

# Evaluatie harkboot in het Oranjekanaal 2017-2019



## **Evaluatie harkboot in het Oranjekanaal 2017-2019**

### **Colofon**

auteur: R. Pot  
datum: 20 juni 2020  
productie: Roelf Pot onderzoek- en adviesbureau  
Pandijk 2  
7861 TE Oosterhesselen  
[www.roelfpot.nl](http://www.roelfpot.nl)

in opdracht van: Waterschap Vechtstromen, Waterschap Drents Overijsselse  
Delta, Sportvisserij Groningen Drenthe

referentie: Pot, R. 2020: Evaluatie harkboot in het Oranjekanaal 2017-2019.  
Onderzoeksrapport. Roelf Pot, Oosterhesselen

foto voorblad: hark van de harkboot

© Kopiëren van dit rapport of enig deel daaruit, anders dan voor eigen gebruik of als citaat in een andere publicatie, is niet toegestaan zonder schriftelijk toestemming van de auteur en/of de opdrachtgevers.

## Inhoud

1 Inleiding . . . . .	3
2 Methode . . . . .	4
2.1 Locaties	4
2.2 Andere proeven harkboot	5
2.3 Beoordeling van het effect van ingrijpen	6
3 Data . . . . .	7
3.1 Eigenschappen van de waterplanten	7
3.2 De begroeiing	7
3.3 Uitgevoerd onderhoudswerk	8
3.4 Waterbeweging	11
3.5 Waterkwaliteit	12
3.6 Bodemkwaliteit	14
4 Analyses . . . . .	16
4.1 Orvelter sluis - Orvelterbrug (traject C)	16
4.2 Controle: Orvelterbrug - hoogspanningsleiding (traject D)	16
4.3 Tweede controle: hoogspanningsleiding - drijfbalk inlaat (traject E)	17
4.4 't Haantje (traject L)	18
4.5 Borgerzijtak (traject H)	18
4.6 Overige trajecten	19
4.7 Vergelijking met ontwikkelingen elders	19
4.8 Water- en bodemkwaliteit	21
4.9 Lange afstand (her-)kolonisatie	21
4.10 Tijdstip van ingrijpen	22
5 Conclusies . . . . .	23
6 Referenties . . . . .	24
Bijlagen:	
1. Waarnemingen van de begroeiing . . . . .	25

# 1 Inleiding

Sinds 2006 vormt Ongelijkbladig vederkruid (*Myriophyllum heterophyllum*) een probleem in het Oranjekanaal, vooral tussen Odoornerveen en Orvelte. Daarnaast komt in mindere mate ook veel Waterwaaier (*Cabomba caroliniana*) voor. Deze uitheemse waterplanten groeien extreem snel en vullen de waterkolom volledig waardoor de functie voor het waterbeheer (waterafvoer in het najaar en de wateraanvoer in de zomer) wordt gehinderd. Ook kanoërs en hengelaars worden er door gehinderd.

Bestrijding is door het Waterschap Velt en Vecht, later Waterschap Vechtstromen, aangepakt met een maaiboot. Het effect daarvan was echter maar kortdurend. De noodzakelijke inspanningen om het kanaal vrij te houden van deze waterplanten waren zo groot dat men in 2012 besloot alleen nog een baan in het midden te maaien met voldoende breedte om het watertransport te waarborgen. De dichtheid van de waterplanten werd daardoor gemiddeld over het jaar weer veel hoger en de hinder voor recreanten, met name hengelaars, bleef daardoor groot.

Het gedeelte van het Oranjekanaal ten westen van de sluis bij Orvelte wordt beheerd door het Waterschap Drents Overijsselse Delta (voorheen Waterschap Reest en Wieden). Het onderhoud wordt ook hier met een maaiboot uitgevoerd; de dichtheid van de uitheemse waterplanten is hier altijd lager gebleven.

In 2017 besloot Sportvisserij Groningen Drenthe om, met toestemming van het waterschap, zelf de harkboot in te zetten om de waterplanten te verwijderen op enkele trajecten die voor hengelaars het belangrijkste waren: een traject bij 't Haantje nabij de N34 en een traject bij Orvelte tussen de sluis en de brug.

De trajecten die werden geharkt werden vanaf het begin gemonitord door de dichtheid van de begroeiing op gezette tijden op te nemen.

Behalve in het Oranjekanaal is de harkboot op verschillende andere locaties ingezet en op een aantal daarvan zijn de effecten op een vergelijkbare wijze gemonitord.

De bedoeling van deze evaluatie is om de effectiviteit van de harkboot en de omstandigheden die daarop van invloed zijn te kwantificeren. De effectiviteit wordt daarbij vergeleken met de meest gebruikte methode van verwijderen, de veegboot.

De ecologische eigenschappen van de waterplanten worden daarbij gebruikt om de ontwikkeling te begrijpen. Er wordt geen oordeel over de ecologische kwaliteit gegeven.

## 2 Methode

De begroeiing van waterplanten is opgenomen volgens de methode die is beschreven in Handboek Hydrobiologie (Bijkerk e.a. 2014; hoofdstuk 11). In plaats van een representatief traject van 100 meter is echter het gemiddelde van het gehele onderzochte traject opgenomen.

In alle trajecten is de bedekking en de vulling beschreven. Met bedekking wordt de relatieve oppervlakte op de bodem bedoeld die wordt afgeschermd door planten, loodrecht van boven bekeken. Bij 100% bedekking zou bij onbelemmerd doorzicht tot de bodem geen bodem te zien zijn tussen de planten. Met vulling wordt de gemiddelde bedekking bedoeld van de totale begroeiing geprojecteerd op het dwarsprofiel. Bij minder dan 100% vulling is er een baan door of over de begroeiing waarin het water ongehinderd kan stromen.

De bedekkingen zijn geschat op zicht en met behulp van een werphark, waarmee tot 10 meter uit de kant kan worden bemonsterd. De schattingen zijn steeds geïjkt aan een schatting van de goed zichtbare begroeiing nabij de oever.

Alle bedekkingen worden in principe gerelateerd aan de gehele breedte van de watergang, maar als er een duidelijke zonering overdwers aanwezig is, dan zijn deze apart opgenomen, met vermelding van de breedte van de zones.

Data over inzet van onderhoudsmachines en waterbewegingen zijn ontvangen van Waterschap Vechtstromen en Waterschap Drents Overijsselse Delta. Data over inzet van de harkboot zijn ontvangen van de firma Harkboot.nl en gebaseerd op eigen waarnemingen.

### 2.1 Locaties

Het onderzoek beperkt zich tot het gedeelte van het Oranjekanaal tussen de Zwiggelersluis en de brug in de N34. Het traject is opgedeeld in 11 deeltrajecten waarin de overlast verschilde en ook de aanpak ervan.



figuur 1. Onderzoekstrajecten A-L in het Oranjekanaal

tabel 1. Begrenzing van de onderzoekstrajecten

Traject	vanaf (westkant)
A	Zwiggelter sluis
B	brug Zuidveld
C	Orvelter sluis
D	Orvelter brug
E	hoogspanningsleiding
F	drijfbalk voor inlaat Westerborgerstroom t.o. Oranjekanaal N.Z. 59
G	Wezuperbrug
H	Borgerzijtak
J	vissteiger tussen Odoornerveen Zuidzijde 35 en Noordzijde 23A
K	inlaat/gemaal Kibbelveen / afsplitsing Odoornersijtak
L	drijfbalk 't Haantje, 50 meter voorbij Koedijkje
-	brug in de N34

## 2.2 Andere proeven harkboot

De effecten van de harkboot zijn ook onderzocht op een aantal andere locaties. De resultaten daarvan worden vergeleken met die in het Oranjekanaal.

### Meppel

Dit betreft een deel van de Oude Hoogeveense vaart in Meppel tussen de kruisende wegen Brandemaat en de Oosterbroekenweg. Dit traject had een 100% bedekking van Waterwaaier die in 2018 die met de harkboot is verwijderd. De verwijdering was niet totaal en in 2019 is de harkboot opnieuw ingezet. Aan de westzijde van de brug van de Brandemaat is de begroeiing als controle ongemoeid gelaten.

### Zuidbroek

Oude Winschoterdiep langs het Westeind tussen de W.A. Scholtenweg en de Vosholen (Sappemeer). Dit traject had een 100% bedekking van Ongelijkbladig vederkruid waarvan het oostelijke deel in 2017 en het westelijke deel in 2018 met de harkboot is verwijderd.

### Veendam

Ongelijkbladig vederkruid heeft zich in veel wateren in Veendam en een aantal van de omliggende dorpen tot een dichte begroeiing ontwikkeld. In 2018 zijn de planten in alle wateren in de wijk Buitenwoel met de harkboot verwijderd. In de ondiepe delen, waar de harkboot niet kon varen, zijn de planten met een vergelijkbare hark aan een minikraan vanaf de kant verwijderd.

## 2.3 Beoordeling van het effect van ingrijpen

De effectiviteit van een ingreep kan worden beoordeeld als een verhouding van de inspanning en de mate waarin resultaat wordt bereikt, maar daarbij wordt vaak alleen het resultaat onmiddellijk na de ingreep beoordeeld. Op langere termijn is echter van belang hoe lang het effect aanhoudt en hoe snel er dus opnieuw moet worden ingegrepen.

De effectiviteit op langere termijn wordt bepaald door een aantal aspecten die per methode sterk kunnen verschillen:

1. Grondigheid: blijven onderste delen van de planten of de wortels achter?
2. Verzamelen: hoeveel plantenfragmenten blijven er achter?
3. Volledigheid: ontsnappen er planten aan de ingreep op moeilijk toegankelijke plaatsen, zoals langs de oevers?
4. Herintroductie: indrijven van plantenfragmenten vanuit naburig water?

Voor de eerste twee aspecten geldt dat hergroei over het volle oppervlakte plaatsvindt als niet alles verwijderd wordt; dat leidt tot volledige hergroei in één seizoen of minder. Wanneer de hoeveelheid achtergebleven planten beneden een bepaalde drempel komt duurt het langer dan een seizoen en kan de begroeiingsdichtheid elk jaar lager worden. Die drempel ligt per plantensoort verschillend.

Het derde aspect leidt, zeker bij wortelende waterplanten, minder snel tot volledige hergroei omdat de ruimte opnieuw moet worden veroverd. De snelheid is afhankelijk van de afstand die moet worden overbrugd en de mogelijkheden van de soort. Herintroductie is het minst voorspelbare aspect, de snelheid van de groei is volledig afhankelijk van de hoeveelheid planten die worden aangevoerd.

Bij Ongelijkbladig vederkruid en Waterwaaier is de mate waarin wortels blijven zitten in de bodem het meest bepalend hoeveel hergroei plaatsvindt, maar het effect van verwijderen kan teniet worden gedaan als de fragmenten niet voldoende worden verwijderd of als er massale herintroductie plaatsvindt.

Van de meest voor de hand liggende omstandigheden (waterkwaliteit, waterbodempkwaliteit, stroming, tijdstip van ingrijpen) wordt onderzocht in welke mate ze van invloed zijn op het succes van het ingrijpen. Er is een verband als de verschillen in omstandigheden samenvallen met verschillen in succes van de ingreep. Of dat verband oorzakelijk is of toeval, moet nader worden aangetoond.

## 3 Data

### 3.1 Eigenschappen van de waterplanten

Ongelijkbladig vederkruid en Waterwaaier zijn in ecologische opzicht vergelijkbaar. Ze groeien vegetatief geheel onder water en zijn verankerd aan een stevig wortelstelsel in de onderwaterbodem zonder duidelijke wortelstok. De optimale waterdiepte is tussen 0,5 en 3 meter.

Beide soorten blijven 's winters groen, Ongelijkbladig vederkruid blijft ook gewoon rechtop staan door behoud van drijfvermogen. Waterwaaier verliest wel wat aan drijfvermogen, waardoor de planten meer gaan zweven. Bij een watertemperatuur beneden 10 °C stopt de groei, maar de planten sterven niet bovengronds af en leggen geen noemenswaardige winterreserves aan. Als de watertemperatuur in het voorjaar weer stijgt hervatten de planten hun groei.

De planten stellen geen hoge eisen aan de waterkwaliteit. Voor eerste vestiging is doorzicht tot de bodem nodig, maar daarna voldoet een halve meter doorzicht en in stilstaand water bevorderen de planten bovendien zelf de helderheid. Een laag fosfaatgehalte in het water remt de groei nauwelijks als bodem voedselrijk is; de planten nemen fosfaat voornamelijk via de wortels op.

De planten vormen bloemen boven water. Ongelijkbladig vederkruid bloeit met 10-20 cm lange stengels die boven water uitsteken en waaraan opvallend heldergroene blaadjes voorkomen. De bloemen zelf zijn klein en onopvallend en zitten in de oksels van deze blaadjes. Waterwaaier vormt bloemen die lijken op die van waterranonkels, met overwegend witte kroonbladen en geel hart (basis van de kroonbladen). Deze bloemen steken direct vanuit de top van de planten enkele centimeters boven water uit. Tijdens de bloeit vormt de plant ook kleine drijvende bladen aan de top van de plant.

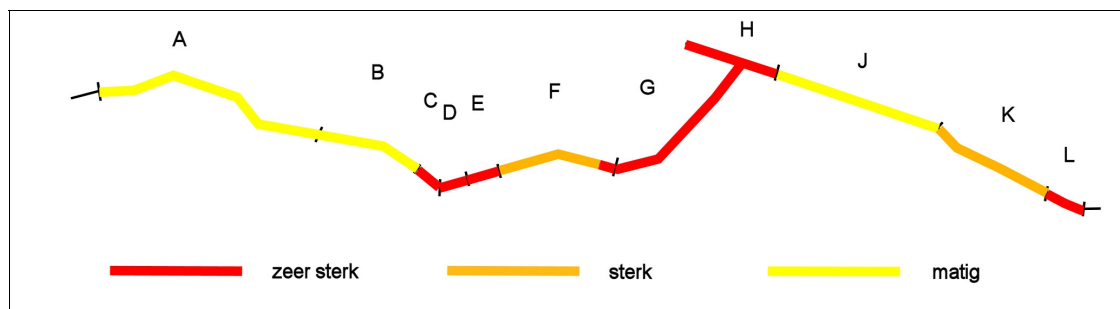
Ongelijkbladig vederkruid is vegetatief te herkennen aan de veervormig vertakte bladen die in kransen van (meestal) vier bijeen aan de stengels zitten. De soort kan onderscheiden worden van andere vederkruiden door de meestal dicht op elkaar staande bladkransen (de afstand tussen de kransen is veel kleiner dan de lengte van de bladen) én het af en toe optreden van verspringingen in de kransen: één van de blaadjes zit dan lager of hoger aan de stengel dan de andere bladen van dezelfde krans.

Waterwaaier is vegetatief te herkennen aan de onregelmatig dichotoom (gaffelvormig, handvormig) vertakte bladen die op bladstelen van 2-4 cm per twee bij elkaar tegenoverstaand aan de stengels staan.

### 3.2 De begroeiing

De begroeiing bereikte niet overal dezelfde zeer hoge dichtheid. De trajecten C-H (Orvelte - Wezuperbrug - Schoonoord - Borger zijtak) vertoonden de sterkste woekering door de jaren heen. In figuur 2 is globaal aangegeven hoe sterk de begroeiing zich ontwikkelde.





figuur 2. Globale mate van woekering in het Oranjekanaal in 2007-2019

De begroeiing is onregelmatig opgenomen. De meeste waarnemingen waren van (kort) voordat er werd geveegd of geharkt. De best gedocumenteerde ontwikkeling is in 2017-2019 in de trajecten C t/m H en L. Een compleet overzicht van waarnemingen wordt gegeven in bijlage 1.

### 3.3 Uitgevoerd onderhoudswerk

Er zijn in de loop der jaren verschillende methoden ingezet om de overlast van waterplanten te bestrijden:

#### Veegboot

Boot waarachter een V-vormig mes schoksgewijs over de bodem wordt getrokken. De planten worden afgeschoffeld en de afgesneden delen komen bodem drijven. Het drijvende materiaal wordt in een tweede werkgang verzameld met een opduwhek op dezelfde of op een extra boot en op de oever gezet, of vanaf de kant uit het water geschept. Als het mes goed door de bodem wordt getrokken komen de wortels met de planten mee naar boven, maar meestal glijdt het mes over de bodem en blijven de wortels in de bodem achter. Er kunnen plantenfragmenten achterblijven omdat ze bezinken of wegspoelen voordat ze verzameld worden.

#### Veegboot met voorlader

Als veegboot, maar dan worden tanden aan het opduwhek ook gebruikt om de waterbodem los te woelen. Het idee is dat de wortels dan worden losgewoeld.

#### Maaiverzamelboot

Boot met een knippende maaibalk aan de voorkant die in hoogte instelbaar is en waarachter een opraapband het maaisel meteen aan boord trekt.

Er is weinig verlies van maaisel, maar de wortels en de onderste bovengrondse delen blijven volledig intact waardoor de planten gemakkelijk weer doorgroeien.

#### Harkboot

Boot met een hark-vormig gereedschap dat achter de boot door de bodem wordt getrokken. De planten worden inclusief wortels losgewoeld uit de bodem en komen bovendrijven. Het drijvende materiaal wordt in een tweede werkgang verzameld met een voorlader op dezelfde of op een extra boot en op de oever gezet of met een kraan vanaf de kant uit het water geschept.

De meeste wortels blijven aan de planten zitten en worden verzameld. Er kunnen

plantenfragmenten achterblijven omdat ze bezinken of wegspoelen voordat ze verzameld worden.

### Oevermaaiwerk

Geen van de boten kan in ondieper water dan 0,5 meter varen. De begroeiingsrand rond de waterlijn kan alleen met een extra maibalk aan de zijkant van de boot worden gemaaid. Deze rand wordt daarom vanaf de kant gemaaid, doorgaans met een maikorf aan een giek aan een trekker of kraan. Er is in combinatie met de harkboot ook wel gewerkt met een hark aan een minikraan. De maikorf maait boven de bodem af en is wat effect vergelijkbaar met een maaiverzamelboot. De hark wordt door de bodem getrokken, neemt daarmee ook een deel van de wortels van riet en andere oeverplanten mee en het effect is vergelijkbaar met dat van een harkboot. Ook worden de waterplanten vlak voor de oever met het oeverwerk meegenomen. Houtopslag langs de oever wordt eventueel verwijderd in een aparte werkgang met een kettingzaag of een bosmaaier, voorafgaand aan het verwijderen van de waterplanten.

### Uitgevoerd

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de uitgevoerde werkzaamheden. Onder 'week' wordt het weeknummer genoemd waarin het werk werd afgerond. Figuur 3 geeft dit zelfde overzicht per jaar en per traject grafisch weer.

tabel 2. Werkzaamheden per traject en jaar, met weeknummers

Jaar	week	methode	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
2012	27	Veegboot	x	x									
	37	Maaiverzamelboot								x			
	38	Veegboot	x	x									
2013	26	Veegboot	x	x									
	36	Veegboot	x	x									
	51	Veegboot +			x	x	x	x	x	x			
2014	22	Veegboot +			x	x	x	x	x	x			
	26	Veegboot	x	x									
	36	Veegboot	x	x									
2015	27	Veegboot	x	x									
	41	Veegboot +			x	x	x	x	x	x			
	50	Veegboot	x	x									
2016	25	Veegboot	x	x									
	46	Veegboot	x	x									
2017	25	Veegboot	x	x									
	26	Harkboot											x
	34	Harkboot			x								
	47	Veegboot	x	x									
	50	Veegboot +				x	x	x	x	x			
2018	24	Harkboot				x							
	25	Veegboot	x	x									
	35	Maaiverzamelboot							x	x			

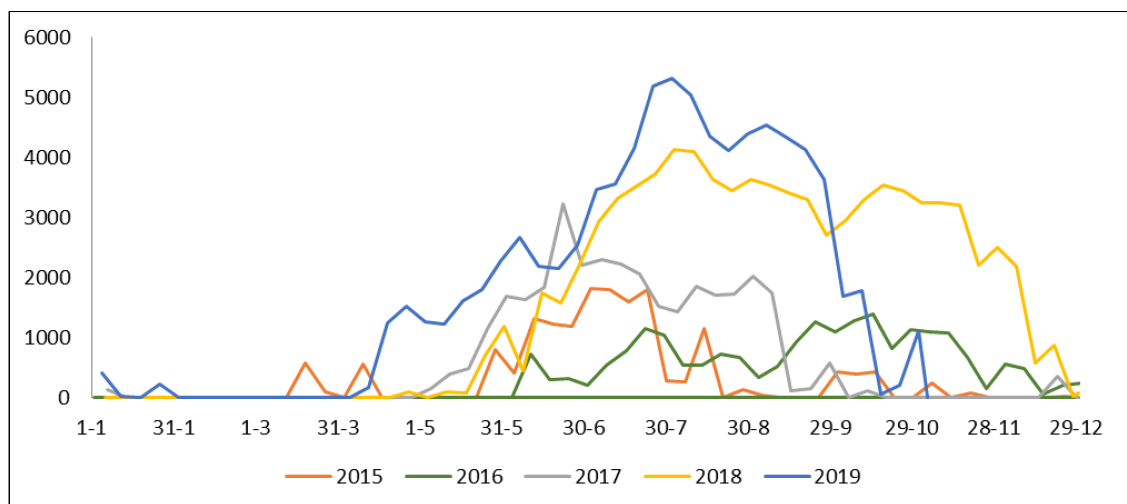


### 3.4 Waterbeweging

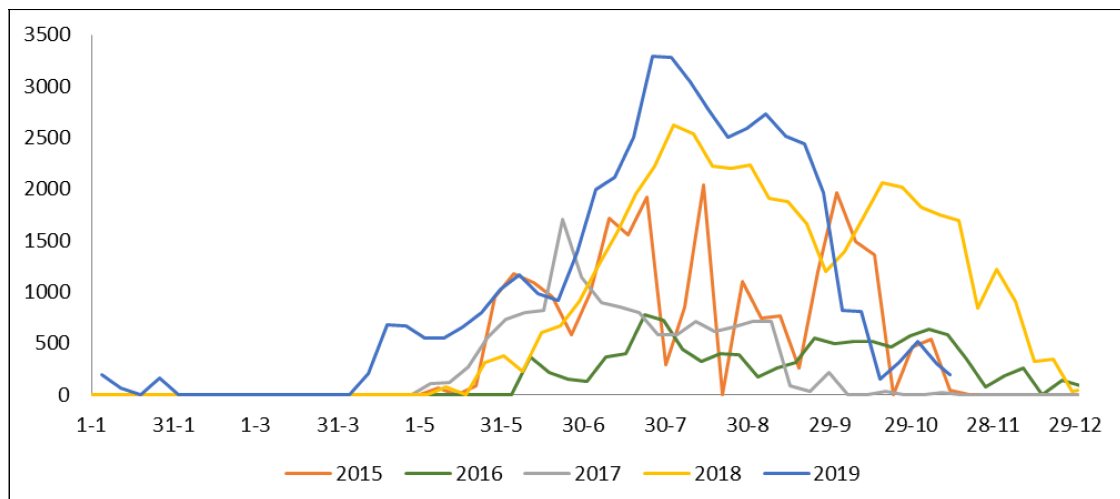
Het oranjekanaal wordt gebruikt voor afvoer van overtollige water, maar ook voor aanvoer in perioden van droogte. Dat levert stroming op die de verspreiding van de waterplanten bevordert.

De hoeveelheid verplaatst water wordt geregistreerd bij de Zwiggelter sluis door het waterschap Drents Overijsselse Delta en bij de Orvelter sluis door het Waterschap Vechtstromen. De mate van afvoer wordt geregistreerd door de openingshoogte van kleppen in de sluisen bij te houden. Hieruit blijkt echter geen kwantificering van de hoeveelheid water mogelijk te zijn. De aanvoer wordt geregistreerd door de draaiuren van de pompen bij te houden. Omdat de capaciteit van de pompen bekend is (90 m<sup>3</sup>/min), is het volume verplaatst water te berekenen. Met een geschatte gemiddelde diepte x breedte van het kanaal (20 m<sup>2</sup>) is de stroomsnelheid te berekenen. Deze komt op ongeveer 7 cm/sec. Met het aantal draaiuren en de stroomsnelheid kan ook de dagelijkse afstand worden berekend waarmee het water wordt verplaatst. Dat liep in de jaren sterk op van ca 1 km/dag in 2015 tot meer dan 3 km/dag in de droge zomers van 2018 en 2019, terwijl ook de periode waarin het water werd opgemalen in 2018 veel langer aanhield.

Omdat het water in het gebied wordt verdeeld neemt de stroomsnelheid naar het oosten toe bij elk inlaatpunt af. De stroomsnelheid is daardoor bij de Orvelter sluis lager dan bij de Zwiggelter sluis en bij traject L waarschijnlijk tot hoogstens de helft teruggelopen.



figuur 4. Zwiggelter sluis: waterverplaatsing naar het oosten in meters per dag, per week gemiddeld

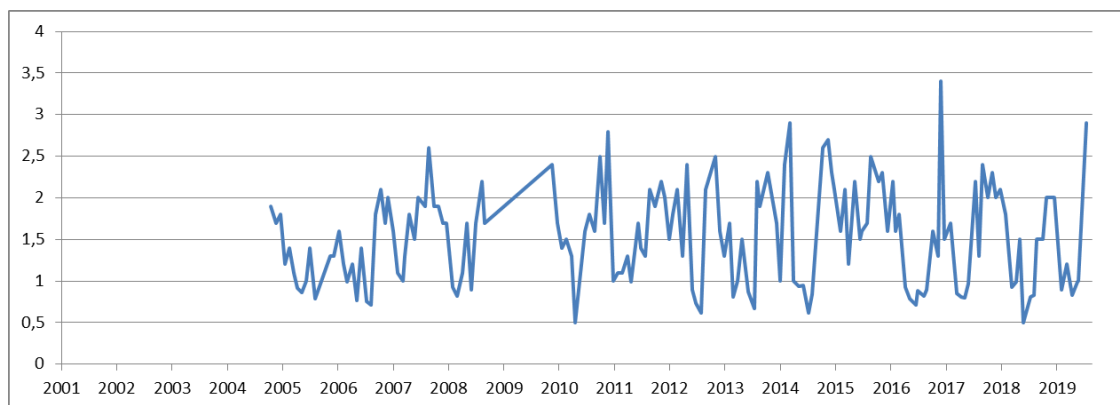


figuur 5. Orvelter sluis, waterverplaatsing naar het oosten in meters per dag, per week gemiddeld

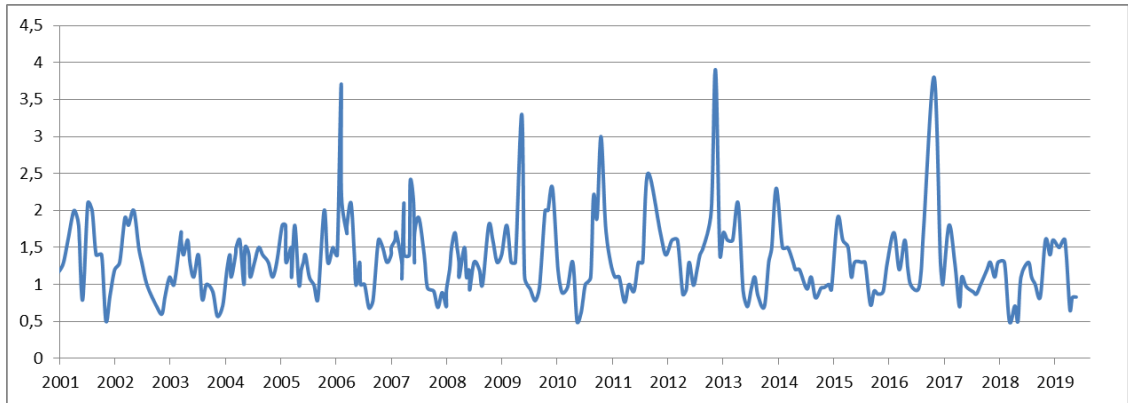
### 3.5 Waterkwaliteit

Er zijn twee meetpunten in het Oranjekanaal waarvan routinematig de waterkwaliteit wordt onderzocht. Beide meetpunten liggen iets buiten het onderzoeksgebied: 1ORAK8 bij Hijken en EORJ50 bij Westenesch. Van beide meetpunten zijn de Totaal Stikstof (Kjeldahl), Totaal Fosfor en Doorzicht in de loop van de jaren hieronder aangegeven.

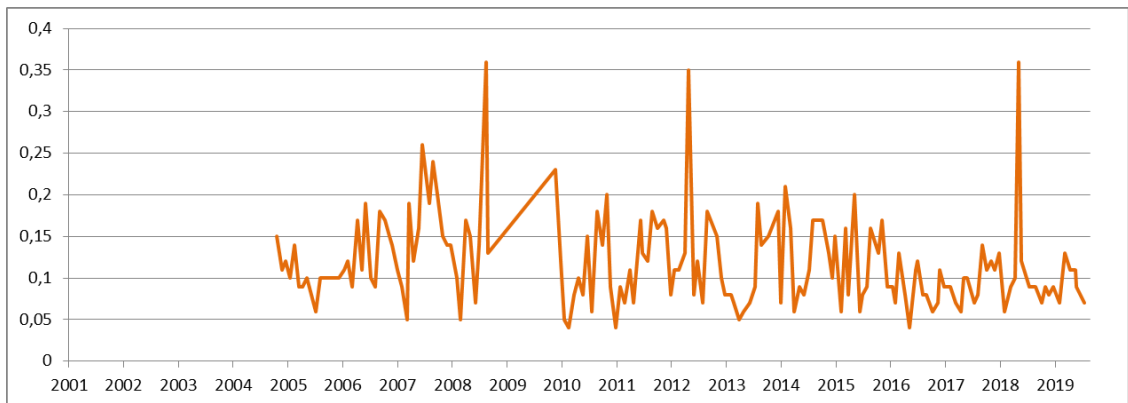
Uit deze metingen blijkt dat er in de loop van de jaren weinig is veranderd. De Totaal Stikstof concentraties liggen steeds rond 1,5 mg/l op beide meetpunten en de Total Fosfor concentraties rond 1,0 mg/l. De uitschieters behoren tot de normale variatie. Doorzicht is wel toegenomen rond 2007-2010 van gemiddeld 0,5 m tot gemiddeld 1 meter. Dat is het gevolg van de invloed van de waterplanten. Hierin zit sinds 2007 ook een schommeling: in de zomer is de helderheid (het doorzicht) gemiddeld groter dan in de winter.



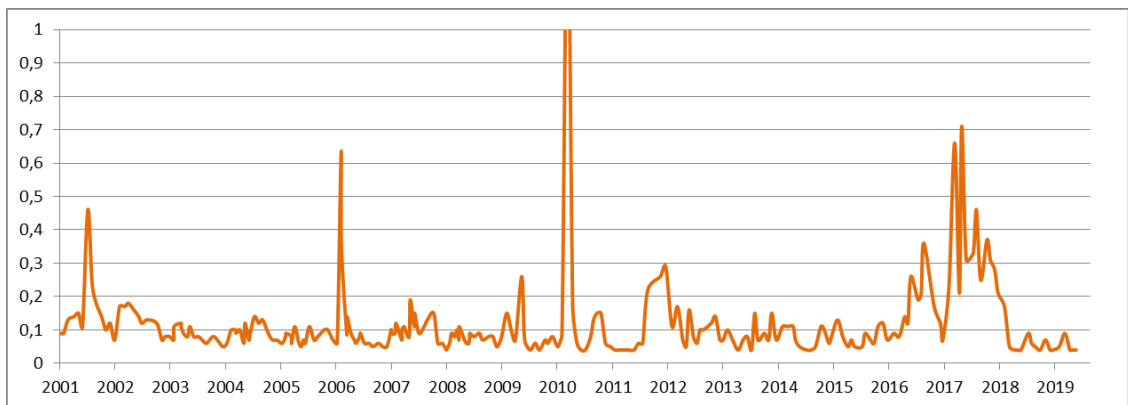
figuur 6. Totaal Stikstof (Kjeldahl) bij Hijken (mg/l)



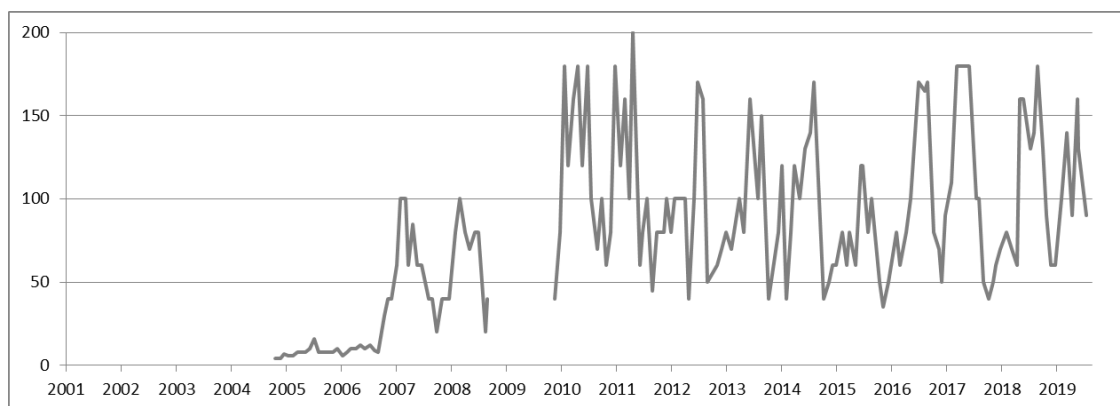
figuur 7. Totaal Stikstof (Kjeldahl) bij Westenesch (mg/l)



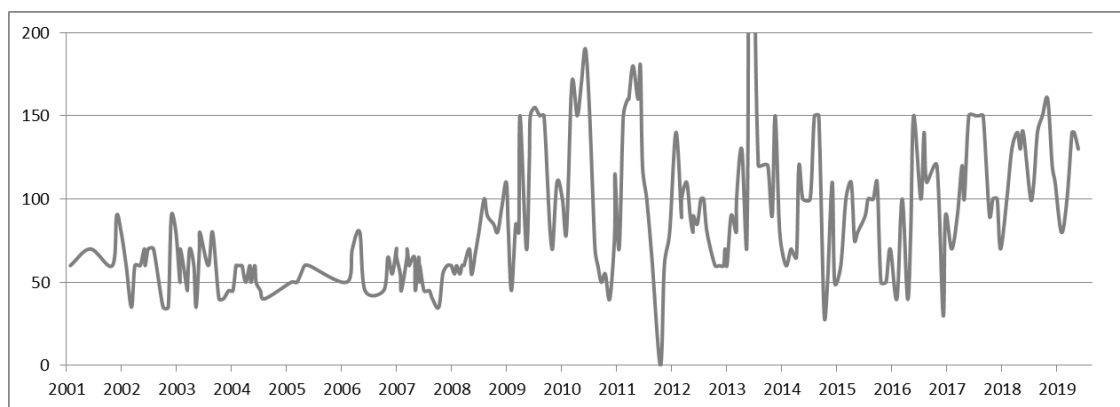
figuur 8. Totaal Fosfor bij Hijken (mg/l)



figuur 9. Totaal Fosfor bij Westenesch (mg/l)



figuur 10. Doorzicht bij Hijken (cm)



figuur 11. Doorzicht bij Westenesch (cm)

### 3.6 Bodemkwaliteit

Op 4 juli 2019 is op 10 plaatsen de waterbodem bemonsterd door Aqualysis. De waterdiepte lag tussen 1,5 en 2 m, de slibdikte tussen 50 en 75 cm. De karakterisering van het slib was overal 'matig vast, zwak humeus, donker zwartbruin'.

In het slib is het drogestof-gehalte (ds) en de concentratie totaal fosfaat (P<sub>tot</sub>) gemeten. Onderstaande tabel geeft de resultaten van die metingen. De meetpuntennummers is die volgens Aqualysis; in de tabel is het traject waarin de monsters zijn genomen er bij gezet.

Voor wortelende waterplanten is de concentratie fosfaat in het poriewater van belang. Beter is daarom om het poriewater zelf te onderzoeken. De concentratie in het poriewater kan echter ook worden afgeleid uit de gemeten waarden als wordt aangenomen dat er evenwicht is in uitwisseling tussen vaste stof en poriewater. De geschatte concentratie P in  $\mu\text{mol/l}$  geeft dan een indicatief voor het poriewater die vergelijkbaar is met gegevens uit de literatuur.

tabel 3. drogestof-gehalte (ds) en de concentratie totaal fosfaat (Ptot), in twee eenheden weergegeven op 10 meetpunten van Aqualysis in 2019

Traject	meetpunt (Aqualysis)	ligging ten opzichte van het traject	ds (%)	Ptot (g/kg ds)	Ptot (μmol/l)
A	10	dicht bij brug Zuidveld	55,3	0,72	24
B	9	midden	66,0	0,09	3
C	1	midden	26,9	3,20	107
D	2	midden	33,5	1,20	40
E	3	midden	34,0	1,20	40
F	ref	midden	29,8	0,96	32
H	4	ruim ten noorden van de splisting	18,0	1,80	60
J	5	iets ten zuiden van de vissteiger	18,9	2,20	73
L	6	midden, bij de Slenerstroom	40,3	0,88	29
voorbij L	7	tussen de N34 en de bocht	33,9	0,91	30



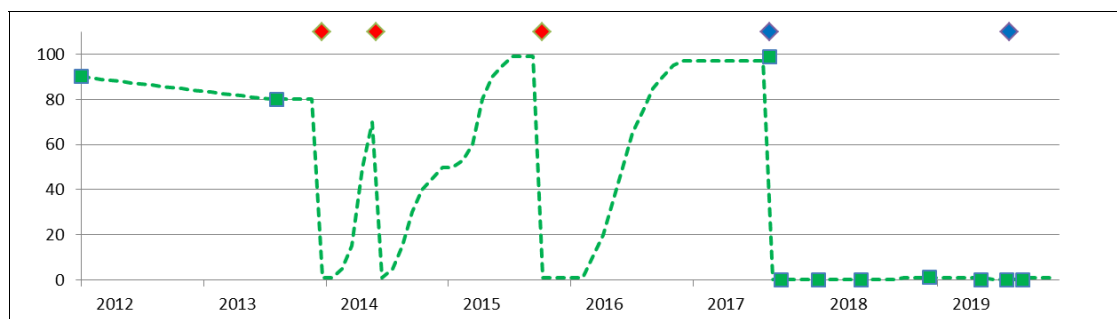
## 4 Analyses

Vanaf 2007 zijn met name de trajecten C t/m H elk jaar grotendeels dichtgegroeid. In de meeste jaren werd er ook wel een keer gemaaid, maar binnen een jaar was de begroeiing weer even dicht. Er is niet gedocumenteerd hoe snel na het maaien de begroeiing weer terug was, maar op basis van de incidentele waarnemingen is het aannemelijk dat binnen één groeizoen gebeurde.

In het traject C tussen de Orvelter sluis en de Orvelter brug is in 2017 de harkboot ingezet en de monitoring daarvan is meteen systematisch opgezet door ook de ernaast gelegen trajecten te monitoren. Over de ontwikkeling vanaf 2012 is voor dit deel van het kanaal ook voldoende informatie beschikbaar om een reconstructie te kunnen maken.

### 4.1 Orvelter sluis - Orvelterbrug (traject C)

De harkboot heeft de begroeiing zo goed als volledig verwijderd in 2017 en deze is niet teruggekomen tot najaar 2019. Langs de randen nabij de brug en later ook langs de rand nabij de sluis is in 2018 wel een nieuwe begroeiingstrook gevormd, maar die is aantoonbaar ontstaan door aangedreven fragmenten van beneden de sluis die door opmaling in dit traject terecht kwamen. Deze nieuwe stroken waren op het totaal van de begroeiing relatief klein en hebben zich in het voorjaar van 2019 nauwelijks uitgebreid. In augustus 2019 zijn ze weer grotendeels verwijderd (omdat de harkboot niet strak langs de oevers heeft kunnen varen is een smalle strook blijven staan).



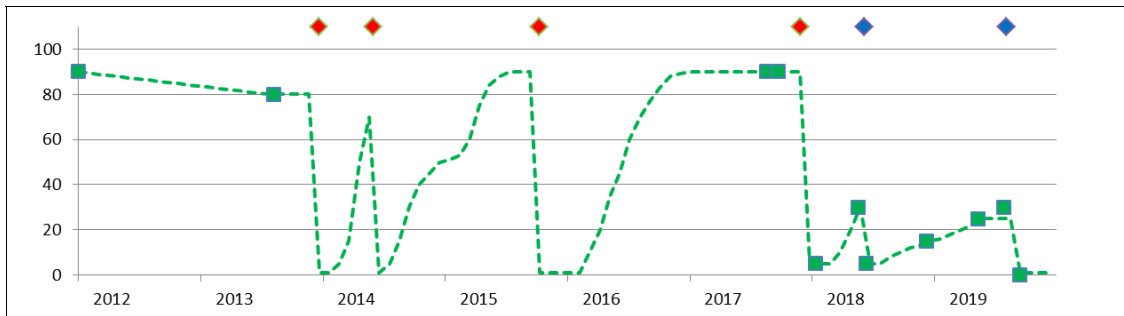
figuur 12. Ontwikkeling (vulling x bedekking) in traject C; groene vierkanten = waarnemingen, groene stippellijn = reconstructie, rode ruiten = ingreep met veegboot, blauwe ruiten = ingreep met harkboot

### 4.2 Controle: Orvelterbrug - hoogspanningsleiding (traject D)

De begroeiing zich op dezelfde manier ontwikkeld als in traject C tot daar de harkboot is ingezet. Dat maakte dit traject geschikt als vergelijking met de gangbare manier van maaien door het waterschap. Net als in traject C was dat maaien echter al een jaar niet meer uitgevoerd.

Eind 2017 is de begroeiing door het waterschap met een veegboot verwijderd, waarbij ook de oeverbegroeiing eerst kort afgemaaid is vanaf de kant. Desondanks begon de begroeiing in de loop van het voorjaar weer op gang te komen, met name in een strook langs de oevers. In het midden kwam de groei ook weer op gang, maar langzamer dan langs de kanten. In mei 2018 is het traject alsnog ook met de

harkboot geschoond. Daarbij kon niet dicht langs de oevers worden gewerkt door overhangende oeverbegroeiing. Daardoor bleef daar opnieuw een strook zitten. De begroeiing in deze strook liep echter niet weer zo snel uit als in het voorjaar en is pas een heel jaar later op het zelfde dichtheidsniveau gekomen. Bovendien trad in het midden na het harken geen hergroei op. In 2019 is de harkboot opnieuw ingezet en werd er wél strak langs de oevers gewerkt. Van enige hergroei was daarna in 2019 geen sprake meer. Alleen vlak bij de brug bleef over een afstand van ongeveer 50 m een smalle strook zitten.

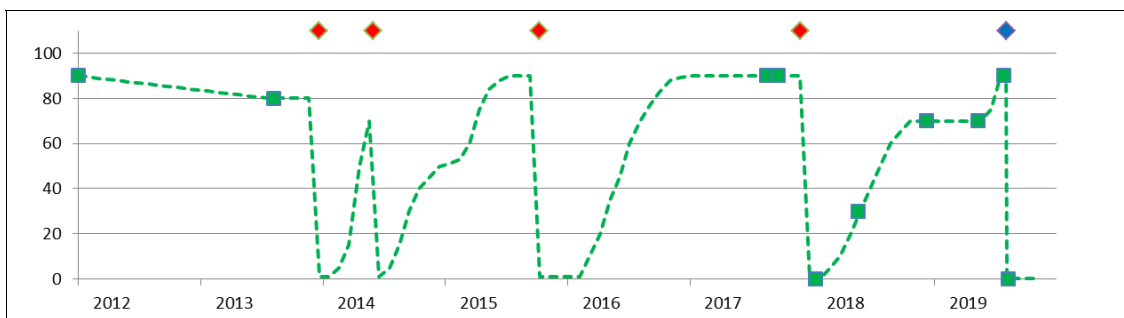


figuur 13. Ontwikkeling (vulling x bedekking) in traject D; groene vierkanten = waarnemingen, groene stippellijn = reconstructie, rode ruiten = ingreep met veegboot, blauwe ruiten = ingreep met harkboot

### 4.3 Tweede controle: hoogspanningsleiding - drijfbalk inlaat (traject E)

Toen traject D in 2018 alsnog werd geschoond met de harkboot werd een nieuw controletraject aangewezen, direct grenzend aan het eerste controletraject. Dit traject had zich tot dan toe op dezelfde manier ontwikkeld als het eerste controletraject.

De begroeiing kon zich in 2018 ongestoord ontwikkelen en bereikte dezelfde dichtheid als in voorgaande jaren. In de winter, één jaar na het vegen, was het kanaal nog niet over de hele breedte dichtgegroeid en de begroeiing bereikte ook het wateroppervlak niet helemaal. In augustus was dat wel het geval en toen werd de harkboot ook hier ingezet. Daarna werden er langs de kanten nog slechts sporadisch enkele planten gevonden.



figuur 14. Ontwikkeling (vulling x bedekking) in traject E; groene vierkanten = waarnemingen, groene stippellijn = reconstructie, rode ruiten = ingreep met veegboot, blauwe ruiten = ingreep met harkboot

#### 4.4 't Haantje (traject L)

De harkboot heeft de begroeiing zo goed als volledig verwijderd in 2017, alleen langs de oever waren hier en daar wat planten achtergebleven. In de loop van 2018 groeiden de achtergebleven planten langs de oever uit tot een smalle begroeiingsstrook, maar het midden bleef onbegroeid. De begroeiing langs de kant bevatte meerdere soorten waterplanten, waaronder vooral waterranonkel en sterrenkroos.

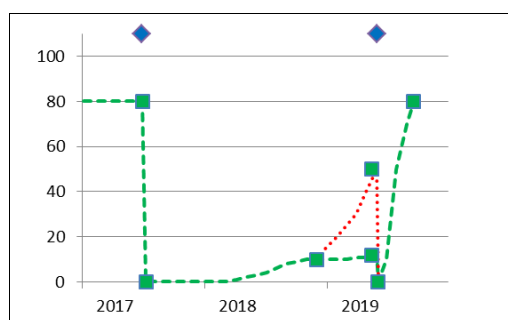
In 2019 is in delen van het traject (vooral de westelijke helft) over de volle breedte een nieuwe begroeiing ontstaan van ongelijkbladig vederkruid.

De harkboot is in 2019 opnieuw ingezet om deze nieuwe ontwikkeling tegen te gaan, maar binnen enkele maanden was vrijwel het gehele traject opnieuw dicht begroeid over de gehele breedte.

Deze laatste ontwikkeling moet zijn ingezet dan door massaal indrijven van fragmenten vanuit het westen, uit traject K of verder. Waarschijnlijk is dat eind 2018 begonnen en begin 2019 door blijven gaan, gezien de zeer snelle ontwikkeling, ook na de inzet van de harkboot.

Hoe die fragmenten zijn ontstaan is niet geheel duidelijk. Er is niet gemaaid, maar de fragmenten zouden van grotere afstand kunnen zijn gekomen of zijn ontstaan in traject K door vraat van vogels of andere beschadigingen van de begroeiing. Mogelijk zijn er ook particuliere initiatieven geweest om de planten te verwijderen.

figuur 15. Ontwikkeling (vulling x bedekking) in traject L; groene vierkanten = waarnemingen, groene stippellijn = reconstructie, rode stippellijn = aan de westkant, blauwe ruiten = ingreep met harkboot



#### 4.5 Borgerzigtak (traject H)

In 2018 is de begroeiing door een maaiverzamelboot in week 35 verwijderd. Daarbij is voornamelijk in het midden gemaaid om een middenbaan open te maken. Zeven weken later was de begroeiing zo goed als hersteld en is alsnog de harkboot ingezet. Daarna was het traject nog steeds niet geheel vrij van begroeiing. Er werd nog ca 1% bedekking en vulling waargenomen en dat was in het voorjaar van 2019 nog steeds zo. In de loop van 2019 is de bedekking weer toegenomen. Niet duidelijk is of dat door hergroei vanuit de restanten is ontstaan of door her-kolonisatie vanuit het zeer dicht begroeide traject G (Schoonoord). Gezien de snelheid van de ontwikkeling (vergelijkbaar met die in traject L; veel sneller dan in trajecten D en E) is her-kolonisatie de meest waarschijnlijke oorzaak.

## 4.6 Overige trajecten

### Odoornerveen - 't Haantje (trajecten J en K)

Volgens de geleverde gegevens is in de gehele periode 2017-2019 niet ingegrepen. De dichtheid is er onveranderlijk hoog gebleven. De vulling nam in de loop van de winter wat af doordat de planten deels uit de bovenste lagen verdwenen, maar herstelde zich in de loop van de zomer weer. Niet het gehele traject heeft een permanent hoge bedekking. Dat blijkt niet uit de data omdat er geen opnamen zijn gemaakt, maar er zijn wel incidentele waarnemingen van minder dan 50% bedekking en vulling in de oostelijk delen van traject J en in het middelste deel van traject K dat door bosgebied loopt.

### Zwiggelter sluis - Orvelter sluis (traject A-B)

De dichtheid van Ongelijkbladig vederkruid is hier alle jaren lager gebleven dan ten oosten van de Orvelter sluis. Daardoor kan het relatieve succes van de veegboot niet goed worden vergeleken met de andere trajecten. De oorzaak van het grotere succes van de veegboot in dit traject kan ook liggen aan een andere werkwijze. Volgens H.J. Tobbe (per e-mail, 12-5-2020) wordt hier het veegmes door de bodem getrokken en komen de planten met wortel en al bovendrijven. Er wordt daarbij heel langzaam gevaren. Ook werd er twee keer per jaar geveegd (voorjaar én najaar).

### Ten westen van Wezuperbrug (traject F)

Dicht bij de Wezuperbrug is de dichtheid steeds vergelijkbaar met het traject door Schoonoord (G). Naar het westen, nabij de knik in het kanaal en verder, is de begroeiing steeds minder dicht geweest. Hier komt wel meer Drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) voor dan elders en ook de rietkragen zijn er breder dan elders.

In 2019 zou in het stuk tussen de knik en de Wezuperbrug een minder ervaren machinist de maaiboot hebben bediend en daardoor minder effectief hebben gemaaid (mond. med. J. Snippe), maar dat verklaart het verschil niet, omdat vlak vóór het maaien in het middendeel van dit traject ook minder vederkruid stond en dat dat eerdere jaren ook al zo was.

## 4.7 Vergelijking met ontwikkelingen elders

### Meppel

In Meppel is rond 1 november 2018 de begroeiing van Waterwaaier in de Hoogeveense vaart tussen Brandemaat en de Oosterbroekenweg verwijderd door de harkboot. Ten westen van Brandemaat was de begroeiing zich ook aan het ontwikkelen, maar nog niet tot de zelfde dichtheid, dit traject is gaan functioneren als controle.

Vooraf werden eerst overhangende struiken op de oever verwijderd vanuit een bootje. Na het harken werden op 5 november langs de zuidelijke oever nog enkele intacte planten aangetroffen, en ook vrij veel losse fragmenten op de bodem. Deze fragmenten hebben overwinterd en liepen in 2019 weer uit. De dichtheid bereikte lang niet meer die van het jaar ervoor. Het controlegedeelte had op 31 juli 2019 wel al een 100% bedekking over het grootste deel in de breedte van het kanaal.

Op 14 augustus 2019 is er opnieuw geharkt en dat leidde tot vrijwel volledige verwijdering. Omdat aan de noordkant de overhangende struiken niet waren afgezet

kon daar in een strook van 1 meter niet worden geharkt. Het controlestuk was inmiddels vrijwel van oever tot oever met een bedekking van 100% dichtgegroeid.

Het harken in 2019 werd weliswaar eerder uitgevoerd dan in 2018, maar het drijfvermogen van de planten was hetzelfde, waardoor het verzamelen van uitgeharkte planten even efficiënt moet zijn geweest. Dat er in 2018 meer fragmenten achterbleven dan in 2019 kan twee oorzaken hebben. Er was in 2018 een veel grotere biomassa, bij hetzelfde verwijderingspercentage blijven er dan meer planten achter. Bij het afzetten van de houtige begroeiing langs de oevers is er veel gevaren varen met een bootje dat ook veel losse fragmenten deed ontstaan die al eerder afzonken.

In 2020 zal moeten blijken in hoeverre de planten echt zijn teruggedrongen en hoe snel de planten zich weer uitbreiden vanuit de achtergebleven rand.

### **Zuidbroek**

De oostelijke helft is geharkt in 2017, week 42; daarna was er geen hergroei tot de zomer van 2019. Langs de kanten zijn weliswaar enkele planten achtergebleven, maar die hebben zich tot mei 2019 (week 18) niet vermeerderd.

Het westelijke deel is in 2018 geharkt in week 31, maar daarbij zijn brede randen langs de kanten achtergebleven en ook in het midden herstelde de begroeiing zich in 2019 lokaal tot 20% bedekking in week 21. In 2019 is in week 25 opnieuw geharkt en daarbij zijn de meeste planten wel verwijderd.

Vrij snel na die laatste keer harken in het westelijke gedeelte is in het oostelijke gedeelte een heel snel herstel van de begroeiing opgetreden. Deze begon nabij de dam aan de westkant. In week 21 waren nog vrijwel nergens planten te vinden; eind 2019 was het oostelijke deel lokaal weer van oever tot oever dichtgegroeid, met de hoogste dichtheid vlak bij de genoemde dam.

De hergroei kan alleen verklaard worden met de aanname dat er tijdens het harken in het westelijke gedeelte veel fragmenten op drift geraakt en de duiker in de dam tussen beide trajecten zijn gepasseerd voordat ze konden worden verzameld. Mogelijk heeft wind of bemaling daar een rol bij gespeeld.

### **Veendam**

In de weken 20-25 van 2018 is Ongelijkbladig vederkruid in de wijk Buitenwoel in Veendam verwijderd met een harkboot in de delen dieper dan 50 cm. In de ondiepe delen langs de oevers werd een minikraan met een vergelijkbare hark gebruikt om de planten vanaf de oever te verwijderen.

Al snel trad hergroei op in de ondiepe delen. Er is toen met de hand nageschoond met tuinharken, maar dat leidde ook weer tot hergroei binnen een maand.

In 2019 is opnieuw geharkt, maar later in het jaar, in de weken 37-42. Het resultaat is op 11 november onderzocht. Het verwijderen leek goed gelukt, maar was niet volledig. Er werden nog steeds planten Ongelijkbladig vederkruid gevonden, zowel enkele grote planten als kleine fragmenten, meestal op moeilijk toegankelijke, ondiepe plekken.

Het resultaat was in 2019 beter dan in 2018, maar daar zijn meerdere verklaringen voor. Het tijdstip in het jaar lag in 2019 later, waardoor de planten mogelijk gevoeliger waren voor verwijdering: in het voorjaar groeien alle waterplanten veel

sterker dan later in het seizoen en kunnen ze vanuit kleine fragmenten gemakkelijker weer uitlopen. Maar door de latere ingreep komt de hergroei ook later op gang en zijn er op dezelfde datum in het najaar daardoor ook minder planten. Daarnaast was de begroeiing bij aanvang van de werkzaamheden in 2019 ook minder dicht dan in 2018 door de verwijdering in 2018. In 2020 zal pas blijken hoeveel effect de andere aanpak in 2019 heeft gehad.

Een mogelijke andere reden van het geringere succes in Veendam in (vooral) ondiep water kan de bodemgesteldheid zijn. De waterbodem bestaat uit compact zand waarop in de ondiepe delen geen sliblaag ligt. De tanden van de harken aan de minikraag en de handbediende harken konden hier slecht in de bodem doordringen om de wortels los te woelen. In de diepere delen, waar de harkboot kon werken en met een dun laagje slib op de bodem, was het effect ook veel groter.

#### **4.8 Water- en bodemkwaliteit**

De waterkwaliteit lijkt in het Oranjekanaal geen invloed te hebben op de ontwikkeling van de waterplanten. Die is niet veranderd in de periode dat de waterplanten zich massaal in het Oranjekanaal hebben gevestigd. Het doorzicht is wel verbeterd, maar dat kan worden toegeschreven aan de komst van de waterplanten. Doorzicht van meer dan een halve meter is langs de ondiepere delen langs de kant voldoende om de waterplanten kansen te geven zich te ontwikkelen. De waterplanten zorgen vervolgens voor demping van de waterbeweging waardoor zwevend slib bezinkt en het water helderder wordt. Ook neemt de groei van zwevende algen af door concurrentie met de waterplanten waardoor het water ook helderder wordt.

De bodemkwaliteit lijkt geen verklarende variabele voor de verschillen in ontwikkeling van de waterplanten. De fosforgehalten van de bodem zijn op alle meetpunten hoog genoeg om een sterke groei van vederkruiden mogelijk te maken. Door Schep e.a. (2015) wordt vooralsnog een bovengrens van 0,5 g P/kg bodem gehanteerd om een soortenrijke ontwikkeling van waterplanten mogelijk te maken. Deze komt uit een studie aan slootvegetaties van Zuidam (2013) en er worden wat kanttekeningen bij geplaatst, maar geldt voorlopig als vuistregel.

Voor wortelende waterplanten is de concentratie in het poriewater van belang. Beter is daarom om het poriewater te onderzoeken en te vergelijken met het onderzoek van De Lyon en Roelofs (1986). Zij vonden een optimale groei voor vergelijkbare soorten die kunnen woekeren tussen 20 en 90  $\mu\text{mol/l}$  (0,6 en 2,7 g/l) poriewater.

Als we ervan uitgaan dat fosfor in poriewater en aan de vaste delen min of meer in evenwicht zijn is fosfor nergens een beperkende factor voor woekering door waterplanten. De enige uitzondering zou meetpunt 9 (traject B) kunnen zijn, maar het erg hoge droge stofgehalte doet vermoeden dat het monster een hoog mineraal gehalte had en dus weinig mogelijkheden tot binding met fosfor. Deze meting geeft dan geen goede indicatie voor het poriewater.

#### **4.9 Lange afstand (her-)kolonisatie**

Wanneer water wordt aangevoerd in de zomermaanden dan is de waterverplaatsing dermate snel dat de verspreiding van de waterplanten over enige kilometers per dag waarschijnlijk is, als er tegelijk ook gemaaid wordt.

In 2018 werd er tijdens het maaien ook steeds water ingelaten en de waterplaatsing was steeds relatief groot. Er zijn altijd fragmenten die ontsnappen, ook de drijfbalk

voor het gemaal in de Orvelter sluis bleek de fragmenten niet allemaal tegen te houden.

Herkolonisatie heeft duidelijk plaatsgevonden in traject C in 2018 door inspoeling van fragmenten die zijn ontstaan door maaiwerk in traject A en B. Ook is herkolonisatie in traject L eind 2018 zeer waarschijnlijk door fragmenten vanuit traject H (gemaaid en geharkt) of vanuit traject K (losgeraakte planten door activiteit van vogels of anderszins).

De stroomsnelheid van het water in tijden van afvoer is niet duidelijk, maar als deze in de buurt komt van de stroomsnelheid van de aanvoer, dan is de verspreiding door stroming de andere kant op even waarschijnlijk.

#### **4.10 Tijdstip van ingrijpen**

Over de invloed van het tijdstip van ingrijpen valt (nog) niet veel te zeggen. Uit verschillende studies (o.a. Verhofstad, 2017) blijkt dat veel soorten waterplanten in de eerste helft van het groeiseizoen beter bestand zijn tegen ingrepen dan later in het groeiseizoen. Daar zijn allerlei oorzaken voor aan te wijzen, maar dat verschilt per soort. Daarnaast kan het tijdstip ook een effect hebben op het verzamelen. Vitale planten blijven beter intact en drijven gemakkelijk waardoor ze vollediger worden verzameld. Ongelijkbladig vederkruid verliest in het najaar weinig aan drijfvermogen en zou zelfs 's winters goed te verzamelen moeten zijn.

De meest succesvolle (eenmalige) ingrepen tot nu toe vonden verspreid door het groeiseizoen plaats: in week 26 (harkboot traject L), week 34 (harkboot traject C) en week 42 (harkboot, Zuidbroek oost). De succesvolle aanpak met een veegboot in trajecten A-B is niet vergelijkbaar op basis van tijdstip van maaien omdat er steeds twee keer werd geveegd. Alle minder succesvol gebleken ingrepen zijn onderling niet goed vergelijkbaar en meestal was er ook een andere duidelijk aanwijsbare oorzaak van het mindere succes dan het tijdstip van ingrijpen. De verschillen in tijdstippen van ingrijpen in het Oranjekanaal in traject L worden bijvoorbeeld overvleugeld door de invloed van herintroductie in 2019.

In de tot nu toe beschikbare waarnemingen zijn geen vergelijkingen beschikbaar van ingrepen die alleen maar in tijdstip verschillen en waarvan ook precies een jaar later waarnemingen beschikbaar zijn. Mogelijk wordt er meer duidelijk wanneer waarnemingen in 2020 in Veendam en in Meppel kunnen worden gedaan. In beide situaties is in 2019 op een ander tijdstip ingegrepen dan in 2018.

## 5 Conclusies

Met de harkboot blijkt het mogelijk de planten zo grondig uit de bodem te verwijderen dat geen directe hergroei plaatsvindt binnen een jaar (getuige traject C in 2017, traject L in 2017, Zuidbroek, oostelijke gedeelte in 2017, Meppel in 2018). In Veendam lukte het niet omdat de boot niet kon varen en bleek een hark aan een minikraan vanuit de oever minder effectief te zijn; de moeilijk doordringbare, harde bodem en het tijdstip van de ingreep kunnen daarbij ook een rol hebben gespeeld.

In alle andere gevallen is hergroei vooral veroorzaakt vanuit achtergebleven fragmenten of door herintroductie. De snelheid van de hergroei was daarbij het grootst wanneer sprake was van massale herintroductie (trajecten H en L).

Hergroei vanuit ontsnapte planten komt ook voor, maar gaat langzamer en duurt in het Oranjekanaal (veel) meer dan een jaar om tot volledig herstel te komen (traject D, 2018; traject C, 2018), naar verwachting zal ook de rand die in Meppel in 2019 bleef zitten niet al tot volledige hergroei in 2020 leiden.

Alleen ten westen van de Orveltersluis (traject A-B) lukt het ook om met een veegboot de begroeiing effectief terug te dringen. De hogere frequentie van ingrijpen (2 keer per jaar) kan hiervoor de verklaring zijn. Daarbij is de dichtheid in dit gedeelte vanaf 2006 lager geweest. Ook is de veegboot hier anders toegepast dan in de oostelijke trajecten, met een mes dat dóór de bodem schuift in plaats van over de bodem en waarbij veel langzamer wordt gevaren (Tobbe, e-mail, 12-5-2020). Het verschil in werking tussen de veegboten moet nader onderzocht worden.

Uit de data die hier zijn gepresenteerd valt (nog) geen relatie met het tijdstip van ingrijpen op het resultaat af te leiden.

Ongelijkbladig vederkruid en Waterwaaier staan op de EU-exotenlijst (NVWA); Nederland heeft dus de plicht ze te bestrijden en bij voorkeur te elimineren. Door NVWA (2016) wordt elimineren van Waterwaaier in Nederland niet 'technisch realiseerbaar' geacht. Deze soort is daarom ingedeeld onder soorten waarvoor een beheersstrategie moet worden opgesteld gericht op 'beheersing van de schade en waar mogelijk lokaal elimineren' onder artikel 19 van de EU verordening. Verschillende provincies hebben dit intussen in beleid overgenomen en de soort op de 'artikel 19b-lijst' geplaatst. Ongelijkbladig vederkruid is pas later aan de EU-lijst toegevoegd, maar daarvoor wordt dezelfde beheersstrategie door de provincies bepleit.

Om deze doelen te bereiken is langdurig en grondige reductie van de begroeiing nodig. In het grootste deel van het Oranjekanaal is dat alleen mogelijk door een zo grondig mogelijke verwijdering van de planten uit de bodem. Daartoe is waarschijnlijk alleen de harkboot in staat. Met een veegboot is het daarna wellicht mogelijk de hergroei te onderdrukken als deze wordt ingezet zoals dat jarenlang in trajecten A-B is uitgevoerd.

Essentieel is dat alle plantmateriaal zeer zorgvuldig wordt verzameld, en bovenal moet worden voorkomen dat plantenfragmenten van elders opnieuw (massaal) kunnen binnenstromen. Dat betekent dat moet worden vermeden dat tijdens de werkzaamheden het water stroomt en dat trajecten waarin plantenfragmenten drijven goed worden geïsoleerd.



## 6 Referenties

- ▶ De Lyon, M.J.H. & Roelofs, J.G.M., 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Katholieke Universiteit, Nijmegen. 2 delen, 106+126 pp.
- ▶ Matthews, J.; R. Beringen; L.P.M. Lamers; B. Odé, R. Pot; G. Van der Velde; J.L.C.H. van Valkenburg; L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven. 2013. Risk analysis of the non-native Fanwort (*Cabomba caroliniana*) in the Netherlands. Reports Environmental Science 442, Radboud University, Nijmegen, The Netherlands
- ▶ NVWA. Unielijst. <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/invasieve-exoten/unielijst-invasieve-exoten>. Laatst geraadpleegd: 2 maart 2020
- ▶ NVWA, 2016. Onderbouwing strategie Unielijstsoorten. Bouwstenen voor het bepalen van de strategie voor eliminatie en beheer van Unielijstsoorten (EU-verordening 1143/2014) in Nederland. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Utrecht.
- ▶ Pot, R. 2017-2019. Diverse memo's over waarnemingen in het Oranjekanaal, Zuidbroek, Veendam en Meppel.
- ▶ Schep, S., Wal, B. van der & Wijngaart T. van der, 2015. Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie. Toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1,2 en 3 in de praktijk. STOWA 2015-17.
- ▶ Verhofstad, M.J.J.M., 2017: To mow or not to mow. An ecological and societal perspective on submerged aquatic plant growth. Proefschrift Utrecht University, Utrecht.
- ▶ Zuidam, J. van, 2013. Macrophytes in drainage ditches, functioning and perspectives for recovery. Proefschrift Wageningen University, Wageningen.

## Bijlage 1. Waarnemingen van de begroeiing

Onderstaande overzicht van meting en inschatting van de begroeiing, eerder gerapporteerd in memo's 2017-2019. bed= bedekking, vol= vulling, rand = breedte van een randbegroeiing als deze dichter is dan in het midden, 2<sup>e</sup> bed = bedekking van de randbegroeiing.

traj	jaar	week	datum	bed %	vol %	rand (m)	bed %	opmerking
A	2019	31	1-8-2019	0,1	0,1			
B	2018	21	22-5-2018	0	0			
	2019	31	1-8-2019	0	0			
C	2017	34	21-8-2017	99	90			
	2017	39	25-9-2017	0,1	0			
	2018	3	15-1-2018	0,1	0			
	2018	21	22-5-2018	0,1	0			langdurig opmaling over de sluis
	2018	50	14-12-2018	1	1	2	100	rand alleen nabij de brug 100 m
	2019	20	17-5-2019	0	0	3/ 2	100/ 25	rand 1 nabij de brug 100 m lang / rand 2 bij de sluis 100 m, noordoever na harken
	2019	31	1-8-2019	0	0			
	2019	38	19-9-2019	0,1	0	0,5	0,1	
D	2017	34	21-8-2017	99	90			
	2017	39	25-9-2017	99	80			
	2018	3	15-1-2018	0	0	1	20	
	2018	21	22-5-2018	5	5	3,5	70	
	2018	50	14-12-2018	0	0	3	40	
	2019	20	17-5-2019	0	0	3	80	
	2019	31	1-8-2019	0	0			
	2019	38	19-9-2019	0,1	0	1	5	rand alleen nabij de brug over 50 m
E	2017	34	21-8-2017	99	90			
	2017	39	25-9-2017	99	80			
	2018	3	15-1-2018	0	0			
	2018	21	22-5-2018	5	5	3,5	50	
	2018	50	14-12-2018	75	70			
	2019	20	17-5-2019	100	60			langs de kant planten hoger
	2019	31	1-8-2019	0	0			
	2019	38	19-9-2019	0,1	0	0,5	0,1	
F	2019	20	17-5-2019	90	60			midentraject wat lagere bedekking, daarna weer oplopende bedekking naar het oosten tot 100/100 gemiddeld, laatste 500 m tot Wezuperbrug 100%
	2019	39	22-9-2019	50	50			
G	2019	38	19-9-2019	100	95			
H	2018	42	16-10-2018	80	50	2,5	80	
	2018	49	4-12-2018	1	1			
	2019	20	17-5-2019	1	0,1			
	2019	38	19-9-2019	25	80	2	75	
J	2018	42	16-10-2018	90	80	2	10	

traj	jaar	week	datum	bed %	vol %	rand (m)	bed %	opmerking
	2018	49	4-12-2018	90	80	2	1	
	2019	20	17-5-2019	80	50	3	100	
	2019	39	22-9-2019	100	95	3	100	
K	2019	20	17-5-2019	90	95			
	2019	38	19-9-2019	80	100	6	100	
L	2017	26	30-6-2017	90	80	1	10	
	2018	49	4-12-2018	0	0	4	40	
	2019	20	17-5-2019	1	1	5	40	
	2019	20	17-5-2019	20	50	6	80	midden vooral in westelijke deel
	2019	38	19-9-2019	65	80	2	100	

### Incidentele waarnemingen

In de periode na 2007 is er door diverse mensen melding gemaakt van de begroeiing in het Oranjekanaal en in het kader van diverse projecten zijn er ook opnamen gemaakt. Onderstaande overzicht geeft gedocumenteerde waarnemingen.

Jaar	datum	traject	dichtheid	opmerking	bron
2007	30-5	D	100 %		4
2007	26-6	C	50 %	langs de kant	1
2007	20-7	C	100 %		4
2007	20-7	D	geen	gemaaid	4
2011	7-8	F(oost)	veel		1
2011	8-8	G-L	veel		1
2011	16-8	A,B	nauwelijks		2
2011	16-8	C	90%		2
2011	16-8	E	90%		2
2011	16-8	F	30%		2
2011	16-8	G	100%		2
2012	27-6	A	enkele		1
2013	6-8	A	10%		3
2013	6-8	B	5%		3
2013	6-8	C	90/10%	kanten/midden	3
2015	20-8	F(oost)	veel		1
2017	12-8	F(oost)	veel		1
2018	22-5	F	5%	middendeel minder	4

*bronnen: 1 = <http://waarneming.nl>, diverse waarnemers; 2 = excursie Plantensociologisch Kring Nederland o.l.v. Roelf Pot; 3 = opnamen voor Risicoanalyse Cabomba, Matthews et al. 2013; 4 = losse waarnemingen met foto Roelf Pot*