

**Beoordeling van habitatkwaliteit op
basis van satellietdata: een pilot
met de groene glazenmaker**



**Beoordeling van habitatkwaliteit op
basis van satellietdata: een pilot met de
groene glazenmaker**

Beoordeling van habitatkwaliteit op basis van satellietdata: een pilot met de groene glazenmaker

Tekst

Bas Oteman en Henk de Vries

Met medewerking van

Ben Krabbendam (Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard)

Rapportnummer

VS2019.029

Projectnummer

P2018-124

Productie

De Vlinderstichting
Mennonietenweg 10
Postbus 506
6700 AM Wageningen
T 0317 46 73 46
E info@vlinderstichting.nl
www.vlinderstichting.nl

Subsidieverstrekker

Provincie Zuid-Holland

Deze publicatie kan worden geciteerd als

Oteman B., de Vries, H.H. (2019) *Beoordeling van habitatkwaliteit op basis van satellietdata: een pilot met de groene glazenmaker* Rapport VS2019.029, De Vlinderstichting, Wageningen

Trefwoorden

Groene glazenmaker, krabbenscheer, satellietdata, spectraal profiel, beheer, sloten, veenweide

September 2019



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van De Vlinderstichting, noch mag het zonder een dergelijke toestemming gebruikt worden voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Inhoud

Inhoud	3
Samenvatting	4
Inleiding.....	5
Methode.....	10
Resultaten	13
Discussie	16
Aanbevelingen.....	18
Literatuur	19

Samenvatting

De zeldzame libel de groene glazenmaker is sterk afhankelijk van de waterplant krabbenscheer. Om meer inzicht te krijgen in de beschikbaarheid van geschikt leefgebied voor de groene glazenmaker worden in dit pilotproject satellietbeelden geanalyseerd voor twee Zuid-Hollandse polders: Polder Kromme, Geer en Zijde en Polder Nesse. In verschillende satellietbeelden, uit 2014, 2017 en 2019, is er gezocht naar krabbenscheer. Hiervoor is middels veldwerk een spectraal profiel opgesteld van krabbenscheer. Dit profiel is daarna toegepast op de satellietbeelden. De voorspelling op basis met het satellietbeeld uit 2019 is vervolgens weer gevalideerd in het veld. Hieruit bleek dat krabbenscheer, onder gunstige omstandigheden, kan worden vastgesteld met een 93% nauwkeurigheid. De beste periode om satellietbeelden te gebruiken om krabbenscheer te detecteren is juni-juli. Voor bruine krabbenscheer is dit de eerste helft van september.

Het toepassen van het berekende spectrale profiel op andere satellietbeelden liet zien dat afhankelijk van de sensor van de satelliet een extra berekeningstap nodig kan zijn (verdere kalibratie). De werkwijze met een spectraalanalyse lijkt ruim voldoende perspectief te bieden om toe te passen in andere gebieden. Wel zal hiervoor enige kalibratie, mogelijk via aanvullende veldbezoeken, noodzakelijk blijven.

De ruimtelijke vergelijking tussen 2014, 2017 en 2019 laat zien dat de achteruitgang van de krabbenscheer niet ruimtelijk is geclusterd. Het probleem is niet gelimiteerd tot enkele watergangen of percelen, de achteruitgang treedt gebiedsbreed op.



Inleiding

De zeldzame libel de groene glazenmaker is sterk afhankelijk van de waterplant krabbenscheer. Om meer inzicht te krijgen in de beschikbaarheid van geschikt leefgebied voor de groene glazenmaker worden in dit pilotproject satellietbeelden geanalyseerd voor twee Zuid-Hollandse polders: Polder Kromme, Geer en Zijde en Polder Nesse.

Groene glazenmaker

De groene glazenmaker is een landelijk bedreigde en beschermde libellensoort die tevens iconsoort is voor het Zuid-Hollandse natuurbeleid (Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland, 2018). Deze libel is strikt gebonden aan krabbenscheer, een plant die vaak met vele honderden of meer in velden drijven op allerlei wateren in Zuid-Holland, zoals natuurwateren, sloten en kanalen (De Vries en Ketelaar, 2003; Krekels et al., 2004). De groene glazenmaker zet in het zomerseizoen –globaal tweede helft juli en augustus- haar eitjes af in deze waterplant. De larve kruipt in het voorjaar daarop uit het ei en leeft daarna een of twee jaar in en rond deze plant. In juni – juli klimt de larve uit het water en verandert in een volwassen libel met vleugels. Tot eind augustus - begin september kunnen de rondvliegende volwassen exemplaren gezien worden. De groene glazenmaker wordt geteld via telroutes langs sloten en andere wateren. Zowel door professionals als door vrijwilligers wordt langs een waterlichaam een vaste tevoren afgesproken afstand gelopen gedurende minimaal drie keer per jaar en dit gedurende meerdere jaren. De Vlinderstichting verzamelt deze gegevens en Centraal Bureau voor Statistiek berekent, bij voldoende gegevens, welke trends hierbij optreden. Zo wordt bekend of de aantallen binnen bepaalde populaties toe- of afnemen. De verspreiding van het leefgebied van deze soort binnen Nederland is globaal bekend, maar in agrarisch benutte polders is de situatie minder duidelijk. Dit wordt veroorzaakt doordat het gebied beperkt toegankelijk is en doordat krabbenscheervelden soms plotseling kunnen verschijnen of verdwijnen. Sinds er in 2016 door vier provincies, Zuid-Holland, Utrecht, Friesland en Groningen, is gestart met het Agrarisch Meetnet Libellen, gericht op het tellen van de groene glazenmaker is de kennis over de aanwezigheid van deze soort in het agrarisch leefgebied sterk verbeterd.



Mannetje groene glazenmaker.

Krabbenscheer

De groene glazenmaker is strikt gebonden aan krabbenscheer. Deze waterplant heeft een bijzondere leefwijze doordat de plant in het voorjaar omhoog komt drijven met verankering aan de bodem via een of meerdere stengels en in het najaar weer naar de bodem afzakt. De plant vermeerdt deels via zaad, maar toch vooral via rozetten die gevormd worden aan zijscheuten. In het zomerseizoen kunnen grote aantallen van deze planten, vele duizenden, een aaneengesloten veld vormen die een sloot, kanaal of petgat in zijn geheel bedekt. Onder dit veld zit dan nog een waterkolom, maar andere plantensoorten kunnen grotendeels worden weggeconcentreerd. Speciaal wanneer de plant in grote velden aanwezig is met



Krabbenscheer

duizenden rozetten wordt geschikt leefgebied voor de groene glazenmaker gevormd dat zich over honderden meters kan uitstrekken. Deze velden zijn van een afstand goed te herkennen en te registreren.



Krabbenscheer met bruinkleuring in 2017

Dynamische situaties

De situatie van een leefgebied van de groene glazenmaker bestaande uit een groot krabbenscheerveld kan jarenlang aanwezig zijn. Een flinke waterkolom onder de drijvende planten in combinatie met een geringe hoeveelheid aanwezige nutriënten kan een stabiele situatie opleveren. Nadat de waterkolom zich met slib en afgestorven plantenresten vult wordt langzaam de condities minder geschikt voor de groene glazenmaker. Ook een verandering van de chemische watersamenstelling of van het bodemwater kan resulteren in plotsklaps afsterving van planten of aanleiding geven voor het optreden van ziektes. Van meerdere plaatsen is grootschalige sterfte bij velden krabbenscheer bekend, zowel in Noord-Nederland, Midden-Nederland en West-Nederland. Opvallend was het grootschalig afsterven van planten in 2017 in de Krimpenerwaard. In 2016 was hier een monitoring gestart, waardoor het verdwijnen van planten en groene glazenmakers werd geregistreerd. Het ging hierbij om veranderingen die pas in augustus begonnen op te vallen en algehele bruinkleuring van krabbenscheer liet zien plus lagere aantallen van groene glazenmakers. Om dit soort veranderingen in het leefgebied van de groene glazenmaker beter in beeld te krijgen is een project met gebruik van satellietgegevens opgestart. Door bekende gegevens van de verspreiding van krabbenscheer te vergelijken met analyses van satellietbeelden is het mogelijk om veranderingen in leefgebied binnen een of enkele laagveenpolders in Zuid-Holland te bekijken. Hiertoe is een onderzoeksgebied geselecteerd gelegen in de Krimpenerwaard.

Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied voor deze pilot is Polder Kromme, Geer en Zijde en Polder Nesse, beide gelegen in de zuidwesthoek van de Krimpenerwaard (zie figuur 1). De polders bevatten relatief brede sloten van 5 à 10 meter breed met daarin frequent voorkomende velden met krabbenscheer. Deze polders zijn met name geselecteerd omdat in de zomer van 2017 veel van de aanwezige krabbenscheer bruin werd en

massaal leek af te sterven (zie bijlage bericht NatureToday). In 2018 is geconstateerd dat hier diverse krabbenscheergemeenschappen ernstig in kwaliteit achteruit zijn gegaan. De omvang van dit fenomeen en de oorzaak zijn tot nu toe onbekend en moeten bij voorkeur zo snel mogelijk worden onderzocht.

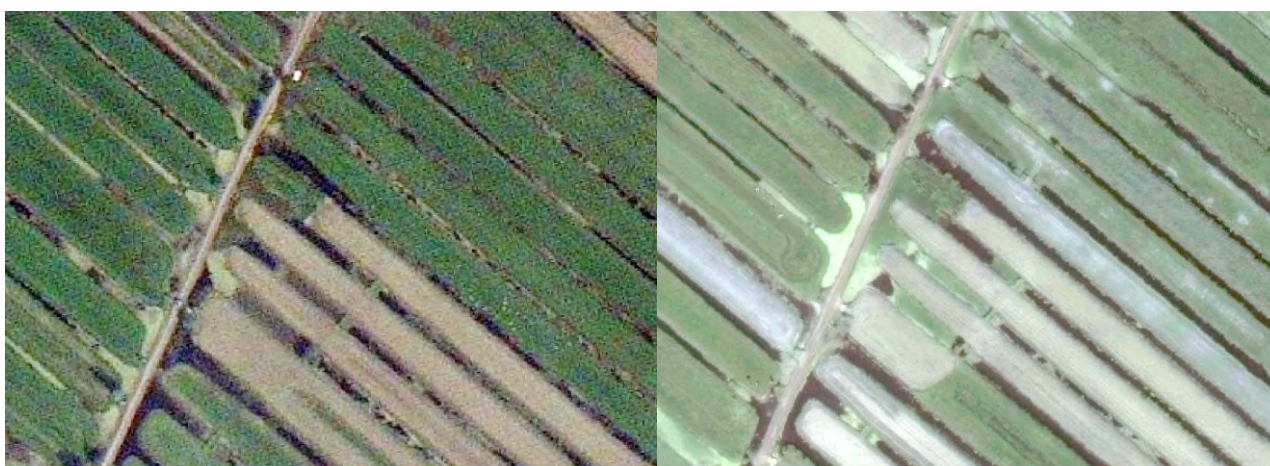
Satelliet data

Traditioneel wordt krabbenscheer geïnventariseerd door watergangen langs te lopen en ter plaatse de krabbenscheer aanwezigheid te noteren. Het onderzoeksgebied bevat ± 500 kilometer aan sloten, en deze zouden dus allemaal langs gelopen moeten worden om de krabbenscheer in kaart te brengen. Dit is een zeer tijdrovende en daarmee kostbare taak. Om de krabbenscheer efficiënt in kaart te brengen hebben we gebruik gemaakt van satelliet data. We hebben meerdere optische satellieten gebruikt: Sentinel-2 (10x10m), SPOT-7 (1.5x1.5m), TripleSat (0.8x0.8m) en WorldView-2 en 3 (0.5x0.5m). De eerste analyses zijn gedaan met Sentinel beelden, maar zoals al verwacht bleek de resolutie van deze beelden niet hoog genoeg voor een gedegen analyse. Daarna zijn TripleSat beelden gebruikt (deze worden gratis beschikbaar gesteld door de Netherlands Space Office (NSO)). Deze beelden zijn geschikt voor de analyses, maar met name in de kleinere sloten zagen we veel invloed van de slootkanten waardoor de voorspellingen minder accuraat werden. Daarbij was voor deze beelden de nabij infrarood band slechts beperkt beschikbaar.

Daarom hebben we besloten de analyse van de in verrassend grote hoeveelheden gratis beschikbare beelden verder te versterken door WorldView beelden aan te schaffen (zie figuur 2 voor een vergelijking tussen deze beelden). Deze beelden hebben een hogere resolutie, waardoor de effecten van slootkanten worden gereduceerd. Het verschil tussen 0.5 en 0.8 meter resolutie lijkt klein, maar dit is een 37.5% verbetering, en dus een reductie van randeffecten van meer dan 37%.



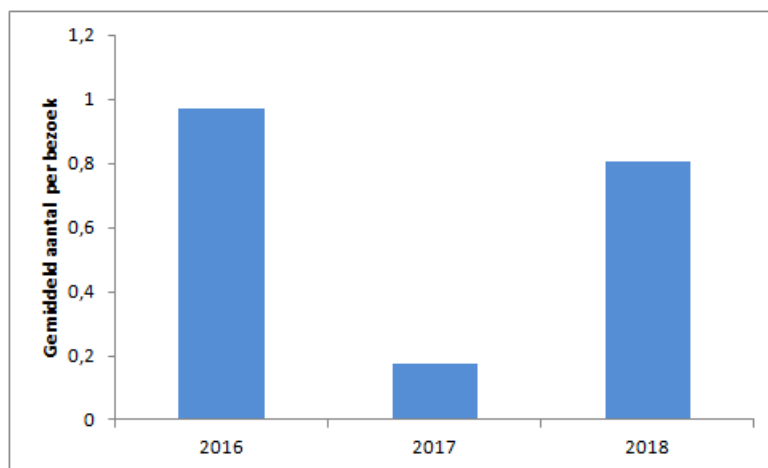
Figuur 1. Afbakening pilot gebied met Polder Nesse en Polder Kromme, Geer en Zijde. Groene, oranje en rode stippen geven historische en actuele vindplaatsen van krabben-scheer weer (gegevens NDFF). Alleen de groene stippen geven precieze locaties weer.



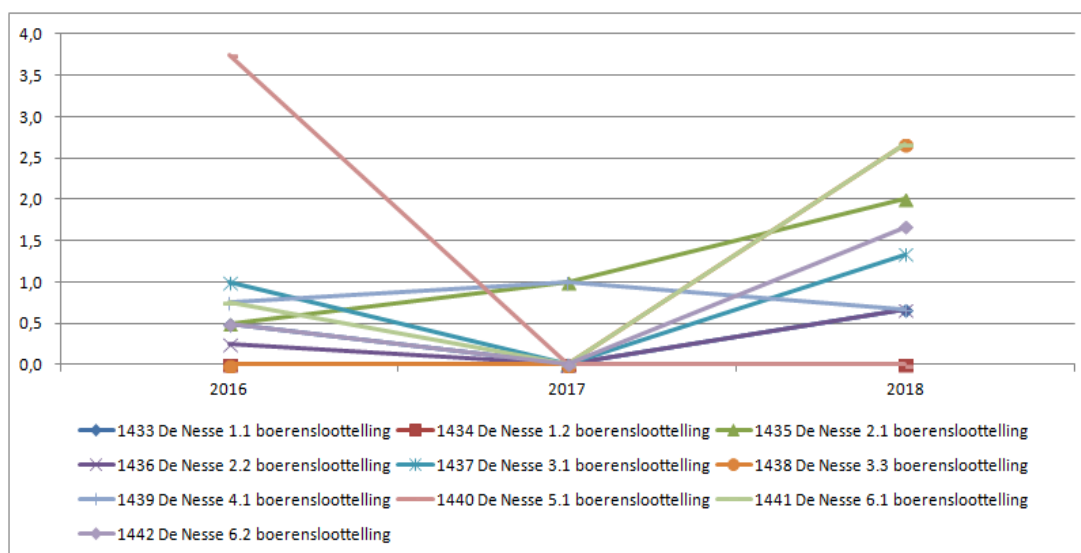
Figuur 2, satellietbeelden van TripleSat (links) met een resolutie van 0.8m en WorldView (rechts) met een resolutie van 0.5m, van hetzelfde gebied.

Tellingen

De groene glazenmaker wordt geteld via telroutes langs sloten en andere wateren. Zowel door professionals als door vrijwilligers wordt langs een waterlichaam een vaste tevoren afgesproken afstand gelopen gedurende minimaal drie keer per jaar en dit gedurende meerdere jaren. De Vlinderstichting verzamelt deze gegevens en Centraal Bureau voor Statistiek berekent, bij voldoende gegevens, welke trends hierbij optreden. Zo wordt, na een aantal jaren monitoren, bekend of de aantallen binnen bepaalde populaties toe- of afnemen. Momenteel worden de gegevens van het vierde teljaar nog verwerkt, waardoor er met drie jaar gegevens wordt gewerkt. In figuur 3 en figuur 4 staan de tellingen weergegeven van tien monitorroutes, opvallend zijn de lage tellingen in het jaar 2017.



Figuur 3 Gemiddeld aantal groene glazenmakers geteld per bezoek op 23 (2016), 21 (2017) en 26 (2018) routes in Polder Kromme, Geer en Zijde en Polder Nesse.



Figuur 4 Gemiddeld aantal groene glazenmakers geteld per bezoek op 10 routes gelegen binnen de Polder Nesse.

Methode

Om in te kunnen schatten of er geschikt leefgebied voor de groene glazenmaker aanwezig is wordt in dit project uitsluitend gekeken naar krabbenscheer. Met behulp van de analyse van satellietbeelden wordt de aanwezigheid van krabbenscheervelden vastgesteld. Hierbij wordt gekeken naar verschillende satellietbeelden, WorldView en TripleSat, verschillende jaren en verschillende seizoenen. Tevens wordt gebruik gemaakt van veldgegevens.

Om Krabbenscheer op te sporen worden twee analyses gedaan, 1) als eerste wordt, in een winterbeeld onderscheid gemaakt tussen land en water. 2) Daarna wordt in vlakken die als water zijn geïdentificeerd vastgesteld of er krabbenscheer voorkomt. Voor de tweede stap is in situ kalibratie en validatie data nodig.

Water vaststellen

Hiervoor zijn twee mogelijkheden beschikbaar. Er is voor het pilotgebied een hoge resolutie kaart met de watergangen beschikbaar, aangeleverd door het hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard. Deze kaart is van hoge kwaliteit, en bevat alle watergangen in groot detail. Hierbij kunnen problemen optreden wanneer vegetatie boven het water hangt (omdat die dan in de satelliet analyse als water wordt aangemerkt, en daarna waarschijnlijk als Krabbenscheer wordt geïdentificeerd. Daarbij kunnen watergangen sinds het opstellen van deze kaart zijn veranderd.

De andere mogelijkheid is het berekenen van watergangen uit satellietbeelden. Hiervoor gebruiken we een satellietbeeld uit de winter, daarin wordt de vegetatie gedetecteerd en wordt een buffer van anderhalve meter (3 WorldView pixels of ± 2 TripleSat pixels) vanaf de oever uitgesloten van verdere analyse. Dit is noodzakelijk omdat het vaststellen van de watergangen is gedaan op basis van een winterbeeld, in de zomer groeit de vegetatie in de slootkanten uit.

Voor deze analyse is een combinatie van beide gebruikt. Eerst zijn de watergangen uit het satellietbeeld vastgesteld, daarna is het bestand van het hoogheemraadschap gebruikt om dingen als ondergelopen weilanden te verwijderen.

Om in een winterbeeld vegetatie te detecteren hebben we een drempelwaarde (threshold) genomen voor de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Deze index geeft de verhouding tussen reflectie van rood licht en reflectie van infrarood licht weer. Planten gebruiken rood licht voor fotosynthese, terwijl infrarood licht nagenoeg volledig wordt gereflecteerd. NDVI ligt altijd tussen -1 (reflectie rood licht domineert) en 1 (reflectie infrarood domineert). Vegetatie heeft, omdat het rood licht absorbeert in plaats van reflecteert altijd een hoge NDVI. Een NDVI threshold van 0.3 werkt over het algemeen goed om water en vegetatie te onderscheiden. Omdat de nabij infrarood band van de TripleSat data slechts beperkt beschikbaar was is deze NDVI-threshold aangevuld door een threshold op de groen waarde van 31%. Dat wil zeggen dat groen maximaal 31% van de saturatiewaarde mag zijn om nog als water mee te tellen. Om ruis te onderdrukken en misclassificaties te verwijderen zijn alle vlakken die minder dan 125m² (500 WV-pixels) aaneengesloten water hadden verwijderd, hierdoor blijven alleen sloten over. Om de gaten in verder aaneengesloten oppervlaktes water te verwijderen is een virtuele buffer van 1 meter gebruikt. Een virtuele buffer wil zeggen, alle watergangen worden langs de buitenrand met 1 meter vergroot, en vervolgens weer met 1 meter verkleint. Wanneer een gat kleiner is dan 2 meter heeft het in de tweede analyse geen buitenrand meer, en wordt daardoor niet teruggezet, waardoor het gat is opgevuld.

Dit levert een gedetailleerde kaart op van de watergangen met minimale oeverinvloeden, waardoor we veilig kunnen aannemen dat alle vegetatie die in de zomer in deze vlakken wordt gedetecteerd bestaat uit waterplanten.

Vegetatie identificatie

Kalibratie

Om vast te stellen welk spectraal profiel een bepaald vegetatietype heeft hebben we in het veld vegetatie gekarteerd, en hebben we in een satellietbeeld vastgesteld welke ‘kleur’ er bij een vegetatietype hoort. De vegetatie is gekarteerd langs de Tiendweg en de Tiendweg Oost. De vegetatie is in hoofdgroepen onder verdeeld en er zijn foto’s van alle vlakken gemaakt.

De Tiendweg Oost is gebruikt ter kalibratie, deze data is gebruikt om per vegetatietype een spectraal profiel op te stellen en de variatie daarbinnen te bepalen. De profielen zijn opgesteld door de gemiddelden te berekenen van de gekarteerde vlakken uit verschillende TripleSat beelden uit 2018. Daarbij is de gemiddelde RGI (zie stap 1) berekend uit WorldView beelden uit 2019.

Validatie

Daarna zijn de opgestelde profielen toegepast op de vegetatie lands te Tiendweg, om te testen hoe goed het algoritme in staat was om verschillende vegetatietypen te herkennen (de validatie). Er is een satellietbeeld uit juni 2019 gebruikt om de vegetatie te classificeren, vervolgens is zijn deze klassen vergeleken met de velddata. Deze vergelijking levert een verwarringsmatrix (confusion-matrix) op, met hoeveel procent correct is geïdentificeerd, hoeveel van vegetatietype a is aangezien voor vegetatietype b en andersom. Voor deze pilot is gefocust op de hoofd typen krabbenscheer, kroos en onbekend. Onbekend is een type dat niet in de validatiedata zit, maar wordt gebruikt wanneer het classificatiealgoritme niet met voldoende zekerheid een vegetatietype kan aanwijzen.

De kalibratie en validatie datasets zijn volledig onafhankelijk behandeld (de validatie data is niet gebruikt in de kalibratie, geen kalibratiedata is gebruikt tijdens de validatie).

Algoritme

Een belangrijk doel van deze studie is om een detectie algoritme op te stellen voor de aanwezigheid of waarschijnlijke aanwezigheid van krabbenscheer. Deze berekening bestaat uit 3 stappen. Een model-overzicht van stap 2 en 3 is opgenomen in bijlage 1.

Stap 1: vegetatie in watergangen opsporen

Als eerste snelle schifting zijn alle pixels waar 1.2x zoveel blauw als groen voorkomt uitgesloten van verdere analyse (om de verwerking te versnellen). Van alle overgebleven pixels is de Red Green Index (RGI) berekend met de volgende formule:

$$RGI = \frac{G - R}{G + R}$$

Een threshold op de RGI wordt gebruikt om voor de overgebleven pixels onderscheid tussen water en vegetatie te maken.

In feite doen we hier dezelfde analyse als in het onderdeel ‘watergangen vaststellen’, daar maken we gebruik van de NDVI. De NDVI is een veelgebruikte tool en hiervoor de meest voor de hand liggende keus. Maar hiervoor is de NIR (nabij infrarood) band nodig, we hebben hier met de RGI gewerkt zodat de analyse later ook op RGB-beelden kan worden toegepast (zoals de TripleSat beelden die beschikbaar worden gemaakt door de NSO). Het vaststellen van watergangen hoeft niet regelmatig te gebeuren, de verwachting is dat deze niet snel veranderen. Daarom hebben we dit met de NDVI geanalyseerd. Maar om periodiek de verspreiding van krabbenscheer vast te stellen is het efficiënter om met RGB-

beelden (waaruit de RGI wel bekend kan worden, maar de NDVI niet) te werken omdat deze beter beschikbaar en goedkoper zijn.

Stap 2: vegetatie classificeren

Als onderdeel van de kalibratie is een deel van het gebied handmatig geïnventariseerd, op basis van deze inventarisatie is de gemiddelde RGI berekend per vegetatietype (uit WorldView data), daarbij is de RGI-standaarddeviatie per type vastgesteld.

Wanneer een onbekende vegetatie wordt geanalyseerd wordt het spectrale profiel en de RGI vergeleken afgetrokken van de die uit de kalibratie vegetatie dataset. Het absolute verschil wordt daarna uitgedrukt in standaarddeviaties van het desbetreffende vegetatietype. Zodat natuurlijke verschillen in kleurvariatie minder ruis veroorzaken. Het resultaat hiervan is dat voor elke pixel kan worden bepaald hoeveel standaarddeviaties het van het gemiddelde van een bepaald vegetatietype af zit. Om vast te stellen waar de krabbenscheer is kijken we naar pixels waar krabbenscheer waarschijnlijker is dan de andere vegetatietypen en waar krabbenscheer minder dan x standaarddeviaties is verwijderd van het gemiddelde. De x kan worden gebruikt als parameter om de balans tussen type I en type II fouten te bepalen. Een type I fout is het ten onrechte concluderen dat een pixel bij een bepaalde groep hoort, een type II fout is het niet classificeren van een pixel die wel bij een bepaalde groep hoort. Wanneer x hoog wordt ingesteld zullen veel pixels als krabbenscheer worden geclassificeerd, wat een relatief hoge type I fout oplevert (onterecht zeggen dat het een bepaald vegetatietype is). Een conservatieve x zal zorgen dat veel krabbenscheer pixels niet als dusdanig worden herkend, en zal dus een grote type II fout opleveren. We hebben twee x waarden getest: 1 en 2.

Stap 3: ruis onderdrukken

Bij dit type bewerkingen treedt altijd wat ruis op, dat wil zeggen losse pixels en kleine groepjes van pixels die ten onrechte als krabbenscheer geclassificeerd worden. Om deze ruis te onderdrukken worden gebieden die als krabbenscheer zijn geïdentificeerd en kleiner zijn dan 12.5m² (50 WV-pixels) niet opgenomen in de resultaten. Deze gebieden worden niet als krabbenscheer bestempeld.

Toepassing voor 2014, 2017 en 2019

We hebben het classificatie algoritme toegepast op beelden uit 2014, 2017 en 2019. Het beeld uit 2014 is van een andere satelliet (WorldView-2) en was niet goed ge-georectificeerd (ruimtelijke ijkpunten lagen niet op de juiste plaats). Dit is handmatig gerepareerd. Daarbij is tegelijkertijd een correctie van de kleuren uitgevoerd, omdat het satellietbeeld met een andere sensor was opgenomen. In plaats van het aanpassen van het hele satellietbeeld is het berekende spectrale profiel aangepast.

Resultaten

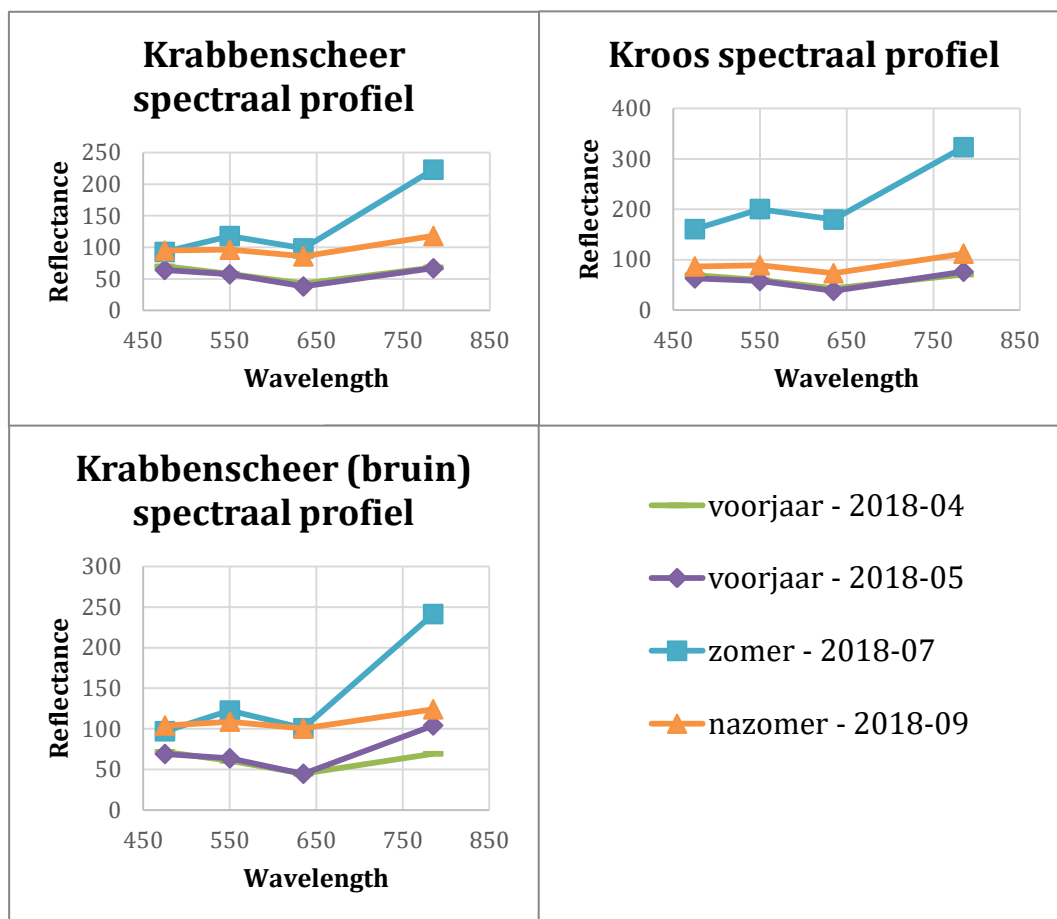
Op basis van TripleSat beelden werden spectrale profielen opgesteld voor gezonde krabbenscheer, bruine krabbenscheer en kroos. Bij het gebruik van een spectraal profiel met een nauwkeurig zoekbeeld wordt hiermee 73% van de krabbenscheer gevonden, bij een breder zoekbeeld wordt 93% van de krabbenscheer gevonden.

Spectraal profiel

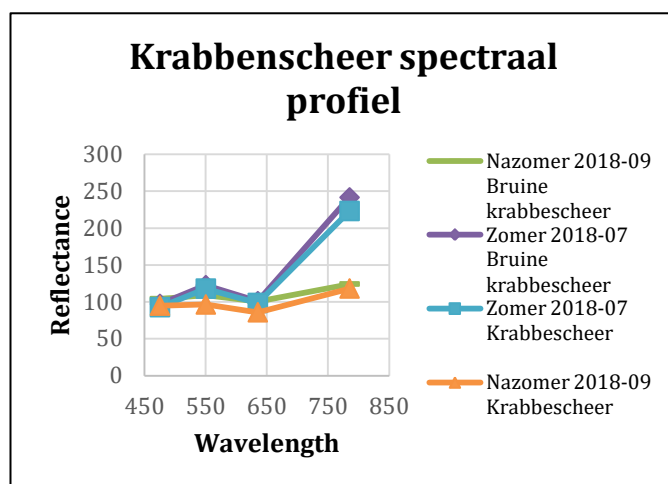
Op basis van vier TripleSat beelden hebben we spectrale profielen opgesteld voor krabbenscheer, bruine (ongezonde) krabbenscheer en kroos (zie figuur 5). Hiervoor hebben we beelden van 2018-04-06, 2018-05-06, 2018-07-03 en 2018-09-27 gebruikt.

Het is opvallend dat deze spectrale profielen laten zien dat er in de zomer een hogere reflectie optreedt, dit is opvallend omdat normaal juist in de zomer er meer licht wordt geabsorbeerd. Dit wordt veroorzaakt doordat we hier naar een watersysteem kijken, en water absorbeert licht nagenoeg altijd beter dan vegetatie. Daarom zien we een verhoogde reflectie wanneer er meer vegetatie aanwezig is. Krabbenscheer en kroos hebben nagenoeg hetzelfde spectrale profiel in het voorjaar. Maar in de zomer zien we dat kroos een lichtere kleur groen ontwikkelt, kroos reflecteert meer licht. Het is onduidelijk of dit komt door een hogere bedekking, of doordat krabbenscheer meer pigmenten bevat en het daardoor meer licht kan opnemen. Observaties in het veld geven de indruk dat dit tweede het geval is, maar dit zal nader moeten worden onderzocht voordat het definitief kan worden vastgesteld.

Het is daarnaast ook opvallend dat kroos zijn reflectie snel verliest in het najaar, terwijl krabbenscheer een hogere reflectie blijft houden. Het is belangrijk om hierbij in gedachten te houden dat het nazomer beeld van eind september is, en het groeiseizoen hier echt is afgelopen. Dit spectrale profiel laat duidelijk zien dat het vaststellen van krabbenscheer in het voorjaar waarschijnlijk lastig wordt, omdat de verschillen met kroos dan minimaal zijn. Bij de bruine krabbenscheer zien we kleinere verschillen tussen seizoenen (zie figuur 6). Het valt op dat met name in de nazomer de bruine krabbenscheer een ander profiel heeft dan de normale krabbenscheer. Maar de verschillen zijn klein. Het is belangrijk om te beseffen dat er in 2017 is geconstateerd dat deze vegetatie bruin is geworden en deze satelliet profielen van 2018 zijn. Dus het is mogelijk dat een deel van deze vegetatie nog wel een verminderde gezondheid had, maar niet de sterke bruine kleur in het najaar vertoonde.



Figuur 5 Spectrale profielen voor krabbenscheer, bruine krabbenscheer en kroos.



Figuur 6 Vergelijking tussen gezonde en bruine krabbenscheer in 2018.

Validatie lokalisatie algoritme krabbenscheer

De validatie van het algoritme dat is gebruikt om krabbenscheer op te sporen is getest in twee verschillende standen, met een maximum van één en een maximum van twee standaarddeviaties afwijking ten opzichte van het gemiddelde van het spectraal profiel.

De eerste validatie (zie tabel 1), met een strikte instelling, laat zien dat 73% van de krabbenscheer als dusdanig wordt herkend, en 21% te ver van het spectrale profiel af ligt om als krabbenscheer te tellen. Met deze instellingen wordt de type I fout geminimaliseerd en weten we zeker dat de krabbenscheer die wel wordt geïdentificeerd klopt. Maar dat gaat ten koste van de detectiecapaciteit, waardoor 21% niet geïdentificeerd kan worden. Wanneer de analyse minder strikt wordt ingesteld en 2 standaarddeviaties afstand tot het gemiddelde krabbenscheer spectrum als krabbenscheer worden geïnterpreteerd wordt 93% van de krabbenscheer correct geïdentificeerd (zie tabel 1). De verwarring met kroos veranderd nagenoeg niet, wat aangeeft dat het verschil met kroos dusdanig groot is dat het geen problemen oplevert om een lossere herkenning threshold te gebruiken. Bij deze analyse is alleen de standaarddeviatie van krabbenscheer gevarieerd (1 of 2 standaarddeviaties), de herkenning van kroos is beide keren met 2 standaarddeviaties gedaan. Dit is gedaan omdat een van de identificatievoorwaarden was dat de kans dat het krabbenscheer was hoger moet zijn dan de kans op kroos om vegetatie daadwerkelijk als krabbenscheer te herkennen. Wanneer we 1 standaarddeviatie voor kroos hadden gebruikt was het eenvoudiger geworden om krabbenscheer te herkennen, en was de validatie minder strikt geweest.

Het is belangrijk om bij deze resultaten te bedenken dat we in dit systeem slechts twee vegetatie typen (krabbenscheer en kroos) hebben getest, en we alleen pure vegetatie typen in de validatie dataset hebben opgenomen. Mengsels tussen beide typen zitten hier niet tussen, maar deze komen natuurlijk wel voor.

Toepassing algoritme

We hebben het gevalideerde algoritme met een 2-standaarddeviatie threshold (en dus een validatie resultaat van 93%) toegepast op satellietbeelden van 2014, 2018 en 2019. Op basis hiervan hebben we kaarten opgesteld waar in deze jaren krabbenscheer te vinden was. Deze zijn opgenomen in bijlage 2.

Tabel 1 Validatie resultaten met 1 en 2 standaardafwijkingen ten opzichte van het gemiddelde spectrale profiel. Deze tabel laat zien dat met twee standaardafwijkingen een resultaat van 93% is behaald.

Resultaat van 95% is schuldig.				
1 std	Geïdentificeerd als			
Werkelijk type	Krabbenscheer	Kroos	Onbekend	
Krabbenscheer	0.731	0.057	0.212	
Kroos	0.003	0.885	0.112	

2 std	Geïdentificeerd als			
Werkelijk type	Krabbenscheer	Kroos	Onbekend	
Krabbenscheer	0.934	0.057	0.010	
Kroos	0.005	0.885	0.110	

Discussie

Het spectrale profiel dat nu is opgesteld heeft een hoge betrouwbaarheid wanneer het wordt gebruikt om krabbenscheer en kroos op te sporen. De toepassing op een beeld uit 2014 liet zien dat extra kalibratie nodig is wanneer het profiel wordt toegepast op een andere satelliet met een andere sensor. Omdat we in het veld in de vroege zomer geen bruine krabbenscheer hebben aangetroffen kon het hier gepresenteerde spectrale profiel daarvan niet worden gevalideerd. De analyse van 2014, 2017 en 2019 laat zien dat de achteruitgang van krabbenscheer geen duidelijk ruimtelijk patroon laat zien, deze achteruitgang is geen lokaal probleem dat gekoppeld is aan bepaalde percelen of watergangen.

Algoritme

We hebben een algoritme ontworpen dat eerst de watervegetatie opzoekt en deze vervolgens classificeert op basis van een spectraal profiel (dit heet ook wel een 'supervised classification'). De validatie laat zien dat het algoritme goed in staat is krabbenscheer te identificeren. Wel zou het uitgebreid kunnen worden door ook met andere vegetatietypen zoals waterlelies, riet of biezten om te kunnen gaan. De spectrale analyse laat zien dat vooral in de zomer en in het najaar de verschillen tussen krabbenscheer en kroos groot zijn, en deze vegetatietypen vooral in juni-juli-augustus goed te onderscheiden zijn. De toevoeging van een winterbeeld is erg nuttig om water en land te onderscheiden. Wel zagen we tijdens deze analyse dat sommige percelen onder water stonden, het algoritme herkend dit (terecht) als water en deze percelen worden als sloot aangewezen. In de zomer is het water verdwenen, en wordt de vegetatie terecht als vegetatie aangewezen en wordt geclassificeerd als krabbenscheer of kroos afhankelijk van welk gewas er op het perceel staat. In de Krimpenerwaard was dit probleem nauwelijks aan de orde omdat het waterschap gedetailleerde gegevens over de watergangen beschikbaar heeft. We hebben deze data gebruikt om ondergelopen velden uit de analyse te filteren, maar in andere gebieden waar dergelijke data niet beschikbaar is kan dit beperkingen opleveren.

Kwaliteit beelden

De toevoeging van de WorldView beelden heeft de kwaliteit van de resultaten sterk vergroot, waarschijnlijk voornamelijk door hun hogere resolutie. Toen we dezelfde analyse op een ouder beeld (uit 2014), ingewonnen door een andere satelliet met een andere sensor, toe wilden passen bleek dat de kleurstelling in dit oudere beeld afweek. Het satellietbeeld of het spectrale profiel moest daarom worden aangepast. In dit geval hebben we het spectrale profiel aangepast, omdat dat minder bewerkelijk was. In deze pilot hebben we het spectraal profiel op basis van satelliet data opgesteld. Uit onze tests bleek dat dit kan worden toegepast op andere satellietbeelden, maar dat nog wel enige kalibratie vereist is. Het is mogelijk om een spectraal profiel op te stellen waarbij dit niet hoeft, dat wordt gedaan door met een spectroradiometer in het veld zeer gedetailleerde metingen uit te voeren. Een dergelijk hoogwaardig spectraal profiel is minder gevoelig voor sensor specifieke eigenschappen. Dit spectrale profiel kan dan namelijk worden verrekend met de gevoeligheid (gain) van een satelliet-sensor. In dit geval is dat niet mogelijk omdat het spectrale profiel is opgesteld op basis van een satelliet en daarom niet de nauwkeurigheid bevat voor een dergelijke correctie. Dit zou in een vervolgproject wel uitgevoerd kunnen worden. Nu hebben we een handmatige correctie uitgevoerd om dit effect tegen te gaan.

Kwaliteit krabbenscheer

In september bleek dat er ook in 2019 verbruining van verschillende krabbenscheervelden in de Krimpenerwaard optrad. De periode waarin het veldwerk werd gedaan was veel eerder waardoor de krabbenscheer nog niet

verkleurd was en slechts een spectraal profiel opstellen van verbruinde krabbenscheer op basis van gegevens van 2017. Er kon daarom alleen worden gekalibreerd en niet worden gevalideerd of dit spectrale profiel voldoende geschikt is om bruine krabbenscheer te identificeren. De detectie van bruine krabbenscheer blijft daarmee nu nog lastig.

Ecologische analyse

We hebben in augustus 2017 een sterke achteruitgang gezien van de groene glazenmaker in de tellingen en tegelijkertijd grootschalige verbruining van krabbenscheer. Wanneer we de bijbehorende satellietbeelden van 25 augustus 2017 analyseren zien we dat er in dat jaar aan het einde van het seizoen nagenoeg geen gezonde krabbenscheer meer in het gehele pilotgebied wordt gedetecteerd. Geconcludeerd kan worden dat de achteruitgang van de krabbenscheer geen lokaal probleem is gekoppeld aan enkele eigenaren of percelen, maar vrijwel vlakdekkend plaats vindt in beide gebieden Polder Nesse en Polder Kromme, Geer en Zijde.

Aanbevelingen

De beste periode om satellietbeelden te gebruiken om krabbenscheer te detecteren is juni en juli. Voor bruine krabbenscheer is dit de eerste helft van september. De werkwijze met een spectraalanalyse lijkt ruim voldoende perspectief te bieden om toe te passen in andere gebieden.

Bij de selectie van satellietbeelden blijkt dat het lastig is om wolkenvrije beelden van de juiste periodes en de juiste locatie te vinden. Het is mogelijk om van tevoren een 'satelliet task' aan te vragen. De satelliet wint dan in de gewenste periode het gespecificeerde gebied in. We raden aan om vervolg analyses met beelden van vergelijkbare kwaliteit (0.5 x 0.5 m) te doen, voor gezonde krabbenscheervelden bij voorkeur uit de maanden juni-juli en voor bruine krabbenscheer bij voorkeur begin september.

Daarbij is het belangrijk om te realiseren dat het algoritme nu onder redelijk gunstige omstandigheden is getest. De validatie en kalibratie data zijn nu in relatief korte tijd verzameld, en toegepast op dezelfde beelden. De verwachting is dat wanneer dit spectrale profiel wordt toegepast op een ander beeld of een ander gebied de betrouwbaarheid achteruit gaat. De toepassing op een beeld uit 2014 bevestigt dit. We hebben het spectrale profiel nu toegepast op een aantal beelden, maar van slechts een van deze beelden kon de betrouwbaarheid worden bepaald omdat er velddata in dezelfde periode was verzameld. Natuurlijk is het mogelijk en wellicht zelfs noodzakelijk om de betrouwbaarheid te vergroten door opnieuw aanvullende veldmetingen te doen.

Voor de vervolgwerkzaamheden kan de methode toegepast worden op andere Nederlandse gebieden met krabbenscheer. Een vervolganalyse voor de gehele Krimpenerwaard lijkt een logische eerste stap, maar ook andere gebieden zoals de omgeving van Reeuwijk (Zuid-Holland) of Zegveld (provincie Utrecht) zijn interessant voor deze analyse. Wellicht is het mogelijk om in de toekomst krabbenscheer via deze methode te monitoren.

Literatuur

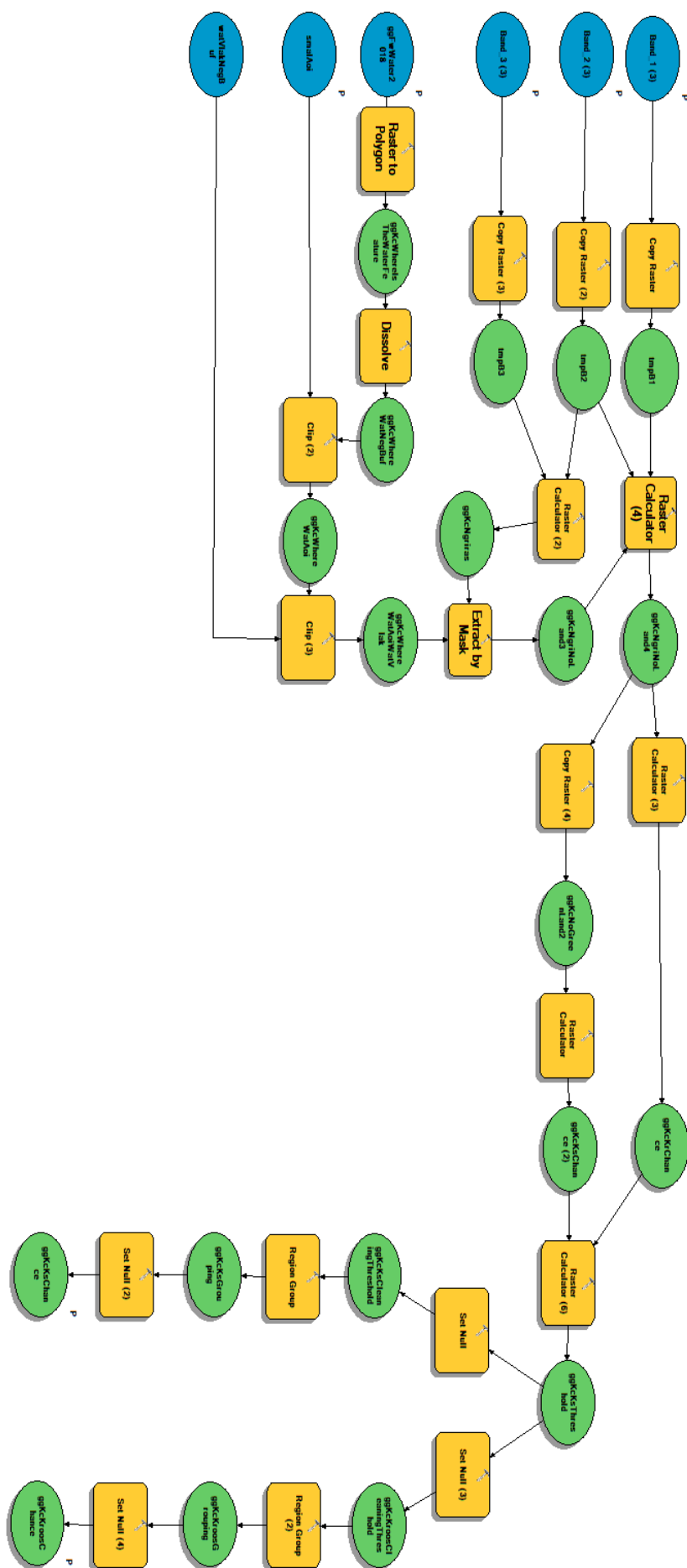
Besluit Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland (2018) *Openstellingsbesluit projectsubsidie soortenbeleid leefgebied en maatregelen verbetering natuurwaarden Zuid-Holland 2018: begeleidende soorten*. Provinciaal blad 2018, nr.7217, Den Haag.

De Vries, H.H., Ketelaar, R. (2003). *De groene glazenmaker in Zuid-Holland*. Rapport VS2003.18, De Vlinderstichting, Wageningen.

De Vries, H.H., Huskens, K. & Kok, J. (2018). *Resultaten Agrarisch Meetnet Libellen 2018*. Rapport VS2018.035. De Vlinderstichting, Wageningen.

Krekels, R., De Jong, Th., Mostert, K. (2004) *Krabbenscheer en groene glazenmaker in de provincie Zuid-Holland*. Provincie Zuid-Holland. Den Haag.

20



Bijlage 2, Krabbenscheer in de verschillende jaren.

