelheden mee uit het water geschept. Er is dus veel meer materiaal verwijderd dan alleen kroos.

Het lukte wel redelijk goed om via deze manier de aanwezige drijfbladvegetatie te sparen. Wel beperkte dit de efficiëntie van het verwijderen van het kroos. Ook kostte het moeite om zonder oliebooms het kroos in het midden van de watergang te krijgen, dus de oliebooms waren een noodzakelijke aanvulling. Een kleine test van gemeente Delft om met een bladblazer het kroos naar de kant te krijgen leverde weinig op.

## 11.5 Conclusie

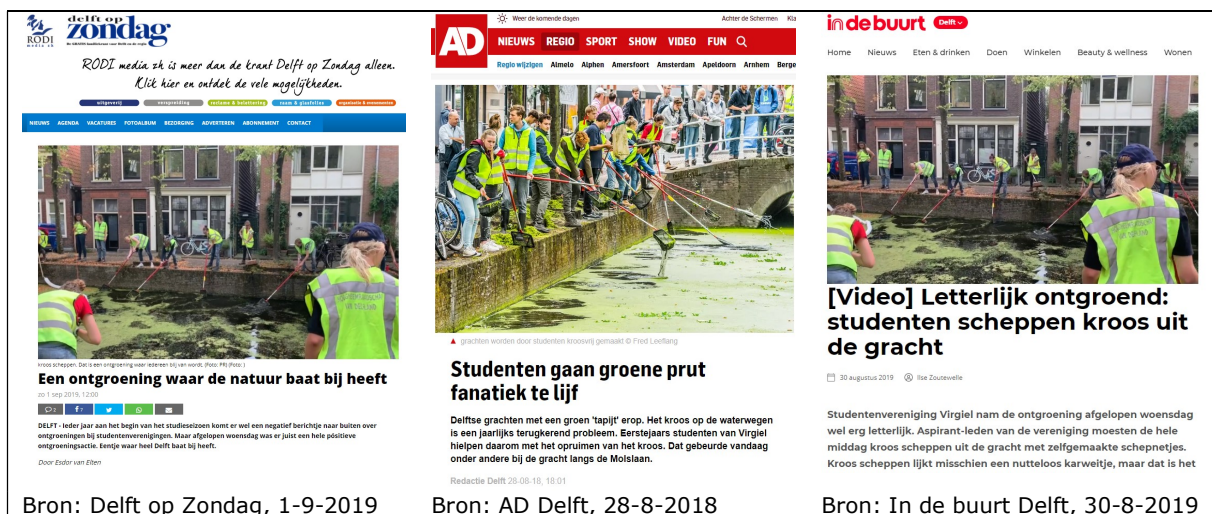
Met handmatig scheppen valt zeker kroos te verwijderen, maar er zijn belangrijke kanttekeningen en randvoorwaarden. Het beschikbare materiaal en de beschikbare capaciteit van de scheppers spelen een belangrijke rol. Ook is de hoeveelheid te behandelen wateroppervlak cruciaal, en de mate van verbinding die dit heeft met het directe omgevingswater (kroos moet niet vrij uit kunnen wisselen met onbehandelde delen van het watersysteem). Tot slot kan kroos snel groeien, dus met het interval waarmee de actie wordt

herhaald, moet ook rekening gehouden worden. Deze aspecten moeten ten opzichte van elkaar de juiste balans hebben om deze aanpak tot een succes te maken.

## 11.6 Discussie

Een te groot water, of een water waar kroos in blijft komen, waardoor het niet lukt dit in de beschikbare tijd vrij te maken, motiveert niet om hiermee door te gaan. Dat speelt ook op de hier behandelde proefvlakken. In 2018 is er wel een flinke hap uit de kroosbedekking gehaald, maar over het geheel gezien was dit resultaat niet heel lang goed zichtbaar. In 2019 kon er steeds kroos bijkomen, waardoor een echt positief gevoel uitbleef: het voelt dan al snel als dweilen met de kraan open. Dit draagt bij aan het breed levende gevoel dat het geen zin heeft kroos op te ruimen, want het groeit net zo snel weer terug als dat het er uit wordt gehaald. Het moet daarom bij de keuze om via deze methode een waterpartij te ontdoen van kroos primair leidend zijn dat het te behandelen wateroppervlak na de inzet ook daadwerkelijk grotendeels vrij gaat zijn van kroos, en dit langere tijd gaat blijven. Aangezien kroos onder ideale omstandigheden in 3 dagen kan verdubbelen in biomassa, is het ook verstandig om tijdig herhaalacties uit te voeren, en grondig te werk te gaan. Vanuit dat verdubbelsprincipe is het efficiënter om van 10% kroosbedekking naar 1% te gaan dan van 100% naar 50%.

Deze aspecten beschouwd is de binnenstad van Delft niet de beste keus om deze methode uit te rollen. Normaal liggen er geen drijfbalken die het kroos isoleren op delen van grachten, en de omvang van het watersysteem is ook flink. De keus voor een kleine stadsloot in een woonwijk is dan ook logischer. Voor dit onderzoek was het overigens wel degelijk een goede locatie, want de inzetbaarheid op kleinere sloten is vanuit het Haagse onderzoek al bekend en op deze manier is het ook getoetst in een groter water. Daarnaast maakte deze activiteit in de binnenstad van Delft zeker wel de tongen los, getuige artikelen in het Algemeen Dagblad, Delft op Zondag en In de buurt Delft (zie figuur 42).



Bron: Delft op Zondag, 1-9-2019

Bron: AD Delft, 28-8-2018

Bron: In de buurt Delft, 30-8-2019

Figuur 42: Media-aandacht rond de krooschepactie met Virgiel in Delft.



## **12. Synthese kroospilot binnenstad Delft**

### **12.1 Oorzaken en gevolgen van kroos in de binnenstad van Delft**

Het kroos in de Delftse grachten kent een atypische ontwikkeling door het seizoen heen. In het voorjaar blijft het lang weg, in vergelijking met andere wateren die problemen met overmatige aanwezigheid van kroos ervaren. Wanneer in het voorjaar het water opwarmt, is er nog betrekkelijk weinig van de meststof fosfor in het water aanwezig, en drijft eventueel aanwezig kroos makkelijk met de wind mee de binnenstad uit.

Als het dan toch op gaat komen, kent het niet de vaak-genoemde oorzaak-gevolg relatie waarbij de kroosdekken worden gezien als oorzaak van zuurstofloosheid onder water. In de Delftse binnenstad ontstaat juist eerst zuurstofloosheid. Door een gebrek aan zuurstof wordt nalevering van fosfor uit de bodem in gang gezet, en dat vormt weer de voedingsbodem die het kroos nodig heeft. Die voedselrijke bodem lijkt dus een belangrijke drijfveer van kroosgroei. Op de nieuwe gracht zonder slibbodem aan de Phoenixstraat groeide, hoewel het water van vergelijkbare kwaliteit is als de omgeving, toch amper kroos.

Maar dan is het plaatje nog niet compleet. Op de Oude en Nieuwe Delft zijn wel kroosdekken te vinden, maar deze zijn betrekkelijk klein en drijven heen en weer. Aan de andere kant, aan de oostkant, is het de situatie voor kroosgroei beter. De drijfbladplanten witte waterlelie en gele plomp, en het ondergedoken plantje grof hoornblad dat ook massaal tot het oppervlak kan groeien, zorgt dat het kroos op zijn plek kan blijven. Waar het nu niet meer makkelijk met de wind wordt weggevoerd, groeit het in de (na)zomer het oppervlak dicht. Uiteindelijk gaat op het hoogtepunt van de kroosgroei ongeveer de helft van het water in de binnenstad schuil onder kroos.

In sommige jaren blijft het daar niet bij. Bijvoorbeeld in 2016 en 2017 liepen omstandigheden samen waardoor de hoeveelheid kroos nog eens ruim 2x zo groot werd, en naar de winter toe ook in grotere hoeveelheden bleef liggen.

Hiervoor zijn een aantal ingrediënten nodig. De eerste is voldoende kroos dat zich op de boezemwateren (Schie, Vliet, Buitenwatersloot) rond Delft bevindt. Dat kan daar komen vermoedelijk vooral door opmalen van water met veel kroos uit polders, en verplaatsen van kroos uit haarvaten van de boezem. De tweede is de stromingsrichting op de boezemkanalen. Afhankelijk van welke gemalen worden ingezet, kan dat verschillende kanten op. Het lijkt er op dat in o.a. 2016 en 2017 de inzet van gemalen zo was, dat er een dood punt rond Delft ontstond, waar het aangevoerde en lokaal gegroeide kroos in gevangen bleef. In bijvoorbeeld 2018 en 2019 is juist waargenomen dat langsdrijvende kroosvlekken snel richting Rotterdam verdwenen. Vooral dit laatste is alvast een aanknopingspunt voor een oplossingsrichting: wanneer er veel kroos op de boezem aanwezig is, kan de omgeving van Delft al ontlast worden door de prioritering van de gemalen aan te passen.

Hoewel het zuurstofgehalte al laag is wanneer het kroos opkomt, wordt dat nog lager wanneer het water dicht komt te liggen met een kroosdek. Er blijft dan nog minder zuurstof nodig voor het leven onder water. Veel waterdieren worden dan niet meer gezien, en van de aanwezige exotische rode Amerikaanse rivierkreeften is bekend dat ze op dat moment op de waterlijn komen zitten om zuurstof uit de atmosfeer door hun kieuwholtes te mengen.

De nalevering kan met die verdere daling van het zuurstofgehalte ook worden versterkt, en er ontstaat een zichzelf versterkende situatie. Ook is er geen lichtinval meer, onder het kroos wordt het stikdonker, en dit raakt met name ondergedoken waterplanten. Grof hoornblad, dat volledig onder het kroos verdwijnt, sterft in grote hoeveelheden af wanneer het oppervlak afgesloten raakt. Kleine stengelfragmenten weten wel te overleven, waardoor in het volgende jaar toch weer de grachten begroeid raken. Deze soort heeft zich dus wel aangepast aan dergelijke situaties.

De drijfbladplanten gele plomp en witte waterlelie kunnen zich nog aardig in stand houden doordat ze gewoon licht blijven vangen met hun drijfbladeren en zuurstof via hun holle stengels naar hun wortels kunnen brengen. Saillant detail is dat, door het instant blijven van deze grote planten, ook het kroos gewoon op zijn plek kan blijven liggen.

## **12.2 (On)mogelijkheden voor aanpak van kroos in de binnenstad van Delft**

Kroos groeit het best op kleiner water. Hoe groter het water, hoe meer windwerking, golfslag en andere remmende omstandigheden, hoe moeilijker het groeit. Compartimenteren van delen van de binnenstad, om bijvoorbeeld verwijderingsacties eenvoudiger te maken of kroos uit de omliggende boezem te weren, kan dus ook de kroosgroei een extra aanzwengeling geven. Eventuele afsluitingen moeten dus zeer tactisch gekozen worden.

Wanneer het kroos er eenmaal lag, was het niet eenvoudig om het zomaar weg te krijgen. Een gemaal kan er goed beweging in krijgen, maar er zijn vele obstakels die een soepele doorgang belemmeren. Waterplanten stropen het kroos op. De krappe binnenstad geeft uitdagingen voor het inzetten van materieel om het kroos te verwijderen. Dit levert een behoorlijke operationele uitdaging, die kroos verminderen via waterbeweging niet de eerst keus maatregel maakt. Het veranderen van de waterkwaliteit met behulp van doorspoeling vraagt een behoorlijk debiet, en doordat het omgevingswater ook voedselrijk is, is het zeer de vraag of dit een haalbare oplossing kan zijn. In de gekozen proefopzet kwam hier in ieder geval weinig uit. Kroos tegengaan met behulp van doorspoeling kan dus wel, als ingezet wordt op het fysiek verplaatsen van kroos uit de binnenstad. Er moeten dan wel keuzes gemaakt worden en investeringen gedaan worden. Een gemaal moet met de windrichting mee pompen, want wind heeft een substantiële invloed, en obstakels in de vorm van waterplanten moeten vooraf worden verwijderd. Of dit wenselijk is, gezien de wenselijkheid van waterplanten voor een watersysteem, is weer een apart vraagstuk.

Kroos handmatig verwijderen waar dat niet mechanisch kan vanwege praktische belemmeringen, is ook een optie want er kan substantieel kroos worden verwijderd op deze manier. De binnenstad van Delft is echter niet echt een geschikte locatie daarvoor, omdat het een groot watersysteem is waarbij de watergangen open verbindingen hebben met elkaar. Het compartimenteren kan juist de kroosgroei weer aanzwengelen. De inspanning om dat voor de hele binnenstad te doen is groot, en niet de meest logische keus.

De conclusie is dat met de hier getoetste middelen het ontdoen van de binnenstad van het kroos in theorie mogelijk is, maar nooit eenvoudig gaat zijn. Het is niet een kwestie van een gemaal aanzetten en het is weg. Het vraagt inzet en de wil om er ook echt voor te gaan, en daar investeringen voor te doen en keuzes bij te maken.

## **12.3 Afsluitende aanbeveling**

Tot slot een laatste aanbeveling, want geen enkel onderzoek is ooit af. Een optie die wel isesignaleerd, maar niet gerealiseerd kon worden binnen de kaders van deze pilot, is het inzetten van een maaiboot van het type dat met een lopende band plantmateriaal uit het water schept. De verwachting is dat met een dergelijke boot gericht veel kroos weggehaald kan worden. De kanttekening, andere waterplanten zoals de waterlelies kunnen dan ook niet (allemaal) gespaard blijven, en ook dit vereist dus zeker inzet en keuzes.

### **13. Literatuur**

Beers, M.; Bijkerk R., Bonhof G., Brans B., Buskens R., Coops H., Dam H. van, Fockens K., Kampen J., Maanen B. van, Mertens A., Moeleker M., Nieuwenhuis R., Pilon J., Pot R., Spier J., Swarte M., Tongeren O. van, Torenbeek R., Vermaat J., Wagenvoort A., Wilhelm M., Wit M. de; 2014; Handboek Hydrobiologie, Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren; deels aangepaste versie; Rapport 2014 – 02, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort

Philippa M., Debrabandere F., Quak A., Schoonheim T., Sijs N. van der; 2003-2009; Etymologisch Woordenboek van het Nederlands, Amsterdam

Raaphorst E.P.; 2017; Kroos in de oude binnenstad van Delft, analyse van oorzaak en oplossingsrichting; Hoogheemraadschap van Delfland (herziene versie 2021)

Rosenburg H.; 8-8-2016; 'Doe wat aan overdadig kroos in Delfts water'; Algemeen Dagblad

Sijs N. van der; 2015; eWND, [ewnd.ivdnt.org](http://ewnd.ivdnt.org)

Subramanian S.K., Turcotte M.M.; 2020; Preference, performance, and impact of the water-lily aphid on multiple species of duckweed; Ecological Entomology, vol 45, pages 1466-1475

Velden C. van der; 14-7-2017; Delft, de hoofdstad van het kroos; Algemeen Dagblad