

Monitoring van de drijvende eilanden in de Graafsche Raam

Een studie van macrofauna, vegetatie, waterkwaliteit en de aanwezigheid van grote waternavel



Milan Pelgrom
Jochem Remesal van Merode
Daphne Schinning
Jozsa Stienen



[Monitoring van de drijvende eilanden in de Graafsche Raam].

Een studie van macrofauna, vegetatie, waterkwaliteit en de aanwezigheid van grote waternavel

21-6-2024

Bron foto voorpagina: Milan Pelgrom

Milan Pelgrom

Jochem Remesal van Merode

Daphne Schinning

Jozsa Stienen

Docent HAS green academy: Thijs Frenken

Opdrachtgever: Bart Brugmans

Blok 3 en 4 - Jaar 1- Toegepaste Biologie

HAS green academy 's-Hertogenbosch



Samenvatting

De Graafsche Raam, vroeger een moerasgebied, is heringericht volgens het waterbeheerplan 2022-2027. Het doel was om de ecologische waarde te verhogen volgens de Kaderrichtlijn Water en een migratieroute voor fauna te creëren. Drijvende eilanden werden toegevoegd om het ecosysteem van een moerasbeek na te bootsen waar ruimte beperkt was. Dit onderzoek, uitgevoerd in opdracht van Waterschap Aa en Maas, richt zich op het monitoren van deze eilanden met focus op vegetatie, macrofauna en waterkwaliteit, net als de aanwezigheid van de exotische plantensoort de grote waternavel.

In mei werd de macrofauna geïnventariseerd met quickscans, de vegetatie geanalyseerd (ingezaaide en niet-ingezaaide soorten), en de waterkwaliteit gemeten aan de hand van pH, elektrische geleidbaarheid (EGV), temperatuur en zuurstofgehalte.

De resultaten toonden aan dat eiland 3 de grootste diversiteit aan macrofauna had, terwijl eiland 1 de meeste A-soorten had. De kokerjuffer werd onder alle eilanden gevonden, maar niet in het referentiegebied, waarschijnlijk door de schaduw die de eilanden bieden, wat zorgt voor koeler water, waar de kokerjuffer voorkeur aan geeft. Eiland 3 had veel algengroei, wat voedsel- en schuilplaatsen biedt, wat mogelijk bijdraagt aan de hogere biodiversiteit. Eiland 1 had de meeste A-soorten door koelere temperaturen en schuilplaatsen in de wortels, voor soorten zoals: Ephemera. Onder eiland 2, met weinig schaduw, en eiland 3, met veel algengroei, zijn deze soorten niet gevonden.

De vegetatieanalyse toonde aan dat eiland 2 het minst volgroeid was, hoewel de meeste ingezaaide soorten wel daar waren opgekomen. Eilanden 1 en 3 waren dichtbegroeid door de gunstige schaduwomstandigheden. Ook werd waargenomen dat de grote waternavel in opvallend grote hoeveelheden rond eiland 2 was gevestigd. Dit door de weinige hoeveelheid stroming door de te hoge beschoeiing.

Op het gebied van waterkwaliteit werden geen grote verschillen waargenomen, behalve een hogere elektrische geleidbaarheid in het referentiegebied, waarschijnlijk door de opname van ionen door wortels van de planten op de eilanden.

Concluderend kunnen de drijvende eilanden een positieve invloed hebben op de ecologische waarde van het gebied door het introduceren van nieuwe flora en het bieden van een goede habitat voor macrofauna. Ze moeten op gunstige locaties geplaatst worden, rekening houdend met licht, diepte, stroming en zuurstofgehalte. Voor verdere uitbreiding wordt aanbevolen regelmatig te monitoren en specifieke vegetatie te kiezen die past bij de hoeveelheid zonlicht om kale plekken te voorkomen.

Inhoudsopgave

inleiding.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2. Materiaal en methode	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.1 Gebiedsbeschrijving	7
2.2 Methode.....	7
2.2.1 Macrofauna	7
2.2.2 Vegetatie	8
2.2.3 Waterkwaliteit.....	8
2.2.4 Grote Waternavel.....	8
2.2.5 Data-analyse	8
3. Resultaten	9
3.1 Macrofauna	9
3.2 Vegetatie	9
3.3 Waterkwaliteit	10
3.4 Grote waternavel	12
4. Discussie.....	13
4.1 Macrofauna	13
4.2 Vegetatie	14
4.3 Waterkwaliteit	15
4.4 Grote waternavel	16
5. Conclusie	17
Bibliografie.....	19
Bijlagen.....	21
Bijlage I	21
Bijlage II.....	21
Bijlage III.....	22
Bijlage IV	23
Bijlage V	24

1. Inleiding

Het onderzoeksproject richt zich op de Graafsche Raam, een voormalig moerasgebied dat sinds 2019 wordt heringericht. In 2023 werd het gebied omgevormd tot een ecologische verbindingzone (EVZ) en werd de beek hersteld zoals beschreven in het waterbeheerplan 2022-2027 (Waterschap Aa en Maas, 2023). Het doel is om de ecologische waarde te verhogen volgens de Kaderrichtlijn Water en om de Graafsche Raam geschikt te maken als migratieroute voor dassen en leefgebied voor amfibieën.

De herinrichting omvat verschillende maatregelen, waaronder het verbreden van de beek om de moeraszone te herstellen als buffer tegen wateroverschot tijdens piekbuien. Daarnaast zijn er 17 pakketten dood hout in het water geplaatst, die dienen als voedselbron en bescherming voor diverse soorten. De oevers zijn op verschillende locaties minder steil gemaakt, waardoor amfibieën gemakkelijker in en uit het water kunnen komen. Langs de oevers zijn passende vegetatiesoorten zoals scherpe zegge, moeraszegge en moeraswalstro aangeplant, die de oorspronkelijke vegetatie van de moerasbeek vertegenwoordigen. Deze maatregelen zijn essentieel voor het bevorderen van een evenwichtig ecosysteem dat de biodiversiteit ondersteunt en de waterkwaliteit verbetert.

Een ander belangrijk aspect van de herinrichting betreft de drijvende eilanden, ontworpen door Eco-infra. Ze zijn geplaatst op locaties waar traditionele herinrichting niet mogelijk was, vanwege beperkte ruimte door woningbouw. Er zijn drie eilanden geplaatst op verschillende locaties in de Graafsche Raam, waarvan twee eilanden drie bij tien meter waren, en één eiland drie bij twintig meter was. De eilanden drijven op glasfoam en gerecycled materiaal met kokosmatten, waardoor ze water doorlaten. Op de drijvende eilanden zijn planten gezaaid die geschikt zijn voor een beekmoeras, zoals de gele Lis, moerasspirea en oeverzegge. Deze planten trekken microben en schimmels aan, die op hun beurt andere flora en fauna aantrekken. Het zuiverende effect van de eilanden ontstaat, doordat de wortels van deze planten voedingsstoffen opnemen en de aanwezige microben en schimmels schadelijke stoffen afbreken.

De eilanden delen dezelfde doelen als de eilanden die in 2014 zijn aangelegd door de gemeente Westland en het Hoogheemraadschap van Delfland in de Holle Watering (Verdonschot, 2019), namelijk het verbeteren van de waterkwaliteit en het verhogen van de biodiversiteit. Uit een vierjarig onderzoek bleek dat de eerder aangelegde drijvende eilanden zorgden voor een toename van de taxonrijkdome van macrofauna (Verdonschot, 2019).

Ons onderzoek omvat de monitoring van de drijvende eilanden, gericht op vegetatie, macrofauna en deels ook waterkwaliteit. Dit om te evalueren of en hoe deze eilanden de biodiversiteit beïnvloeden en welke ecologische waarde ze brengen in het gebied. Een ander belangrijk aspect van dit onderzoek is de inventarisatie van de invasieve exoot grote waternevel

(*Hydrocotyle ranunculoides*), die in 1996 voor het eerst werd gespot in het Nederlandse oppervlaktewater (Baas, 1999). De grote waternavel heeft de potentie om andere vegetatie te overwoekeren (Baas, 1999), wat een bedreiging vormt voor de drijvende eilanden in de Graafsche Raam. Er wordt onderzocht waar de grote waternavel zich aan hecht en hoe vaak het eiland beheerd moet worden om de overwoekering van deze exoot tegen te gaan.

Met dit onderzoek wordt de huidige staat van de drijvende eilanden in kaart gebracht. Daarbij wordt ook gekeken naar de ecologische waarde die de drijvende eilanden bieden. Het onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met de HAS green academy en Waterschap Aa en Maas. De belanghebbenden van dit onderzoek omvatten medewerkers binnen de organisatie Waterschap Aa en Maas, IVN Grave en andere organisaties die geïnteresseerd zijn in de ontwikkeling en toepassing van ecologische drijvende eilanden in beeksystemen.

2. Materiaal en methode

2.1 Gebiedsbeschrijving

De Graafsche Raam is een zijtak van de Maas die door Noord-Brabant stroomt, tussen de dorpen Mill en Sint-Anthonis. De bron ligt in het oostelijke deel van Noord-Brabant, nabij de plaats Mill, waarvan de rivier in noordwaartse richting stroomt. Het stroomgebied, van circa 1.200 hectare, omvat afwisselende landschappen, zoals bossen, heide, graslanden, waterlopen en agrarische gebieden. De Graafsche Raam is een voortzetting van de Lage Raam en meandert langs het oostelijke deel van Noord-Brabant, om het historische stadsdeel van Grave heen.

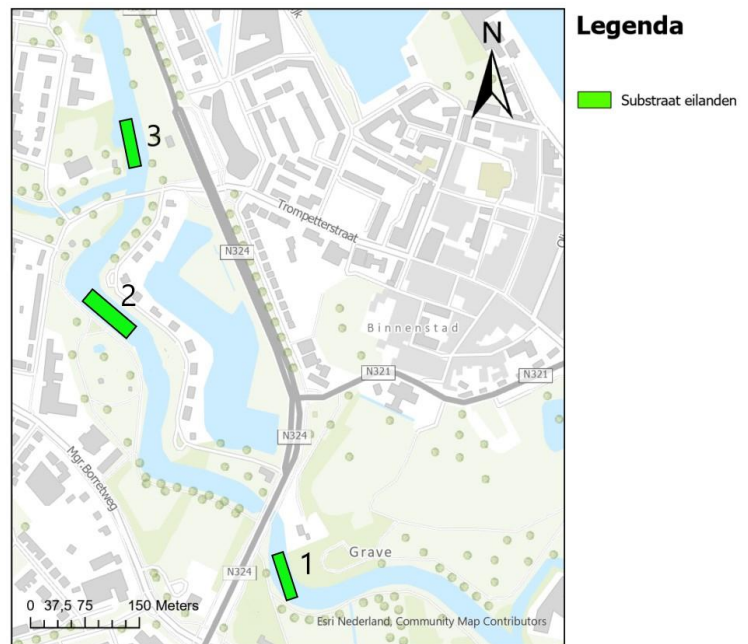
De Graafsche Raam vertoont een mix van menselijke interventie en natuurlijke ontwikkeling, met delen die in de negentiende eeuw zijn gegraven en andere die van natuurlijke oorsprong zijn. Oorspronkelijk was dit een moeraszone met peelvenen, later ontgonnen voor agrarisch gebruik. Dit resulteerde in een gevarieerd bodemtype langs de beek, wat een divers habitat biedt voor planten en dieren.

Het onderzoek is uitgevoerd op en rondom de drie substraateilanden verspreid over de Graafsche Raam (figuur 1). De substraateilanden bestaan uit 10 x 3 grote metalen plateaus drijvend op glasfoam en is gemaakt van gerecycled materiaal ((Nautilus, sd) (Waterschap Aa en Maas, 2023). De drijvende eilanden zijn bedekt met kokosmatten waarop planten kunnen groeien die goed aansluiten bij de ecologische doelen van de moerasbeek (Bijlage II). De wortels van deze planten groeien door het substraat heen in het water waardoor ze een leefgebied creëren voor macrofauna en vis. De specifieke flora en fauna op de eilanden wordt in dit onderzoek in kaart gebracht om het ecosysteem beter te begrijpen.

2.2 Methode

2.2.1 Macrofauna

Het onderzoek naar macrofauna werd uitgevoerd onder elk eiland en er werd per eiland op verschillende plekken bemonsterd. De bemonstering van macrofauna werd uitgevoerd door gebruik te maken van een macrofaunanet met een maaswijdte van 0,5 mm. Met een waadpak aan werd er tien keer onder het eiland, over de wortels van de vegetatie op de substraatmatten, geschept om macrofauna te verzamelen. Het verzamelde materiaal in het net werd vervolgens geleegd in een brede bak van 50 cm x 50 cm, gevuld met een laagje water uit de rivier. Deze bakafmeting is gekozen om voldoende groot oppervlakte te bieden voor het observeren en determineren van macrofauna.



Figuur 1 Kaart met de ligging en nummering van de substraateilanden in Grave in de Graafsche Raam rivier.

De aanwezige macrofauna in de brede bak werd ter plekke gedetermineerd en genoteerd. Hiervoor werd er gebruik gemaakt van de van een QuickScan-Methode die de ecologische kwaliteit van langzaam stromende wateren classificeert (Verdonschot R. V., 2020). In deze QuickScan is er een scoreschema voor de aanwezigheid van bepaalde families of soorten onder het eiland. Nadat de bak is onderzocht naar macrofauna werd de macrofauna vrijgelaten en aangevuld met water en nieuwe vangst aan macrofauna. Alleen de nieuwgevonden macrofauna na iedere vangst werden genoteerd in de QuickScan. Dit proces werd herhaald totdat er in totaal tien keer per eiland was geschept en gedetermineerd.

Voor de macrofauna is er ook een referentie genomen. Het referentiepunt bevat echter geen eiland dus werd er geschept langs de oever en onder de wortels van de gele plomp. De manier van determineren en noteren is wel gelijk aan die van de eilanden. In totaal werd er ook bij het referentiepunt tien keer macrofauna bestudeerd.

2.2.2 Vegetatie

Voor het opnemen van de vegetatie werd elk eiland in onderverdeeld vlakken van 2 x 3 meter. Per vlak werden alle aanwezige planten op het eiland gedetermineerd en daarbij het aantal individuen per plant geteld. Dit gebeurde met behulp van een waadpak om toegang te krijgen tot moeilijk bereikbare delen van de eilanden. Er was speciale aandacht voor de doelvegetatie die aansluit bij een moerasbeek (Bijlage I). De niet-ingezaaide vegetatie werd ook gedetermineerd en geteld. Het aantal aangetroffen vegetatie van de vijf vlakken per eiland werden bij elkaar opgeteld tot een totale vegetatieopname.

Ter ondersteuning van de opname en om een visuele documentatie te verkrijgen van de verspreiding en bezetting van de vegetatie op de eilanden, werden er foto's genomen doormiddel van een digitale fotocamera.

2.2.3 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit werd in het veld gemeten met een multimeter. Hierbij werd er gekeken naar de pH-waarde, EC-waarde, zuurstofgehalte en de temperatuur van het water. Middels de multimeter werden deze waardes naast het eiland (± 5 cm) vlak onder het wateroppervlakte (± 5 cm) gemeten. Ook de waardes in het referentiepunt zijn vlak onder het wateroppervlakte gemeten. Na ± 30 seconden werden de waardes afgelezen van de multimeter. Het meetapparaat werd na iedere meting afgespoeld met gedestilleerd water.

2.2.4 Grote Waternavel

Tijdens de opname van vegetatie en macrofauna werd er gelet op de aanwezigheid van de exoot, de grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*). Daarbij werd gekeken naar frequentie en mate van voorkomen en aan welke delen van de eilanden en de beken de plant zich hechtte.

Middels een digitale fotocamera worden deze onderdelen vastgelegd voor visuele documentatie.

2.2.5 Data-analyse

Na het verzamelen van veldgegevens zijn de vegetatieresultaten van elk eiland geanalyseerd op basis van de frequentie van opgekomen ingezaaide en nieuw bijgekomen vegetatie. Verschillen in verspreiding en bezetting zijn geëvalueerd.

De QuickScans resulteerden in classificaties van de macrofauna per eiland, vergeleken met een referentiepunt om significante verschillen te identificeren. Ook is het aantal unieke soorten tussen eilanden en referentiepunt vergeleken voor ecologische variaties.

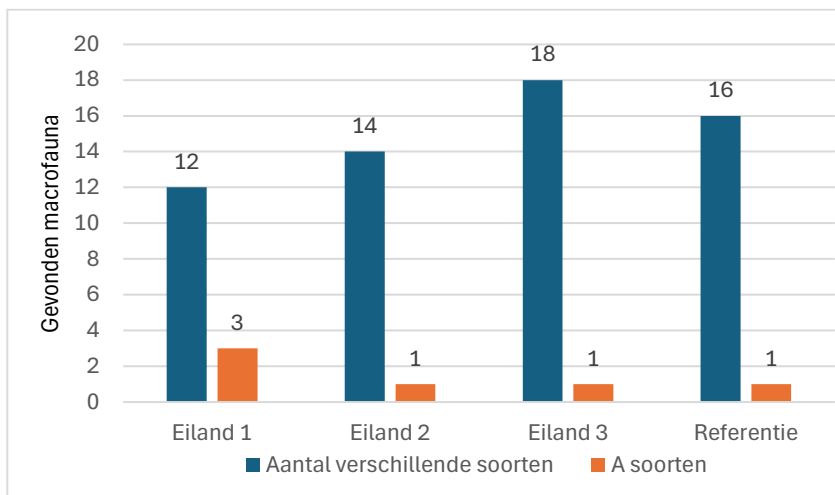
Waterkwaliteitswaarden (pH, elektrische geleidbaarheid en temperatuur) zijn vergeleken tussen eilanden en referentiepunt om mogelijke verklaringen te vinden voor verschillen in macrofaunagemeenschappen. Variaties in waterkwaliteit kunnen wijzen op diversiteits- en abundantieverschillen van macrofauna.

3. Resultaten

3.1 Macrofauna

Uit de inventarisatie van de macrofauna onder de verschillende eilanden en het referentiepunt zijn verschillende resultaten naar voren gekomen. Onder eiland 1 zijn er 12 verschillende taxa gevonden, waaronder 3 A-soorten: *Ephemera* sp., *Galopteryx* sp., en *Platycnemis pennipes*. Onder eiland 2 zijn 14 verschillende taxa gevonden, met slechts één A-soort: *Platycnemis pennipes*. Eiland 3 had het hoogste aantal diverse taxa, met 18 verschillende taxa geïdentificeerd, waarbij ook alleen *Platycnemis pennipes* als A-soort aanwezig was. In het referentiegebied zonder drijvende eilanden zijn 16 verschillende taxa gevonden, met tevens *Platycnemis pennipes* als enige A-soort.

Onder eiland 1 en eiland 3 zijn elk twee unieke taxa aangetroffen, terwijl er onder eiland 2 geen unieke taxa werden geïdentificeerd. In het referentiegebied werd één unieke taxa geïdentificeerd. Daarnaast zijn acht macrofauna taxa consequent in elk meetpunt aangetroffen (bijlage IV).



Figuur 2 Aantal verschillende taxa macrofauna per eiland met daarbij de gevonden A-soorten

3.2 Vegetatie

Op eiland 1 zijn vijf van de vijftien ingezaaide vegetatiesoorten opgekomen (Bijlage III; eiland 1). Vooral de grote kattenstaart, dotterbloem en rietgras in grote mate opgekomen. Daarnaast is de watermunt, die niet is ingezaaid, over het gehele eiland in grote hoeveelheden te vinden (Bijlage III, eiland 1). Over het algemeen is het eiland dicht bedekt met vegetatie (figuur 3). In vergelijking met de andere eilanden, zijn er hier veel minder gele lis opgekomen, maar vijf exemplaren. Bij eiland 1 waren dit er 97 en bij eiland 3 waren het er 49.



Figuur 3 Foto eiland 1

Op eiland 2 zijn tien van de vijftien ingezaaide vegetatiesoorten opgekomen (Bijlage III; eiland 2). Dit eiland is echter minder dichtbegroeid en bevat enkele kale vlaktes. Vooral de gele lis, grote kattenstaart en scherpe zegge zijn in grote mate opgekomen (figuur 4 en 5). Het eiland bevat minder bijkomende soorten (Bijlage III; eiland 2). Opvallend was dat hier maar één dotterbloem is opgekomen, wat aanzienlijk minder is dan de andere eilanden.

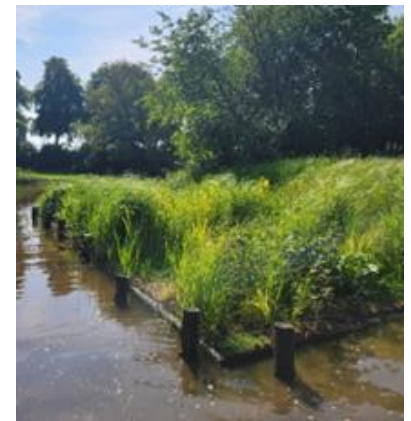


Figuur 4 Foto eiland 2



Figuur 5 Foto eiland 2 aanzicht vanuit het water

Op eiland 3 zijn zes van de vijftien ingezaaide vegetatiesoorten opgekomen, met name de grote kattenstaart, moeraszegge en scherpe zeggen (Bijlage III; eiland 3, figuur 6). Van de totale geobserveerde vegetatie vertoont de watermunt het hoogste aantal exemplaren met 238 individuen (Bijlage III; eiland 3). Op dit eiland is van de ingezaaide planten ook de kalmoes opgekomen, vijf exemplaren, wat op de andere eilanden niet is gebeurd.



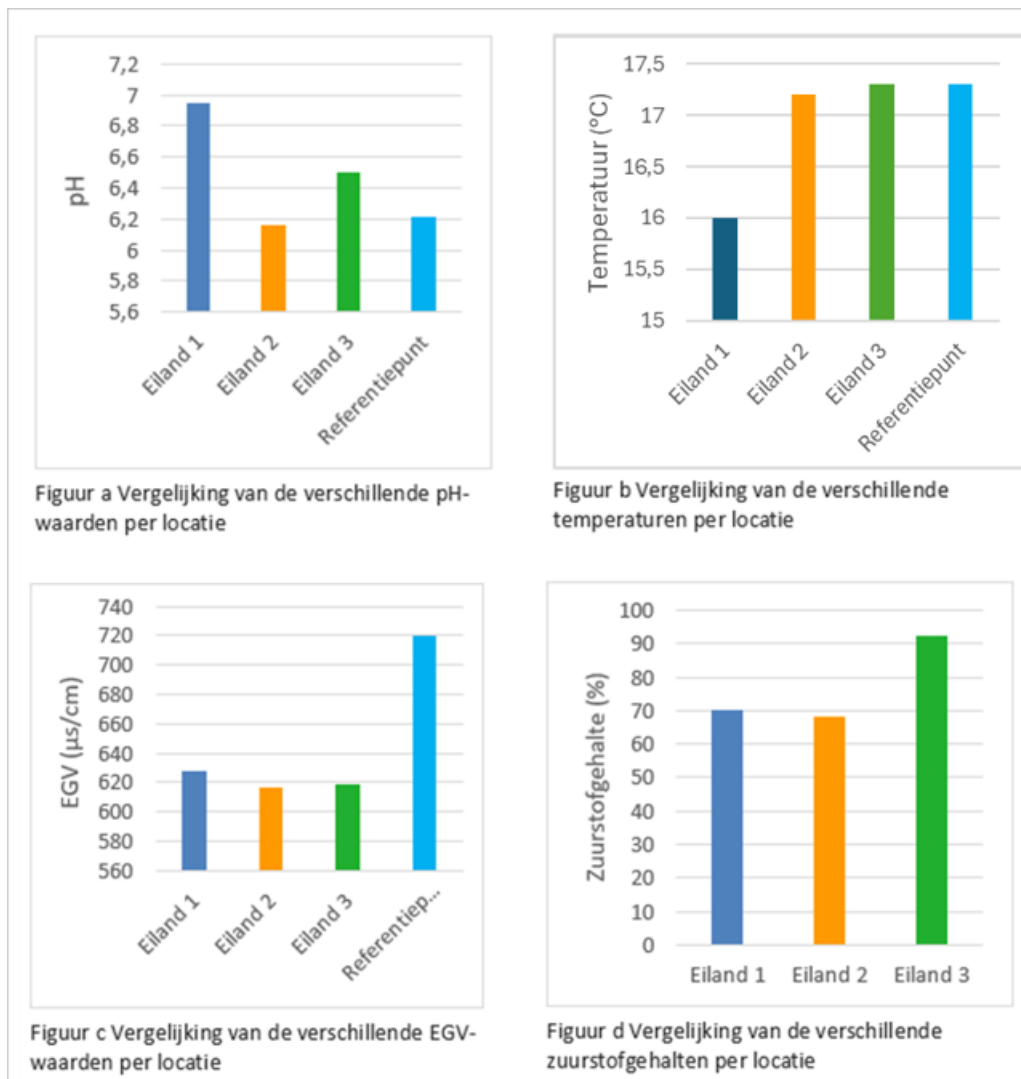
Figuur 6 Foto eiland 3 aanzicht vanuit het water

3.3 Waterkwaliteit

De gemeten waterkwaliteitsparameters laten verschillende waarden zien tussen de eilanden en het referentiepunt (tabel 1 en figuur 7 a, b, c en d). De pH-waarden rond de verschillende locaties variëren enigszins, maar de verschillen zijn niet opmerkelijk groot. De elektrische geleidbaarheid (EGV) rond eiland 1, 2, en 3 lagen dicht bij elkaar, terwijl het referentiepunt hoger lag. De temperatuur rond de meetpunten van eiland 2, 3 en het referentiepunt lagen dicht bij elkaar, bij eiland 1 was dit één graad lager. De concentratie zuurstof verschilden per eiland.

Tabel 1 Resultaten van de waterkwaliteitsmetingen

	Eiland 1	Eiland 2	Eiland 3	Referentiepunt
pH	6,95	6,16	6,50	6,21
EGV (µs/cm)	628	616	619	720
temperatuur (°C)	16,0	17,2	17,3	17,3
concentratie zuurstof (mg/L)	6,81	6,3	8,78	-



Figuur 7 Vergelijking van de verschillende parameters per locatie

Bij vergelijking van de gemeten waarden met de streefwaarden uit het waterbeheerplan, beoordeelt de quickscan voor ecologische kwaliteit de ecologische kwaliteit rond de eiland 1 en 2 als goed (tabel 2).

Tabel 2 Beoordeling ecologische kwaliteit gebaseerd op de quickscan voor ecologisch waterkwaliteit.

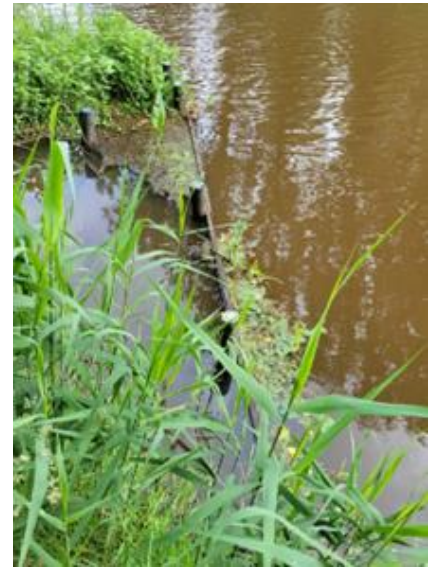
Locatie	Beoordeling
Eiland 1	Goed
Eiland 2	Goed
Eiland 3	Matig
Referentiepunt	Matig

3.4 Grote waternavel

Bij eiland 1 is de grote waternavel gevestigd aan de aangelegde beschoeiing, terwijl er aan de oeverkant van het eiland slechts enkele kleine exemplaren zijn gevonden, zonder vestiging direct aan het eiland zelf (figuur 8)

Bij eiland 2 is de grote waternavel in grote aantallen aanwezig. Hier vestigt de plant zich voornamelijk aan het eiland zelf en niet aan de houtwal, die onder het waterpeil staat (figuur 9)

Bij eiland 3 is de grote waternavel alleen te vinden bij de aangelegde oever van het eiland en niet direct aan het eiland zelf (figuur 10). Aan de aangelegde beschoeiing is geen grote waternavel waargenomen.



Figuur 8 Foto aanwezigheid grote waternavel tegen beschoeiing eiland 1



Figuur 9 Aanwezigheid grote waternavel eiland 2



Figuur 10 Vestiging van grote waternavel aan de oever gelegen bij eiland 3

4. Discussie

4.1 Macrofauna

De resultaten van de macrofauna-inventarisatie tonen een gevarieerd beeld van de verschillende eilanden en het referentiegebied.

Eiland 1 vertoonde de laagste diversiteit aan taxa, mogelijk door de hogere schaduwbedekking van 40% en de lagere temperatuur van 16°C, wat minder gunstig kan zijn voor zon- en warmte minnende soorten (zie bijlage IV). Een andere mogelijke factor was dat één kant van het eiland te diep was om te staan, waardoor een deel van het eiland niet kon worden onderzocht. De snelle overgang van ondiep naar diep water kan hebben geleid tot minder overgangszones, die vaak andere soorten herbergen.

Ondanks dit zijn hier het meeste A-soorten gevonden: de Ephemera sp., Galopteryx sp. En platycnemis pennipes. De eerste twee waren soorten die uniek waren voor dit eiland, ze geven een voorkeur aan langzaam stromend water met een hoog zuurstofgehalte en wortels om tussen te schuilen (Ketelaar, 1999).

Eiland 3 vertoonde de hoogste diversiteit aan taxa met 18 verschillende soorten, mogelijk vanwege de hoge hoeveelheid draadalg die schuil- en voedingsplek biedt voor kleine organismen. De ondiepte van dit eiland (max. 0,40m) kan ervoor gezorgd hebben dat er soms in het slib is geschept, wat op andere locaties niet is gebeurd, waardoor meer diverse soorten zijn gevonden. Ook werd er twee unieke soorten gevonden, namelijk Tricladida en Aniseropta. Verder werden er veel micronecta ($n > 200$) aangetroffen, dankzij de beschutting en voeding die de draadalg biedt. Opmerkelijk was het lagere aantal kikkervisjes op dit eiland in vergelijking met andere meetpunten, mogelijk als gevolg van concurrentie met micronecta en andere macrofauna.

Op eiland 2 zijn geen unieke soorten gevonden, wat zou kunnen wijzen op een minder optimale habitat. De aanwezigheid van veel vissers rondom het eiland kan hebben bijgedragen aan verstoring. Het grootste verschil met dit eiland was de volle zon met slechts 10% schaduwrijke gebieden en een lager zuurstofgehalte. Ook was dit eiland het minst volgroeid, waardoor er minder wortels onder het eiland waren.

Interessant genoeg werd de kokerjuffer (Trichoptera rest.) alleen onder de eilanden aangetroffen en niet in het referentiegebied. De kokerjuffer, een belangrijke indicator voor geslaagd beekherstel, gedijt in koel, schaduwrijk water en helpt bij het afbreken van dood hout en bladeren (Wageningen University & Research, 2022). De schaduwrijke omstandigheden onder de eilanden zorgen voor koelere wateren, wat bijdraagt aan hun aanwezigheid onder elk eiland. En toont dat de eilanden een positief effect kunnen hebben.

In het referentiegebied werd langs de oever en onder de wortels van de gele plomp geschept. Dit kan verklaren dat hier, ondanks de verwachtingen, 16 verschillende soorten zijn gevonden, het op een na grootste aantal. Om een compleet beeld te krijgen, zou het referentiegebied eigenlijk ook een eiland moeten bevatten.

Platycnemis pennipes werd op elke locatie waargenomen. Deze A-soort komt voornamelijk voor in langzaam stromende, zuurstofrijk wateren en wordt gezien als een indicator voor een goede waterkwaliteit (Dingemanse, 1999). De aanwezigheid van deze soort op alle meetpunten bevestigt dat de waterkwaliteit over het algemeen goed is.

4.2 Vegetatie

De ingezaaide vegetatie, bedoeld om de flora van een moerasbeek na te bootsen, vertoonde opmerkelijke verschillen tussen de eilanden.

Eiland 2 had de meeste opgekomen soorten, mogelijk vanwege minder concurrentie met niet-ingezaaide planten, die hier het minste voorkwamen. Daarnaast bood eiland 2, als grootste eiland, meer ruimte voor de ingezaaide planten om te groeien. Door het geringe aantal niet-ingezaaide planten en de hoeveelheid volle zon (maximaal 10% schaduw), vertoonde dit eiland relatief veel kale plekken. Het opvallend lage aantal dotterbloemen op eiland 2 kan worden verklaard doordat deze plant van halfschaduw houdt, terwijl dit gebied in volle zon lag (Leefmilieu brussel, 2020). Ondanks dat eiland 2 de meeste flora had die Aa & maas wil bereiken, was dit eiland het minst volgroeid.

Eilanden 1 en 3 hadden 4 tot 5 ingezaaide soorten minder. Deze eilanden hadden ook een schaduwpercentage van 10% tot 40%, waardoor niet ingezaaide soorten dit als een beter leefgebied beschouwden. Hierdoor was er meer concurrentie met ingezaaide vegetatie, waardoor deze minder opkwamen.

Op eiland 1 viel op dat er significant minder gele lis opkwamen, maar 5 exemplaren. Deze plant geeft de voorkeur aan ondiep water, terwijl dit eiland in het diepste water lag, wat mogelijk verklaart waarom ze hier minder vaak zijn waargenomen. Daarnaast kan de aanwezigheid van concurrentie met riet, dat in grote hoeveelheid aanwezig was, een rol hebben gespeeld (flora van nederland, sd). Eiland 1 had een goede nest gelegenheid voor waterhoenen vanwege de dichtbegroeide beschutting.

Kalmoes werd alleen gevonden bij eiland 3. Mogelijks door het feit dat dit eiland in ondiep water lag (0,40 m), wat deze plant prefereert. Maar kalmoes bloeit ook pas van van juni-juli waardoor er een grote kans is dat deze nog niet was opgekomen op andere eilanden tijdens de inventarisatieperiode (Heukels' Flora van Nederland, 2020).

Het is belangrijk op te merken dat elke soort een eigen bloeitijd heeft waarin deze uitgroeien tot een volwaardige plant. Een aantal van de meest waargenomen soorten, zoals de verschillende zegge en gele lis hebben een bloeitijd van mei tot en met juli (Flora van Nederland, sd). Op het moment van inventarisatie zijn vroegbloeiende soorten eerder waarneembaar dan laatbloeiers. Hierdoor kan niet zeker gezegd worden of bepaalde niet waargenomen vegetatie ook niet meer op gaat komen en groeien door de latere bloeitijd ofwel door de andere opgenoemde factoren.

4.3 Waterkwaliteit

De watertemperatuur rond eiland 1 was lager dan rond eiland 2, 3 en in het referentiepunt. Een oorzaak hiervoor kan de schaduw zijn. Een andere oorzaak kan de diepte van het water zijn. Rondom eiland 1 was het water op het diepste punt 1,50 m diep, terwijl het rond eiland 2 1,20 m diep was en rond eiland 3 slechts 0,40 m diep. Dieper water is kouder, omdat het een groter volume heeft en dus langer duurt om op te warmen. Het verschil is maar 1 graad tussen de verschillende gebieden, een groot effect, bijvoorbeeld op nutriënten of blauwalg ontwikkeling, wordt niet verwacht bijvoorbeeld (Kennisportaal Klimaatadaptatie, sd).

De elektrische geleidbaarheid (EGV) rond de eilanden is lager dan de EGV in het referentiepunt. De EGV geeft aan hoeveel ionen er in het water zijn. Een oorzaak voor een hogere EGV in het referentiepunt kunnen de planten op de eilanden zijn die voedingsstoffen (ionen) opnemen om te groeien. Op de eilanden groeien veel planten waarvan de wortels onder water zitten en voedingsstoffen uit het water opnemen, zodat ze kunnen ontwikkelen (Willegen & Noordwijk, 1987). In het referentiepunt zijn minder planten, waardoor er ook minder voedingsstoffen worden opgenomen, wat dus leidt tot een hogere EGV. De EGV is een goede maat voor eutrofiëring. Een hogere EGV kan betekenen dat er meer voedingsstoffen in het water zitten, waardoor er sneller eutrofiëring plaatsvindt. Dit kan leiden tot overwoekering van bepaalde plantensoorten en minder ruimte voor diversiteit. Uiteindelijk zal er ook minder zuurstof aanwezig zijn voor (macro)fauna, wat een negatief effect heeft op de flora en fauna in het gebied en op de waterkwaliteit (Ettema, 2020). In het referentiepunt zijn dan ook geen kokerjuffers gevonden, wat dit bevestigt.

Het zuurstofgehalte was aanzienlijk hoger rond eiland 3 (92,3%) vergeleken met eiland 1 (70,4%) en eiland 2 (68,2%). Een oorzaak hiervoor kan de grote hoeveelheid algengroei om eiland 3 zijn. Algen produceren zuurstof door middel van fotosynthese (Maris). Zuurstof heeft een groot effect op macrofauna, die een voorkeur hebben voor een hoog zuurstofgehalte. De draadalgen bieden ook voeding voor de macrofauna (Ketelaar, 1999; Dingemanse, 1999). Toch zijn er niet veel A-soorten gevonden rond eiland 3 en krijgt het water rond dit eiland de beoordeling: matig. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de ondiepte van het water rond eiland 3. De A-soorten, die belangrijk zijn voor de ecologische kwaliteit van het water, zitten vaker in dieper water en minder in het slib, waar wel is geschept, omdat het eiland zo laag lag.

De ecologische kwaliteit rond eilanden 1 en 2 wordt als goed beoordeeld, terwijl eiland 3 en het referentiepunt als matig worden beoordeeld. Dit kan komen doordat de gebruikte QuickScan niet volledig afgesteld is op de drijvende eilanden. Daarnaast zijn rond eiland 1 de meeste A-soorten gevonden, wat ook bij kan dragen aan de hogere beoordeling. Rond eiland 2 was er een gemiddeld aantal soorten macrofauna gevonden en 1 A-soort waardoor de kwaliteit waarschijnlijk als goed wordt beoordeeld. Rond eiland 3 was veel vervuiling en minder stroming, wat leidt tot een kwaliteit die als matig wordt beoordeeld. In het referentiepunt zijn veel minder waterplanten (geen eiland), wat resulteert in een slechtere habitatstructuur en dus ook een lagere beoordeling.

De eilanden zijn eind 2023 geplaatst, wat invloed kan hebben op de gevonden resultaten, aangezien de eilanden wellicht nog beter in de beek gaan ontwikkelen naarmate de tijd verstrijkt (Waterschap Aa en Maas, 2023). De tijd die nodig is voor een systeem, zoals deze beek, om tot een evenwicht te komen heet de morfologische aanpassingstijd (Makaske et al., 2020). Er is al zeker een verandering waargenomen, vooral in de macrofauna, maar om daadwerkelijk de waterkwaliteit te verbeteren, heeft dit project waarschijnlijk minimaal nog een jaar nodig om aan te passen. Daarnaast zullen de drijvende eilanden niet direct een effect hebben op de waterkwaliteit van de beek, aangezien er daarvoor eerst een algemene verbetering moet zijn van de beek zelf (Verdonschot, 2019).

Dit jaar week het seizoen af van het normaal, waardoor sommige planten nog niet de mogelijkheid hebben gehad om te bloeien. Ook was er was er extreme regenval tijdens sommige metingen, wat afwijkingen kan veroorzaken. Bovendien zijn niet alle eilanden op dezelfde dag bemonsterd en geïnventariseerd, wat invloed kan hebben op de resultaten.

4.4 Grote waternavel

De grote waternavel was bij ieder eiland te vinden en kan een groot probleem veroorzaken voor de doelvegetatie door te overwoekeren. Bij eiland 1 was te zien dat de beschoeiing op een juiste hoogte is geplaatst, waardoor de grote waternavel niet naar de oeverkant van het eiland kan stromen. Als dit wel gebeurt, kan de grote waternavel zich snel vestigen door de lage stroming. Dit was bij eiland 2 niet het geval. Hier is de beschoeiing te laag gezet, waardoor de grote waternavel naar de oever heeft kunnen stromen en zich heeft kunnen vestigen tussen het eiland en de oever. Bij eiland 3 was er alleen grote waternavel te vinden aan de oever, waar het zich ook heeft kunnen vestigen door de lage stroming, omdat het in een inkeping ligt.

5. Conclusie

De monitoring van de drijvende eilanden in de Graafsche Raam heeft waardevolle inzichten opgeleverd over verschillende ecologische aspecten, waaronder macrofauna, waterkwaliteit, vegetatie en de aanwezigheid van de invasieve exoot de grote waternavel. Uit de resultaten blijkt dat de drijvende eilanden een positieve invloed hebben op de ecologische waarde van het gebied.

De eilanden introduceren nieuwe flora in het gebied en trekken daarmee specifieke macrofaunasoorten aan. Zo werd de kokerjuffer alleen onder de eilanden aangetroffen, wat bevestigt dat de eilanden specifieke A-soorten kunnen aantrekken en bijdragen aan de biodiversiteit. Eilanden 1 en 3 werden als het meest optimaal beoordeeld, met de meeste diversiteit en belangrijke A-soorten. Hoewel eiland 2 de meest geschikte flora voor een moerasbeek had, werd het vanwege de hoeveelheid kale plekken en de kleinere hoeveelheid macrofauna en A-soorten als minder geschikt beoordeeld. Eilanden 1 en 3 lagen in de schaduw, wat gunstige omstandigheden creëerde voor fauna en flora. Dit benadrukt het belang van het strategisch plaatsen van de eilanden om hun ecologische impact te maximaliseren.

Hoewel de algemene waterkwaliteit slechts beperkte verbeteringen vertoonde, met name op het gebied van elektrische geleidbaarheid (EGV). De EGV lag in het referentiegebied hoger, wat duidt op een lagere ecologische kwaliteit. Dit toont aan dat de eilanden op het vlak van EGV een positief effect kunnen hebben op de waterkwaliteit.

De aanwezigheid van de grote waternavel vormt een bedreiging voor de doelvegetatie, vooral rond eiland 2, waar de beschoeiing laag was.

Aanbevelingen

De drijvende eilanden hebben een positief effect op de ecologische waarde van het gebied. Maar, omdat ze nog maar kort aanwezig zijn, zijn ze nog niet volledig aangepast aan het milieu. Om de eilanden verder te verbeteren is tijd nodig, maar er kunnen ook enkele aanpassingen worden gedaan.

De aanwezige A-soorten leven in zuurstofrijk water, het is dus essentieel om het zuurstofgehalte nauwlettend in de gaten te houden. Hoewel het zuurstofgehalte over het algemeen goed is, is regelmatige monitoring belangrijk om dit te behouden. Een consistent monitoringsprogramma voor waterkwaliteitsparameters zoals zuurstofgehalte, pH en elektrische geleidbaarheid helpt bij het tijdig identificeren van eventuele afwijkingen, waardoor beheerders kunnen ingrijpen en passende maatregelen kunnen nemen.

Het feit dat eiland 2 in volle zon ligt, had een significant effect op de hoeveelheid plantengroei, met als gevolg veel kale plekken. Er zou meer vegetatie geplaatst kunnen worden die goed gedijt in volle zon om deze plekken te verminderen. Voor betere begroeiing van de ingezaaide vegetatie zou kunnen gekeken worden naar de specifieke omstandigheden van de eilanden, vooral de

hoeveelheid schaduw. Hier kan rekening mee worden gehouden tijdens het aanplanten van vegetatie, zodat er geen soorten worden aangeplant die toch al geen kans maken om in die omgeving te overleven.

Om de verspreiding van de grote waternavel onder controle te houden, is het belangrijk dat de beschoeiing rond de eilanden wordt verlaagd om meer stroming te creëren. Dit zou de verspreiding ervan kunnen beperken. Daarnaast is regelmatige verwijdering noodzakelijk. Deze behandeling moet voorzichtig en met aandacht gebeuren, de waternavel kan terugroeien vanuit kleine stukjes stengel die overblijven tijdens het verwijderen van de plant. Handmatige verwijdering wordt daarom aangeraden, hiermee kan je een stuk preciezer werken zodat er geen stukjes achterblijven.

Langetermijnmonitoring is van belang om de ecologische invloed van de drijvende eilanden op macrofauna, vegetatie en waterkwaliteit te bevestigen en te volgen. Door regelmatig te controleren, kunnen veranderingen en trends in het ecosysteem worden ontdekt en de manier van het beheer van de eilanden worden aangepast om te verbeteren.

Bibliografie

- Aquon. Quicksan ecologische kwaliteit stilstaande lijnvormige wateren (M-typen) heel Nederland.
- Baas, W. J. (1996-1998). *De opmars van Grote waternavel (Hydrocotyle ranunculoides L.f.) in Nederland*. Gorteria.
- Dingemanse, N. (1999). *Platycnemis pennipes* Blauwe breedscheenjuffer. *De dadendrang van de beekjuffers*, pp. 227-229.
- Ettema, N. (2020). *Poelen, vennen en beken van de Maashorst, (Macro)fauna, Flora, en Waterkwaliteit*. Stichting Natuurorganisaties De Maashorst.
- flora van nederland. *Gele lis - Iris pseudacorus*. Opgehaald van floravannederland.nl: https://www.floravannederland.nl/planten/gele_lis
- Flora van Nederland. *Wilde planten en hun omgeving online*. Opgehaald van floravannederland.nl: <https://www.floravannederland.nl/plantensoorten/kenmerken/bloemkleur/>
- Heukels' Flora van Nederland. (2020). In L. Duistermaat.
- Huisman, L. &. (2022). *Beekherstel en ecologische verbindingzone Graafsche Raam*. Waterschap Aa en Maas.
- IVN. (2023, oktober 12). *Afdeling Grave*. Opgehaald van IVN natuur educatie: <https://www.ivn.nl/afdeling/grave/nieuws/herinrichting-graafsche-raam-bijna-klaar/>
- Keizer, H., Gylstra, R., Verdonschot, R., & Verdonschot, P. (2013). *KRW QuickScan macrofauna 'overige wateren'*. Alterra, Wageningen UR.
- Kennisportaal Klimaatadaptatie. *Abiotische factoren - Hoe kan klimaatverandering het water zelf veranderen?* Opgehaald van klimaatadaptatienederland.nl: <https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/stedelijke-waterkwaliteit/invloed-klimaat-ecologische-waterkwaliteit/abiotische-factoren/>
- Ketelaar, R. (1999). *De dadendrang van de beekjuffers. natuurtijdschriften*.
- Koenraadt, R., Stark, M., Walraven, R., Van Winden, A., & Van Poucke, L. (2012). *Beekherstel Graafsche Raam*. Oosterhout: Ingenieursbureau Oranjewoud.
- Leefmilieu brussel. (2020). *BESCHERMDE PLANTEN IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST De gewone dotterbloem (Caltha palustris)*.
- Makaske, B., Maas, G., & Candel, J. (2020). *HANDBOEK GEOMORFOLOGISCH BEEKHERSTEL*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- Maris, T. *Ecologisch functioneren*. Universiteit Antwerpen: CORE.
- Nautilus. *AQF Eco-Floatlands®*. Opgehaald van nautilusecosolutions: <https://www.nautilusecosolutions.com/producten/aqf-eco-floatlands/>
- Nautilus. *Aqua-Flora® beplanting in Aqua-Flora® matten en de daarbij behorende hoogtes*. Nautilus Eco-Solutions b.v. Opgehaald van Nautilus Eco-Solutions.
- Verdonschot, H. K.-V. (2019). *Notitie 'Monitoring Floating Life*. Wageningen Environmental Research.

- Verdonschot, H. K.-V. (2019). *Notitie 'Monitoring Floating Life'*. Wageningen Environmental Research.
- Verdonschot, R. V. (2020). *Ontwikkeling van een quickscan ecologische kwaliteit voor langzaam*. Wageningen UR: Wageningen University & Research.
- Wageningen University & Research. (2022, januari 14). *Het succes van de kokerjuffer in de Heelsumse Beek*. Opgehaald van wur.nl: <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/environmental-research/show-wenr/het-succes-van-de-kokerjuffer-in-de-heelsumse-beek.htm>
- Waterschap Aa en Maas. (2023, juli 25). *Een nieuwe ecologische parel in de Graafsche Raam*. Opgehaald van aeenmaas.nl: <https://www.aeenmaas.nl/actueel/nieuws/2023/juli/nieuwe-ecologische-parel-graafsche-raam/>
- Waterschap Aa en Maas. *Aandacht voor ecologie langs de Graafsche Raam*. Opgehaald van Waterschap Aa en Maas: <https://www.aeenmaas.nl/in-jouw-buurt/projectenkaart/gebiedsplan-raam/aandacht-ecologie-langs-graafsche-raam/>
- Willegen, P., & Noordwijk, M. (1987). *ROOTS, PLANT PRODUCTION AND NUTRIENT USE EFFICIENCY*. Wageningen.

Bijlagen

Bijlage I

De planten die aangeplant zijn in de matten zijn:

- Kalmoes
- Zwanenbloem
- Dotterbloem
- Moeraszegge
- Scherpe zegge
- Oeverzegge
- Moerasspirea
- Gele lis
- Moeraswederik
- Grote wederik
- Grote kattenstaart
- Rietgras
- Phragmites
- Mattenbies
- Bosbies
- Grote water weegbree
- Zwanenbloem
- Liesgras

Bijlage II

Macrofauna in stilstaande wateren.

- Bloedzuigers
- Haften
- Kevers
- Kokerjuffers
- Platwormen
- Weekdieren-slakken
- Steekmuggen
- Weekdieren- tweekleppigen
- Muggenlarven
- Tweevleugeligen
- Vlokreeften
- Wantsen
- Libellen
- Watermijten
- Pissebedden
- Borstelwormen

Bijlage III

Ingezaaide vegetatie	Aantal opgekomen exemplaren	Bijgekomen vegetatie	Aantal exemplaren
Kalmoes	0	Watermunt	112
Zwanenbloem	0	Zwarte tandzaad	8
Dotterbloem	26	Moeraskers	3
Moeraszegge	0	Ruwebeemdgras	10
Scherpe zegge	56	Veldzuring	3
Oeverzegge	0	Laarttrekkende boterbloem	4
Moeraspirea	0	Grote moerasscherm	24
Gele lis	5	Gekroesde melkdistel	2
Moeras wederik	0	Paardenbloem	1
Grote wederik	0	Ooievaarsbek	2
Grote kattenstaart	75	Pinksterbloem	1
Rietgras	57	Wolfspoot	8
Riet	0	Kruipende boterbloem	1
Mattenbies	0	Klein spingzaad	40
Bosbies	0	Melkeppe	2
		Gestreepte witbol	3
		Gewone melkdistel	1

Figuur 11 Ingezaaide en bijgekomen vegetatie van eiland 1

Ingezaaide vegetatie	Aantal opgekomen exemplaren	Bijgekomen vegetatie	Aantal exemplaren
Kalmoes	0	Grote brandnetel	22
Zwanenbloem	0	Jacob's kruiskruid	3
Dotterbloem	1	Aziatische veldkers	8
Moeraszegge	29	Gewone esdoorn	36
Scherpe zegge	64	Kleine veldkers	1
Oeverzegge	31	Laarttrekkende boterbloem	4
Moeraspirea	15	Kruipende boterbloem	1
Gele lis	97	Kleefkruid	14
Moeras wederik	2	Bosveldkers	4
Grote wederik	5	Watermunt	12
Grote kattenstaart	79	Hangende zegge	7
Rietgras	0	Zwarte tandzaad	1
Riet	0	Kleine watereppe	1
Mattenbies	0		
Bosbies	20		

Figuur 12 Ingezaaide en bijgekomen vegetatie van eiland 2

Ingezaaid vegetatie	Aantal van opgekomen exemplaren	Bijgekomen vegetatie	Aantal exemplaren
Kalmoes	5	Geordhelmkruid	2
Zwanenbloem	0	Kruipende boterbloem	4
Dotterbloem	20	Pinksterbloem	4
Moeraszegge	52	Gewone esdoorn	5
Scherpe zegge	52	Zwarte tandzaad	8
Oeverzegge	0	Blaartrekkende boterbloem	9
Moerasspirea	0	Kleine veldkers	10
Gele lis	49	Moeraskers	10
Moeras wederik	0	Perzikkruid	10
Grote wederik	0	Viltige basterdwederik	15
Grote kattenstaart	78	Wolfspoot	47
Rietgras	0	Watermunt	238
Riet	0		
Mattenbies	0		
Bosbies	0		

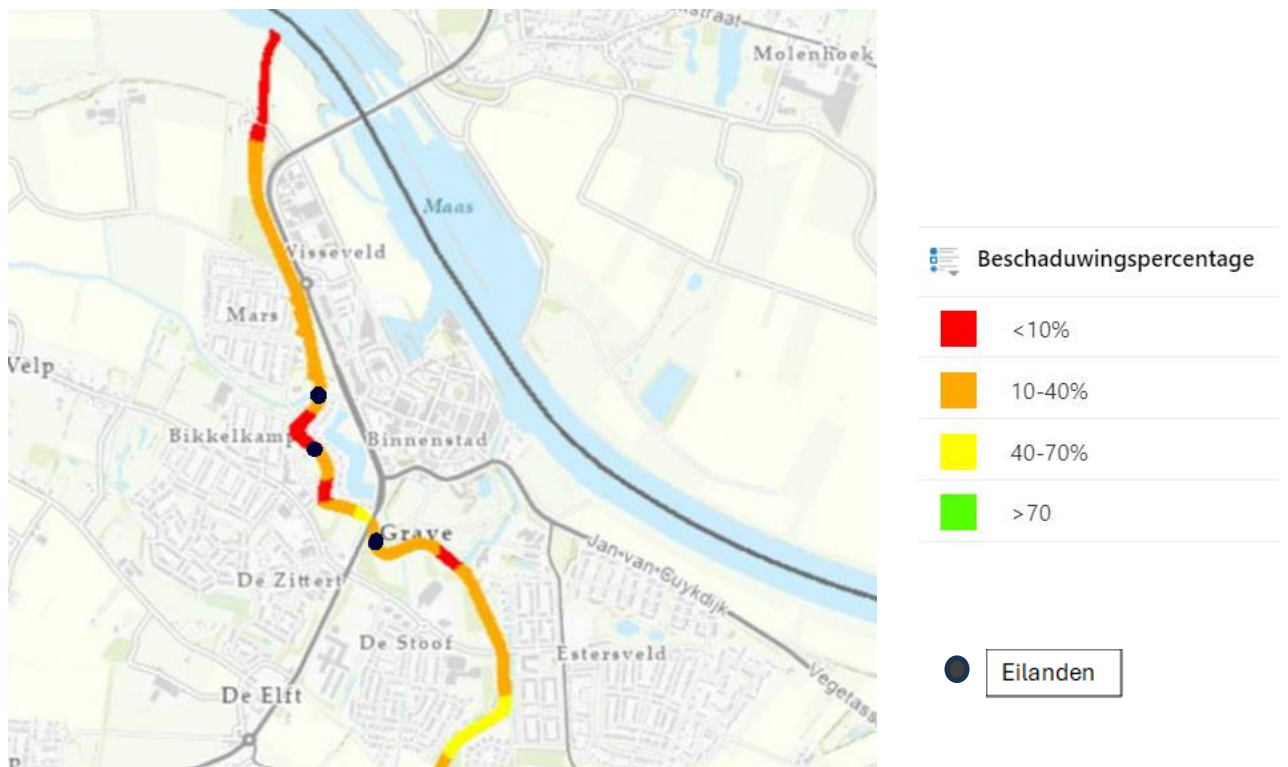
Figuur 13 Ingezaaide en bijgekomen vegetatie van eiland 3

Bijlage IV

Traject 3	Traject 4	Traject 5	Referentie
unieke soorten:	Unieke soorten:	Unieke soorten:	unieke soorten:
<i>Ephemera galopterix</i>		<i>Tricladida aniseroptera</i>	<i>glossiphonia sp.</i>
gemeenschappelijke soorten:	gemeenschappelijke soorten:	gemeenschappelijke soorten:	gemeenschappelijke soorten:
<i>chironomidae</i>	<i>chironomidae</i>	<i>chironomidae</i>	<i>chironomidae</i>
<i>oligochaetae</i>	<i>oligochaetae</i>	<i>oligochaetae</i>	<i>oligochaetae</i>
<i>hydrachnellae</i>	<i>hydrachnellae</i>	<i>hydrachnellae</i>	<i>hydrachnellae</i>
<i>heteroptera</i>	<i>heteroptera</i>	<i>heteroptera</i>	<i>heteroptera</i>
<i>Coleoptera rest</i>	<i>Coleoptera rest</i>	<i>Coleoptera rest</i>	<i>Coleoptera rest</i>
<i>ephemeroptera</i>	<i>ephemeroptera</i>	<i>ephemeroptera</i>	<i>ephemeroptera</i>
<i>zygoptera</i>	<i>zygoptera</i>	<i>zygoptera</i>	<i>zygoptera</i>
<i>platycnemis pennipes</i>	<i>platycnemis pennipes</i>	<i>platycnemis pennipes</i>	<i>platycnemis pennipes</i>
/	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae
/	gastropoda	gastropoda	gastropoda
/	bivalva	bivalva	bivalva
/	crustacea	crustacea	crustacea
/	Asellidae	Asellidae	Asellidae
<i>piscicola geometra</i>	/	<i>piscicola geometra</i>	<i>piscicola geometra</i>
/	/	Coleoptera larve	Coleoptera larve

Figuur 14 Gevonden macrofauna soorten, waarbij de unieke en gemeenschappelijke soorten per eiland genoteerd staan

Bijlage V



Figuur 15 De Graafsche raam met de beschaduwingspercentage en de locatie van de eilanden