



Grote waternavel

Onderzoek naar kansen en risico's in natuurvriendelijke oevers

E.C. Koppenaar en M. Verhofstad

Rapportnummer 2022.183.e1

Titel: Grote wateravel: onderzoek naar kansen en risico's in natuurvriendelijke oevers
Auteurs: E. C. Koppenaar, met een bijdrage van M. Verhofstad
Rapport nr.: 2021.183.e1
Datum uitgave: 01-04-2024

Foto omslag: Blad van Grote wateravel
Auteur: Bert Verbruggen

Productie: **FLORON**
Bezoekadres: Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen

info@floron.nl
www.floron.nl

Opdrachtgever: Anke Rijnen - Waterschap Aa & Maas
Martien van Beljouw – Waterschap De Dommel
Contactpersoon opdrachtgever: Bram Spierings – Waterschap Aa & Maas
Max van de Ven – Waterschap De Dommel
In samenwerking met: Bram Spierings (Aa en Maas) Martien Beljouw (De Dommel),
Max van de Ven (de Dommel), Joris van Herk (Aa en Maas),
Jelle Touwen (Aquon) en Bart Brugmans (Aa en Maas).

Dit rapport kan geciteerd worden als:

E.C. Koppenaar & M. Verhofstad 2024. Grote wateravel: onderzoek naar kansen en risico's in natuurvriendelijke oevers. FLORON-rapport 2021.183.e1. FLORON, Nijmegen.



Inhoudsopgave

SAMENVATTING	4
AANLEIDING.....	4
AANBEVELINGEN	6
1 INLEIDING EN DOELSTELLING	9
1.1 ACHTERGROND	9
1.2 ONDERZOEKSVRAAG	11
1.3 ONDERZOEKSOPZET	11
2 LITERATUURSTUDIE	12
2.1 INLEIDING.....	12
2.2 VERSPREIDING & VESTIGING	13
2.3 WATERTYPE EN OEVERPROFIEL.....	16
2.4 WATERKWALITEIT, -PEIL EN STROMING	16
2.5 EFFECTEN OP (INHEEMSE) FLORA EN FAUNA	17
2.6 BEHEER, EFFECTEN EN TIPS	17
2.7 CONCLUSIES UIT LITERATUUR T.B.V. AANLEG NVO (INCL. LOCATIEKEUZE)	19
3 ENQUÊTE	21
3.1 METHODE	21
3.2 RESPONDENTEN, GENOEMDE WATERTYPEN EN RUIMTE SPREIDING INFORMATIE	21
3.3 ACHTERGROND GENOEMDE GEBIEDEN	23
3.4 RESULTATEN	23
3.5 CONCLUSIES UIT DE ENQUÊTE	28
4 DATA-ANALYSE VELDINVENTARISATIE	30
4.1 METHODE	30
4.2 RESULTATEN	33
4.3 CONCLUSIES UIT DE DATA-ANALYSE.....	41
5 AANBEVELINGEN	43
5.1 HERINRICHTING OEVERPROFIEL EN GROTE WATERNAVEL	43
5.2 AANBEVELINGEN VOOR BEHEER.....	44
5.3 AANBEVELINGEN VOOR BELEID.....	46
5.4 SAMENGEVAT	46
REFERENTIES	49

Samenvatting

aanleiding

Binnen Nederland worden veel natuurvriendelijke oevers (NVO's) aangelegd om de ecologische waterkwaliteit van beken, sloten en kanalen te verbeteren. Deze verbeteringen worden vaak gestuurd door KRW-doelstellingen. Op sommige plekken waar NVO's aangelegd gaan worden, is de invasieve exotische waterplant: Grote waternavel aanwezig. Op locaties waar het vooralsnog niet mogelijk is Grote waternavel volledig te verwijderen is het onduidelijk of de aanleg van een NVO zal leiden tot verbetering, of juist verslechtering van de ecologische toestand. Er bestaat een mogelijkheid dat de aanleg van een NVO, met flauwere en bredere oever dan de Ausgangssituatie, de invasieve exoot faciliteert. Dit zou er vervolgens toe kunnen leiden dat EKR-scores verslechteren en dat de KRW-doelen niet wordt behaald. Om dit te onderzoeken zijn een literatuurstudie, enquête en veldinventarisatie uitgevoerd. In dit rapport staan de resultaten van de literatuurstudie, enquête en de veldinventarisatie.

De literatuurstudie is als eerste uitgevoerd. Hierbij zijn verschillende zoekmachines gebruikt en is met relevante zoektermen gezocht naar artikelen, rapporten e.d. over Grote waternavel in zijn oorspronkelijke leefgebied en zijn gedrag als invasieve exoot. Er zijn in totaal 20 bruikbare studies gevonden.

De enquête is opgesteld om bij specialisten en experts die werkzaam zijn in watergangen met Grote waternavel relevante kennis op te halen. Hiervoor zijn instanties als waterschappen, maar ook provincies en andere organisaties en waarvan bekend is dat zij zich bezig houden met waterbeheer of invasieve exoten. Er is gepoogd met de enquête inzicht te krijgen in waar Grote waternavel voorkomt en in welke omstandigheden de problemen het grootste zijn. Hierbij is aandacht besteed aan oeverprofielen, waterkwaliteit, watertype en de ervaringen met beheer van Grote waternavel.

Als aanvulling op de literatuurstudie en de enquête, is een veldinventarisatie uitgevoerd. Er zijn verschillende trajecten op NVO's gemeten in combinatie met een traject op een niet heringerichte referentie. De referentie en de NVO waren op dezelfde locatie in hetzelfde water. De NVO's zijn paarsgewijs vergeleken met de bijbehorende referentie. Daarnaast is gekeken of er verschillen zaten tussen de typen NVO's. Hierbij is gekeken naar EKR-scores voor de planten en de QuickScan voor de macrofauna. Ook is gekeken naar verschillende andere kwaliteitsfactoren, zoals het aantal soorten in de oever- en waterzone, aantal macrofauna families, mate van besmetting van Grote waternavel en (maai)beheer. Het onderzoek liep twee jaar, in het eerste jaar waren er 18 trajecten (10 NVO/referentie-paren), in het tweede jaar zijn daar nog eens 5 trajecten bijgekomen wat het totaal bracht op 13 NVO/referentie-paren. Er zijn drie opnames gemaakt door Aquon, in augustus 2022, juni 2023 en september 2023. Alle trajecten zijn besmet met Grote waternavel en werden daarop beheerd.

Verspreiding en vestiging

- Er is in het originele leefgebied van Grote waternavel regelmatig een natuurlijke fluctuatie in de bedekking van Grote waternavel gezien, ook binnen één jaar. Deze fluctuaties lijken het gevolg van concurrentie van andere (in dat habitat inheemse) plantensoorten en door vraat.
- De soort verspreidt zich makkelijk door afgebroken fragmenten. De fragmenten breken voornamelijk af door verstoring (vb. vertrapende koeien, maaibeheer). Het tegengaan van

verstoring draagt bij aan het beperken van verspreiding.

- Grote waternavel heeft een grote groeisnelheid. In het eerste jaar van kolonisatie blijft de soort vaak nog een relatief klein (matje), maar vooral in het tweede jaar breidt de soort snel uit. De biomassa kan in de juiste omstandigheden in 4-7 dagen verdubbelen.
- Grote waternavel kan goed open plekken koloniseren. Dit gebeurt zeker op stukken kale oever rondom de waterlijn, waar de soort zich het meest thuis voelt.

Watertype en oeverprofiel

- Er is in de literatuur geen specifieke kennis gevonden over de effecten van een oeverprofiel (helling/type oever) op de groei van Grote waternavel. En ook niet over de ecologische effecten van Grote waternavel bij/na de aanleg van een NVO
- Van de verschillende watertypen worden sloten en kanalen het meest genoemd door experts als groeiplek van Grote waternavel in Nederland, al is de soort ook al waargenomen in andere watertypen.
- Vrijwel alle typen NVO's worden zowel bij een toe – als afname van Grote waternavel genoemd door waterbeheerders in Nederland. Het lijkt er dus niet op dat één type NVO altijd beter of slechter is voor de groei van Grote waternavel. Uitzonderingen zijn de plasdrasberm en drasberm; die worden alleen genoemd in gebieden waar een toename van Grote waternavel werd gezien. Dit is een reden om verder te onderzoeken of een plasdrasberm en drasberm misschien wel de groei van Grote waternavel faciliteren.
- Uit de veldinventarisatie van 18 Brabantse sloten en kanalen bleek dat in NVO's met een flauwe oever (helling 1:6 of meer) gemiddeld 6 plantensoorten meer zijn aangetroffen, voornamelijk in de oeverzone, dan in de bijbehorende referentie (statistisch significant). Een heel flauwe oever creëert meer moerashabitat en daar profiteren de emerse plantensoorten van. Deze flauwe oevers bieden dus kansen voor de toename van biodiversiteit langs de watergang. In de waterzone is dit effect van een NVO niet waargenomen. De waterzone was vaak soortenarm met weinig waterplanten.
- In dit onderzoek is tussen de NVO en bijbehorende referentie geen effect gezien op EKR-scores (flora) en de QS-score voor macrofauna. Oevers met heel weinig Grote waternavel lieten dezelfde effecten zien ten opzichte van meer besmette oevers. Bij beide opties was er geen verschil in EKR-score of QS-score tussen de NVO en referentie. Dit betekent niet dat Grote waternavel de EKR-score of QS-score niet kan verminderen op het moment dat de soort een nieuwe locatie koloniseert waar deze eerder nog niet voorkwam. In de veldinventarisatie van dit onderzoek zijn alleen watergangen onderzocht mét Grote waternavel.

Waterkwaliteit, peil en stroming

- Grote waternavel houdt van eutroof water. In voedselarm water groeit de soort minder snel en gaat daar dan ook minder snel woekeren, wat ruimte laat voor de andere watervegetatie.
- Er is geen informatie gevonden over een duidelijke relatie tussen peilbeheer en de aanwezigheid van Grote waternavel. Ook is niet duidelijk (beperkte mate van) stroming de aanwezigheid/bedekking van Grote waternavel, maar:
 - een paar respondenten van de enquête gaven wel aan dat Grote waternavel bij natuurlijk fluctuerend peil (hoog in de winter en laag in de zomer) minder goed groeit dan bij stabiel peil water.

- De geïnventariseerde trajecten zijn allemaal een voedselrijk waardoor de EKR-scores en QS-scores voor NVO en referentie nog onvoldoende zijn. Er zijn vooral soorten van voedselrijke (en verstoorde) systemen gevonden. Hoogstwaarschijnlijk zal de water-/bodemkwaliteit verbeterd moeten worden om de EKR-scores op 'goed' te krijgen (hier niet onderzocht).

Effecten op (inheemse) flora en fauna

- Waterplanten met ondergedoken blad of drijfblad, wortelend in de bodem, hebben meer te lijden onder Grote waternavel dan emergente (ondergedoken) planten. Dit heeft daarnaast waarschijnlijk een negatief effect op de EKR-scores aangezien deze twee kwetsbare groeivormen van belang zijn voor een gezond ecosysteem. Of de kans hierop groter is bij een NVO dan bij een steil talud was nog niet bekend.
- Dichte matten van Grote waternavel dekken de waterlaag af, waardoor licht minder doordringt in het water en uitwisseling van gassen (incl. zuurstof) tussen lucht en water kan worden beperkt. Doordat er gebrek is aan licht verdwijnen voornamelijk andere ondergedoken planten. Ook leidt het gebrek aan licht tot minder fotosynthese in het (stilstaande) water en daardoor minder zuurstofproductie in het water zelf. Hier hebben de waterplanten last van, maar ook de macrofauna en vissen.

Beheer; effecten en tips

- Uit Belgisch onderzoek blijkt dat het mogelijk is Grote waternavel te verwijderen door intensive handmatige bestrijding. De financiële investering is op de korte termijn aanzienlijk, maar op de lange termijn wel voordelig.
- Advies van de meeste respondenten van de enquête is; blijven beheren van de Grote waternavel en bij aanleg van een NVO de soort goed verwijderen (red.: en af te voeren door erkend bedrijf) en nazorg blijven uitvoeren. Er is verder geen standaard methode beschikbaar (beheermethode, timing, frequentie) waarmee Grote waternavel op alle locaties het best beheerst kan worden. Wel is er literatuur beschikbaar met handvatten voor regulier (ecologisch) beheer beschikbaar in Nederland.

Aanbevelingen

Op basis van de literatuurstudie, enquête en veldinventarisatie zijn aanbevelingen opgesteld. De aanbevelingen vanuit de veldinventarisatie zijn voor de onderzochte standplaatsfactoren (e.g. watertypen) en het huidige toegepaste beheer.

- In dit rapport is geen effect van Grote waternavel op de EKR of QS-score gevonden van een NVO ten opzichte van de nabij gelegen referentie. Het is niet getest dat Grote waternavel een negatief effect heeft op de EKR-score, omdat alleen locaties met Grote waternavel zijn meegenomen in de veldinventarisatie van dit onderzoek. Vanuit de literatuur blijkt wel dat er een negatief effect kan zijn van Grote waternavel op de ecologie van een watergang (ook voorbeelden bekend uit het verleden in Brabant), maar dit was nog niet onderzocht in relatie tot een NVO. Er is in de resultaten van dit onderzoek dus geen ecologische reden gevonden om een NVO niet aan te leggen op het moment dat Grote waternavel al aanwezig is, als verdere verspreiding van de soort maar wordt voorkomen. De keuze voor het wel of niet

aanleggen van een NVO kan dus op dezelfde manier gemaakt worden als op een locatie zonder besmetting met Grote waternavel.

- De EKR-score macrofyten bepaald wordt door de aanwezigheid en abundantie van plantensoorten van de verschillende groeivormen. Met name de ondergedoken planten en inde bodem wortelende drijfbladplanten in de waterzone ontbreken. Daarom is het aan te raden om bij de aanleg van een NVO de groeicondities voor onderwaterplanten te verbeteren en ook het beheer van de waterzone aan te passen naar ecologisch beheer. Pas ecologisch beheer dus niet alleen toe óp de NVO, maar ook in de aangrenzende watergang. Met een verbetering van het aantal (gewenste) submerse en drijfblad soorten is waarschijnlijk een groter effect op de EKR-score te verwachten dan met alleen het aanleggen van een NVO.
- Grote waternavel lijkt niet eenduidig voor grotere problemen te zorgen bij een bepaalde oevervorm, zoals wel was verwacht (veldinventarisatie). . Er is geen indicatie dat het oeverprofiel (of de aanleg van een NVO) de aanwezigheid van, of ecologische schade door, Grote waternavel beïnvloedt. Eén type NVO dat in alle situaties de beste resultaten oplevert bestaat sowieso niet, maar hangt van het doel af; zie Verhofstad et al. 2022 voor aanbevelingen. De heel flauwe NVO heeft wel een voordeel voor de biodiversiteit van de oever, aangezien hier wel ruimte blijkt te zijn voor meer (soorten) oeverplanten.
- Bij voedselrijk water is het risico op besmetting en/of woekering van Grote waternavel ook groter, net als de ontwikkeling van een monotone ruigte vegetatie (met inheemse plantensoorten). Voor de aanleg van een NVO hebben locaties met een goede waterkwaliteit meer kans om een biodivers resultaat op te leveren. Beheer speelt hier ook een rol bij. Niet alle planten kunnen namelijk even goed tegen beheer (schade) in bepaalde perioden. Dit geldt ook voor locaties zonder besmetting van Grote waternavel.
- Beheer van Grote waternavel blijft wel nodig. In de literatuur en uit de enquête bleek dit een vereiste om problemen/woekering van de soort te beperken. Ook in de in dit onderzoek geïnventariseerde trajecten wordt Grote waternavel beheerd, maar een beheermethode die in alle gevallen werkt is niet gevonden. Maatwerk incl. het volgen van de resultaten van het beheer blijft dus nodig. Een herinrichting, zoals de aanleg van een NVO, kan volgens ons eventueel worden gebruikt om de Grote waternavel zoveel mogelijk te verwijderen en daarna (handmatige) nazorg te blijven leveren. Hiermee moet nog geëxperimenteerd worden, er zijn nog geen voorbeelden van gevonden.
- Grote waternavel kan goed open plekken op de oever/in ondiep water koloniseren en vanuit daar het water op groeien. Het is aan te raden om bij beheer van de oever zoveel mogelijk verstoring van de bodem te voorkomen. Dit door bijvoorbeeld hoger afmaaien van de oevervegetatie, zodat er geen nieuwe open plekken ontstaan. Een andere mogelijkheid is het aanplanten van inheemse soorten om open plekken weg te nemen en te concurreren met Grote waternavel. Hier is voor zover bekend nog geen goed onderzoek naar gedaan. Aanplant moet volgens FLORON altijd een laatste redmiddel zijn, als spontane ontwikkeling van de vegetatie niet mogelijk is, terwijl aan alle groeicondities wel is voldaan. En dan dient het plant-/zaaimateriaal inheems, biologisch en van lokale oorsprong zijn. Er is vooralsnog geen specifiek onderzoek/voorbeeld gevonden waar aanplant van oeverplanten is gebruikt om de vestiging en./of groei van Grote waternavel te beperken.
- In dit onderzoek bleek dat met name de plantensoorten die in de waterzone voorkomen ontbreken bij de trajecten. Dit is lijn met ander onderzoek (Verhofstad et al. 2022). Hierdoor is het aan te raden om bij de aanleg van een NVO de groeicondities voor o.a. onderwaterplanten proberen te verbeteren door ook het beheer van de waterzone aan te

passen naar meer ecologisch beheer. Dit beheer hangt af van het type water en de doelstellingen van de locatie. Met een verbetering van het aantal (gewenste) submerse en drijfblad soorten is waarschijnlijk een groter effect op de EKR-score te verwachten. Voor tips over manieren van beheer en andere informatie zie o.a. Stowa 2017-16, Twisk et al 2003 en Ter Heerdt 2010. Dit geldt ook voor het aanleggen van NVO's op locaties zonder besmetting met Grote waternavel.

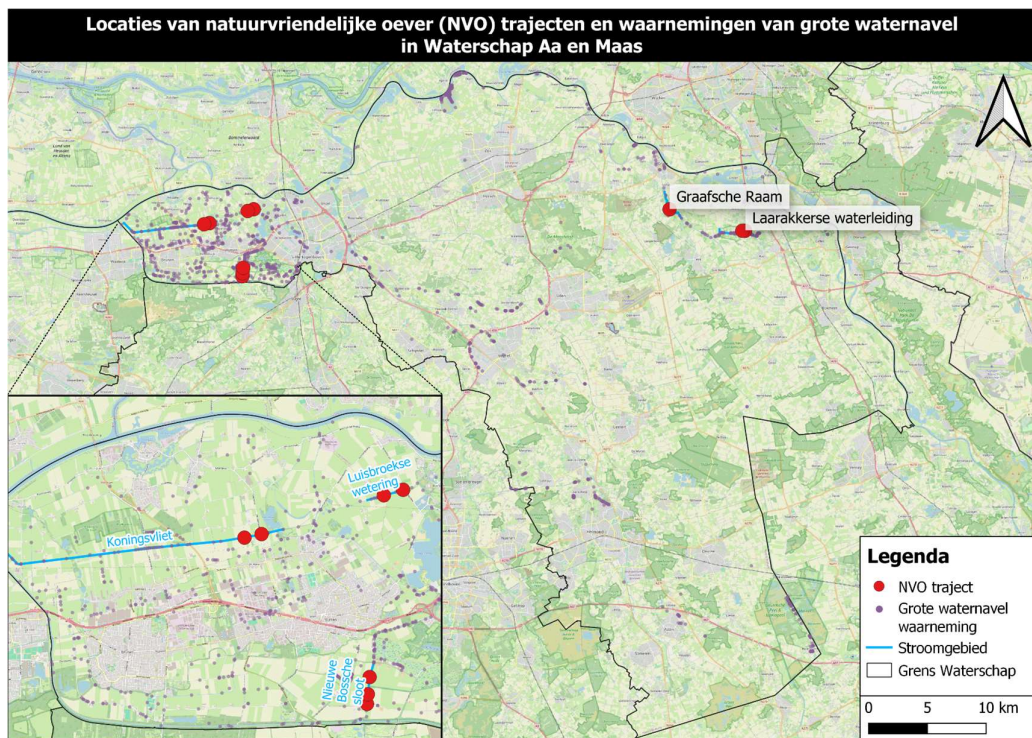
1 Inleiding en doelstelling

1.1 Achtergrond

Binnen Nederland worden veel natuurvriendelijke oevers (NVO's) aangelegd om de ecologische waterkwaliteit van sloten en kanalen te verbeteren (veelal vanuit de doelstellingen uit de Europese KaderRichtlijn Water (KRW)). In de komende jaren willen de waterschappen Aa en Maas en De Dommel in de polder Koningsvliet (Aa en Maas) en bij de Beekse waterloop (De Dommel) NVO's aanleggen bij de KRW-watertypen M1a en M3. Dit zijn zoete gebufferde sloten (M1a) en gebufferde regionale kanalen op minerale bodem (M3). De planning is dat in 2027 de geplande opgave gerealiseerd is.

In de beide beheergebieden is de uitheemse plant Grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*; zie foto kaft) aanwezig (Figuur 1.1). Ook op trajecten waar de aanleg van NVO's gepland is. De Grote waternavel is een invasieve exoot die erom bekend staat in korte tijd grote wateroppervlakken te kunnen bedekken, waardoor de inheemse flora en fauna onder druk komt te staan (Pot 2000, Stiers et al. 2013).

Bij aanwezigheid van Grote waternavel is het onduidelijk of de aanleg van een NVO zal leiden tot uitbreiding of afname van Grote waternavel en vervolgens of de NVO tot verbetering, of juist verslechtering van de ecologische toestand zal leiden bij aanwezigheid van Grote waternavel. Er bestaat een mogelijkheid dat de aanleg van een NVO de invasieve exoot faciliteert met als gevolg dat de KRW-richtlijnen (uitgedrukt in EKR-scores voor planten en macrofauna) niet wordt behaald. De vrees hiervoor komt voort uit het feit dat deze exoot in de oever (ondiep water) wortelt en vanuit daar het water op groeit en een oeververflauwing de meest toegepaste NVO is. In potentie zorgt de aanleg van een NVO, wat veelal een verflauwing van de oever of de aanleg van een plas/drasberm inhoud, voor extra vestigingshabitat (groeiplek) voor Grote waternavel. FLORON is door de waterschappen gevraagd te onderzoeken welke kennis over Grote waternavel i.c.m. NVO's bekend is en kan helpen bij het maken van de keus de NVO's wel of niet aan te leggen in besmet gebied met beheersdoelstelling van de exoot.



A)



B)

Figuur 1.1 Kaart met waarnemingen van Grote watervlavel in de beheergebieden uit de afgelopen 10 jaar. A) waterschap Aa en Maas, met Koningsvliet en de trajecten, en B) De Dommel, met de Beekse waterloop en de trajecten. Bron: NDFP, februari 2023.

1.2 Onderzoeksvraag

De hoofdvraag van het project is:

Is het zinvol voor Aa en Maas en De Dommel om NVO's aan te leggen met als doel om de gestelde KRW-doelen te halen op trajecten waar Grote Waternavel dominant is? Zo ja, welk type NVO is het meest kansrijk (Vb.: NVO met (zeer) flauw talud of steiler talud)?

1.3 Onderzoeksopzet

De focus in het onderzoek ligt op lijnvormige M-watertypen. De onderzoeksvraag is op twee manieren onderzocht:

1. Literatuurstudie en enquête om (inter)nationale ervaringen met Grote waternavel innieuwe NVO's en in vergelijkbare watersystemen als bij Aa en Maas / De Dommel te bundelen. Hierbij ligt de focus op de ecologische kwaliteit/meerwaarde van de NVO en de invloed van Grote waternavel daar op.
2. Analyse van een veldinventarisatie van reeds aangelegde NVO's in M-watertypen op plekken met Grote waternavel in het beheergebied van waterschappen Aa en Maas en De Dommel. Het gaat vooral om gegevens als de EKR-score voor planten, QuickScan-score (QS-score) voor macrofauna en de daarbij behorende kwaliteitsvariabelen die standaard in de KRW-richtlijnen worden gemeten. Hierbij zijn aanvullende monitoringsgegevens nodig, welke niet standaard met de KRW-methodiek worden meegenomen, zoals bedekking van Grote waternavel en huidige profiel van de NVO en de waterzone. Welke NVO's scoren goed en welke slecht en welke lessen kunnen we daaruit leren? Hierbij ligt de focus op de helling/inrichting van de oever.

De literatuurstudie en enquête waren erop gericht om alle bestaande informatie te verzamelen over Grote waternavel in relatie tot NVO's (of andere kale oevers) en het effect op de EKR-score. Daarbij hebben we informatie proberen te achterhalen over de hoeveelheid Grote waternavel in de regio van een NVO (m.n. bovenstrooms), het watertype, peilbeheer, de waterkwaliteit, het type oever en de helling hiervan om zo inzicht te krijgen in kansrijke stuurfactoren om Grote waternavel zo min mogelijk kans te geven. Ook is in de literatuur gezocht naar hoe Grote waternavel zich in zijn oorspronkelijke leefgebied gedraagt en of daarvan te leren valt. Al bleek dat, over een aantal van deze zaken, de informatie beperkt was.

De veldinventarisatie is in 2022 ingezet als aanvulling op de beschikbare informatie en liep door in 2023. Dit rapport beschrijft de resultaten van de literatuurstudie, enquête en de veldinventarisatie van 2022 en 2023.

2 Literatuurstudie

2.1 Inleiding

2.1.1 Methode

Om te achterhalen of de hoofdvraag (H1.2) met bestaande kennis beantwoord kan worden is als eerst een literatuurstudie uitgevoerd. In dit hoofdstuk vatten we de gevonden informatie over Grote waternavel samen. In tabel 2.1 is aangegeven met welke zoekmachines is gezocht en wat de belangrijkste zoektermen daarbij waren. Vervolgens zijn de relevante bronnen gebruikt in de gevonden artikelen ook nog opgezocht en is alle literatuur gebruikt die informatie bevatte over: Groeiplaats/habitat met in het bijzonder oeverprofiel en waterdiepte (relevant voor aanleg NVO), groei- en kolonisationsnelheid, effecten op inheemse natuur, beheermethoden en/of levenscyclus (hierna: bruikbare literatuur). De gevonden literatuur bestaat uit wetenschappelijke artikelen, conference proceedings, risicoanalyses en rapporten (42 studies in totaal). Van de totale literatuurlijst was een deel onbruikbaar, doordat er geen relevante informatie in stond (Bijlage 1). Van de bruikbare literatuur (20 van de 42 studies) is de relevante informatie verwerkt in dit rapport (H. Referenties).

Tabel 2.1 Voorbeeld van gebruikte zoekmachines en zoektermen.

Zoekmachine	Zoeken	Termen
Google.nl	Met alle woorden	Hydrocotyle of floating pennywort of Grote waternavel
	Gecombineerd met ten minste 1 van de woorden	ranunculoides, leucopcephala, natans, floating pennywort, floating marsh pennywort, Grote waternavel, NVO, natuurvriendelijke oever, kolonisatie, colonisation, natural banks
Google Scholar	Met alle woorden	Hydrocotyle, ranunculoides of natans of leucopcephala
	Gecombineerd met ten minste 1 van de woorden	floating pennywort, floating marsh pennywort, Grote waternavel, NVO, natuurvriendelijke oever, kolonisatie, colonisation, natural banks
Web of Science	Met de woorden	Hydrocotyle, ranunculoides of leucopcephala of natans,
	Gecombineerd met ten minste 1 van de woorden	floating pennywort, floating marsh pennywort, Grote waternavel, NVO, natuurvriendelijke oever, kolonisatie, colonisation, natural banks
STOWA Hydrotheek	Met de woorden	Grote waternavel of Hydrocotyle of ranunculoides
	Gecombineerd met ten minste 1 van de woorden	Natuurvriendelijke oever, NVO

2.1.2 Gevonden kennis & kennishiaten

De artikelen waren vooral gericht op de verspreiding van Grote waternavel (15 artikelen e.d.) en de verschillende manieren waarop Grote waternavel bestreden kan worden (14 artikelen e.d.), wat voor dit onderzoek weinig relevante informatie opleverde over de meerwaarde van het aanleggen van NVO's in besmet gebied. Vier artikelen gingen in op de ecologie van Grote waternavel, maar geen enkele over de ontwikkeling van de soort bij natuurherstel door middel van het aanleggen van NVO's of het aanplanten van inheemse soorten om de ecologische effecten van de exoot te beperken.

Of de vorm van oever de groei van Grote waternavel faciliteert of juist tegengaat is onduidelijk. In dit hoofdstuk presenteren we de beschikbare informatie die relevant is voor de kolonisatie van Grote waternavel en de te verwachten effecten op ecologie bij aanleg van een nieuwe NVO met flauwere/bredere oever.

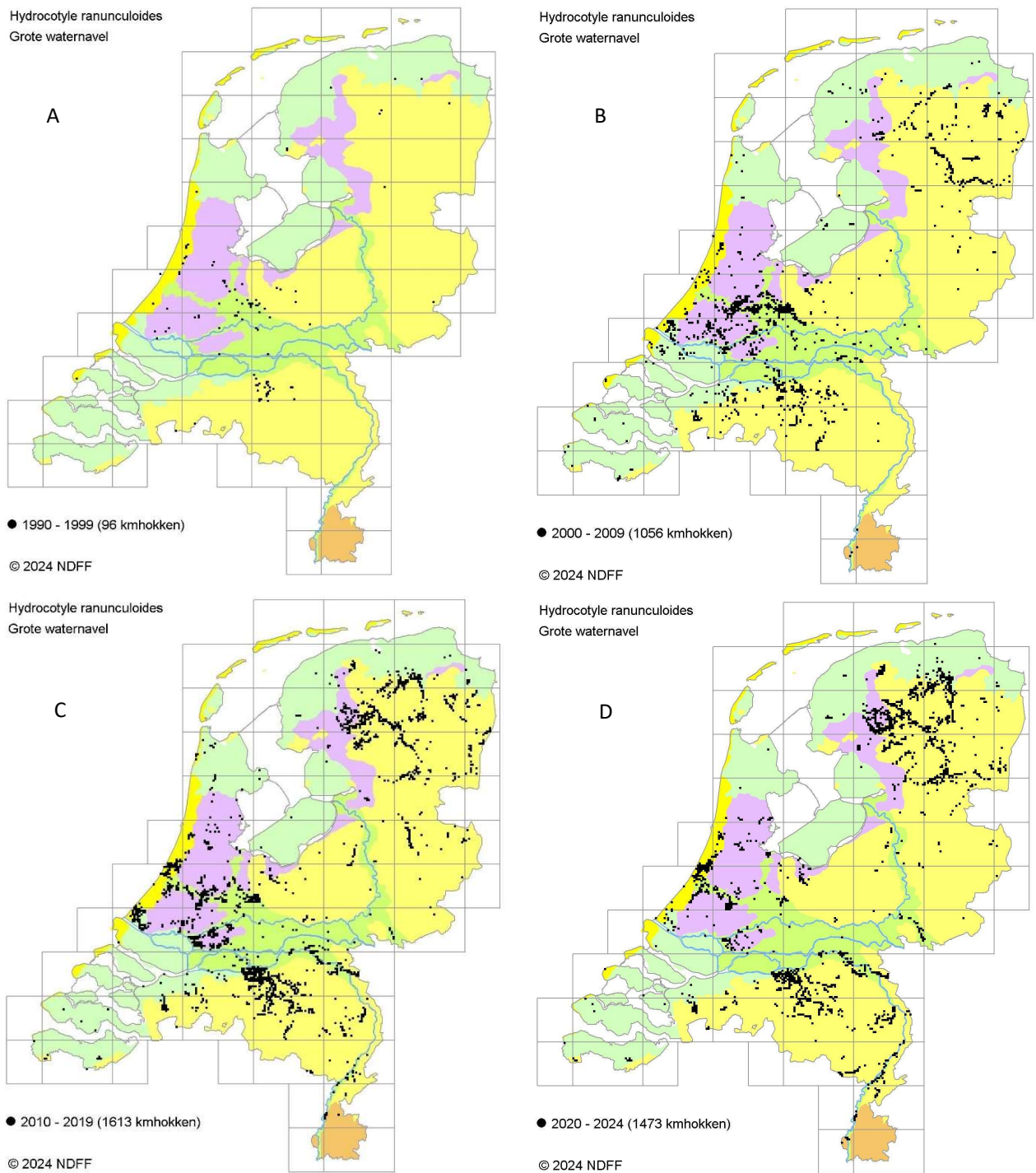
2.2 Verspreiding & vestiging

2.2.1 Verspreidingsgebied

Grote waternavel komt oorspronkelijk uit het Amerikaanse continent (Hussner and Lösch 2007, Walsh et al. 2013, Robert et al. 2013). Het grote endemische verspreidingsgebied van de soort omvat zowel tropisch klimaat als kouder klimaat in bijvoorbeeld Patagonië.

De Grote waternavel is inmiddels op veel andere plekken in de wereld waargenomen, de soort komt voor in verschillende landen in Afrika, Japan, Australië, Ierland, het Verenigd Koninkrijk en een groot gedeelte van Europa (Hussner and Lösch 2007, Newman and Dawson 1999, Robert et al. 2013). Ook hier blijkt dat de plant zich in veel verschillende klimaatzones kan handhaven. De plant wordt, op deze nieuwe locaties, als invasief gezien (e.g. Hussner and Meyer 2009).

In Nederland komt de soort voor sinds het begin van de jaren 90 in de vorige eeuw, waar de soort in korte tijd zich over heel Nederland verspreidde (Baas en Holverda 1996, Baas en Duistermaat 1998, Pot 2002; figuur 2.1). Waarschijnlijk is de soort ontsnapt vanuit de vijverhandel (Baas en Duistermaat 1998). Vooral in de periode 2000-2009 won de soort veel terrein (figuur 2.1C). De laatste paar jaar (figuur 2.1D) is een afname in waarnemingen van de soort te zien in het zuiden en westen van Nederland, terwijl de soort in Het noorden nog wel toenam. Waar de afname in deze laatste paar door wordt veroorzaakt is niet duidelijk. Let wel dat deze kaarten alleen gemelde en gevalideerde waarnemingen laten zien die zijn opgenomen in de NDFF.



Figuur 2.1. De verspreiding van Grote waternavel in A) 1990-1999, B) 2000-2009, C) 2010-2019 en tenslotte de verspreiding van de soort in de laatste drie jaar D) 2020-2023 (periode van 3 jaar). (Bron: NDFF, 22 januari 2024)

2.2.2 Kolonisationsnelheid

Grote waternavel is in zijn originele leefgebied een snelle kolonisator, waarbij de soort vanuit de oever/ondiep water snel een locatie kan overgroeien, maar ook weer snel weggeconcentreerd kan

worden (Walsh et al. 2013). In Argentinië vond men dat de dominantie van Grote waternavel meestal 3-6 maanden duurt voordat deze weer in dominantie afneemt (Walsh et al. 2013). Dit snel opkomen en verdwijnen van de plant is meer wat je verwacht bij een levenscyclus van een annueel dan bij een vaste plant zoals Grote waternavel (Walsh et al. 2013). Dit gedrag van de plant kan helpen om goede aansluitende beheerstrategieën te vinden. Hoewel er uit de literatuur niet bekend is hoe de kolonisatie van Grote waternavel op kale oevers versus begroeide oevers verloopt, en of aanplant van inheemse vegetatie Grote waternavel kan remmen.

De fluctuaties in abundantie van de Grote waternavel zijn in het oorspronkelijke habitat niet gerelateerd aan seizoenen, maar lijken meer veroorzaakt te worden door herbivorie en concurrentie (afname van de plant) of toegang tot een open plek (toename) (Walsh et al. 2013). Welke soorten de Grote waternavel wegconcurreren werd niet genoemd.

In Europa is gebleken dat de groeisnelheid van Grote waternavel enorm snel kan zijn (Kelly 2006, Hussner and Lösch 2007). Het eerste jaar vormt de soort veelal een kleinere besmetting van 1 a 2 m² om het volgende jaar snel uit te groeien tot dichte matten (Hussner and Lösch 2007, Walsh and Meastro 2017). In 4 tot 7 dagen kan de plant zijn biomassa verdubbelen (Dortel 2012). Uiteindelijk kunnen de matten Grote waternavel de hele watergang bedekken.

Net als in Argentinië is ook in Nederland (Brouwers et al. 2022) en België (Verloove and Heyneman 1999) waargenomen dat de soort opeens kan afnemen of zelfs verdwijnen. Welke factoren en mechanismen deze plotselinge toe- of afname veroorzaken is niet duidelijk. Er zijn wel hypothesen dat dit kan komen door veranderingen in habitat (Verloove and Heyneman 1999), i.e. stijging van het waterpeil, of door extremere winters (Brouwers et al. 2022).

2.2.3 Manieren van verspreiding

Grote waternavel is een plant die zich zowel door zaad als losse fragmenten makkelijk kan voormeederen. In het oorspronkelijke leefgebied is het dus ook aannemelijk dat de soort een plek opnieuw koloniseert door de zaadbank en afgeslagen fragmenten (Walsh et al. 2013).

De plant verspreidt zich met name door het losslaan/losbreken van fragmenten die op andere plekken dan weer kunnen uitgroeien tot grote dichte matten (Newman and Dawson 1999, Pot 2000, Hussner and Lösch 2007). Het is mogelijk dat Grote waternavel fragmenten zich sneller gaan verspreiden door het toenemen van overstromingen door klimaatverandering (Hussner et al. 2012). Binnen Europa is nog niet waargenomen dat de plant zich verspreidt door middel van zaad (Hussner et al. 2012). Al zijn recent wel bloeiende en zaadvormende planten waargenomen in Nederland; of deze zaden kiemkrachtig zijn is onbekend.

Heidbüchel en collega's (2016) onderzochten of het aantal fragmenten van aquatische (invasieve) exoten groter was dan die van inheemse planten. Hierbij werden op verschillende plekken in de rivier de Erft (Duitsland) fragmenten verzameld en gedetermineerd. Het bleek dat exoten, inclusief Grote waternavel, gemiddeld geen groter aantal fragmenten hadden dan de inheemse soorten. Ter illustratie; voor Grote waternavel waren slechts 3 fragmenten gevonden, in tegenstelling tot 58 fragmenten voor vlottende waterranonkel en 6308 voor schedefonteinkruid. Dit werd grotendeels verklaard doordat Grote waternavel (in het studiegebied) vooral in de oevers voorkwam en daardoor niet zoveel verstoord werd door vissen (Heidbüchel et al. 2016). De inheemse soorten, waarvan fragmenten werden gevonden, bleken voornamelijk submerse planten zoals fonteinkruiden en grof

hoornblad (Heidbüchel et al. 2016). Dit zou betekenen dat Grote waternavel vooral fragmenten verliest bij verstoring en dat zonder verstoring door beheer, vissen of vertrapping door koeien de kans op verspreiding minder groot is.

2.3 Watertype en oeverprofiel

Grote waternavel lijkt een breed scala aan watertypes te kunnen koloniseren. Het is niet duidelijk welk type watergang meer of minder risico loopt op vestiging van Grote waternavel in de oever. Dit is ook niet duidelijk voor de oeverprofielen van NVO's. In het oorspronkelijke gebied komt de soort ook in niet-natuurlijke wateren voor, zoals een 5m breed kanaal die overstromingsgebieden draineert (Walsh et al. 2013). In Europa is Grote waternavel voornamelijk onderzocht in kleinere watergangen. Bijvoorbeeld wateren van 2-5m breed (Verloove and Heyneman 1999) en een onderzoek met 32 ondiepe kleine wateren (1-6m diep, 0.01-1.6 ha; Stiers et al. 2011). In Duitsland is de soort ook aangetroffen in een riviersysteem (Heidbüchel et al. 2016), maar de Grote waternavel komt in dat onderzoek ook voornamelijk voor in de oevers van de kleinere loopjes naar de rivier (Heidbüchel et al. 2016).

In geen enkele studie wordt er ingegaan op de verschillen tussen een traditionele steile oever en een meer natuurlijke (flauwe) oever, waarmee niet uitgesloten is dat de NVO met Grote waternavel wel degelijk voorkeur kan hebben voor een bepaald oevertype. Bij beschoeide oevers kan de soort natuurlijk niet goed wortelen, dus is de Grote waternavel bij deze oevers wel minder aanwezig, maar dat geldt ook voor inheemse plantensoorten. Het is wel bekend dat Grote waternavel vanuit de oever het water opgroeit en daarmee verwachten we wel dat flauwe oevers en plas/drasbermen gevoeliger zijn voor Grote waternavel dan steile oevers. Dit is echter in de wetenschappelijke literatuur niet specifiek benoemd of onderzocht.

2.4 Waterkwaliteit,-peil en stroming

De soort lijkt voornamelijk voor te komen in stilstaand of langzaam stromend voedselrijk water, het liefst met veel zon (Ruiz-Avila and Klemm 1996, Pot 2000, Hussner and Lösch 2007). In zijn originele verspreidingsgebied wordt Grote waternavel gezien als een indicatiesoort voor eutroof water (Walsh et al. 2013). Ook in Europa leidt een hoog gehalte organische stof in het water tot snelle groei van Grote waternavel (Pot 2000), en kan de soort onder voedselrijke condities woekeren. De wateren genoemd in de literatuur hebben over het algemeen matig voedselrijk tot voedselrijk water (Ruiz-Avila and Klemm 1996, Verloove and Heyneman 1999, Pot 2000, Hussner and Lösch 2007, Walsh et al. 2013), Er werd geen drempelwaarde voor concentraties organische stof of nutriënten genoemd waarbij Grote waternavel schade aan de natuur kan toebrengen. Dit betekent dat Grote waternavel waarschijnlijk op veel plekken kan voorkomen. Het is echter aannemelijk dat NVO's minder kans op besmetting of overlast/woekering van Grote waternavel hebben op een locatie waar het water voedselarm tot matig voedselrijk is. Deze gebieden zouden prioriteit kunnen krijgen voor aanleg NVO, ook gezien de kansen voor inheemse natuurwaarden in de vorm van EKR-scores of toename van biodiversiteit.

Vanuit de literatuurstudie kan geen uitspraak worden gedaan over andere kenmerken, zoals waterpeil of stroomsnelheid in relatie tot Grote waternavel.

2.5 Effecten op (inheemse) flora en fauna

In het oorspronkelijke leefgebied komt Grote waternavel vooral op wanneer de andere vegetatie was afgestorven en een open plek was ontstaan (Walsh et al. 2013). Ook in Europa blijkt dat Grote waternavel door het verdwijnen van de (inheemse) soorten (door bijvoorbeeld droogte) de kans krijgt om de opengevallen plek snel te koloniseren (Hussner and Meyer 2009). Dit impliceert dat de Grote waternavel in een begroeide oever minder snel voet aan de grond krijgt dan op een kale oever.

Effecten van Grote waternavel op de inheemse plantensoorten zijn veelal negatief door middel van het verdrijven (concurrentie) van voornamelijk waterplanten met drijfbladeren en ondergedoken waterplanten (Stiers et al. 2011). Hierbij zijn het beschaduwden van het wateroppervlak door de enorme groeisnelheid van de plant en daardoor minder aanmaak van zuurstof in de waterkolom door ander soorten waarschijnlijk de belangrijkste factoren (Hussner and Lösch 2007, Walsh and Meastro 2017). De soortensamenstelling van de watervegetatie heeft invloed op de EKR-scores en kan dus negatief door Grote waternavel beïnvloed worden, zeker als deze dominant aanwezig is. Vooral als de soortensamenstelling betekent dat er minder verschillende groeivormen (emers, submers, etc.) aanwezig zijn.

Ook inheemse oeverplanten werden minder gevonden in plots met Grote waternavel, maar met een minder groot effect (Stiers et al. 2013). Hoge helofyten/oeverplanten kunnen immers boven Grote waternavel uitgroeien. Er wordt in deze studies geen vergelijking gemaakt met de effecten op verschillende oevers, dus het is niet bekend of er bijvoorbeeld bij een NVO met Grote waternavel niet toch meer soorten voorkomen dan bij een traditionele steile oever.

Het voorkomen van open plekken in de aanleg en beheer van nieuwe NVO's kan misschien bijdragen aan het tegen gaan of verminderen van Grote waternavel. Dit kan door maaibeheer boven het maaiveld waarbij de bodem niet wordt verstoord. Ook door aanplant met (inheemse) plantensoorten kunnen open plekken worden verminderd tijdens aanleg van de NVO (vb. buiten het groeiseizoen om). Aanplant moet volgens FLORON altijd een laatste redmiddel zijn, als spontane ontwikkeling van de vegetatie niet mogelijk is, terwijl aan alle groeicondities wel is voldaan. En dan dient het plant-/zaaimateriaal inheems, biologisch en van lokale oorsprong zijn. Er is vooralsnog geen specifiek onderzoek/voorbeeld gevonden waar aanplant van oeverplanten is gebruikt om de vestiging en/of groei van Grote waternavel te beperken.

Eenzelfde soort studie over de effecten op vissen en/of macrofauna is niet gevonden, Hoewel het verdwijnen van inheemse plantensoorten, en het meer monotoon worden van de gehele vegetatie, natuurlijk ook een effect heeft op het leefgebied van vissen en macrofauna. Het eerdergenoemde potentiële effect van Grote waternavel op zuurstof kan het de dieren nog lastiger maken.

2.6 Beheer, effecten en tips

2.6.1 Menselijk ingrijpen

Binnen Europa zijn verschillende rapporten die hetzelfde advies geven over het bestrijden van Grote waternavel (Pot 2000, INVEXO-eindrapport GWN EAIW 2013, Buijs 2019). Net als bij andere invasieve exoten wordt het voorkomen van besmettingen en snel verwijderen van besmettingen (met nazorg) sterk aangeraden. Uit Belgisch onderzoek blijkt dat het mogelijk is Grote waternavel te verwijderen door intensive handmatige bestrijding. De financiële investering is op de korte termijn

aanzienlijk, maar op de lange termijn voordelig (INVEXO-eindrapport GWN EAIW 2013). Dit wordt ondersteunt door andere onderzoeken; Bij een grote besmetting is de meest effectieve methode het machinaal verwijderen van de Grote waternavel, en dit eventueel meerdere keren herhalen. Vervolgens met de hand intensief bijhouden tot de soort ten minste 1 heel jaar helemaal niet meer gevonden wordt (Pot 2000, INVEXO-eindrapport GWN EAIW 2013, Buijs 2019).

Het volledig machinaal verwijderen van Grote waternavel brengt hoge kosten met zich mee, en is zeer verstorend voor het ecosysteem. Tevens kan de plant zich gemakkelijk verspreiden en (opnieuw) vestigen via afgebroken fragmenten, waardoor er in geval van grote besmetting vaak wordt gekozen voor het in toom houden van de soort en het tegengaan van verdere verspreiding (Pot 2002). Bij deze techniek lijkt het meestal zeker een jaar of 5 te duren om het overgrote deel van de Grote waternavel te verwijderen, wel blijft vaak nazorg nodig in de vorm van handmatig verwijderen. Het is dus mogelijk om Grote waternavel te beheersen en zelfs te verwijderen met het juiste beheer, met hoge kosten/inspanning. Dit betekent dat bij de aanleg van een NVO men zou kunnen kiezen voor het volledig verwijderen van alle vegetatie en vervolgens met handmatig verwijderen de Grote waternavel zou kunnen blijven beheersen. Hierbij moeten ook de wortels goed verwijderd worden zodat de open plek niet snel weer volgroeit met Grote waternavel. Als er in de buurt (in het bijzonder stroomopwaarts) van de geschoonde plek andere besmettingen van Grote waternavel zijn, dan zal de kans op rekolonisatie groot zijn. Houdt hier rekening mee bij het kiezen van de meest kansrijke (minst risicovolle) locatie voor de herinrichting.

2.6.2 Invloed van kou

De Grote waternavel is een soort die tegen een beetje kou kan, dit is duidelijk door de verspreiding van de soort in Zuid- en Midden- Amerika, waar Grote waternavel voorkomt van de tropen tot aan Patagonië (klimaat vergelijkbaar met Nederland) (Walsh et al. 2013).

In Nederland en Duitsland is ook waargenomen dat Grote waternavel onder water de vrieskou kan overleven (Pot 2000, Pot 2002, Hussner et al. 2012). Een laag vegetatie, zoals liesgras, kan ook genoeg warmte/isolatie creëren om de plant te laten overwinteren in een strenge winter (Pot 2000). De delen van de plant die boven het water uitsteken sterven wel af (Pot 2000, Pot 2002, Hussner et al. 2012). Daarnaast zijn er aanwijzingen dat na een koudere winter Grote waternavel minder snel groeit in het groeiseizoen (Brouwers et al. 2022). Vooral bij een combinatie van veel koude dagen (<4°C) en veel neerslag (>800 mm) (Brouwers et al. 2022). Koude winters zijn dan waarschijnlijk ook alleen effectief als de kou goed de oevers in kan om Grote waternavel met wortel en al te bereiken.

2.6.3 Natuurlijke vijanden

In Argentinië is onderzocht welke natuurlijke vijanden eventueel een effect kunnen hebben in het controleren van Grote waternavel, hierbij is de snuitkever *Listronotus elongatus* als een potentiële biologische bestrijder aangemerkt (Cordo et al. 1982, Walsh et al. 2013, Walsh and Maestro 2017). Deze snuitkever is heel recent (begin 2022) in het VK uitgezet (CABI news, 2022), het is afwachten wat hier de resultaten van zullen zijn. Dit soort oplossingen met uitheemse insecten moeten altijd met zeer veel zorg en onderzoek worden ingezet, het kan een groot effect hebben op de inheemse flora als blijkt dat de snuitkever toch op een inheemse plant zijn levenscyclus kan volbrengen. De introductie van een nieuwe exoot om een aanwezige exoot te bestrijden is sterk af te raden, gezien de (vaak onbekende) effecten op het ecosysteem.

2.7 Conclusies uit literatuur t.b.v. aanleg NVO (incl. locatiekeuze)

De bestaande literatuur over Grote waternavel gaat voornamelijk over de levenscyclus en bestrijding van de soort, niet over effect van oevertype of aanplant van inheemse planten op Grote waternavel. Het biedt wel aanknopingspunten voor hypothesen en verklaringen van vakkundigen. Hier nieuwe informatie uit distilleren om een antwoord te geven of het bij aanwezigheid van Grote waternavel zin heeft om een NVO aan te leggen is daarmee nog niet causaal getest en dus nog niet bewezen effectief.

2.7.1 Conclusie verspreiding en vestiging

Interessant is dat er, zowel in het oorspronkelijke habitat (Amerika), als in het nieuwe habitat (Nederland) wordt waargenomen dat besmettingen van Grote waternavel kunnen afnemen. In het oorspronkelijke gebied lijkt dit vooral te komen door herbivorie en vervolgens moeilijk kunnen teruggroeien door competitie met andere planten (Walsh et al. 2013). In Nederland en België lijkt deze afname niet helemaal een verklaring te hebben (Brouwers et al. 2022, Verloove and Heyneman 1999). Er is wel reden om aan te nemen dat de afname vooral wordt veroorzaakt door intensief beheer (INVEXO-eindrapport GWN EAIW 2013, Buijs 2019) en kan worden geholpen door strenge winters (Brouwers et al. 2022), in het bijzonder als Grote waternavel niet beschermd wordt tegen de kou door water of andere vegetatie (deze bieden isolatie).

De toename van Grote waternavel in zijn oorspronkelijke leefgebied leek vooral opportuun, waarbij (her)kolonisatie leek op te treden wanneer een open plek was ontstaan (Walsh et al. 2013). Dit zou erop kunnen wijzen dat het goed verwijderen van Grote waternavel, en vervolgens aanplanten van inheemse, lokaal verzamelde, planten bij het aanleggen van een NVO kan helpen om Grote waternavel tegen te gaan. Intensief beheer, waarbij onbegroeide open plekken in de oeverzone ontstaan, zou de soort blijvend habitat kunnen bieden en dus potentieel geen oplossing zijn, zonder de genoemde nazorg/nevenmaatregelen (H6.2).

2.7.2 Conclusie Watertype en oeverprofielen

Er is geen informatie gevonden over de effecten van verschillende wateren of verschillende type oevers en talud/helling op het voorkomen/de woekering van Grote waternavel. Dit is een hiaat in de kennis en onderzoek hiernaar kan bijdragen om een goede keuze te maken omtrent het wel of niet aanleggen van een NVO bij aanwezigheid van Grote waternavel. Wel is bekend dat de soort voornamelijk in de oever wortelt en van daar de watergang over groeit. In ondiepe watergangen is geobserveerd dat de soort ook vanuit de waterbodem groeit, en ongeveer 30 cm boven of onder de waterlijn wortelt (pers. com. Joris van Herk, 13 feb 2024).

2.7.3 Conclusie waterkwaliteit, peil en stroming

Grote waternavel kan erg goed groeien op een hoge concentratie organische stof in het water (Ruiz-Avila and Klemm 1996, Pot 2000, Hussner and Lösch 2007). In wateren met erg voedselrijk water heeft de soort dan ook een grotere kans om een probleem te veroorzaken dan in voedselarm water. In het aanleggen van een NVO kan waterkwaliteit dus een rol spelen om te besluiten of een NVO wel of niet aangelegd kan worden.

Grote waternavel lijkt voornamelijk in stilstaand of langzaam stromend water te groeien (Pot 2000, Hussner and Lösch 2007). In stromend water is dus waarschijnlijk minder kans op de vestiging en woekering van de soort. Hoewel stroming wel bijdraagt aan de verspreiding van de soort. Het effect van waterpeil is onbekend.

2.7.4 Conclusie effecten op (inheemse) flora en fauna

De aanwezigheid van Grote waternavel kan veroorzaken dat met name ondergedoken planten verdwijnen, de plant kan de hele watergang bedekken en daarmee licht en zuurstof wegvangen voor inheemse ondergedoken planten (Hussner and Lösch 2007, Stiers et al. 2011). Ook waterplanten gebruiken 's nachts zuurstof. Groeivormen zijn een onderdeel van de EKR-score voor waterplanten, en minder ondergedoken watervegetatie in M1a en M3 kan dan ook betekenen dat de EKR-score lager is op een plek waar Grote waternavel voorkomt.

2.7.5 Conclusie beheer, effecten en tips

Er zijn voorbeelden beschikbaar van succesvolle verwijdering en beheersing van Grote waternavel. Bij het aanleggen van een NVO zou het volledig verwijderen van de Grote waternavel kunnen worden gezien als een beheeringreep waarna het alleen nog nodig is om handmatig kleine plukken Grote waternavel regelmatig te verwijderen (nazorg). Hierbij is de overweging vooral financieel en capaciteit-technisch; zijn de kosten van het verwijderen en de kosten en inspanning van periodieke nazorg het waard om de positieve effecten van een NVO op diversiteit en waterkwaliteit te krijgen? Hierbij speelt de kans op herbesmetting vanuit andere, in de buurt gelegen groeiplekken, ook een rol.

3 Enquête

3.1 Methode

Om kennis op te halen die niet te vinden is in de literatuur maar wel bij beheerders en andere experts is een online enquête opgesteld. In de enquête zijn vragen opgenomen m.b.t. gebieden waar Grote watervlakte aanwezig is, hierbij is gekeken naar toename en afname van de soort (zie Bijlage 2 voor de vragenlijst). Daarnaast is gevraagd naar factoren die mogelijk de groei van Grote watervlakte beïnvloeden, zoals: helling oever, stabiel vs. wisselend peil, stroming, voedselrijkheid en watertype (i.e. sloot, kanaal, rivier, meren/plassen of beken). Naar stroming wordt expliciet gevraagd omdat een zogenaamd stromend water, zoals een beek, in de praktijk niet altijd stroomt en Grote watervlakte vooral in stilstaand water lijkt te groeien. Vervolgens is ook gevraagd welk beheer wordt uitgevoerd op de locaties met Grote watervlakte om te onderzoeken of er een specifiek patroon te ontdekken is in de gevallen waar Grote watervlakte toeneemt of juist afneemt. De kwalitatieve vorm van de vragen in de enquête leent zich niet voor harde statistische analyses. De analyse in dit hoofdstuk is dus beschrijvend.

De enquête is in augustus 2022 naar 51 mensen, verspreid over 32 organisaties (Bijlage 3), gestuurd via email (naar hun persoonlijke bedrijfsaccounts). Het ging hierbij om 19 van de 21 waterschappen en nog enkele andere organisaties, zoals de werkgroep plaagsoorten van de Unie van waterschappen, terreinbeheerders en provincies waarvan bekend is dat ze met waterbeheer bezig zijn. Waterschappen en andere instanties waar geen uitnodiging naar is gestuurd hadden geen vindbaar contactpersoon/contact-email. In de mail is ook verzocht of ze de enquête binnen hun eigen netwerk zouden willen verspreiden. Daarnaast is een bericht in de nieuwsbrief van het koninklijk Nederlands Waternetwerk geplaatst. Begin 2023 is een herinnering gestuurd, tevens zijn verschillende mensen nagebeld waarvan nog geen reactie was ontvangen.

3.2 Respondenten, genoemde watertypen en ruimte spreiding informatie

De enquête is ten tijde van het opstellen van dit rapport (februari 2023) 30 keer ingevuld, door medewerkers van 23 verschillende organisaties verspreid over 10 Nederlandse en 1 Belgische provincie (Tabel 3.1). Niet alle respondenten hebben de hele enquête ingevuld, we geven bij ieder onderdeel (vraag) aan hoe vaak er wel een antwoord is gegeven en bij meerkeuze vragen ook hoe vaak een keuzemogelijkheid is gekozen, hierdoor kan een vraag door 8 deelnemers zijn ingevuld maar kunnen er 23 keer (meerkeuze)antwoorden zijn gekozen. Er zijn dan door de 8 deelnemers gemiddeld 2.9 keuzes aangevinkt.

De organisaties van de respondenten zijn veelal waterschappen (14), hierbij is het waterschap Aa en Maas extra vertegenwoordigd met 4 deelnemers (Tabel 3.1). Omdat sommige organisaties in meerdere provincies gebieden beheren is er overlap van provincies in hun antwoorden. De meeste invullers beheren gebieden in Noord-Brabant (11) gevolgd door Zuid-Holland (7), Drenthe wordt door 4, Overijssel, Gelderland en Noord-Holland door 3, Groningen en Utrecht door 2 respondenten vertegenwoordigd en Noord-Holland, Zeeland, Flevopolder en Vlaanderen (België) door 1 respondent. De missende provincies zijn Friesland en Limburg, hoewel er ook 3 respondenten aangeven in het hele land te opereren. De meeste respondenten beheren meerdere specifieke gebieden waar de Grote

waternavel aanwezig is en in alle genoemde gebieden wordt Grote waternavel beheerd.

Tabel 3.1 Overzicht van de achtergrond van de respondenten, de provincies en de (natuur)gebieden

Organisatie	Provincie	Gebieden	Jaar sinds besmetting
Waterschap Aa en Maas	Brabant	Geen specifiek genoemd	2000
Deltares en Radboud Universiteit Nijmegen	Nederland	Verspreid over heel NL	Onbekend
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	Utrecht, Zuid-Holland	Vooral in rayon Oude rijn (omgeving Utrecht-West, en rayon Kromme Rijn)	1990
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	Utrecht, Zuid-Holland	Vooral in rayon Ouderij en Krommerijn (Utrecht)	1990
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	Noord-Holland	in het watersysteem (sloten/kanalen/ stedelijk water)	Onbekend
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	Zeeland, Zuid-Holland	HDSR breed clustergebieden	2015
Hoogheemraadschap van Delfland	Zuid-Holland	Vooral gemeente Westland en Midden Delfland	Onbekend
Hoogheemraadschap van Delfland	Zuid-Holland	Met name Westland	2010
Hoogheemraadschap van Rijnland	Noord-Holland, Zuid-Holland	Vooral rond Gouda en Leiden	2010
Ministerie van I en W	Nederland	weet ik niet, komt vrij veel voor	Onbekend
Natuurmonumenten	Brabant, Gelderland, Limburg	Vlijmens Ven, Hemelrijkse waard, Diedensche uiterdijk	2018
NDFB/BIJ12	landelijke databank	zie NDFB & Figuur 2.2	Onbekend
Staatsbosbeheer	Brabant	Helenaart, door Deurnse peel	Onbekend
Vlaamse Milieumaatschappij	Vlaanderen (Belgie)	Diverse natuurgebieden	2007
Waternet	Noord-Holland, Utrecht, Zuid-Holland	door heel het gebied van Waternet.	1984
Waterschap Aa en Maas	Brabant	Moerputten, vlijmens ven, somp en zoislagen, hooibroeken, landgoed pax	1998
Waterschap Aa en Maas	Brabant	Hemelrijksewaard	2019
Waterschap Aa en Maas	Brabant	Rayon Koningsvliet (gemeente Heusden/Den Bosch)	2009
Waterschap Brabantse Delta	Brabant	de grootste regio's met Grote waternavel bevinden zich in de regio rond Roosendaal, in het Markdal nabij Breda en in Dongen	Onbekend
Waterschap Brabantse	Brabant	gehele beheergebied (grootste bron ligt bij Roosendaal,	Onbekend

Delta		Breda, Dongen en Cruislandse Kreken)	
Waterschap Hunze en Aa's	Drenthe, Groningen	in het beheersgebied grofweg in 5 gebieden	Onbekend
Waterschap Noorderzijlvest	Drenthe, Groningen	Zuidelijke westelijke deel beheergebied	2006
Waterschap Rijn en IJssel	Gelderland, Overijssel	o.a. Waalse water en Vethuizense/Reefse Wetering	2013
Waterschap Vechtstromen	Drenthe, Gelderland, Overijssel	Overijssel, Drenthe	Onbekend
Waterschap Drenths Overijsselse Delta	Drenthe, Overijssel	In Drenthe is het een probleem . In het zuiden soms lokaal	2012
Waterschap de Dommel	Brabant	m.n. in het benedenstrooms gedeelte van het Dommelgebied. specifiek. o.a. in de Dommel, Essche Stroom, enkele kleinere watergangen in en nabij de Mortelen en de Zandleij	1990
Waterschap de Dommel	Brabant	bijna overal	1995
Waterschap de Dommel	Brabant	m.n. in het Beneden deel van de Dommel, de Essche stroom en in de waterinlaten (vanuit het Wilhelminakanaal)	1994

3.3 Achtergrond genoemde gebieden

De gebieden die zijn genoemd in de enquête verschillen van een recente (0-5 jaar) besmetting tot >30 jaar geleden besmet. Er worden 26 specifieke gebieden genoemd, en verder wordt aangegeven dat het in veel gebieden die door de instantie worden beheerd/onderzocht voorkomt. Vrijwel alle gebieden (8) zijn langer dan 10 jaar geleden besmet en 3 minder dan 10 jaar geleden. Bij 10 gebieden is het jaartal van besmetting onbekend. Er is op basis van de informatie uit de enquête geen link tussen recente toename of afname van Grote waternevel en de tijd van eerste besmetting te leggen, het is ook niet uit te sluiten dat deze link er wel is.

3.4 Resultaten

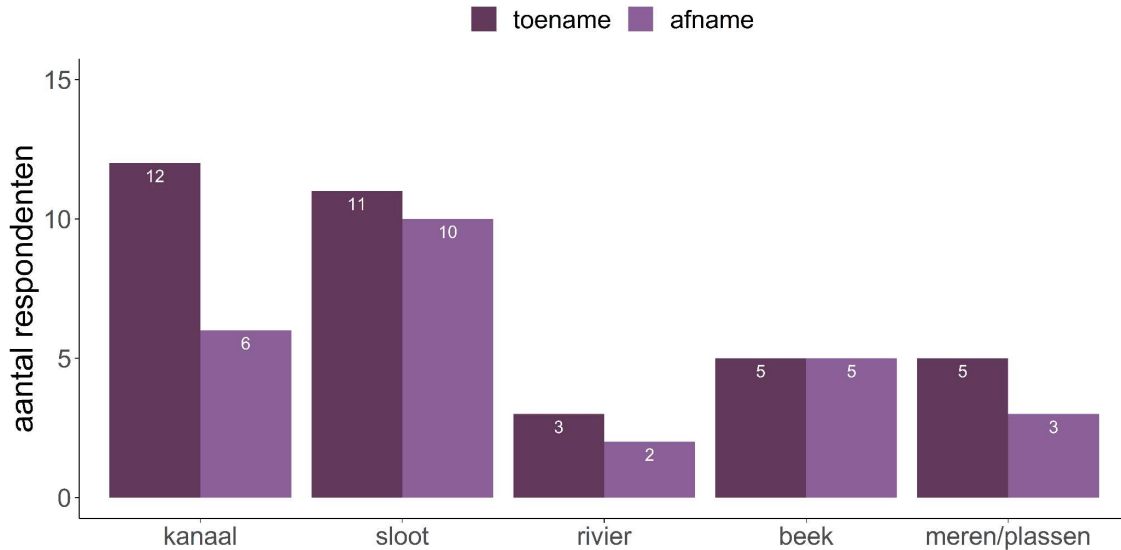
3.4.1 Verspreiding en vestiging

Op de vraag of men een toename of een afname zag van Grote waternevel in de beheerde gebieden kwam 22 keer een antwoord, hierbij is 1x onbekend, 5x (~25%) alleen een toename, 5x (~25%) alleen een afname en 11x (~50%) zowel een toe- als afname beantwoord.

Het watertype dat het meest is genoemd als type waar Grote waternevel toenam zijn de kanalen, 12 van de 16 respondenten gaven aan een toename te zien, gevolgd door de sloten (11 van de 16). Dit zijn dezelfde types als waar de opdrachtgevers de nieuwe NVO's willen aanleggen. Voor alle watertypes geldt dat er vaker een toename van Grote waternevel is gezien dan een afname (Figuur 3.1).

Ook bij een waargenomen afname van Grote waternevel zijn de sloten (10 van de 16) en kanalen (6 van de 16) het meest genoemd door de respondenten. Beken, meren en rivieren worden ongeveer

even vaak weergegeven bij een toename als bij een afname, en minder vaak gekozen door de respondenten als een door Grote waternevel besmet watertype. Waarschijnlijk minder geschikt habitat voor de soort (stroming/ groot open water).

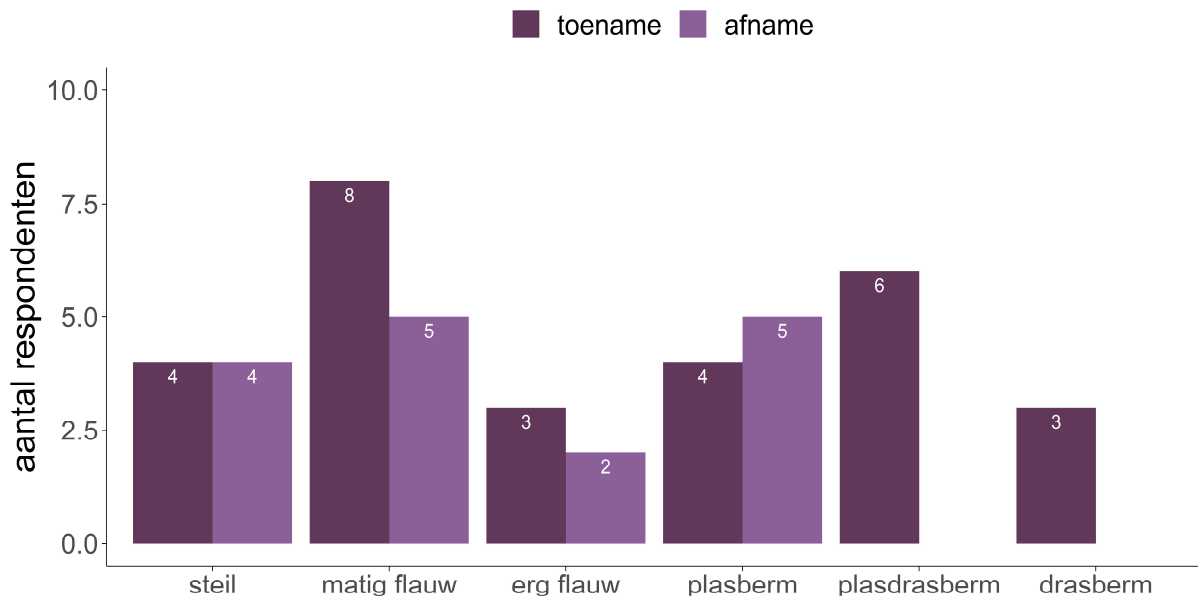


Figuur 3.1. Aantal keer dat een watertype door een respondent werd aangemerkt als een plek waarbij een toe- of afname van Grote waternevel was. Toename: aantal geldige respondenten n= 8, totaal watertypen n=36. Afname: aantal geldige respondenten n=16, totaal watertypen n=26. Het getal in de kolom geeft het aantal keer dat een watertype is ingevuld door een respondent weer, per respondent zijn meerdere watertypes mogelijk.

3.4.2 Watertype en oeverprofielen

In 11 van de 16 ingevulde enquêtes waar Grote waternevel toenam waren ook NVO's aanwezig op de besmette locaties. Het ging hier om matig flauw (8) (1:3-1:6), steil (4) (steiler dan 1:3), plasberm (4), plasdrasberm (5) en drasberm (2). Bij de enquêtes waar Grote waternevel afnam werd 7 keer een NVO genoemd en dit ging om 5 plasbermen, 4 matig flauwe oever, 3 steile oevers en 2 erg flauwe oevers (flauwer dan 1:6). Bij de toename werd 3x aangegeven dat men niet wist of er NVO's waren aangelegd en bij de afname van Grote waternevel werd 4x aangegeven dat men dat niet wist.

Uit de enquête blijkt dat de respondenten bij een toename van Grote waternevel vaker aangeven dat er ook een NVO aanwezig is (12x bij toename vs. 7x bij afname). Het type NVO laat geen duidelijk patroon zien. Er zijn ook NVO's op plekken waar Grote waternevel afneemt, al is dat minder vaak. Het is mogelijk dat het aanleggen van NVO's met flauw talud de toename van Grote waternevel faciliteert, maar dit volgt niet direct uit de resultaten van de enquête. Wel is opvallend dat de plasdrasberm en drasberm alleen worden genoemd bij een toename en nooit bij een afname van Grote waternevel. Deze twee typen NVO's kunnen misschien beter vermeden worden op een locatie waar Grote waternevel aanwezig is.

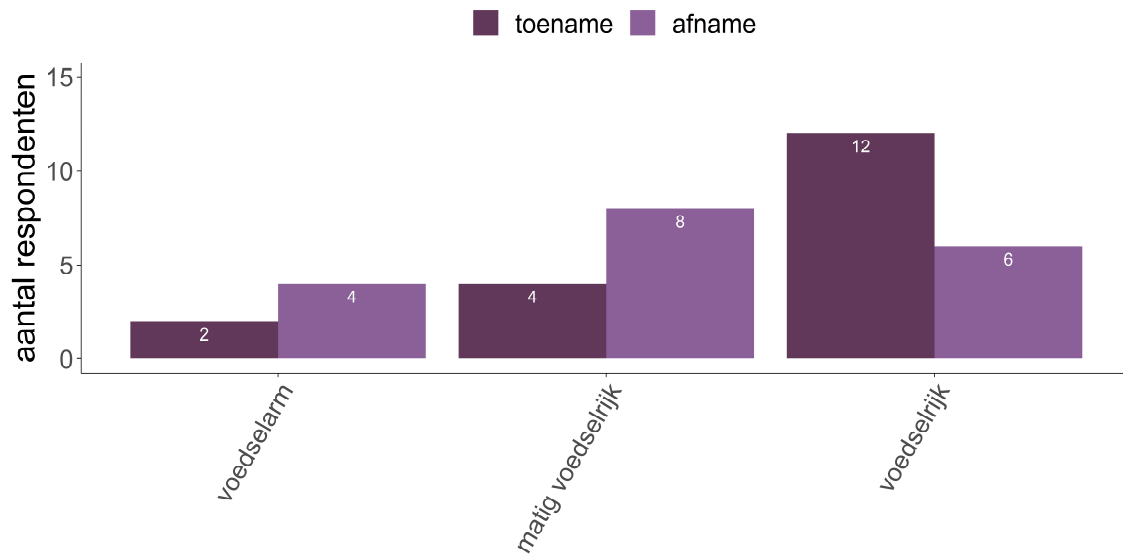


Figuur 3.2. Aantal keer dat een bepaald oeverprofiel door een respondent werd aangemerkt als een plek waarbij een toe of afname van Grote waternevel was. Toename: aantal geldige respondenten n=14. Afname: aantal geldige respondenten n=12. Het getal in de kolom geeft het aantal keer dat een NVO is ingevuld door een respondent weer, per respondent zijn meerdere NVO's mogelijk.

3.4.3 Waterkwaliteit, peil en stroming

3.4.3.1 Waterkwaliteit

Grote waternevel groeit voornamelijk goed in voedselrijk water (zie H2) dus verwachtten we dat de soort vooral in voedselrijke wateren zal toenemen. Uit de enquêtes komt dit ook, we zien dat in voedselarm en matig voedselarm water vaker een afname, dan een toename wordt gemeld, terwijl in voedselrijk water juist vaker een toename (12 van 16) wordt aangegeven (Figuur 3.3). Exacte concentraties voedingsstoffen zijn niet genoemd/gemeten. Dit komt overeen met het literatuuronderzoek: NVO's aanleggen in een voedselarm tot matig voedselrijk water kan helpen om de Grote waternevel besmetting te beperken.



Figuur 3.3. aantal respondenten die heeft aangegeven dat een toe- of afname werd gezien bij een mate van voedselrijkheid. Dit bij zowel een toename van Grote waternavel als bij een afname van Grote waternavel. Toename: respondenten n=16, aantal waterkwaliteitstypen n=18. Afname: respondenten n=14, aantal waterkwaliteitstypen n=18. Het getal in de kolom geeft het aantal keer dat dit type is gekozen weer, per deelnemer zijn meerdere antwoorden mogelijk.

3.4.3.2 Peil

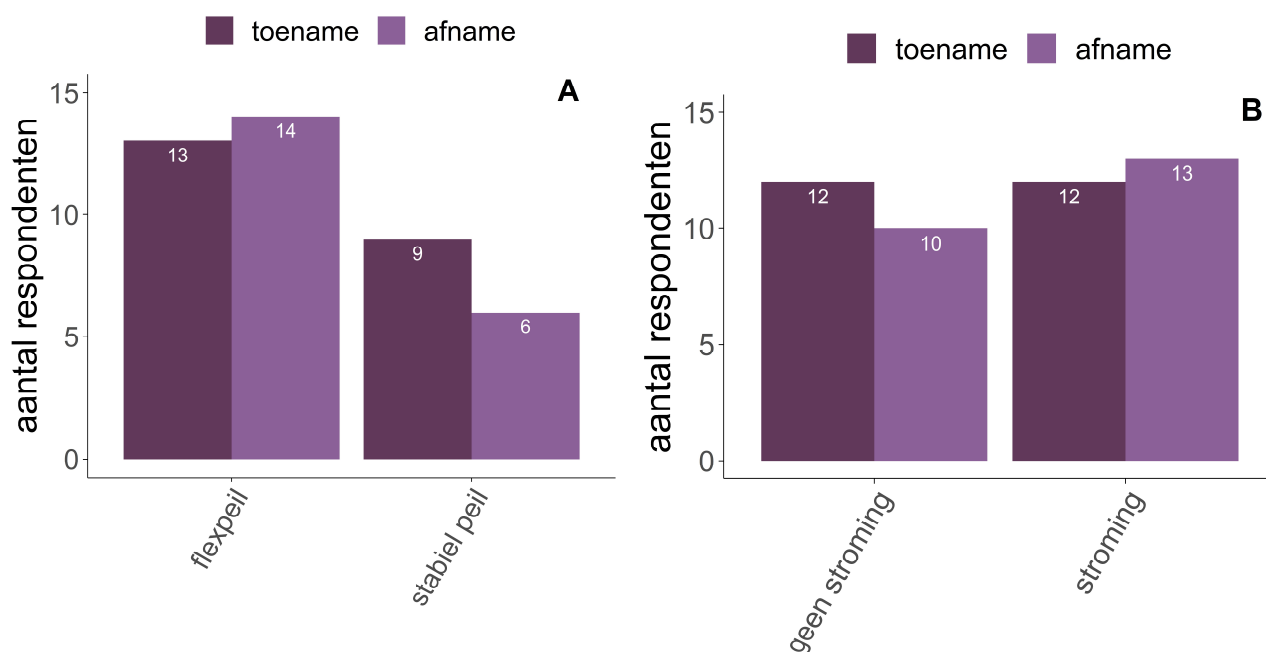
Uit verschillende onderzoeken blijkt dat Grote waternavel, groeiend in de oever, niet goed tegen vorst kan (zie H2), hoewel de soort wel goed kan overwinteren onder water. Een hypothese die hierbij kan worden gesteld is dat laag peil in de winter kan zorgen dat de soort afneemt. Deze afname zou kunnen betekenen dat inheemse planten in het voorjaar meer ruimte krijgen en toe zouden kunnen nemen. Bij hoge hoeveelheid fragmenten van Grote waternavel zou de soort ook snel zelf de open plekken kunnen koloniseren (zie H2). In de enquête werd de vraag gesteld of er een flexpeil of een constant waterpeil is bij de locaties met toe- of afname van Grote waternavel.

Uit de resultaten blijkt niet dat er een eenduidig effect zit van peilbeheer op de toe- of afname van Grote waternavel (Figuur 3.4A). Bij toename van Grote waternavel blijkt dat zowel wisselend peil als constant peil voorkomt, er wordt in de enquête echter geen onderscheid gemaakt in natuurlijk peil vs. tegennatuurlijk peil. Wel geven 3 verschillende respondenten aan dat ze waarnemen dat Grote waternavel bij een natuurlijk fluctuerend peil minder goed groeit. De redenen voor de verminderde groei van Grote waternavel bij natuurlijk fluctuerend peil zijn niet duidelijk.

3.4.3.3 Stroming

Grote waternavel groeit voornamelijk van stilstaand of langzaam stromend water (Pot 2000). Stroming kan wel een belangrijke rol spelen bij de verspreiding van fragmenten van Grote waternavel. Daarom is het ook van belang om te kijken of de soort juist toeneemt bij stroming. Bij stilstaand water kan de hogere temperatuur van het water bijdragen aan een snellere groei, en dus een lokale toename in de bedekking van Grote waternavel. In de enquête is er een vraag over de stroming gesteld om te onderzoeken of Grote waternavel een duidelijk patroon laat zien. Hoewel er iets vaker wordt

aangegeven dat er stroming is op een locatie waar Grote waternavel groeit, is er geen duidelijk patroon gevonden (Figuur 3.4B). Grote waternavel blijkt in zowel stromend als niet stromend water toe te nemen en af te nemen. Wel meldt een respondent dat Grote waternavel bij stilstaand water betere groeit.



Figuur 3.4. A) Aantal keer dat een flexibel peil of stabiel peil werd ingevuld door een respondent als ook een toe- of afname van Grote waternavel werd gemeld (A). Toename peil: respondenten n= 15. Afname: respondenten n=14. Idem voor bij aan- of afwezigheid van stroming (B). Aantal: toename respondenten n=16. Afname respondenten n=16. Het getal in de kolom geeft het aantal keer dat dit type is gekozen weer, per deelnemer zijn meerdere antwoorden mogelijk.

3.4.4 Effecten op (inheemse) flora en fauna

De vraag welk effect de Grote waternavel heeft op de inheemse flora en fauna geeft men aan te zien dat de soort licht wegvangt en andere flora verdringt. Eén persoon ziet op dit moment geen effect op de inheemse vegetatie omdat ze de situatie "beheersbaar" houden. Wel zegt deze persoon: "Mogelijk dat de ontwikkeling van nvo's wel wordt geremd", wat precies bedoeld wordt met deze zin is onduidelijk, maar verwacht wordt dat het over de ontwikkeling van een gewenste oevervegetatie gaat.

3.4.5 Beheer, effecten en tips

Het beheer van de Grote waternavel geeft volgens de respondenten weer meer ruimte aan inheemse soorten en wordt daarom als positief beschouwd. Monitoringsdata die dat aantoont is echter niet beschikbaar/aan ons doorgegeven. De observaties lijken daarmee anekdotisch en doelgericht onderzoek kan hier een betere onderbouwing aan geven. Eén andere persoon geeft aan dat er

frequenter gemaaid wordt dan ze normaal gesproken zouden doen en dat daardoor de oevers deels gereset worden. Het effect van deze reset is niet bekend.

Het advies dat door alle respondenten wordt gegeven is: blijven beheren. Daarnaast wordt geadviseerd om eerst Grote watervlavel te verwijderen, of in ieder geval onder controle te krijgen, voordat een NVO wordt aangelegd. Het eerst onder controle hebben van Grote watervlavel in de bovenstroomse gebieden helpt om (her)besmetting door fragmenten in de nieuwe NVO tegen te gaan. Bij continu inlaat van besmet water is het risico op nieuwe besmettingen groot en zal het verwijderen van Grote watervlavel veel intensiever moeten worden bijgehouden. In dit laatste geval is handmatig bijhouden misschien niet haalbaar. Locaties waar minder besmettingsgevaar is hebben dan ook meer kans van slagen.

3.4.5.1 Menselijk ingrijpen

Naast dat we de deelnemers meerkeuzevragen hebben gegeven hebben we ze ook expliciet gevraagd naar het beheer dat werd uitgevoerd en of ze tips hadden over hoe het beste om kan worden gegaan met Grote watervlavel i.r.t. het aanleggen van een NVO. Alle respondenten geven aan dat grote besmettingen machinaal worden verwijderd (met nazorg) of dat de besmette gebieden handmatig worden nagelopen en dat Grote watervlavel voornamelijk in het groeiseizoen wordt verwijderd. Eén respondent gaf aan dat er het hele jaar door wordt gecontroleerd en verwijderd, deze respondent zag een afname van Grote watervlavel in het betreffende gebied.

Respondenten die in hun gebied een afname zagen van Grote watervlavel noemen dat ze voornamelijk handmatig de plekken nalopen en de Grote watervlavel verwijderen. De deelnemers die aangaven gebieden te hebben waar Grote watervlavel toeneemt en gebieden waar de soort afneemt geven aan dat het beheer niet verschilt per gebied, maar hetzelfde is. Dit suggereert dat eenzelfde beheer niet (alleen) verantwoordelijk is voor de toename of afname van Grote watervlavel en op verschillende locaties verschillende effecten kan hebben.

3.4.5.2 Invloed van kou en peil

Respondenten die alleen een toename zagen in hun gebied(en) gaven aan dat de oevers worden gemaaid voor de winter zodat de vorst de bodem in kan trekken en dat het peil omlaag wordt gezet terwijl het water doorstroomt om door menging de temperatuur van het water laag te houden. Gebruik van vorst (zoals voorgesteld in de literatuur) is dus mogelijk niet een altijd toepasbare oplossing.

3.5 Conclusies uit de enquête

De gegevens uit deze enquête omvatten een groot deel van Nederland en met 30 respondenten uit 24 organisaties en 10 provincies (en 1 Belgische) is de respons waardevol.

De NVO's waar Grote watervlavel toenam lagen in voedselrijk of matig voedselrijk water en de NVO's waar Grote watervlavel afnam lagen voornamelijk in een matig voedselrijk water. NVO's met een toename van Grote watervlavel hadden zowel steile als matig flauwe taluds. Een toename was tevens genoemd in plas-drasbermen. Afnames zijn gemeld in NVO's met alle oevertypes, maar het meest in plasbermen. Oevertype lijst dus niet sturend voor een toe of afname in Grote watervlavel.

Sloten en kanalen werden het meeste genoemd als groeiplek van Grote waternavel. Herinrichtingen in deze wateren zijn dan waarschijnlijk gevoeliger voor woekering van de exoot, ze zijn vaak aangesloten op ander water, waardoor fragmenten wel langs kunnen drijven. Daarnaast zijn deze wateren vaker langzaam stromend en eutroof waardoor Grote waternavel zich makkelijker vestigt.

Er blijven nog veel vragen open staan m.b.t. meest geschikt oeverprofiel en meest geschikt beheer, doordat er geen duidelijke reden voor toe- of afname van Grote waternavel blijkt uit de antwoorden. Hoewel er wel reden is om te onderzoeken of een plasdrasberm en drasberm inderdaad beter niet aangelegd kunnen worden, aangezien bij die NVO vaker een toename in Grote waternavel is genoemd. De andere type NVO's worden zowel bij toename als afname van Grote waternavel genoemd; deze laten geen duidelijk patroon zien/voorkeur van Grote waternavel voor een bepaald profieltype.

Er zijn geen uniforme patronen gevonden voor de toe- of afname van Grote waternavel in stroming en peilbeheer. Een aantal respondenten geven aan dat Grote waternavel bij natuurlijk fluctuerend peil minder goed groeit dan bij stilstaand water.

Voedselrijk water lijkt een grotere kans te bieden voor Grote waternavel om snel uit te groeien tot dichte matten. Bij voedselrijk water is beheer/eliminatie waarschijnlijk lastiger, ook bij de aanleg van een nieuwe NVO. Verder zijn er geen specifieke best practices voor beheer naar voren gekomen om de soort te beheersen. De antwoorden reflecteren voornamelijk wat in de literatuur terug te vinden is en er is weinig nieuwe informatie uit het veld naar voren gekomen. Wel heeft de enquête de suggesties uit de literatuur (anekdotisch) getoetst/gespiegeld aan de Nederlandse situatie.

Advies van de meeste respondenten is blijven beheren van de Grote waternavel en bij aanleg van een NVO de soort goed verwijderen (red.: en af te voeren door erkend bedrijf) en nazorg blijven uitvoeren. De optimale manier van een NVO aanleggen en deze aanleg opvolgen met het juiste beheer zal per type NVO en per locatie verschillen. Hierbij spelen factoren zoals het watertype waarbij de NVO wordt aangelegd, de water- en bodemkwaliteit, het lichtklimaat en de overige aanwezige flora, als ook de hydrologische doelen een grote rol. Zo zal op voedselrijkere plekken met grotere besmetting Grote waternavel, weinig hydrologische ruimte waarschijnlijk frequenter beheer en afvoer nodig zijn (tevens duurder), dan op plekken met lagere voedselrijkdom, minder Grote waternavel en overdimensionering van de watergang.

4 Data-analyse veldinventarisatie

4.1 Methode

Bij de start van het project werd verwacht dat de literatuurstudie en enquête ten minste enkele kennisleemten zouden overlaten. Daarom is besloten om in 2022 alvast een aantal watergangen met Grote watervlakte te bemonsteren. In 2023 kwamen daar nog een aantal nieuwe watergangen bij. Er is voor gekozen om hierbij een NVO te vergelijken met een nabijgelegen niet-heringerichte (referentie) oever in dezelfde waterloop (vergelijkbaar met onderzoek Verhofstad et al. 2022). Zo zijn de twee oevers te vergelijken en is de, vaak afwezige, informatie van voor aanleg van de NVO niet essentieel om toch uitspraken te kunnen doen over de verschillen tussen een NVO vs een niet-heringerichte oever. De huidige kwaliteit wordt paarsgewijs vergeleken. Verwacht wordt dat waterkwaliteit en aanwezige soortenpool van elk oeverpaar (NVO-REF) weinig zal verschillen, daarom kunnen we focussen op het verschil in inrichting.

4.1.1 Locaties

In het voorjaar van 2022 zijn 10 NVO-trajecten vastgesteld met een nabijgelegen niet-heringerichte referentie. Van de trajecten liggen er 3 bij de Beekse waterloop (Waterschap De Dommel en 7 bij het Koningsvliet (Waterschap Aa en Maas) (figuur 1.1, Tabel 4.1). In 2023 zijn daar nog 5 trajecten bij gekomen, 2 bij de Graafsche raam en 3 bij de Laarakkerse waterleiding (beide locaties bij Waterschap Aa en Maas). De trajecten bij de Dommel bestaan allemaal uit een paar van een NVO, met een heel flauw talud (flauwer dan 1:6), en een steil referentie traject. Bij waterschap Aa en Maas zijn er verschillende types NVO's; heel flauw (1:6 of flauwer), matig flauw (flauwer dan 1:3, steiler dan 1:6), steil (steiler dan 1:3) en plasberm. Voor matig flauwe- en steile NVO-type zijn 3 replica's, voor heel flauw NVO type zijn 6 replica's en voor de plasberm is 1 replica geïnventariseerd binnen dit onderzoek. Enkele NVO's gebruiken dezelfde referentie. Alle trajecten worden beheerd op Grote watervlakte. Trajecten met Grote watervlakte zonder beheer zijn buiten beschouwing gelaten vanwege de hoeveelheid replica's die dan nodig zouden zijn.

De trajecten zijn uitgezocht omdat ze allemaal vergelijkbare basiskarakteristieken hebben en veel aanwezig zijn in de beheergebieden van beide waterschappen. Het zijn allemaal M1a wateren (KRW-watertype), met uitzondering van de Luisbroekse wetting (M3, tabel 4.1), de Laarakkerse waterleiding en de Graafsche raam (beide R20-type). De bemonsterde R-type wateren stromen echter langzaam (pers. com. Jelle Touwen, 9 juni 2023) en zullen dus qua functioneren dicht tegen M-typen zullen zitten. Andere basiskarakteristieken zijn dat deze trajecten ongeveer een meter diep zijn, en dat deze vrijwel niet worden beschadwd (max 5%). Deze eigenschappen zijn zodanig gelijkwaardig dat de trajecten dus ook goed met elkaar vergeleken kunnen worden. De trajecten liggen ook in vergelijkbare watertypen met de wateren waar de NVO's gepland zijn (voor meer detailinformatie zie Bijlage 4).

Op alle trajecten zijn de waterplantenbemonsteringen (volledige methode) en macrofaunabemonstering (QuickScan-methode) conform KRW-richtlijnen uitgevoerd door Aquon. In de opnamen was extra aandacht voor de besmetting met Grote watervlakte. Zo is de breedte van de besmetting haaks op de oever, de totale bedekking in % en m² genoteerd. Verder is beschreven of er bloei, zaadzetting of losdrijvende fragmenten aangetroffen zijn. Daarnaast is ook genoteerd hoeveel Grote watervlakte (%-bedekking) in de omgeving (250m om het traject) aanwezig was. De

inventarisatietrajecten besloegen 100m en oever- en waterzone werden bemonsterd. Aan de hand van de gegevens zijn, op basis van het geldende KRW-watertype, EKR-scores voor de planten berekend d.m.v. Aquokit (met KRW-maatlatten, versie 2018). Een paar van NVO en referentie hadden altijd hetzelfde KRW-watertype waardoor de EKR-score met dezelfde methode voor hetzelfde watertype is berekend. Ditzelfde geldt ook voor de uitgevoerde QuickScan ecologische kwaliteit voor macrofauna. De opnamen zijn begin augustus 2022, begin Juni 2023 en begin september 2023 in een periode van een paar dagen uitgevoerd. Verder zijn de oeverprofielen van de trajecten gemeten deze zijn terug te vinden in Bijlage 5.

Tabel 4.1. Overzicht van het waterschap en locatie van de trajecten inclusief jaar van aanleg NVO, type NVO, KRW-type, oriëntatie van de oever en het gemiddelde peil in m NAP in de zomer en de winter. Zie ook bijlage 4.

waterschap	traject nummer	trajecttype	jaar aanleg	locatie	sloot	KRW-type	gemiddeld peil (m NAP)	
							zomer	winter
De Dommel	1.1	referentie	n.v.t.	Bikkelkampen	Beekse waterloop	M1A	9.95	9.8
De Dommel	1.2	heel flauw	1998	Bikkelkampen	Beekse waterloop	M1A	9.95	9.8
De Dommel	2.1	referentie	n.v.t.	Vossenbergweg	Beekse waterloop	M1A	12.8	12.9
De Dommel	2.2	heel flauw	2020	Vossenbergweg	Beekse waterloop	M1A	12.8	12.9
De Dommel	3.1	referentie	n.v.t.	Duykenpaalse Heiweg	Beekse waterloop	M1A	13.22	13.32
De Dommel	3.2	heel flauw	1998	Duykenpaalse Heiweg	Beekse waterloop	M1A	13.92	13.8
Aa en Maas	4.1	referentie	n.v.t.	de Steenbeemden	Luisbroekse wetering	M3	1.52	1.37
Aa en Maas	4.2	matig flauw	2012	de Steenbeemden	Luisbroekse wetering	M3	1.52	1.37
Aa en Maas	4.3	referentie	n.v.t.	de Steenbeemden	Luisbroekse wetering	M3	1.1	0.8
Aa en Maas	4.4	matig flauw	2012	de Steenbeemden	Luisbroekse wetering	M3	1.1	0.8
Aa en Maas	5.1	referentie	n.v.t.	Heusdense weg	Koppelsloot	M1A	0.54	0.45
Aa en Maas	5.2	steil	2020	Heusdense weg	Koppelsloot	M1A	0.54	0.45
Aa en Maas	5.3	referentie	n.v.t.	Heusdense weg	Koppelsloot	M1A	0.54	0.45
Aa en Maas	5.4	steil	2020	Heusdense weg	Koppelsloot	M1A	0.2	0.03
Aa en Maas	6.1	referentie	n.v.t.	Gementweg, Cromvoirt	Nieuwe Bossche sloot	M1A	1.85	1.65
Aa en Maas	6.2	matig flauw	2005	Gementweg, Cromvoirt	Nieuwe Bossche sloot	M1A	1.85	1.65
Aa en Maas	6.3	plasberm	2005	Gementweg, Cromvoirt	Nieuwe Bossche sloot	M1A	1.57	1.26
Aa en Maas	6.4	steil	2016	Gementweg, Cromvoirt	Nieuwe Bossche sloot	M1A	1.57	1.26
Aa en Maas	7.1	referentie	n.v.t.	Escharen	Graafsche Raam	R20	7.15	7.15
Aa en Maas	7.2	heel flauw	2011	Escharen	Graafsche Raam	R20	7.15	7.15
Aa en Maas	8.1	referentie	n.v.t.	Haps	Laarakkerse waterleiding	R20	9.2	9.2
Aa en Maas	8.2	heel flauw	2019	Haps	Laarakkerse waterleiding	R20	9.2	9.2
Aa en Maas	8.3	heel flauw	2019	Haps	Laarakkerse waterleiding	R20	9.2	9.2

4.1.2 Statistiek

Om te bepalen wat het verschil is tussen een type NVO en diens niet-heringerichte referentie, zijn gepaarde t-testen uitgevoerd op alle kwaliteitsvariabelen en besmettingsgraad van Grote waternavel (tabel 4.2). Hierbij zijn de gemiddelde verschillen in deze variabelen tussen de NVO's en hun bijbehorende referenties getoetst. Hierdoor kan de meerwaarde van een NVO ingeschat worden t.o.v. de niet heringerichte referentie. De drie meetronden (zomer 2022, voorjaar & najaar 2023) zijn hiervoor gemiddeld om een representatiever beeld te geven van de kwaliteit van elk traject. Soms waren er missende gegevens, die gaan niet goed samen met een gepaarde t-test, dus hier is ervoor gekozen om alleen de twee opname momenten die compleet zijn te testen. Dit geldt voor de steile en de heel flauwe NVO-oever paren. Bij de steile NVO-oeverparen zijn voor traject 5.1-5.4 per abuis de planten in juni 2023 niet opgenomen. De QS-score macrofauna is wel iedere keer opgenomen. Bij de heel flauwe oevers zijn er in 2023 vier nieuwe NVO's met referentie bijgekomen, deze trajecten (7.1-8.3) hebben dus alleen twee opnamen in 2023. De resultaten staan in H4.2.1.

Om de verschillen tussen NVO-typen te testen is er een repeated measures ANOVA¹ uitgevoerd op de kwaliteitsvariabelen (vb. EKR-score, soortenrijkdom, bedekking Grote waternavel, etc.) met 'type oever' en tijd als verklarende variabele (H4.2.2 - 4.2.5). De EKR-score voor flora en de QS-score voor macrofauna zijn ook in een lineair model getest en hierbij uitgezet tegen de gemiddelde geschatte besmetting van Grote waternavel (H4.6).

Het maaibeheer zoals aangeleverd door de waterschappen is alleen in detail bekend voor 2023 en lijkt bij elke locatie grotendeels gelijkwaardig te zijn, waardoor er geen verschillen worden verwacht in de resultaten door verschillend beheer.

4.2 Resultaten

4.2.1 Meerwaarde NVO (versus bijbehorende referentie)

In eerste instantie is een gepaarde t-test uitgevoerd per NVO-referentie koppel om de kwaliteit en Grote waternavelbesmetting van de NVO te vergelijken met die van diens referentie (Tabel 4.2). Gemiddeld verschillen de NVO's weinig met de bijbehorende referentie voor de kwaliteitsvariabelen. NVO's met hele flauwe oevers hadden als enige een statistisch significant hoger aantal plantensoorten dan in de bijbehorende referentie watergangen (5.6 soorten meer in water- & oeverzone, gepaarde t-test, $p < 0.05$), waarvan gemiddeld 4.6 soorten meer in de oeverzone (gepaarde t-test, $p < 0.05$; tabel 4.2; vergelijkbaar resultaat met onderzoek Verhofstad et al. 2022). Verder zijn geen statistisch significante verschillen tussen NVO's en hun nabijgelegen referentie gevonden voor de onderzochte kwaliteitsvariabelen in de onderzochte locaties (Tabel 4.2).

Wel zijn er rekenkundige gemiddelde verschillen gevonden die door de verschillen tussen locaties niet statistisch significant bleken. Bij matig flauwe oevers werden in de referenties meer planten- en macrofaunasoorten gevonden dan in de oevers van de bijbehorende NVO. Voor de plantensoorten zat dit vooral in het aantal plantensoorten in de oeverzone. Het is onduidelijk waar dit door komt maar beide resultaten zijn niet statistisch significant. De bedekking van Grote waternavel is echter bij de referentie ook hoger dan bij de matig flauwe oever. Gemiddeld genomen zien we dat er in de steile NVO voornamelijk een kleine toename in oeversorten zit (maar niet statistisch significant). Van de drie steile NVO's liggen er twee in hetzelfde gebied, de twee referenties op deze plek hebben een betere EKR-score dan de NVO's. In de waterzone neemt het aantal plantensoorten niet toe. De EKR-

¹ een mixed model geeft dezelfde uitkomsten, dus bij repeated measures ANOVA gebleven

score voor planten was gemiddeld over alle typen niet hoger in de NVO's ten opzichte van de referenties.

Tabel 4.2 Resultaat van de paired T-test van NVO tegen de referentie. Een positieve waarde betekend een gemiddelde verhoging van de waarde bij de NVO ten opzichte van de referentie, een negatieve waarde een gemiddelde verlaging. Een vetgedrukt getal met een gele vulling heeft een p-waarde van < 0.05. Aangezien slechts één plasberm opgenomen is was statistiek niet mogelijk.

kwaliteitsvariabelen	Heel flauw	Matig flauw	Steil	Plasberm	Totaal
EKR-score	0.06	-0.11	0.01	-0.87	0.00
aantal planten soorten	5.64	-4.56	1.28	3.00	2.08
aantal plantensoorten oeverzone	4.58	-4.67	0.72	-1.33	1.10
aantal plantensoorten waterzone	1.08	-0.22	0.39	-0.67	0.49
totale plantbedekking oeverzone	1.64	4.78	-2.17	-2.67	1.15
totale plantbedekking waterzone	2.58	-3.44	6.72	-2.00	1.79
Quickscanscore macrofauna	2.33	-5.00	-4.00	-2.67	-1.21
aantal taxa macrofauna (hoofdgroepen opgenomen in Quickscan)	-0.25	-3.44	-0.67	-2.00	-1.22
bedekking Grote watervlakte (m ²)	0.33	35.33	42.33	200.00	43.40
besmetting Grote watervlakte (%)	-0.33	7.11	10.56	23.33	5.72
besmettingsbreedte Grote watervlakte	0.33	-10.00	-7.00	25.00	-2.50

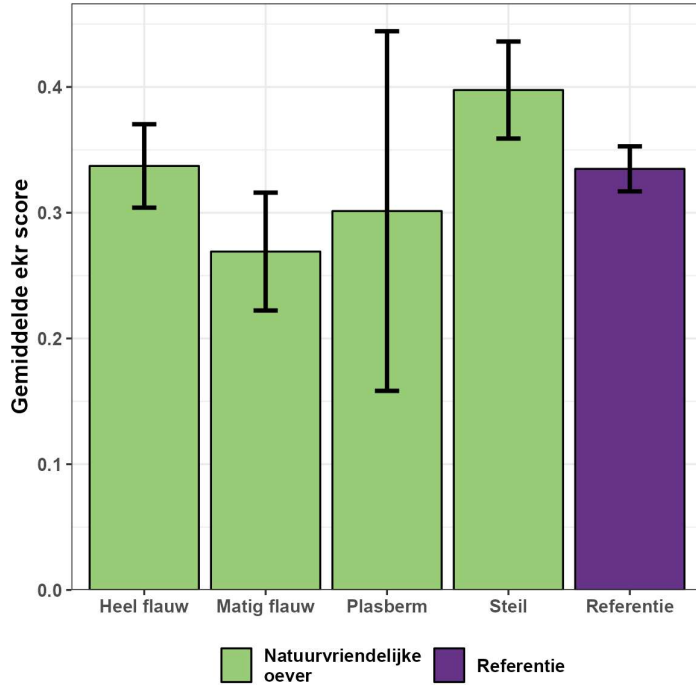
4.2.2 Gemiddelde EKR-score per oevertype

De EKR-scores verschilde statistisch niet tussen de verschillende type NVO's/oeverinrichtingen (figuur 4.1, $p=0.163$). Op basis van deze analyse is geen harde uitspraak te doen welk oeverprofiel de hoogste kwaliteit voor EKR-planten oplevert (let op: beperkte steekproef per oevertype beschikbaar). De EKR-scores van de onderzochte trajecten zijn vrijwel allemaal onvoldoende (tabel 4.3; matig, ontoereikend of slecht). Opvallend is dat er verschillen in de EKR-klasse te zien zijn voor hetzelfde traject tussen de verschillende meetmomenten. Het lijkt erop dat in augustus 2022 de meeste trajecten beter scoorden dan in juni en september van 2023. Tussen juni en september in 2023, dus in hetzelfde jaar, zitten ook verschillen in de EKR-klasse van een traject (veelal 1 kwaliteitsklasse verschil). Bij traject 4.1 is in juni 2023 bijvoorbeeld een hoge abundantie van submerse planten te zien, waardoor de abundantie van groeivormen bijdraagt aan de EKR-klasse goed, terwijl in augustus 2022 en september 2023 deze submerse soorten veel minder aanwezig zijn. Op deze locatie is veel riet waargenomen, riet kan ook een erg dominante vegetatie vormen waardoor andere soorten geen kans krijgen en daarmee de EKR-score laag houden.

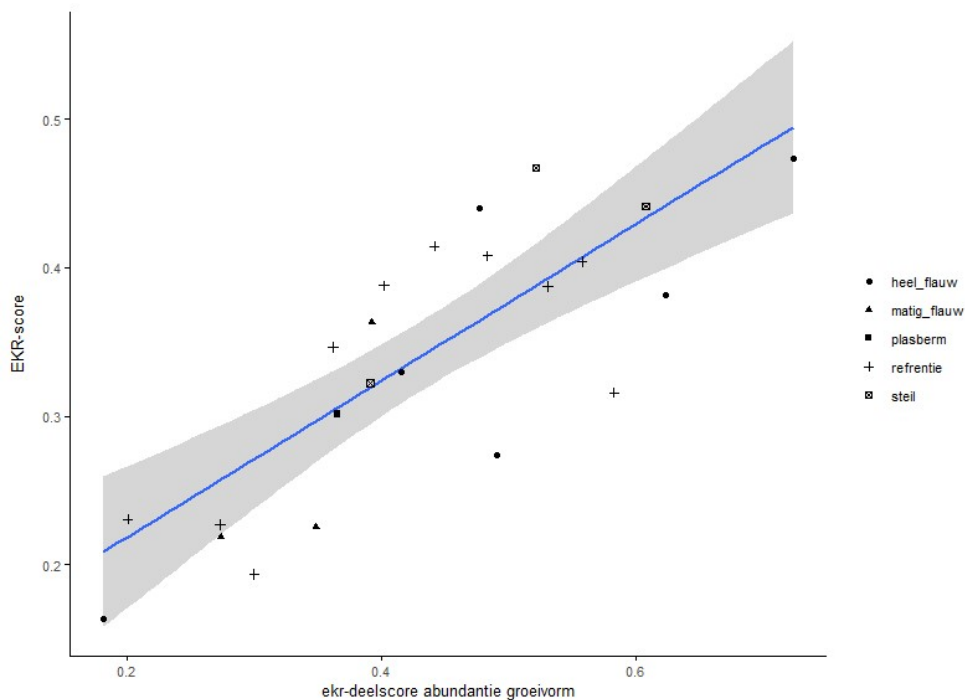
De EKR-score wordt bepaald door de abundantie van de verschillende groeivormen van planten, en door de soortensamenstelling, waarbij er gewenste soorten aanwezig moeten zijn. Wanneer we gaan kijken naar de EKR-deelscore 'abundantie van de groeivorm' (figuur 4.2) zien we dat er een duidelijke correlatie is tussen hoe abundant de verschillende groeivormen (submers, drijvend, emers) voorkomen en de EKR-score van de trajecten. Bij minder diversiteit in groeivormen is de EKR-score lager, dit is onderdeel van de EKR-score voor planten en dus ook niet verrassend. Voor alle trajecten geldt dat het aantal gewenste soorten ook erg laag is (minder dan 10 gewenste soorten). Er zijn misschien wel veel soorten aanwezig, maar deze soorten tellen dan niet of negatief mee met de EKR-score voor het huidige watertype. Voornamelijk woekersoorten en exoten tellen negatief mee.

Tabel 4.3 EKR-klasse flora per traject per meetmoment. NA bij traject 5 geeft aan dat de vegetatie op dat moment niet opgenomen is door Aquon. Trajecten 7 en 8 zijn pas in 2023 toegevoegd aan het project.

traject_nr	traject_type	oevertype	augustus 2022	juni 2023	september 2023
1.1	ref	ref_steil	Ontoereikend	Ontoereikend	Slecht
1.2	NVO	heel_flauw	Ontoereikend	Slecht	Slecht
2.1	ref	ref_steil	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
2.2	NVO	heel_flauw	Matig	Matig	Ontoereikend
3.1	ref	ref_steil	Ontoereikend	Slecht	Ontoereikend
3.2	NVO	heel_flauw	Matig	Ontoereikend	Ontoereikend
4.1	ref	ref_steil	Ontoereikend	Goed	Ontoereikend
4.2	NVO	matig_flauw	Ontoereikend	Slecht	Slecht
4.3	ref	ref_steil	Matig	Ontoereikend	Ontoereikend
4.4	NVO	matig_flauw	Matig	Ontoereikend	Ontoereikend
5.1	ref	ref_steil	Matig	NA	Ontoereikend
5.2	NVO	steil	Goed	NA	Ontoereikend
5.3	ref	ref_steil	Matig	NA	Ontoereikend
5.4	NVO	steil	Matig	NA	Matig
6.1	ref	ref_steil	Matig	Ontoereikend	Ontoereikend
6.2	NVO	matig_flauw	Ontoereikend	Slecht	Slecht
6.3	NVO	plasberm_ondiep	Matig	Slecht	Ontoereikend
6.4	NVO	steil	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
7.1	ref	ref_steil	NA	Ontoereikend	Matig
7.2	NVO	heel_flauw	NA	Matig	Matig
8.1	ref	ref_steil	NA	Ontoereikend	Ontoereikend
8.2	NVO	heel_flauw	NA	Ontoereikend	Ontoereikend
8.3	NVO	heel_flauw	NA	Ontoereikend	Matig



Figuur 4.1. Gemiddelde (+/-SE) EKR-score voor planten per oevertype (eerste vier zijn NVO's), heel flauw n=18, matig flauw n=9, steil n=9, plasberm n=3, (steile) referentie n=24 (n = oevertype x tijd). De verschillen in EKR-scores tussen de typen oeverprofielen zijn met een repeated measures ANOVA getest en alles was niet statistisch significant ($p = 0.163$).

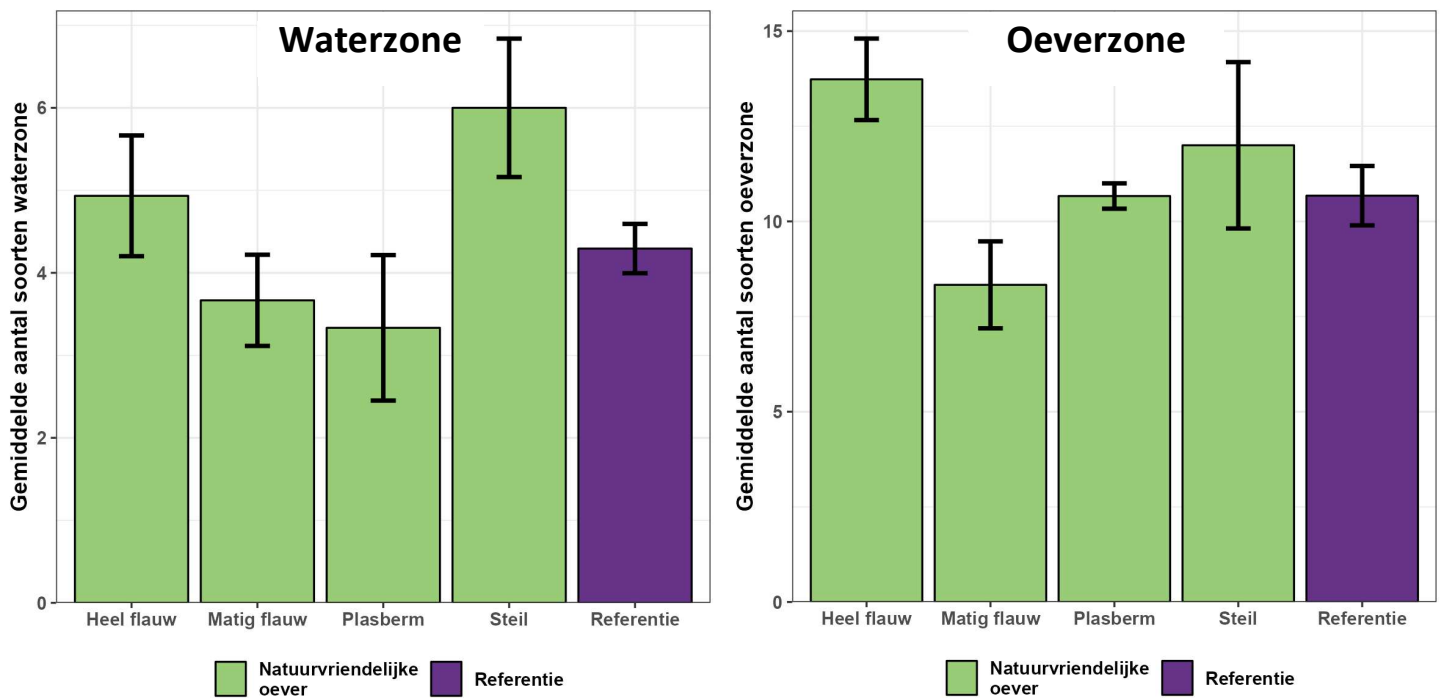


Figuur 4.2. EKR-score ten opzichte van de deelscore abundantie groeivorm met een lineair model (lijn) met 95% betrouwbaarheidsinterval (grijs), $p = 1.61E-15$.

4.2.3 Aantal plantensoorten per oevertype

Tussen de verschillende NVO-types is geen statistisch verschil gevonden voor het aantal aanwezige plantensoorten (figuur 4.3). In de oever zijn gemiddeld rond de 10 plantensoorten gevonden en in de waterzone gemiddeld ongeveer 5 soorten. Dit is vrij laag (zie ook: Verhofstad et al. 2022). Wat opvalt is dat locaties waar weinig plantensoorten voorkomen (10 of minder) vooral gedomineerd lijken te worden door ruigtesoorten als riet of liesgras (Tansley-klasse 7 of hoger).

De plantensoorten die het meest zijn aangetroffen in de oeverzone zijn soorten van voedselrijker milieu, zoals Liesgras en Riet. Ook Lisdodde, Grof hoornblad en Schedefonteinkruid werd op sommige plekken veel aangetroffen. In 2022 werd in het water van de meeste trajecten een aanzienlijke abundantie Grof hoornblad aangetroffen; een indicator van voedselrijk, stilstaand water. In 2023 werd deze soort minder waargenomen. De indicatie dat de trajecten in voedselrijk water liggen wordt verder ondersteund door de nutriëntwaarden van het oppervlaktewater die voor, midden in het groeiseizoen, nog aanzienlijk waren (PO_4 = gemiddeld 1.9mg/L, SD = 2.7; NO_3 = gemiddeld 3.5mg/L, SD = 3.2).



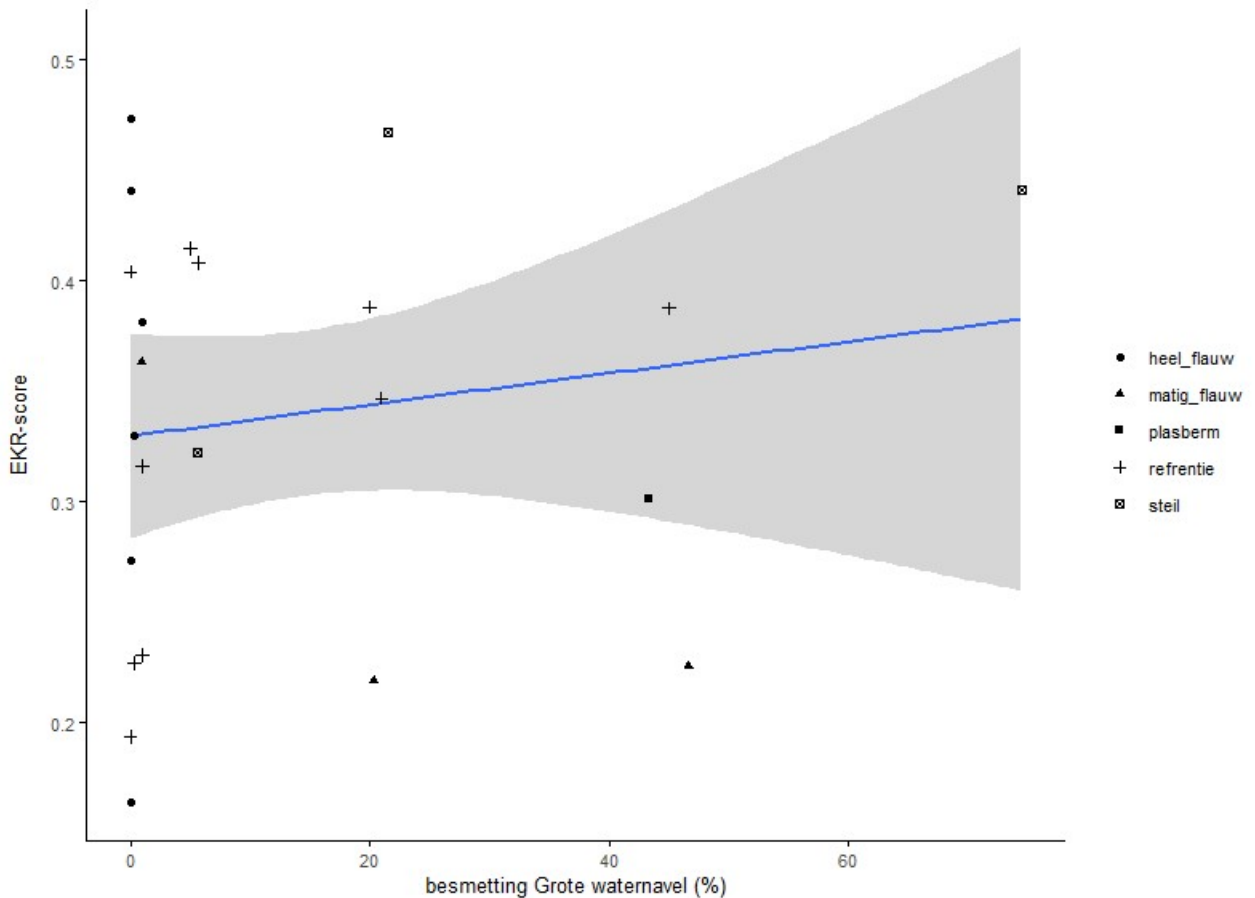
Figuur 4.3. Gemiddelde (+/- SE) aantal plantensoorten per type NVO en de (steile) referenties voor linker figuur de waterzone en rechter figuur de oeverzone, heel flauw n=18, matig flauw n=9, steil n=9, plasberm n=3, (steile) referentie n=24 (n = oevertype x tijd). De typen oeverprofielen zijn met een repeated measures ANOVA getest, voor de oeverzone en waterzone is er geen verschil tussen type NVO. Oeverzone: p-waarde = 0.968, waterzone: p-waarde = 0.064.

4.2.4 Besmetting Grote waternevel en plantensoorten

Als de EKR-score uitgezet wordt tegen de bedekking Grote waternevel valt op dat er geen duidelijke correlatie is tussen gemiddelde EKR-score en besmetting van Grote waternevel in onderzochte trajecten (Figuur 4.3, Im, p-waarde =0.542); de grote onzekerheidsmarges laten dat ook

zien (grijze gebied Figuur 4.4). Let wel, dat de EKR-score overall nog niet voldoende of goed was. Wat verder opvalt is dat bij meer dan de helft van de vegetatieopnames de bedekking Grote waternavel relatief laag was (<10%) en dat de variatie in EKR-score daar alsnog groot was, waarschijnlijk beïnvloed door andere factoren.

De locatie 'Nieuwe Bossche sloot' bij de Gementweg is de locatie met de grootste besmetting van Grote waternavel (traject 6.1-6.4). Deze locatie heeft echter niet een opvallend lagere EKR-score of beduidend minder plantensoorten dan andere locaties.



Figuur 4.4. De EKR-score voor planten uitgezet tegen de besmetting van Grote waternavel (%) met een lineair model (lijn) met 95% betrouwbaarheidsinterval (grijs), p-waarde > 0.542.

4.2.5 Macrofauna (EKR en aantal families) per oevertype

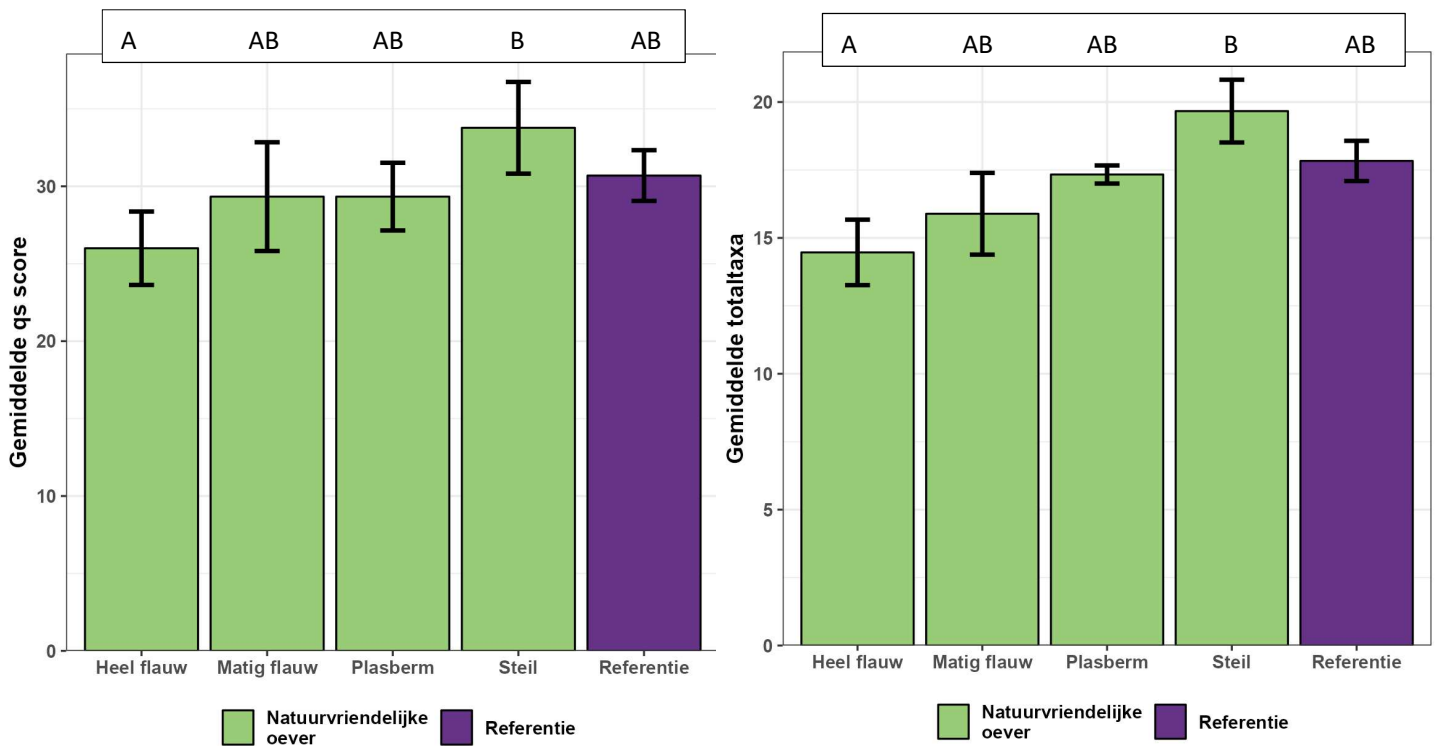
De QuickScan-score macrofauna verschilde gemiddeld statistisch significant tussen oevertypes (Figuur 4.5A). Dit statistische verschil zit tussen heel flauwe en de steile NVO's ($p=0.00095$). Hetzelfde geldt voor het aantal quickscan-taxa ($p=0.00069$). De steile NVO's hebben gemiddeld zowel een hogere QS-score als een hoger aantal families dan de heel flauwe oevers.

De gevonden verschillen lijken niet direct toegeschreven te kunnen worden aan Grote waternavel. Er is namelijk wel een statistisch significante correlatie gevonden tussen de QuickScan-score macrofauna en de besmetting van Grote waternavel (Figuur 4.6), maar de verklarende waarde (R^2) is erg laag (0.0405), waardoor deze correlatie de meeste variatie van de QS-score dus niet verklaard.

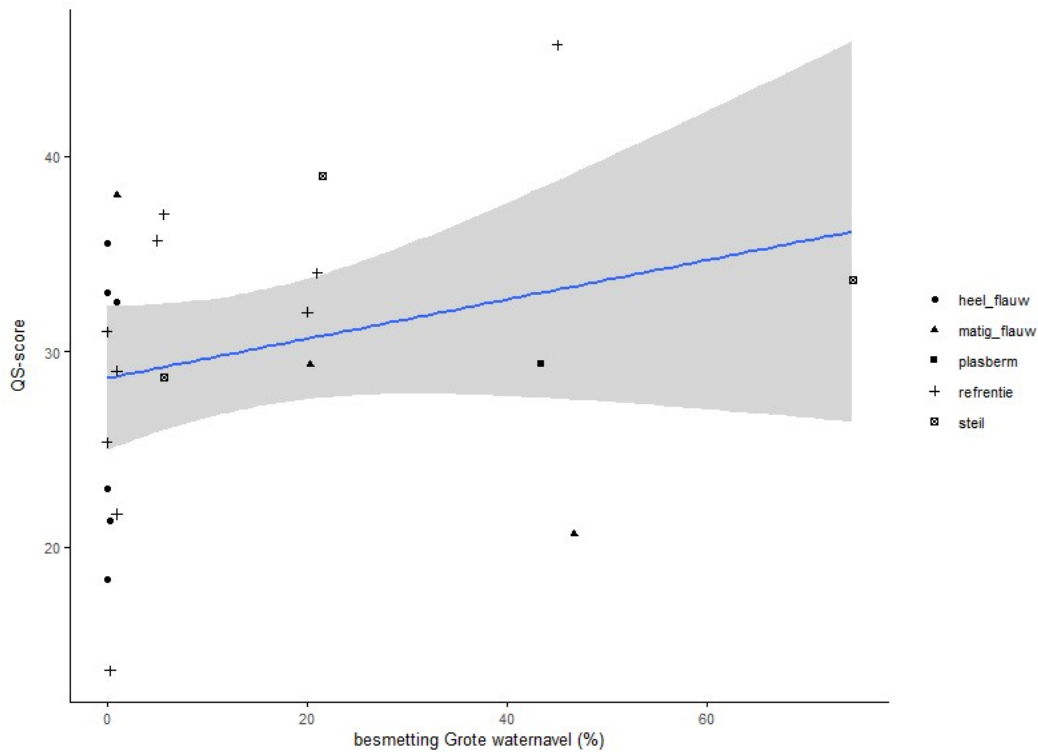
Deze score wordt dus grotendeels bepaald door andere, onbekende, factoren.

Tussen het aantal gevonden families (Figuur 4.7) en de bedekking Grote wateravel is een trend, maar geen harde statistische correlatie gevonden. Ook hier wordt weinig variatie verklaard door dit model ($R^2 = 0.034$). In de QuickScan worden ook maar een beperkt aantal taxa (groepen van soorten/families) onderscheiden, wat een duidelijke correlatie met het aantal taxa ook lastiger maakt dan wanneer de volledige macrofauna bemonstering is uitgevoerd.

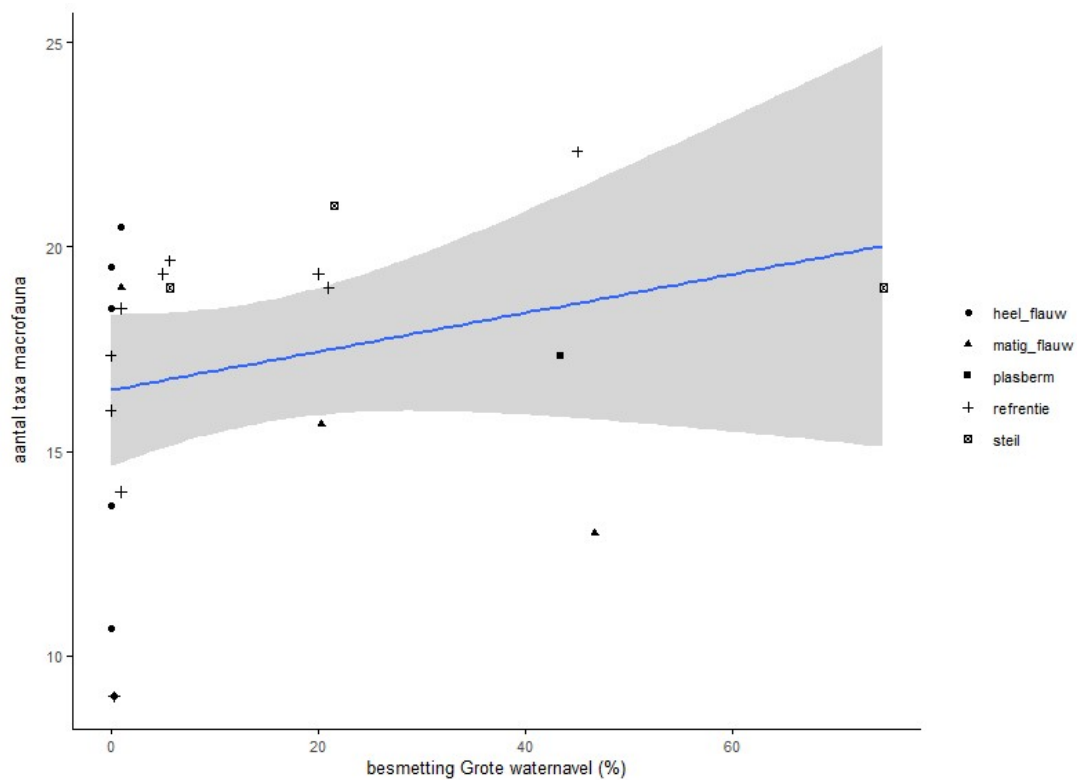
Over het algemeen scoren de trajecten ook voor macrofauna in de QuickScan ecologische kwaliteitsklasse 'matig' of 'slecht' en hebben de verschillen tussen opnamemomenten (tabel 4.4) waarschijnlijk meer met andere factoren te maken dan met de besmetting van Grote wateravel.



Figuur 4.5. Gemiddelde waarde (+/- SE) per type NVO en de referenties voor linker figuur) de macrofauna QuickScan score en rechter figuur) het aantal gevonden macrofauna taxa (hoofdgroepen uit de QuickScan), heel flauw n=18, matig flauw n=9, steil n=9, plasberm n=3, (steile) referentie n=24 (n = oevertype x tijd). De NVO's zijn met een repeated measures ANOVA: QuickScan score: p = 0.0.00151, Aantal families macrofauna: p-waarde = 0.0.00122.



Figuur 4.6. De QuickScanscore voor macrofauna uitgezet tegen de besmetting van Grote wateravel (%) met een lineair model (lijn) met 95% betrouwbaarheidsintervallen (p -waarde = 0.0546, $R^2 = 0.0405$).



Figuur 4.7. Het aantal families macrofauna uitgezet tegen de besmetting van Grote wateravel (%) met een lineair model (lijn) met 95% betrouwbaarheidsintervallen (p -waarde = 0.07, $R^2 = 0.034$).

Tabel 4.4 QS-klasse macrofauna per traject per meetmoment. Trajecten 7 en 8 zijn pas in 2023 toegevoegd aan het project.

traject_nr	traject_type	oevertype	augustus 2022	Juni 2023	september 2023
1.1	ref	steil	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
1.2	nvo	heel_flauw	Ontoereikend	Slecht	Ontoereikend
2.1	ref	steil	Ontoereikend	Slecht	Slecht
2.2	nvo	heel_flauw	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
3.1	ref	ref_steil	Slecht	Ontoereikend	Ontoereikend
3.2	nvo	heel_flauw	Ontoereikend	Ontoereikend	Slecht
4.1	ref	steil	Goed	Ontoereikend	Ontoereikend
4.2	nvo	matig_flauw	Goed	Ontoereikend	Ontoereikend
4.3	ref	steil	Matig	Ontoereikend	Ontoereikend
4.4	nvo	matig_flauw	Ontoereikend	Matig	Ontoereikend
5.1	ref	steil	Matig	Goed	Ontoereikend
5.2	nvo	steil	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
5.3	ref	steil	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
5.4	nvo	steil	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
6.1	ref	steil	Ontoereikend	Matig	Ontoereikend
6.2	nvo	matig_flauw	Ontoereikend	Ontoereikend	Slecht
6.3	nvo	plasberm_ondiep	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
6.4	nvo	steil	Ontoereikend	Ontoereikend	Ontoereikend
7.1	ref	steil		Ontoereikend	Ontoereikend
7.2	nvo	heel_flauw		Matig	Ontoereikend
8.1	ref	steil		Ontoereikend	Ontoereikend
8.2	nvo	heel_flauw		Ontoereikend	Ontoereikend
8.3	nvo	heel_flauw		Ontoereikend	Ontoereikend

4.3 Conclusies uit de data-analyse

In onderzochte NVO's met een heel flauwe oever (helling 1:6 of meer) zijn gemiddeld 5 plantensoorten meer aangetroffen in de oeverzone dan bij de bijbehorende referentie. Binnen de onderzochte trajecten is er voor heel flauwe NVO's een statistisch significante toename gevonden van, zowel het totaal aantal plantensoorten, als het aantal plantensoorten in de oeverzone t.o.v. de niet-heringerichte referentie. Flauwe oevers lijken dus waardevol voor moerasvegetatie in de onderzochte voedselrijke, stilstaande (of zeer langzaamstromende), watertypen. Dit effect is niet gezien in waterzone, welke vaak soortenarm was qua waterplanten. Een heel flauwe oever creëert meer moerashabitat en daar profiteren de emerse plantensoorten van.

Voor de andere kwaliteitsvariabelen is geen statistisch significant verschil tussen een NVO vs. de referentie gevonden. In trajecten met een lage EKR-score werd veelal een dominante inheemse soort zoals Riet waargenomen, maar de bedekking aan Grote waternavel was in de meeste trajecten beperkt (<25%). De EKR-score macrofyten wordt mede bepaald door de aanwezigheid en abundantie van plantensoorten van de verschillende groeivormen. Met name de ondergedoken planten en in de bodem wortelende drijfbladplanten in de waterzone ontbreken in de onderzochte trajecten. De gevonden plantensoorten zijn ook indicatief voor voedselrijk water en dragen niet direct bij aan hoge EKR-scores. Er zijn waarschijnlijk andere/aanvullende maatregelen nodig dan aanleg NVO om de EKR-scores allen op 'goed' te krijgen (hier niet onderzocht). Er is geen correlatie gevonden tussen oevertype

(m.n. helling) en de Grote watervlinder besmetting/dominantie, dan wel de eventuele gevolgen voor de ecologische kwaliteit in de vorm van EKR-scores planten of taxondiversiteit planten. Oevers met weinig Grote watervlinder laten hetzelfde effect zien ten opzichte van besmette oevers. Deze resultaten komen ook overeen met bevindingen NVO onderzoek in Verhofstad et al. 2022.

Voor macrofauna is er een verschil tussen de QS-score en het aantal families tussen de heel flauwe NVO's en de steile NVO's, waar de steile NVO's beter scoren en ook een groter aantal families teruggevonden worden. Dit komt waarschijnlijk doordat op de locatie met 2 van de 3 steile NVO's veel verschillende soorten macrofauna voorkwamen, terwijl in de 6 heel flauwe oevers, die allemaal op een andere locatie liggen, minder families voorkwamen. Hoogstwaarschijnlijk is dit resultaat niet breder te extrapoleren naar de conclusie dat steile oevers beter zijn voor macrofauna. De kleine proefopzet, waarbij 2 steile locaties relatief goed scoren, veroorzaken dan al het significante resultaat.

Gezien de lage EKR-scores en QS-scores die overall aangetroffen zijn, zijn er nog verbeteringen in water- en/of bodemkwaliteit nodig voor het halen van de KRW-doelen. In gebieden met goede waterkwaliteit kan op basis van deze inventarisatie geen uitspraak worden gedaan; mogelijk is Grote watervlinder daar een groter, of juist minder groot probleem (zie literatuurstudie H2).

5 Aanbevelingen

5.1 Herinrichting oeverprofiel en Grote waternavel

Uit de bestaande kennis en de huidige veldinventarisatie is geen directe aanleiding gevonden om aan te nemen dat het aanleggen van een geschikte NVO op locaties met Grote waternavel bij waterschappen De Dommel en Aa en Maas tot grotere uitbreiding en schade leidt van de exoot. In ieder geval is er in deze veldinventarisatie geen verschil te vinden tussen de NVO's en hun referenties in gebieden met (beperkte) besmetting met Grote waternavel. Er wordt echter ook niet een duidelijk positief effect waargenomen van een NVO ten opzichte van een niet-heringerichte referentie. Vanuit bestaande literatuur en ervaringen van de experts komt wel naar voren dat Grote waternavel een (groot) risico kan zijn voor de ecologie. Desondanks is ook daar geen nog geen informatie gegeven over dat het type oeverprofiel van de NVO's een grote rol speelt bij de abundantie van en/of ecologische schade door Grote waternavel.

Uit de beschikbare kennis (enquête) en de veldinventarisatie blijkt dat de NVO's met een heel flauwe oever (steiler dan 1:6), het meest kansrijk zijn om natuurwaarde te vergroten in stilstaande wateren. Uit de veldinventarisatie blijkt dat de heel flauwe NVO in totaal meer plantensoorten heeft dan de bijbehorende referentie. De toename van het totaal aantal plantensoorten voor de heel flauwe oever blijkt vooral te zitten in een toename van de oersoorten. Beide resultaten zijn statistisch significant en ook de enige statistische significante resultaten uit dit onderzoek. Voor de andere typen NVO's is geen statistisch significant verschil gevonden in aantal plantensoorten tussen NVO en referentie. Uit de enquête komt een mogelijk signaal naar voren dat de plasdrasberm en drasberm wel gevoeliger zijn voor besmetting met van Grote waternavel, maar dit is niet met data onderbouwd en moet nog verder onderzocht worden. In dit huidige onderzoek is gericht op NVO's met geleidelijke overgang van land naar water en slechts 1 plasberm geïnventariseerd. Deze plasberm lag in het gebied wat van alle locaties de meeste Grote waternavel had. Dit gold ook voor de andere NVO-typen die in dat gebied lagen.

De toename in het aantal plantensoorten in de oevers heeft niet direct geresulteerd in hogere EKR-scores of QS-scores. Desondanks heeft deze toename wel een ecologische meerwaarde omdat de biodiversiteit in de oever toeneemt. Voor het aanleggen van NVO's lijkt, vanuit dit onderzoek, de heel flauwe oever daarom de beste keuze van de onderzochte oevertypen in de bekeken watertypen. Dit komt ook overeen met een eerder landelijk onderzoek naar de verschillende NVO's (Verhofstad et al. 2022). Dit resultaat is enigszins onverwacht omdat Grote waternavel veelal vanuit ondiep water of de oever over het water groeit. En dan grote en dichte drijvende matten kan vormen. In theorie zou een heel flauwe oever dus, net als een plas/drasberm, meer vestigingshabitat bevatten voor de soort dan bijvoorbeeld een diepe plasberm met steilere oever. Maar vanuit de veldinventarisatie blijkt geen eenduidig verschil in besmettingsgraad van Grote waternavel tussen de verschillende NVO-typen (heel flauw; steil; etc.). De taludhelling is dus waarschijnlijk niet de belangrijkste sturende factor voor de bedekking Grote waternavel.

De aanbevelingen vanuit de veldinventarisatie gelden voor de onderzochte standplaatsfactoren (e.g. watertypen) en het huidige toegepaste beheer. Zo kan het beheer de soort mogelijk in omvang beperken en kan de hoeveelheid van de soort mogelijk toenemen bij verandering of stoppen van het beheer. De waterkwaliteit van een watergang is een belangrijke factor in de locatiekeuze voor de

aanleg van NVO's. Grote waternavel kan goed profiteren van voedselrijk water en daar gaan woekeren, zo blijkt uit de literatuur, maar echte woekering is tijdens de veldinventarisatie vrijwel niet waargenomen. Een NVO met voorkeur aanleggen in gebieden met voedselarmere condities is echter wel aan te raden vanuit bredere kennis van de soort (o.a. literatuurstudie) om risico's van woekering met Grote waternavel zo veel mogelijk te beperken.

In (zeer) voedselrijk water is de vraag of de EKR-score zal toenemen door de aanleg van een NVO alleen. Dit geldt ook voor locaties zonder Grote waternavel (zie ook Verhofstad et al. 2022). Vaak zijn meerdere verbeteringen nodig van de standplaats (naast oeverprofiel) om een goede EKR-score te behalen. Toch is te beargumenteren dat zelfs als er nog andere belemmeringen zijn voor de ontwikkeling van goede ecologische kwaliteit het natuurlijk(er) inrichten van een oever gewenst kan zijn. Door de land-waterovergang weer natuurlijker te maken ontstaat een gradiënt van diep naar ondiep water en op het land van vochtig tot droge(re) bodem. Als de andere omgevingsfactoren, zoals bijvoorbeeld waterkwaliteit, bodemkwaliteit en bronpopulaties in de toekomst verbeteren is er reeds groeiplek gecreëerd voor meer diverse vegetatie.

Bij het aanleggen van een NVO, wat al een grotere ingreep is, is het aan te raden de Grote waternavel te verwijderen en daarna goede nazorg uit te voeren. Dit advies wordt door deelnemers van de enquête aangedragen. Volledig machinaal verwijderen van Grote waternavel met daarna enkele jaren handmatige nazorg is in de literatuur ook genoemd als kansrijke manier om van de soort af te komen. In sommige gevallen, bijvoorbeeld een afgesloten stroomgebied of meest bovenstroomse besmetting, zou op deze manier geprobeerd kunnen worden van machinaal beheer naar handmatig beheer te gaan om de soort te beheersen of zelfs te verwijderen. Dit is alleen mogelijk als men bovenstrooms kan beginnen en ook niet inlaatwater vanuit ander besmet gebied in het stroomgebied krijgt. Het risico op herbesmetting is dan zo groot dat Grote waternavel waarschijnlijk snel weer vestigt.

5.2 Aanbevelingen voor beheer

Na de aanleg van een NVO is het beheer van Grote waternavel in de NVO én aangrenzende watergang van belang voor een succesvol resultaat. In dit onderzoek is uitgegaan van locaties met een beheersdoelstelling van Grote waternavel i.p.v. een uitroeidoelstelling. Sommige locaties met weinig Grote waternavel werd de soort handmatig verwijderd, op andere trajecten werd de soort machinaal weggeschept. Er is geen eenduidig effect van deze verschillende beheermethoden te zien tussen de verschillende trajecten, ook omdat o.a. de bedekking aan Grote waternavel en oevertype verschilde tussen locaties, wat een goed vergelijk van beheer effecten lastig maakt (was geen hoofddoel van dit onderzoek). Het algemene maaibeheer van oever en water is op alle locaties erg vergelijkbaar. Verschillen tussen locaties zijn dus niet toe te schrijven aan verschillen in beheer. Zonder dit beheer van Grote waternavel is het waarschijnlijk dat de plant in een grotere hoeveelheid aanwezig zou zijn en mogelijk de andere (inheemse) soorten daarmee 'verstikt'. Volledig verwijderen van Grote waternavel door alleen regulier beheer is niet kansrijk (enquête en literatuurstudie).

Beschreven ervaringen in de literatuur (H2) en de enquêtes (H3) suggereren dat Grote waternavel potentieel last kan hebben van herbivorie en concurrentie van andere planten. Dat laatste wordt in de literatuur wel gesuggereerd, maar is nog niet eenduidig onderzocht of bewezen. Deze suggesties kunnen desalniettemin interessant zijn voor beheer. Grote waternavel is geen plant die een grote hoogte bereikt, maar kan tot enkele cm/dm boven het water uit steken en daarmee de ecologie van de waterzone sterk beïnvloeden. Weinig inheemse ondergedoken waterplanten lijken hier tegen

bestand op het moment dat de groeiomstandigheden woekering van Grote waternavel faciliteren. In de oeverzone lijkt concurrentie door hoge emergente planten als Riet, Liesgras, Grote en Kleine lisdodde en Grote egelskop, etc. Grote waternavel te beperken (effect van dichte houtige struwelen niet beschreven, maar mogelijk vergelijkbaar). Echter scoren hoge bedekkingen aan deze hoge oeverplantensoorten veelal ook slecht op de EKR. De vraag is dus of aanplant van hoge dichtheden aan enkele hoog groeiende oeverplanten, om de bedekking aan Grote waternavel te verminderen, zal lonen voor de EKR. Daar is geen specifiek onderzoek over gevonden. Uit de veldinventarisatie blijkt ook dat trajecten die slechte EKR-scores hebben dominantie van bijvoorbeeld Riet hebben, en niet per se van Grote waternavel. Sowieso adviseren we terughoudend te zijn met uitzaaï en aanplant. Vaak is de afwezigheid van soorten namelijk niet de oorzaak van een probleem, maar een gevolg van ongeschikt habitat of beheer. Als dat wordt aangepakt kunnen, zeker algemenere soorten, waarschijnlijk op natuurlijke wijze weer terugkeren vanuit de zaadbank of bronpopulaties.

Andere beheer maatregelen die Grote waternavel kunnen terugdringen zijn gebruik maken van vorst en het tegen gaan van open plekken. Het lijkt erop dat Grote waternavel goed tegen kou kan (lang groen blijft), maar niet goed is aangepast aan (streng) vorst. Zeker als de soort niet onder water zit en/of niet beschermt gaat onder andere vegetatie; beide beschermen de plant tegen te lage temperaturen in diens biomassa. Tijdelijke droogval van de oever (waar Grote waternavel zit) tijdens vorst zou de soort dus kunnen doen afnemen. Echter zal dergelijk tegennatuurlijk peil ook de inheemse soorten beïnvloeden en is dus mogelijk toch ongewenst. Die afweging dient per locatie gemaakt te worden aan de hand van de doelstelling, hoeveelheid Grote waternavel en aanwezige inheemse soorten. Het in het najaar weghalen (maaien) van helofyten die Grote waternavel kunnen beschermen tegen vorst (isolerende werking wegnemen) zou ook bij kunnen dragen aan beheersing van de soort. Al dient daarbij het risico van verspreiding van Grote waternavel wel tegen gegaan te worden (let op fragmenten aan machine of in het water). Samen met het vermogen van de soort om nieuwe/open plekken snel te koloniseren kan deze informatie benut worden in het opstellen van beheerplannen van NVO's. Creëer liefst geen nieuwe open plekken waar de soort nog niet staat als het doel is Grote waternavel zo min mogelijk uit te laten breiden, tenzij absoluut noodzakelijk (andere doelen in gedrang komen en prioriteit hebben). Specifieke beheermethoden die hierbij kunnen helpen zijn niet gevonden.

Het beheer van de NVO's heeft echter niet alleen effect op Grote waternavel (sloten zonder deze soort worden meestal ook beheerd natuurlijk). In de onderzochte trajecten wordt alleen bij een heel flauwe oever een toename gezien in het aantal plantensoorten van de oever (en daarmee het totaal aantal plantensoorten). Uit de veldinventarisatie in 2022 en 2023 van de trajecten besmet met Grote waternavel komt ook naar voren dat de EKR-planten en macrofauna in NVO's gemiddeld genomen niet hoger of lager is dan die van de nabijgelegen referentieoever. Let wel dat de KRW- (en dus EKR) methoden niet ontwikkeld zijn voor het evalueren van lokale inrichtingsmaatregelen, maar bedoeld zijn om de kwaliteit van hele waterlichamen in te schatten. De EKR-score, QS-score en ook de andere kwaliteitsfactoren laten geen duidelijke verschillen zien tussen NVO en diens bijbehorende referentie. Alleen een herinrichting lijkt de EKR dus niet sterk te verhogen. De grootste reden hiervoor lijkt te komen door de lage soortenrijkdom van planten in water en oever, en beperkte aanwezigheid van enkele groeivormen in de waterzone. Als de groeivormen die normaal gesproken in de waterzone voorkomen niet (of veel te weinig) aanwezig zijn blijft de EKR-score onvoldoende. De waterzone kan worden beïnvloed door de overwoekering van Grote waternavel. Desondanks wordt ook daar in de veldinventarisatie geen effect van gevonden. In het grote NVO onderzoek van Verhofstad et al. 2022

blijkt ook dat de waterzone vaak weinig plantensoorten en groeivormen heeft. In dit onderzoek hebben de NVO's geen besmetting van Grote waternavel. Waarschijnlijk is het aanpassen van (ecologisch) beheer in de waterzone en het verbeteren (indien mogelijk) van de waterkwaliteit nodig om de ecologische kwaliteit te verbeteren.

5.3 Aanbevelingen voor beleid

De overgang van land naar water is een zeer bijzondere ecologische gezien. Hier ontstaat een variabel gradiënt aan verschillende leefgebieden: van droog, via nat, naar volledig ondergedoken. Hier kunnen allerlei verschillende organismen op korte afstand van elkaar samenleven. De oevers van onze kunstmatige of kunstmatig gemaakte watergangen weer natuurlijker maken is dus een goed streven als je natuurwaarde wil vergroten/terugbrengen. Ook is de hoeveelheid water de laatste jaren regelmatig een probleem gebleken (dan wel te veel, dan wel te weinig). Ook daar kan een natuurvriendelijke oever (NVO) bij helpen (vb. tijdelijke waterberging). Echter is er voor natuurherstel vaak meer aan de hand dan alleen een verkeerde vorm van de oever. Zo kampen we op veel plekken nog met voedselrijk water of voedselrijke waterbodem wat de groei, en zelfs woekering, van slechts enkele snelgroeïende algemene plantensoorten stimuleert. Dit kunnen inheemse soorten zijn als Riet of Liesgras, maar ook uitheemse soorten als de invasieve exoot Grote waternavel. Bij invasieve exoten (exoten die voor problemen zorgen) geldt altijd dat voorkomen beter is dan genezen, maar als de soort eenmaal gesignaleerd is, is snelle actie (verwijdering van de planten met nazorg) het meest kansrijk om problemen later te voorkomen.

Op sommige plekken in Noord-Brabant komt Grote waternavel al zoveel voor dat men hier al niet meer spreekt van een eliminatiedoelstelling, maar van een beheersdoelstelling. Daarnaast liggen er ook opgaves voor natuurherstel vanuit de KRW en staan er in deze gebieden plannen op stapel om natuurvriendelijke oevers aan te leggen.

In dit onderzoek is een literatuurstudie uitgevoerd, een enquête gehouden onder waterbeheerders en een veldinventarisatie uitgevoerd in watergangen (~stilstaand water). Hieruit komt naar voren dat veel nog niet bekend is over het beste beheer tegen Grote waternavel en op welke plekken deze soort wel en geen probleem zal vormen. Wat uit dit onderzoek naar voren komt is dat er theoretisch gezien risico's zijn bij de aanleg van NVO's op plekken met Grote waternavel, aangezien deze soort zich goed kan vestigen in open plekken met ondiep water. Echter is tijdens de inventarisatie geen significant verschil gevonden in ecologische kwaliteit of hoeveelheid Grote waternavel in reeds bestaande NVO's versus een nabijgelegen niet-heringerichte referentie (beide in besmet gebied). De uitkomsten sluiten hierbij aan bij een landelijk onderzoek naar de ecologische kwaliteit NVO's. Als er zorgvuldig wordt gewerkt om verspreiding (o.a. via fragmenten/transport) tegen te gaan zien we vooralsnog geen grote bezwaren om op plekken met Grote waternavel een NVO aan te leggen. Het kan zelfs een kans bieden om de soort alsnog te verwijderen, omdat er toch al een grote ingreep in de oever wordt gepleegd waar Grote waternavel met name vanuit groeit. Al zal dit extra kosten en tijdsinvestering met zich meebrengen.

5.4 Samengevat

- In dit rapport is geen effect van Grote waternavel op de EKR of QS-score gevonden van een NVO ten opzichte van de nabij gelegen referentie. Het is niet getest dat Grote waternavel een

negatief effect heeft op de EKR-score, omdat alleen locaties met Grote waternavel zijn meegenomen in de veldinventarisatie van dit onderzoek. Vanuit de literatuur blijkt wel dat er een negatief effect kan zijn van Grote waternavel op de ecologie van een watergang (ook voorbeelden bekend uit het verleden in Brabant), maar dit was nog niet onderzocht in relatie tot een NVO. Er is in de resultaten van dit onderzoek dus geen ecologische reden gevonden om een NVO niet aan te leggen op het moment dat Grote waternavel al aanwezig is, als verdere verspreiding van de soort maar wordt voorkomen. De keuze voor het wel of niet aanleggen van een NVO kan dus op dezelfde manier gemaakt worden als op een locatie zonder besmetting met Grote waternavel.

- De EKR-score macrofyten bepaald wordt door de aanwezigheid en abundantie van plantensoorten van de verschillende groeivormen. Met name de ondergedoken planten en inde bodem wortelende drijfbladplanten in de waterzone ontbreken. Daarom is het aan te raden om bij de aanleg van een NVO de groeicondities voor onderwaterplanten te verbeteren en ook het beheer van de waterzone aan te passen naar ecologisch beheer. Pas ecologisch beheer dus niet alleen toe óp de NVO, maar ook in de aangrenzende watergang. Met een verbetering van het aantal (gewenste) submerse en drijfblad soorten is waarschijnlijk een groter effect op de EKR-score te verwachten dan met alleen het aanleggen van een NVO.
- Grote waternavel lijkt niet eenduidig voor grotere problemen te zorgen bij een bepaalde oevervorm, zoals wel was verwacht (veldinventarisatie). Er is geen indicatie dat het oeverprofiel (of de aanleg van een NVO) de aanwezigheid van, of ecologische schade door, Grote waternavel beïnvloedt. Eén type NVO dat in alle situaties de beste resultaten oplevert bestaat sowieso niet, maar hangt van het doel af; zie Verhofstad et al. 2022 voor aanbevelingen. De heel flauwe NVO heeft wel een voordeel voor de biodiversiteit van de oever, aangezien hier wel ruimte blijkt te zijn voor meer (soorten) oeverplanten.
- Bij voedselrijk water is het risico op besmetting en/of woekering van Grote waternavel ook groter, net als de ontwikkeling van een monotone ruigte vegetatie (met inheemse plantensoorten). Voor de aanleg van een NVO hebben locaties met een goede waterkwaliteit meer kans om een biodivers resultaat op te leveren. Beheer speelt hier ook een rol bij. Niet alle planten kunnen namelijk even goed tegen beheer (schade) in bepaalde perioden. Dit geldt ook voor locaties zonder besmetting van Grote waternavel.
- Beheer van Grote waternavel blijft wel nodig. In de literatuur en uit de enquête bleek dit een vereiste om problemen/woekering van de soort te beperken. Ook in de in dit onderzoek geïnventariseerde trajecten wordt Grote waternavel beheerd, maar een beheermethode die in alle gevallen werkt is niet gevonden. Maatwerk incl. het volgen van de resultaten van het beheer blijft dus nodig. Een herinrichting, zoals de aanleg van een NVO, kan volgens ons eventueel worden gebruikt om de Grote waternavel zoveel mogelijk te verwijderen en daarna (handmatige) nazorg te blijven leveren. Hiermee moet nog geëxperimenteerd worden, er zijn nog geen voorbeelden van gevonden.
- Grote waternavel kan goed open plekken op de oever/in ondiep water koloniseren en vanuit daar het water op groeien. Het is aan te raden om bij beheer van de oever zoveel mogelijk verstoring van de bodem te voorkomen. Dit door bijvoorbeeld hoger afmaaien van de oevervegetatie, zodat er geen nieuwe open plekken ontstaan. Een andere mogelijkheid is het aanplanten van inheemse soorten om open plekken weg te nemen en te concurreren met Grote waternavel. Hier is voor zover bekend nog geen goed onderzoek naar gedaan. Aanplant moet volgens FLORON altijd een laatste redmiddel zijn, als spontane ontwikkeling van de vegetatie niet mogelijk is, terwijl aan alle groeicondities wel is voldaan. En dan dient het plant-

/zaaimateriaal inheems, biologisch en van lokale oorsprong zijn. Er is vooralsnog geen specifiek onderzoek/voorbeeld gevonden waar aanplant van oeverplanten is gebruikt om de vestiging en/of groei van Grote waternavel te beperken.

- In dit onderzoek bleek dat met name de plantensoorten die in de waterzone voorkomen ontbreken bij de trajecten. Dit is lijn met ander onderzoek (Verhofstad et al. 2022). Hierdoor is het aan te raden om bij de aanleg van een NVO de groeicondities voor o.a. onderwaterplanten proberen te verbeteren door ook het beheer van de waterzone aan te passen naar meer ecologisch beheer. Dit beheer hangt af van het type water en de doelstellingen van de locatie. Met een verbetering van het aantal (gewenste) submerse en drijfblad soorten is waarschijnlijk een groter effect op de EKR-score te verwachten. Voor tips over manieren van beheer en andere informatie zie o.a. Stowa 2017-16, Twisk et al 2003 en Ter Heerdt 2010. Dit geldt ook voor het aanleggen van NVO's op locaties zonder besmetting met Grote waternavel.

Referenties

Baas, W.J., Duistermaat, L.L., (1998) De opmars van Grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides* L.f.) In Nederland, 1996-1998. *Gorteria* 24:77-82.

Baas, W.J., Holverda, W.J., (1996) *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. infiltrant in waterland. *Gorteria* 21:193-198.

Brouwers, J., van Herk, J., Peeters, E., (2022) De waternavel de baas? Wat verklaart de plotselinge spectaculaire afname? H2O-Online

Buijs, G.J., (2019) Effectieve aanpak van Grote waternavel, harken helpt. *Visionair* 54: 36-39.

Cordo, H.A., Deloach, C.J., Ferrer, R., (1982) The weevils *Lixellus*, *Tanysphiroideus* and *Cyrtobagous* that feed on *Hydrocotyle* and *Salvinia* in Argentina. *The Coleopterists Bulletin* 36:279-286.

Dortel, F., (2012) Un plan de lutte contre *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. en pays de la Loire. *Aout* numero 25: 185-194.

Newman, J.R., Dawson, F.H., (1999) Ecology, distribution and chemical control of *Hydrocotyle ranunculoides* in the U.K., *Hydrobiologia* 415: 295-298.

Hussner, A., & Meyer, C., (2009) The influence of water level on the growth and photosynthesis of *Hydrocotyle ranunculoides* L. fil., *Flora* 204: 755-761.

Hussner, A., Denys, L. and van Valkenburg, J. (2012): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Hydrocotyle ranunculoides* – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org Date of access: 30/10/2022.

Hussner, A., Löscher, R., (2007) Growth and photosynthesis of *Hydrocotyle ranunculoides* L. fil. In Central Europe. *Flora* 202: 653-660.

Kelly, A., (2006). Removal of invasive floating pennywort *H. ranunculoides* from Gillingham Marshes, Suffolk, England, *Conservation Evidence* 3: 52-53.

NDFD 2022, <https://www.verspreidingsatlas.nl/2490>, geraadpleegd op 16 september 2022.

Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R. C., & Delsinne, T. (2013). Risk analysis of the Water Pennywort *hydrocotyle ranunculoides* (L.f. 1781) - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium. <http://www.sciencesnaturelles.be>

Ruiz-Avila, R.J., Klemm, V.V., (1996) Management of *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. an aquatic invasive weed of urban waterways in Western Australia. *Hydrobiologia* 340:187-190.

ter Heerdt, G. (2010). Natuurvriendelijk onderhoud en ecologische kwaliteit. Literatuuronderzoek naar de ideale frequentie van schonen en onderbouwing van het nut van het afvoeren van maaisel. 94. <https://edepot.wur.nl/151183>

Twisk, W., Noordervliet, M.A.W. and ter Keurs, W.J., 2003, The nature of the ditch vegetation in peat areas in relation to farm management, *Aquatic ecology* 37: 191-209

Verhofstad, M.J.J.M., J.E. Herder, E.T.H.M. Peeters & J.P. van Zuidam (2022). Kunstmatig natuurlijk. een evaluatie van de meerwaarde van natuurvriendelijke oever. Gegevens: 2017 t/m 2021. Rapportnr. FL.2017.034.e3

Verloove, F., Heyneman, G., (1999) *Hydrocotyle ranunculoides* L. f., (Grote waternavel) snel uitbreidend in de omgeving van Gent (Oost-Vlaanderen, België).

Walsh, G.C., Maestro, M., Dalto, Y.M., Shaw, R., Seier, M., Cortat, G., Djeddour, D., (2013), Persistence of floating pennywort patches (*Hydrocotyle ranunculoides*, Araliaceae) in a canal in its native temperate range: Effect of its natural enemies. *Aquatic Botany* 110: 78-83.

Walsh, G.C., Maestro, M., (2017) Assessing the specificity of a herbivore on a plant of uncertain phylogenetic placing: *Listronotus elongatus* a herbivore of *Hydrocotyle ranunculoides*.

<https://www.cabi.org/news-article/wonder-weevil-released-in-fight-against-invasive-floating-pennywort/> geraadpleegd op 16 juni 2022.

INVEXO eindrapport (2013) activiteit 2: Casus Grote waternavel en andere invasieve (water)planten.

Stowa 2017-16. Kennisoverzicht kleinschalige maatregelen in Brabantse beken.

Bijlage 1. Complete lijst met gevonden literatuur

Auguet, S., Arregmini, S., Serafini, R. José M., Arambarri, A., & de Iorio, A. F. (2017). efecto del stress por plomo en *Ludwigia peploides* e *Hydrocotyle ranunculoides*. *Biologia Acuatica*, 32, 1–15.

Cabi News: 'Wonder Weevil' released in fight against invasive floating pennywort. <https://www.cabi.org/news-article/wonder-weevil-released-in-fight-against-invasive-floating-pennywort/>

Cordo, H. A., Deloach, C. J., & Ferrer, R. (1982). The Weevils *Lixellus*, *Tanysphiroideus*, and *Cyrtobagous* That Feed on *Hydrocotyle* and *Salvinia* in. Source: *The Coleopterists Bulletin*, 36(2), 279–286. <https://about.jstor.org/terms>

Baas, W. J., & Duistermaat, L. H. (1998a). De opmars van Grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides* L.f.) in Nederland, 1996-1998. *Gorteria*, 24, 77–82.

Baas, W. J., & Duistermaat, L. (H). (1998b). The invasion of Floating Pennywort (*Hydrocotyle ranunculoides* L.f.) in the Netherlands. *Gorteria*, 24, 77–82. <https://www.researchgate.net/publication/293528078>

Baas, W. J., & Holverda, W. J. (1996). *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. (Grote waternavel): de stand van. *Gorteria*, 22, 164–165.

Baas, W. J., & Holverda Wout J. (1996). *Hydrocotyle ranunculoides* L.f.: infiltrant in waterland? Leiden) *Hydrocotyle ranunculoides* L.f.: an invasive floating pennywort? *Gorteria*, 21, 193–198.

Basílico, G., Magdaleno, A., Paz, M., Moretton, J., Faggi, A., & de Cabo, L. (2017). Sewage pollution: genotoxicity assessment and phytoremediation of nutrients excess with *Hydrocotyle ranunculoides*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(4). <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5892-8>

Bradbeer, S. J., Renals, T., Quinn, C., Warren, D. A., Pile, B., Hills, K., & Dunn, A. M. (2021). The effectiveness of hot water pressurized spray in field conditions to slow the spread of invasive alien species. *Management of Biological Invasions*, 12(1), 125–147. <https://doi.org/10.3391/mbi.2021.12.1.09>

Bretsch, K. (2002). Remediation of storm water residuals decant with *Hydrocotyle ranunculoides*.

Buijs, G.-J. (2019). Harken helpt, effectieve aanpak Grote waternavel. *Visionair*, 54, 36–39.

Cabrera Walsh, G., & Maestro, M. (2017). Assessing the specificity of a herbivore on a plant of uncertain phylogenetic placing: *Listronotus elongatus* a herbivore of *Hydrocotyle ranunculoides*. *BioControl*, 62(2), 269–279. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9785-0>

Caffrey, J. M., Dutartre J., Haury, J., Murphy, K. J., & Wade P.M. (206 C.E.). Macrophytes in Aquatic Ecosystems: From Biology to Management. In K. Martens (Ed.), *Proceedings of the 11th international*

symposium on aquatic weed research society.

Crane, K., Cuthbert, R. N., Cunningham, E. M., Bradbeer, S. J., Eagling, L., Kregting, L., Dick, J. T. A., Dunn, A. M., Smith, E. R. C., Shannon, C., Caffrey, J. M., Lucy, F. E., Davis, E., & Coughlan, N. E. (2020). Tomorrow never dies: Biodegradation and subsequent viability of invasive macrophytes following exposure to aquatic disinfectants. *Management of Biological Invasions*, 11(1), 26–43. <https://doi.org/10.3391/mbi.2020.11.1.03>

Custodio, M., Orellana-Mendoza, E., Peñaloza, R., de la Cruz-Solano, H., Bulege-Gutiérrez, W., & Quispe-Mendoza, R. (2020). Heavy metal accumulation in sediment and removal efficiency in the stabilization ponds with the *Hydrocotyle ranunculoides* filter. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 72–79. <https://doi.org/10.12911/22998993/122189>

Demarco, C. F., Afonso, T. F., Pieniz, S., Quadro, M. S., Camargo, F. A. O., & Andrezza, R. (2018). In situ phytoremediation characterization of heavy metals promoted by *Hydrocotyle ranunculoides* at Santa Bárbara stream, an anthropogenic polluted site in southern of Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(28), 28312–28321. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2836-y>

Dortel, F. (2012). Un plan de lutte contre *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. en pays de la Loire. *E.R.I.C.A.*, 25, 185–194.

Fried, G., Hussner, A., Newman, J., Schrader, G., Triest, L., & van Valkenburg, J. (2009). European and mediterranean plant protection organization - report of a est risk anaysis for *Hydrocotyle ranuncoloides*.

Gudzinskas, Z., Zalneravičius, E., & Petrulaitis, L. (2018). Assessment of the Potential of Introduction, Establishment and Further Spread of Invasive Alien Plant Species of European Union Concern in Lithuania. *Botanica*, 24(1), 37–48. <https://doi.org/10.2478/botlit-2018-0004>

Hauenstein, E., Peña-Cortés, F., Bertrán, C., Tapia, J., & Schlatter, R. (2008). Comparación florística estado trófico basado en plantas indicadoras de lagunas costeras de la región de La Aracanía, Chile. *Ecología Austral*, 18, 43–53.

Heidbüchel, P., Kuntz, K., & Hussner, A. (2016). Alien aquatic plants do not have higher fragmentation rates than native species: a field study from the River Erft. *Aquatic Sciences*, 78(4), 767–777. <https://doi.org/10.1007/s00027-016-0468-1>

Hussner, A. (2014). Long-term macrophyte mapping documents a continuously shift from native to non-native aquatic plant dominance in the thermally abnormal River Erft (North Rhine-Westphalia, Germany). *Limnologica*, 48, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2014.05.003>

Hussner, A., & Lösch, R. (2007). Growth and photosynthesis of *Hydrocotyle ranunculoides* L. fil. in Central Europe. *Flora*, 202(8), 653–660. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2007.05.006>

INVEXO eindrapport (2013) activiteit 2: Casus Grote waternavel en andere invasieve (water)planten.

- Kadono, Y. (2004). Alien Aquatic Plants Naturalized in Japan: History and Present Status. *Global Environmental Research*, 8(2), 163–169.
- Kelly A. (2006). Removal of invasive floating pennywort *Hydrocotyle ranunculoides* from Gillingham Marshes, Suffolk, England. *Conservation Evidence*, 3, 52–53. www.ConservationEvidence.com
- Kohlschmid, E., Sauerborn, J., Shaw, R., & Newman, J. R. (2008). Potential for biological control of *Hydrocotyle ranunculoides* in Europe. CAB international 2008.
- Mahy, G., Monty, A., & Delbart, E. (2013). Efficacité des méthodes de lutte contre le développement de cinq espèces de plantes invasives amphibies : *Crassula helmsii*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia grandiflora*, *Ludwigia peploides* et *Myriophyllum aquaticum* (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 17(1), 88–103. <https://www.researchgate.net/publication/286395628>
- Martin, P. A., Shackelford, G. E., Bullock, J. M., Gallardo, B., Aldridge, D. C., & Sutherland, W. J. (2020). Management of UK priority invasive alien plants: A systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13750-020-0186-y>
- Millane, M., Caffrey, J., & Newman, J. (2014). Risk Assessment of *Hydrocotyle ranunculoides*. In National biodiversity data centre (pp. 1–30).
- Newman, J. R., & Dawson, F. H. (1999). Ecology, distribution and chemical control of *Hydrocotyle ranunculoides* in the U.K. *Hydrobiologia*, 415, 295–298.
- Newman, J. R., & Dawson F. Hugh. (1998). Ecology, Distribution and Chemical Control of *Hydrocotyle ranunculoides* in the Uk. 10th EWRS Symposium on Aquatic Weeds.
- pot, R. (2002). Invasion and management of floating pennywort (*Hydrocotyle ranunculoides* L.f.) and some other alien species in the Netherlands. *Proceedings of the 11th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds*, 435–438.
- Pyšek, P., & Pyšek, A. (1995). Invasion by *Heracleum mantegazzianum* in Different Habitats in the Czech Republic. Source: *Journal of Vegetation Science*, 6(5), 711–718.
- Quispe, R., Soto, M., Ingaruca, E., Bulege, W., & Custodio, M. (2019). Optimization of the operation of a municipal wastewater treatment plant with *Hydrocotyle ranunculoides*. *Journal of Ecological Engineering*, 20(9), 228–236. <https://doi.org/10.12911/22998993/112486>
- Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R. C., & Delsinne, T. (2013). Risk analysis of the Water Pennywort *Hydrocotyle ranunculoides* (L.f. 1781) - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium.
- Rodrigues-Capítulo, A. (2000). Population dynamics of larval stages of *Tauriphila risi* Martin and *Erythemis attala* (Selys) in Punta Lara gallery forest, Buenos Aires, Argentina (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 29(4), 333–340.

Ruiz-Avila', R. J., & Klemm, V. v. (1996). Management of *Hydrocotyle ranunculoides* L.f., an aquatic invasive weed of urban waterways in Western Australia. *Hydrobiologia*, 340, 187–190.

Van Der Burg, Joost W. (2010). Effect of hydrogen peroxide spraying on *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. survival. www.pri.wur.nl

Van Der Burg, Joost W., & Michielsen, J.-M. (2010). Effect of flaming on *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. survival- an initial experiment. www.pri.wur.nl

Verloove, F., & Heyneman, G. (1999). *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. (Grote waternavel) snel uitbreidend in omgeving van Gent (Oost-Vlaanderen, België). *Dumortiera*, 74, 16–20.

Zarazúa, G., Ávila-Pérez, P., Tejada, S., Valdivia-Barrientos, M., Zepeda-Gomez, C., & Macedo-Maranda, G. (2013). Evaluación de los metales pesados Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Y, Pb en sombrero de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*) de curso alto del Río Lerma, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 29(2), 17–24.

Bijlage 2: Enquête

De vragen in de enquête waren deels conditioneel (de vervolgvraag wordt gekozen op basis van het antwoord van de huidige vraag). Dit gebeurde automatisch, maar is in de bij dit rapport bijgevoegde vragenlijst schriftelijk weergegevens als bijvoorbeeld: antwoord: “Ja” “Ga naar vraag 4”.

Vragenlijst digitaal meegestuurd als pdf-bestand:

Bijlage1_vragenlijst_groteWaternavelEnNVOs_2022_Floron.pdf

Bijlage 3. Organisaties waarnaar de enquête is verstuurd

Organisatie

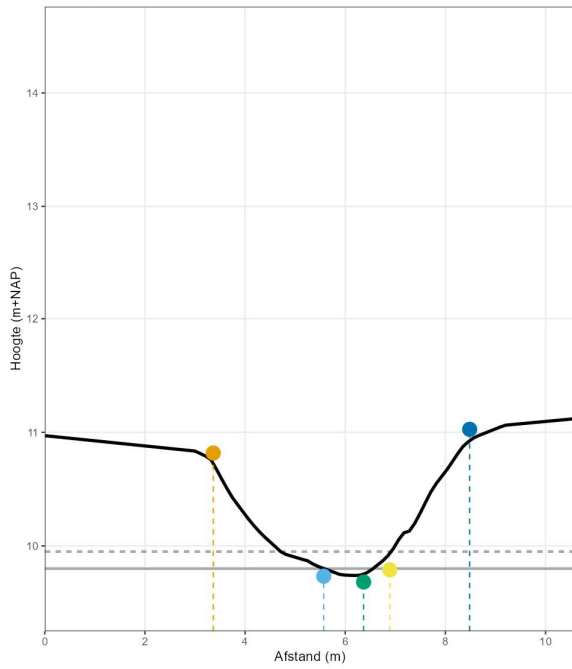
Waterschap Aa en Maas
Waterschap Brabants Delta
Waterschap de Dommel
Waterschap Drents Overijsselse Delta
Waterschap Hollandse delta
Waterschap Hoogheemraadschap De stichtse rijnlanden
Waterschap Hoogheemraadschap van Delfland
Waterschap Hoogheemraadschap Holland Noorderkwartier
Waterschap Hunze en Aa's
Waterschap Limburg
Waterschap Noorderzijlvest
Waterschap Rijn en IJssel
Waterschap Rijnland
Waterschap Scheldestromen
Waterschap vechtstromen
Waterschap Zuiderzeeland
Wetterskip fryslan
ministerie INW
Natuurmonumenten
NDFF verspreidingsatlas
Netwerk waterschappen
Provincie Brabant
Staatsbosbeheer
Vlaamse milieumaatschappij
Waternet
Witteveen en Bos
Agrarisch collectief Boer en Natuur
AquaTerra-Kuiperburger
Bureau Waaardnburg
B-Ware / RU
Deltares
Aannemersbedrijf Smits

Bijlage 4. Overzicht gegevens trajecten

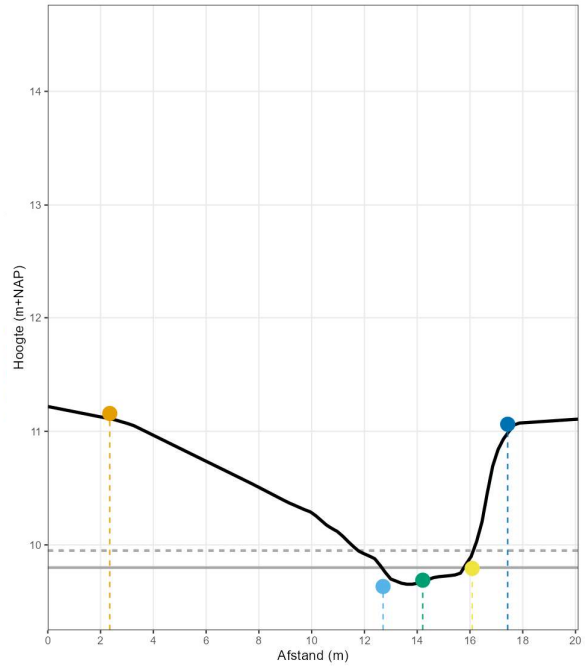
traject	aquon code	x_rd	y_rd	waterschap	locatie	stroomgebied	sloot	traject type	oevertype	jaar aanleg	oriëntatie	Gemiddeld peil (m NAP)	
												zomer	winter
1.1	258201	163743	398145	WDD	Bikkelkampen	Beekse waterloop	Beekse waterloop	ref	ref_steil	n.v.t.	O	9.95	9.8
1.2	258200	163550	398420	WDD	Bikkelkampen	Beekse waterloop	Beekse waterloop	nvo	heel_flauw	1998	W	9.95	9.8
2.1	258203	165489	394709	WDD	Vossenbergweg	Beekse waterloop	Beekse waterloop	ref	ref_steil	n.v.t.	Z	12.8	12.9
2.2	258202	165591	395138	WDD	Vossenbergweg	Beekse waterloop	Beekse waterloop	nvo	heel_flauw	2020	Z	12.8	12.9
3.1	258205	166138	394047	WDD	Duykenpaalse Heiweg	Beekse waterloop	Beekse waterloop	ref	ref_steil	n.v.t.	N	13.22	13.32
3.2	258204	165949	393798	WDD	Duykenpaalse Heiweg	Beekse waterloop	Beekse waterloop	nvo	heel_flauw	1998	ZO	13.92	13.8
4.1	342430	144669	415179	WAM	de Steenbeemden	Koningsvliet	Luisbroekse wetering	ref	ref_steil	n.v.t.	N	1.52	1.37
4.2	342431	144621	415170	WAM	de Steenbeemden	Koningsvliet	Luisbroekse wetering	nvo	matig_flauw	2012	N	1.52	1.37
4.3	342432	144675	415171	WAM	de Steenbeemden	Koningsvliet	Luisbroekse wetering	ref	ref_steil	n.v.t.	Z	1.1	0.8
4.4	342433	144108	415024	WAM	de Steenbeemden	Koningsvliet	Luisbroekse wetering	nvo	matig_flauw	2012	Z	1.1	0.8
5.1	342412	140803	413976	WAM	Heusdense weg	Koningsvliet	Koppelsloot	ref	ref_steil	n.v.t.	N	0.54	0.45
5.2	342413	140856	413994	WAM	Heusdense weg	Koningsvliet	Koppelsloot	nvo	steil	2020	N	0.54	0.45
5.3	342414	140854	413977	WAM	Heusdense weg	Koningsvliet	Koppelsloot	ref	ref_steil	n.v.t.	Z	0.54	0.45
5.4	342415	140402	413900	WAM	Heusdense weg	Koningsvliet	Koppelsloot	nvo	steil	2020	Z	0.2	0.03
6.1	343558	143729	409962	WAM	Gementweg, Cromvoirt	Koningsvliet	Nieuwe Bossche sloot	ref	ref_steil	n.v.t.	ZO	1.85	1.65
6.2	343559	143661	409488	WAM	Gementweg, Cromvoirt	Koningsvliet	Nieuwe Bossche sloot	nvo	matig_flauw	2005	W	1.85	1.65
6.3	343560	143683	409745	WAM	Gementweg, Cromvoirt	Koningsvliet	Nieuwe Bossche sloot	nvo	plasberm_ondiep	2005	W	1.57	1.26
6.4	343561	143731	410201	WAM	Gementweg, Cromvoirt	Koningsvliet	Nieuwe Bossche sloot	nvo	steil	2016	W	1.57	1.26
7.1	340420	180084	415047	WAM	Escharen	de Raam	Graafsche Raam	ref	ref_steil	n.v.t.	ZW	7.15	7.15
7.2	340433	180000	415163	WAM	Escharen	de Raam	Graafsche Raam	nvo	heel_flauw	2011	ZW	7.15	7.15
8.1	900056	186116	413332	WAM	Haps	Laarakkerse waterleiding	Laarakkerse waterleiding	ref	ref_steil	n.v.t.	N	9.2	9.2
8.2	900072	186427	413338	WAM	Haps	Laarakkerse waterleiding	Laarakkerse waterleiding	nvo	heel_flauw	2019	N	9.2	9.2
8.3	900078	186193	413341	WAM	Haps	Laarakkerse waterleiding	Laarakkerse waterleiding	nvo	heel_flauw	2019	N	9.2	9.2

Bijlage 5. Oeverprofielen trajecten

Gemiddeld profiel nabij Traject 1.1 in Bikkelkampen
 profiel gemeten op 15 sep 2022



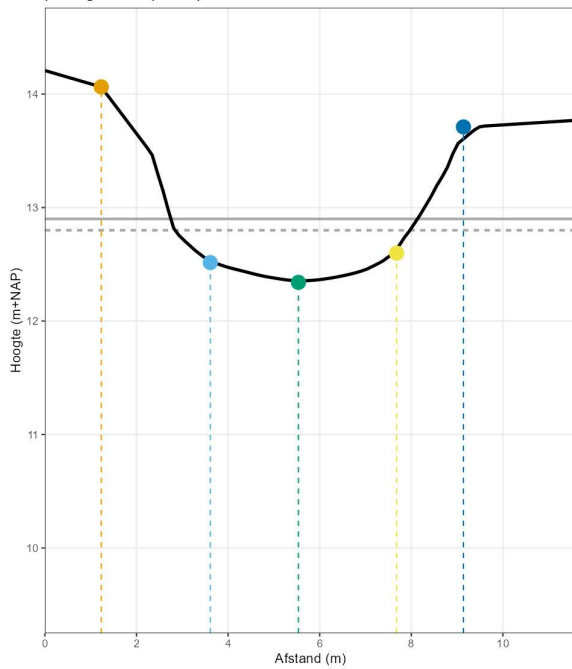
Gemiddeld profiel nabij Traject 1.2 in Bikkelkampen
 profiel gemeten op 15 sep 2022



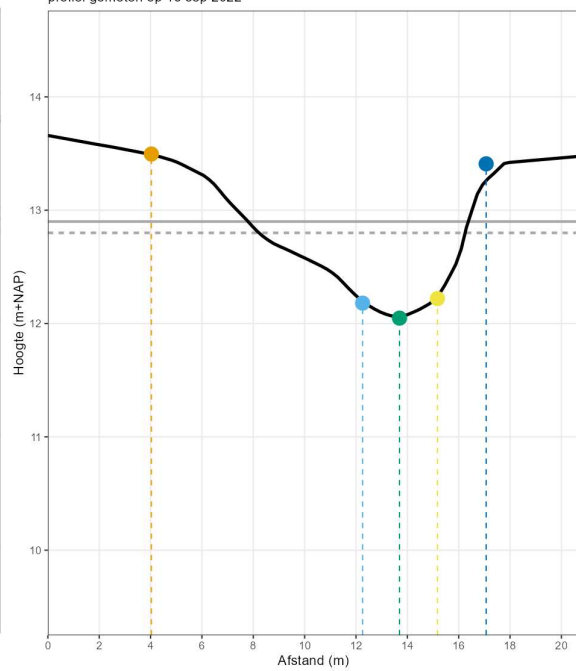
Waterpeil
 — Winter
 - - Zomer

profielp_5
 ● Linker insteek
 ● Linker bodem
 ● As-bodem
 ● Rechter bodem
 ● Rechter insteek

Gemiddeld profiel nabij Traject 2.1 in Vossenbergweg
 profiel gemeten op 15 sep 2022



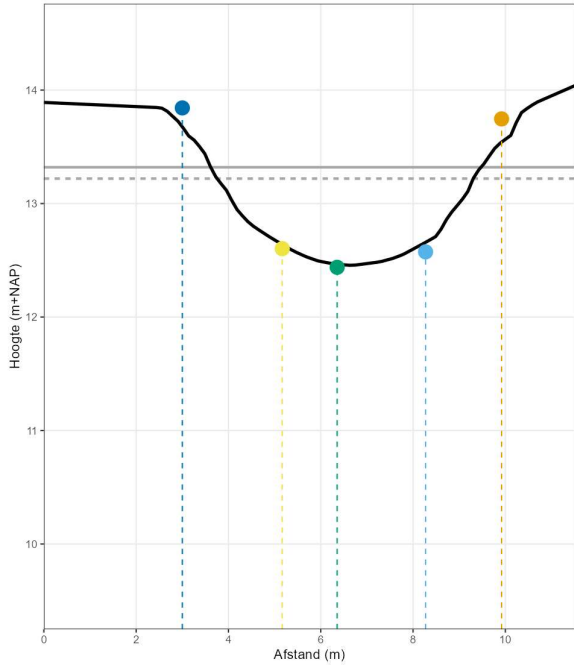
Gemiddeld profiel nabij Traject 2.2 in Vossenbergweg
 profiel gemeten op 15 sep 2022



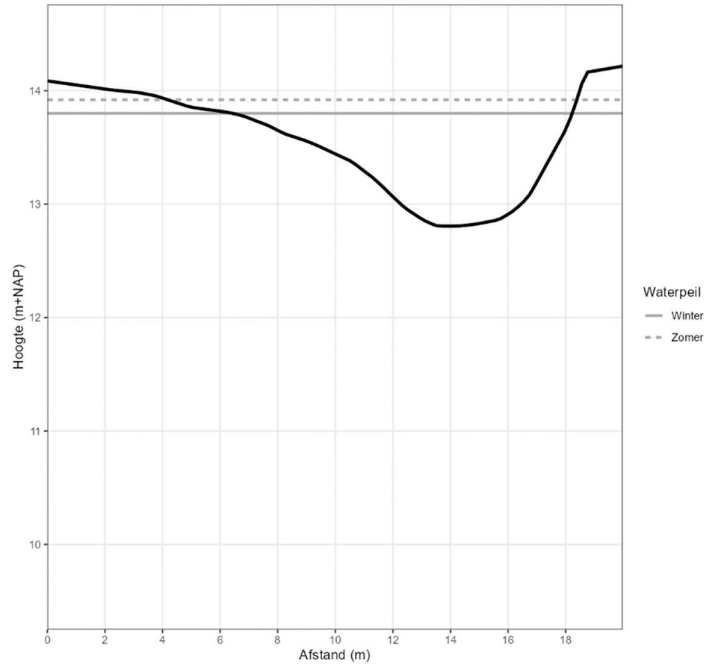
Waterpeil
 — Winter
 - - Zomer

profielp_5
 ● Linker insteek
 ● Linker bodem
 ● As-bodem
 ● Rechter bodem
 ● Rechter insteek

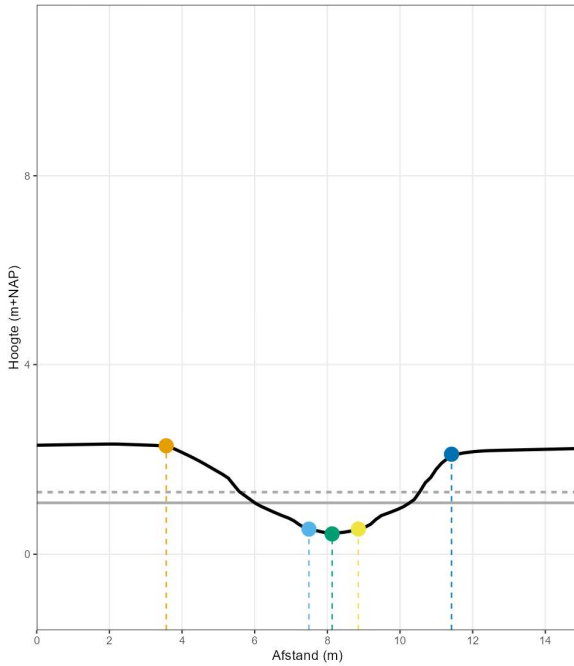
Gemiddeld profiel nabij Traject 3.1 in Duykenpaalse Heiweg
 profiel gemeten op 15 sep 2022



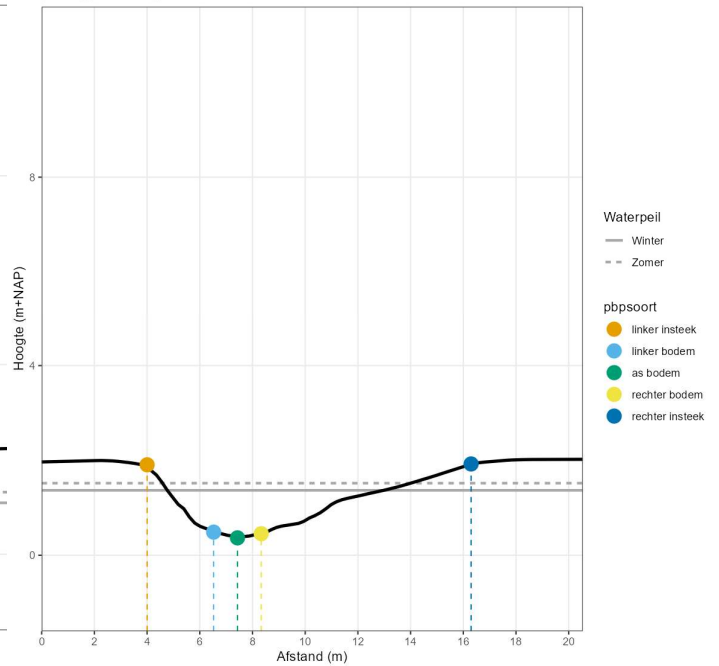
Gemiddeld profiel nabij Traject 3.2 in Duykenpaalse Heiweg
 profiel gemeten op 15 sep 2022



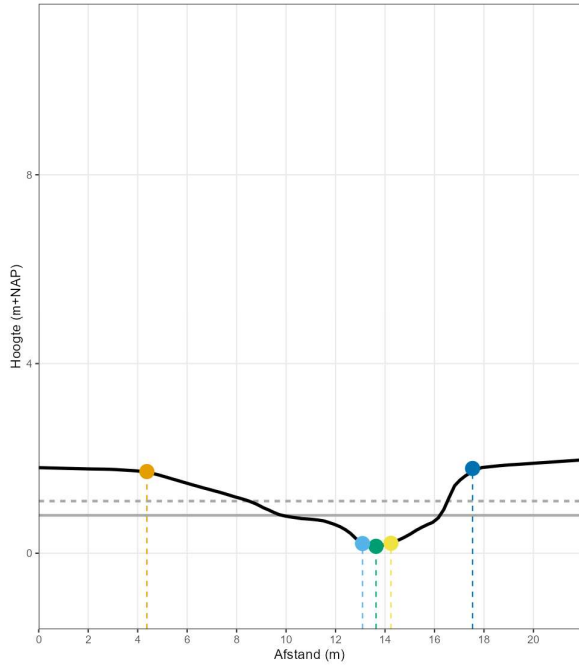
Gemiddeld profiel nabij Traject 4.1 en 4.3 in de Steenbeemden
 profiel gemeten in juni 2023



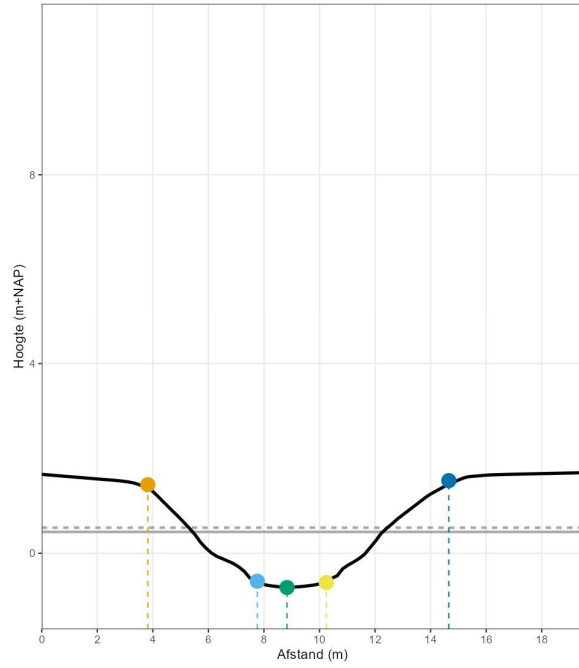
Gemiddeld profiel nabij Traject 4.2 in de Steenbeemden
 profiel gemeten in juni 2023



Gemiddeld profiel nabij Traject 4.4 in de Steenbeemden
 profiel gemeten in juni 2023

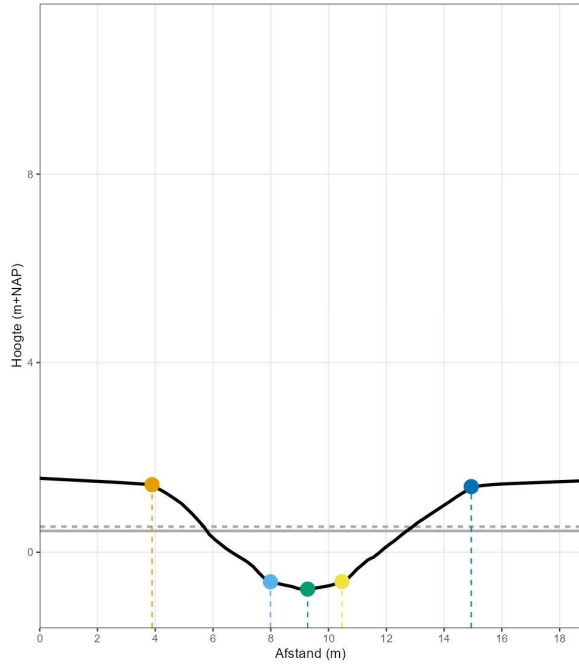


Gemiddeld profiel nabij Traject 5.1 in Heusdense weg
 profiel gemeten in juni 2023

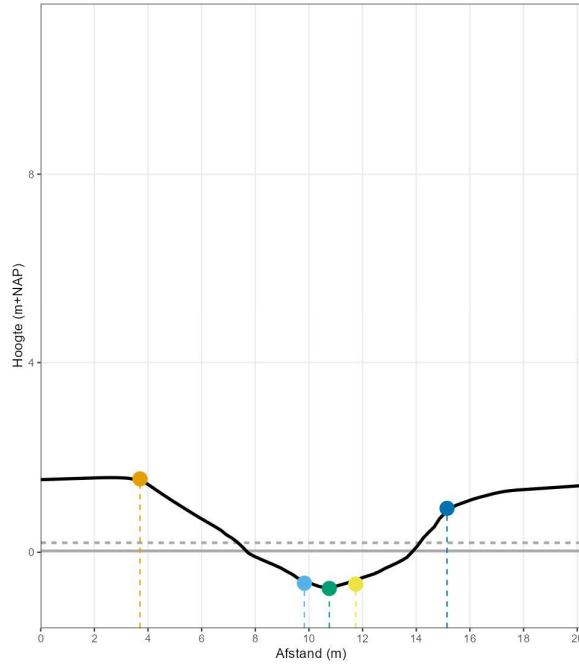


- Waterpeil
 — Winter
 - - Zomer
- pbpsort
 ● linker insteek
 ● linker bodem
 ● as bodem
 ● rechter bodem
 ● rechter insteek

Gemiddeld profiel nabij Traject 5.2 en 5.3 in Heusdense weg
 profiel gemeten in juni 2023

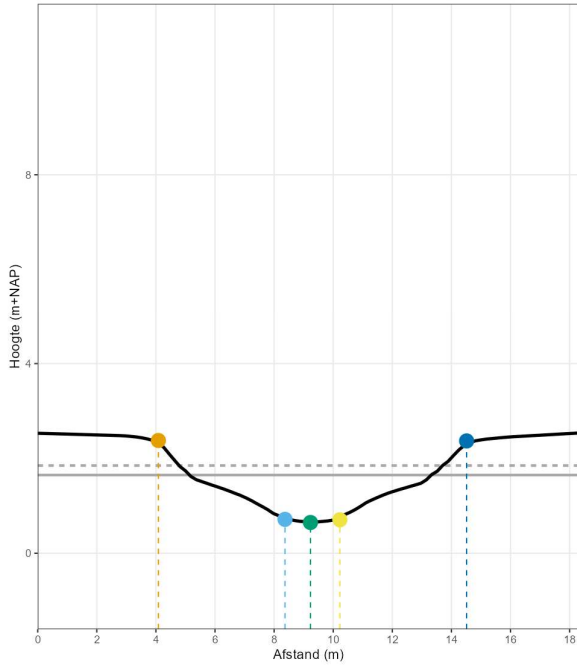


Gemiddeld profiel nabij Traject 5.4 in Heusdense weg
 profiel gemeten in juni 2023

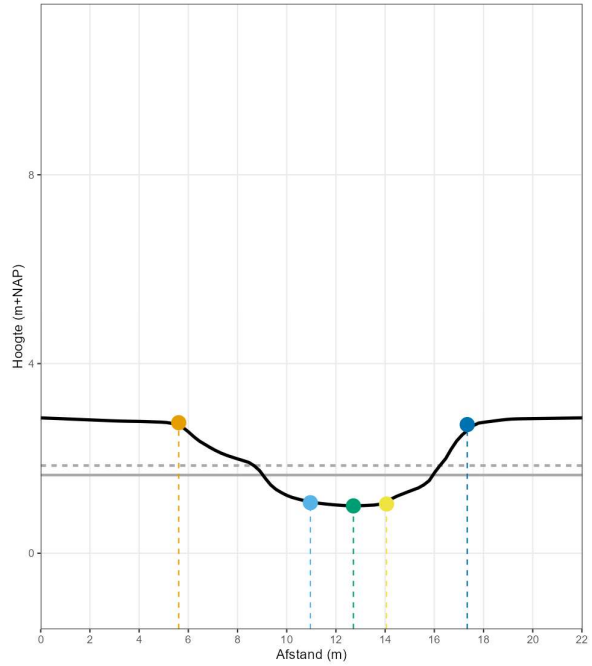


- Waterpeil
 — Winter
 - - Zomer
- pbpsort
 ● linker insteek
 ● linker bodem
 ● as bodem
 ● rechter bodem
 ● rechter insteek

Gemiddeld profiel nabij Traject 6.1 in Gementweg, Cromvoirt
 profiel gemeten in juni 2023

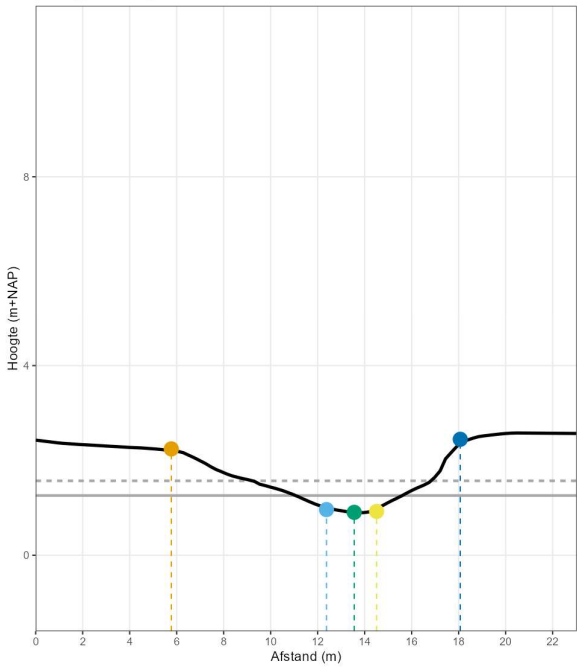


Gemiddeld profiel nabij Traject 6.2 in Gementweg, Cromvoirt
 profiel gemeten in juni 2023

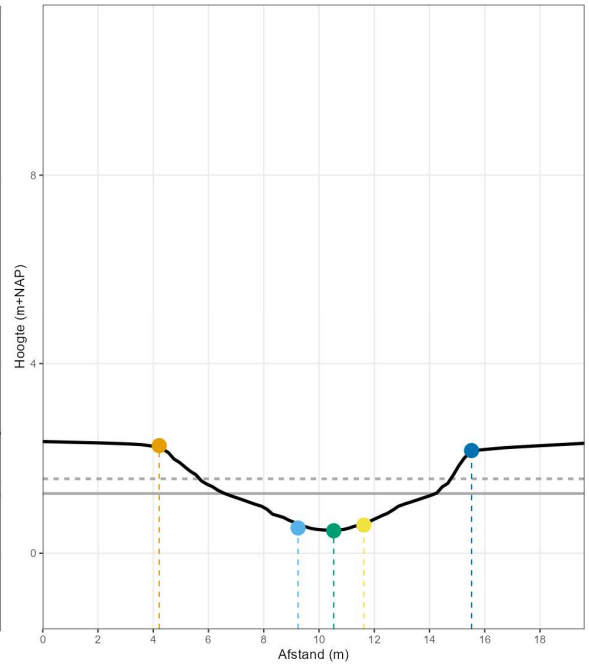


- Waterpeil
 — Winter
 - - Zomer
- pbpsort
 ● linker insteek
 ● linker bodem
 ● as bodem
 ● rechter bodem
 ● rechter insteek

Gemiddeld profiel nabij Traject 6.3 in Gementweg, Cromvoirt
 profiel gemeten in juni 2023

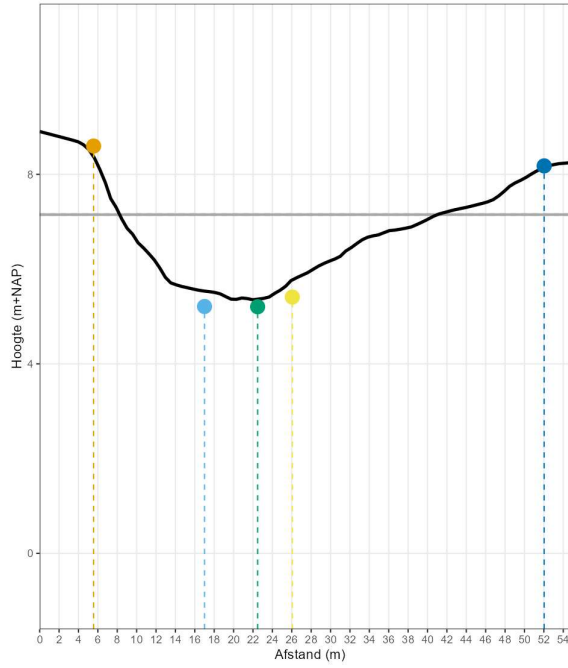


Gemiddeld profiel nabij Traject 6.4 in Gementweg, Cromvoirt
 profiel gemeten in juni 2023

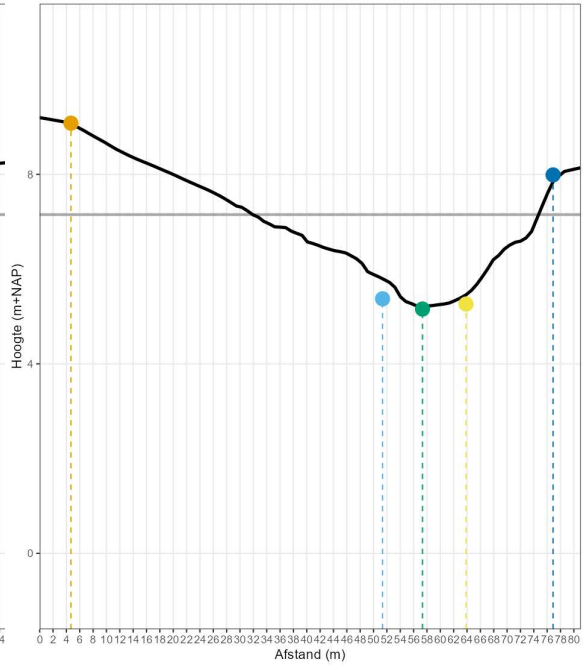


- Waterpeil
 — Winter
 - - Zomer
- pbpsort
 ● linker insteek
 ● linker bodem
 ● as bodem
 ● rechter bodem
 ● rechter insteek

Gemiddeld profiel nabij Traject 7.1 in Escharen
 profiel gemeten in juni 2023

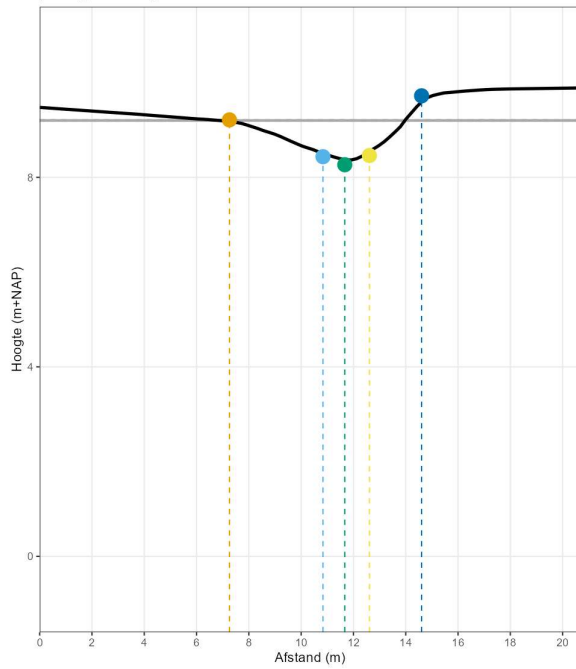


Gemiddeld profiel nabij Traject 7.2 in Escharen
 profiel gemeten in juni 2023

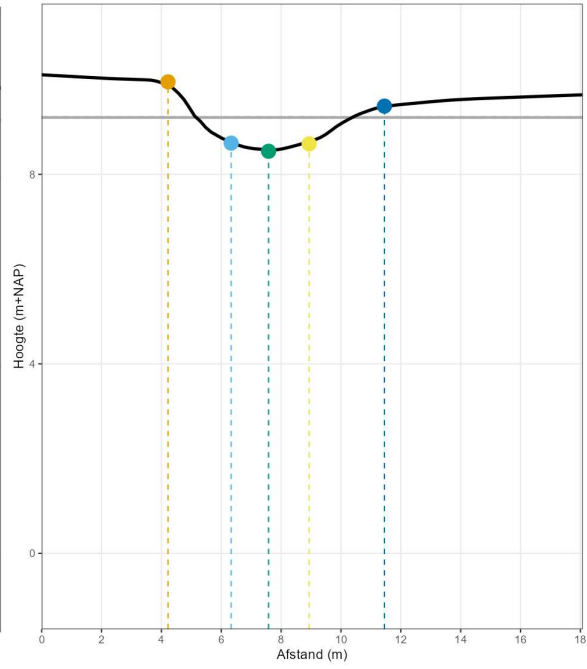


- Waterpeil
 — Winter
 - - Zomer
- pbpsort
 ● linker insteek
 ● linker bodem
 ● as bodem
 ● rechter bodem
 ● rechter insteek

Gemiddeld profiel nabij Traject 8.1 in Haps
 profiel gemeten in juni 2023



Gemiddeld profiel nabij Traject 8.2 in Haps
 profiel gemeten in juni 2023



- Waterpeil
 — Winter
 - - Zomer
- pbpsort
 ● linker insteek
 ● linker bodem
 ● as bodem
 ● rechter bodem
 ● rechter insteek

Gemiddeld profiel nabij Traject 8.3 in Haps
profiel gemeten in juni 2023

