

**MEETSYSTEEM PLASTIC
MONITORING PLASTIC IN DE
WATERKOLOM**



MEETSYSTEEM PLASTIC

MONITORING PLASTIC IN DE WATERKOLOM

Kenmerk: 20211623/001
Status rapport: Definitief
Versie: 1
Datum: 21 maart 2022

Auteur: Jochem Hop
Kwaliteitscontrole: Tim Vriese

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Zuiderwagenplein 2
8224 AD Lelystad

Contactpersoon: Wijnand Koorling (RWS)
Paul Vriend (RWS)

Dit rapport is digitaal gegenereerd en derhalve niet voorzien van een handtekening. De inhoud van de rapportage is aantoonbaar gecontroleerd en vrijgegeven.

©ATKB voor natuur en leefomgeving. Gebruik en overname van gegevens alleen toegestaan met volledige bronvermelding.
Foto's: ATKB, tenzij anders vermeld

ATKB ASSEN
STATIONSSTRAAT 29C
9401 KW ASSEN

ATKB MIDDELHARNIS
PRINS BERNHARDLAAN 147
3241 TA MIDDELHARNIS

ATKB WAARDENBURG
KOEWEISTRAAT 7
4181 CD WAARDENBURG

ATKB WAGENINGEN
SPORTSTRAAT 42
6707 GH WAGENINGEN

ATKB ZOETERMEER
LOUIS BRAILLELAAN 100
2719 EK ZOETERMEER

KVK 27 1 771 40
BTW NL 8076 36 757B01
IBAN NL53 RABO 0160177529

SAMENVATTING

Rijkswaterstaat wil in haar rivieren ervaring opdoen met het afvangen van kunststof zwerfafval via eenvoudig te hanteren vangnetten vanaf een statisch platform. In 2020 werd een aanzet gegeven voor het ontwikkelen van een compact meetsysteem voor monitoring van plastic in de waterkolom. Door de mechanische bediening was de inzetbaarheid van dit systeem beperkt. Binnen het huidige project is het meetsysteem verder geoptimaliseerd om metingen op goedkope, flexibele en snelle wijze te kunnen verrichten.

De basis van het meetsysteem bestaat uit een drietal puntvormige netten. Het is een passief systeem, waarbij de netten zich als een windvaan in de waterstroom zetten. Plastic dat met de waterstroom wordt meegevoerd wordt op deze wijze uit het water gefilterd. Het gaat daarbij in essentie om plastics groter dan een halve centimeter, hoewel ook kleinere plastics in het net achterblijven. De netten worden zo geplaatst dat deze zich boven, midden en onder in de waterkolom bevinden. Hierdoor kunnen verschillen tussen waterlagen in beeld gebracht worden. Door toepassing van stroomsnelheidsmeters in de opening van de netten is het mogelijk de flux van zwerfafval te bepalen.

De netten van het systeem worden op hun plaats gehouden door verschillende lijnen en een bodemgewicht. Tot op heden was het noodzakelijk om hierbij een zwaar bodemgewicht te gebruiken (80 kg). Voor het lichten van de netten werd daarbij gebruik gemaakt van een mechanische takel. Hierdoor was de inzetbaarheid van het systeem enigszins beperkt. Door optimalisatie van de netten en de configuratie van het meetsysteem is het gelukt een systeem te creëren dat veelal handmatig bediend kan worden. Hierdoor kunnen er op goedkope, flexibele en snelle wijze metingen verricht worden. Op basis van de resultaten is een meetplan opgesteld voor toepassing van het systeem in de praktijk. Afhankelijk van variabelen als stroomsnelheid, diepte en vervuilingsgraad kan een optimale configuratie van netten, lijnen en gewicht gekozen worden.

Het vernieuwde meetsysteem is in de praktijk getest op meetlocaties in de Nieuwe Waterweg (Rozenburg), in de Rijn (Tolkamer) en in de Maas (Maastricht). De belangrijkste voorwaarde voor een goede meetlocatie is de aanwezigheid van voldoende stroming en een goede toegankelijkheid van de meetlocatie. Bij voorkeur ligt een meetlocatie hierbij dicht tegen de hoofdstroom. Op meetlocaties die buiten de hoofdstroom liggen, bijvoorbeeld binnen kribvakken, kunnen hogere concentraties plastic aanwezig zijn door de aanwezigheid van neerstromen.

De macroplastics (>2,5 cm) die tijdens de monitoring zijn aangetroffen zijn grotendeels te classificeren als plastic folies of stukken daarvan (20-60%) en ondefinieerbare en overige stukjes plastics (circa 15%). Andere categorieën die in alle wateren zijn aangetroffen, zijn snoep-, snack- en chipsverpakkingen (5-10%) en touw en koord. De aangetroffen mesoplastics bestaan grotendeels uit ondefinieerbare plastic stukjes van zacht en in mindere mate hard plastic en overige plastics (75-100%). De huidige classificatie komt grotendeels overeen met resultaten van eerder onderzoek in de IJssel, Rijn en Waal.

In de Maas en de Nieuwe Waterweg liggen de aantallen macroplastics met gemiddeld 0,4 n/100m³ in dezelfde orde van grootte. Het aantal mesoplastics in de Nieuwe Waterweg bedraagt gemiddeld 0,8 n/100m³ tegenover 1,2 n/100m³ in de Maas. In de Rijn zijn de aangetroffen concentraties hoger. De

gemiddelde concentratie aan macroplastics in de waterkolom bedraagt $1,7 \text{ n}/100\text{m}^3$ en de concentratie van mesoplastics is $2,7 \text{ n}/100\text{m}^3$. De gemiddelde concentraties die tijdens het huidige onderzoek zijn aangetroffen zijn veelal hoger dan tijdens eerdere metingen, hoewel er sprake is van veel variatie binnen de metingen. Het moment van meten in relatie tot de afvoer van de rivier lijkt hierbij van grote invloed.

Met de beschikking van een goedkoop, flexibel en snel meetsysteem wordt aanbevolen de toepassing hiervan in de praktijk nader vorm te geven. Aandachtspunten hierbij zijn de fluctuatie van de concentratie plastics in de loop van de tijd, op verschillende locaties in het riviersysteem en op verschillende meetlocaties binnen een waterlichaam. De resultaten hiervan kunnen inzicht geven in de samenstelling en flux van plastic in het riviersysteem en trends die hierin waar te nemen zijn. Deze informatie is van essentieel belang voor het te voeren beleid met betrekking tot zwerfafval.

INHOUD

1	Inleiding.....	1
1.1	Aanleiding en doelstelling	1
1.2	Leeswijzer	1
2	Materiaal en methode	2
2.1	Algemeen	2
2.2	Inventarisatie meetlocaties	2
2.3	Optimalisatie en testen ontwerp	2
2.4	Monitoring en rapportage	3
3	Meetlocaties.....	5
3.1	Algemeen	5
3.2	Nieuwe Maas / Nieuwe Waterweg	5
3.3	Rijn	7
3.4	Maas	8
4	Meetsysteem.....	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Basis meetsysteem	10
4.3	Optimalisatie netten	11
4.3.1	Afvoerreductie.....	12
4.3.2	Praktijk.....	14
4.4	Optimalisatie configuratie	16
4.4.1	Lijnen en gewicht.....	16
4.4.2	Bediening in de praktijk	19
5	Monitoring.....	22
5.1	Algemeen	22
5.2	OSPAR-classificatie	22
5.3	Concentratie in Waterkolom	25
5.4	Verdeling over waterkolom	28
5.5	Verdeling over waterdelen	30
6	Discussie/conclusies.....	32
7	aanbevelingen	33
8	Literatuur.....	34

BIJLAGEN

1 MEETLOCATIES

2 DEBIET RIJN/MAAS

3 RESULTATEN/DATA GEANALYSEERDE MONSTERS

4 MEETPLAN

I INLEIDING

I.1 AANLEIDING EN DOELSTELLING

Rijkswaterstaat wil in haar rivieren ervaring opdoen met het afvangen van kunststof zwerfafval via eenvoudig te hanteren vangnet(ten) vanaf een statisch platform. Deze proef heeft tot doel om na te gaan wat de (on)mogelijkheden zijn om op een goedkope, flexibele en snelle wijze metingen te kunnen verrichten van zwerfafval in de waterkolom van verschillende riviertypen op drie locaties in Nederland. De hierbij relevante deelvragen zijn:

1. Is het mogelijk om een betaalbaar meetsysteem te ontwikkelen waarmee door één persoon en op snelle wijze metingen kunnen worden verricht aan kunststof zwerfafval in de waterkolom van verschillende riviertypen in Nederland?
2. Wat zijn de (on)mogelijkheden om met een eenvoudig meetsysteem kunststof zwerfafval uit de waterkolom te bemonsteren?
3. Hoe kan de bemonstering van kunststof zwerfafval via een eenvoudig meetsysteem worden uitgevoerd en geregistreerd, waardoor dit waarde oplevert voor monitoring op nationaal niveau? Wat en waar wordt er afgevangen aan zwerfafval? (wat voor zwerfafval, wat is de grootte en het gewicht, wat is de flux van zwerfafval, wat is de verdeling van zwerfafval over de waterkolom/diepte?)

Het onderzoek is uitgevoerd door adviesbureau ATKB. Bij de ontwikkeling van het meetsysteem is de samenwerking aangegaan met CIV Den Oever.

I.2 LEESWIJZER

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk twee eerst ingegaan op de wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd. Hoofdstuk drie behandelt de inventarisatie van geschikte meetlocaties, waarna in hoofdstuk vier de optimalisatie van het meetsysteem wordt besproken en de bijbehorende testen. Hoofdstuk vijf presenteert de resultaten van de monitoring, gevolgd door de discussie/conclusies in hoofdstuk zes. Het rapport sluit af met aanbevelingen en de literatuurlijst.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 ALGEMEEN

In 2020 is door ATKB reeds een innovatief meetsysteem ontworpen voor monitoring van plastics in de waterkolom. Dit systeem heeft een snelle, flexibele toepassing, is eenvoudig in bediening en geeft inzicht in de verdeling van plastic zwerfafval over de waterkolom (boven, midden en onder). Binnen het huidige project is het bestaande meetsysteem verder geoptimaliseerd. Het gaat hierbij om toepassing van het systeem in de drie regio's van het beheergebied van Rijkswaterstaat, maar ook om de algemene optimalisatie van het systeem. De aanpak die hiervoor gevolgd is, valt te verdelen in de volgende stappen: 1. Inventarisatie meetlocaties; 2. Optimalisatie ontwerp; 3. Testen ontwerp; 4 Monitoring en rapportage.

2.2 INVENTARISATIE MEETLOCATIES

Voor een optimalisatie van het huidige meetsysteem is het noodzakelijk om toekomstige meetlocaties goed in beeld te hebben. Het gaat hierbij om de identificatie van mogelijk meetlocaties en de kenmerken hiervan. Aan de hand van luchtfoto's en kaarten zijn potentiële meetlocaties aangewezen. Het gaat hierbij om locaties waar naar verwachting voldoende stroming is en waar vanaf een statisch platform gemeten kan worden. De potentiële meetlocaties zijn voorgelegd aan Rijkswaterstaat, waarna in samenspraak is bepaald welke locaties geschikt zijn als meetlocaties. Deze meetlocaties zijn verder in beeld gebracht, waarna tot een keuze van de uiteindelijke meetlocatie is gekomen.

2.3 OPTIMALISATIE EN TESTEN ONTWERP

Optimalisatie van het bestaande ontwerp, dat wordt toegelicht in hoofdstuk 4 (zie figuur 2), heeft als doel de toepasbaarheid hiervan te vergroten. Optimalisatie van het ontwerp is hierbij uitgevoerd op basis van de volgende onderdelen:

- a. **Netten:** door toepassing van een grotere of kleinere lengte van het net is het, bij gelijke maaswijdte, mogelijk een net te creëren met meer of minder lozende eigenschappen. Bij hoge stroomsnelheden of een hoge vervuilingsgraad van de netten is het wenselijk een relatief lang net te hebben met veel oppervlak waar het water door kan stromen. Dit net kan veel water afvoeren, waardoor de afvoerreductie van het net beperkt blijft. Een hogere afvoerreductie leidt tot een kleiner bemonsterd volume per tijdseenheid, wat niet gewenst is. Bij lage stroomsnelheden is het wenselijk een relatief kort net te hebben, zodat de waterdruk voldoende is om het net goed op te laten staan. Om de effecten van de netlengte in beeld te brengen zijn netten toegepast met drie verschillende lengtes, namelijk 1,5 meter, 3,0 meter en 6,0 meter.

De testen met de verschillende netlengtes zijn op de verschillende locaties uitgevoerd, waarbij aan het wateroppervlak is gemeten. De verschillende netlengtes zijn hierbij afwisselend toegepast, met een meetduur van 15 minuten per meting. Met elk net zijn vijf metingen uitgevoerd. Tijdens elke meting is bepaald of het net goed in de stroming staat (visuele beoordeling), de mate van

vervuiling (visueel), de gemiddelde stroomsnelheid in de netopening (m/s) en de gemiddelde stroomsnelheid van het water (m/s). De stroomsnelheidsmetingen zijn uitgevoerd met stroomsnelheidsmeters met propeller, die in de netopening of in de waterkolom geplaatst zijn.

Tegelijkertijd met het testen van de netlengtes wordt vastgesteld in hoeverre materiaal dat het net instroomt ook daadwerkelijk in het net aanwezig blijft. Hiertoe zijn aan de voorzijde van het netwerk kleine deeltjes organisch materiaal (paprika schillen) in het water gelaten, zodanig dat deze logischerwijs in het net terecht kwamen. Na afloop van elke meting is vastgesteld hoeveel van deze vezels in het monster teruggevonden zijn.

- b. Lijnen en gewicht: afhankelijk van de waterdiepte hebben de verschillende lijnen waaruit het meetsysteem bestaat een bepaalde lengte nodig, waarbij dit in overeenstemming dient te zijn met het toegepaste bodemgewicht. Qua gewicht wordt er naar gestreefd dit zo laag mogelijk te houden. Dit vanwege het bedieningsgemak en een eenvoudige en snelle toepassing van het systeem. Verschillende configuraties van netten, lijnen en gewicht zijn in de praktijk getest. Proefondervindelijk is vastgesteld of en hoe het mogelijk is de netten op de juiste diepte in de waterkolom te krijgen. De basis hiervoor werd gevormd door gewichten van 12,5 kg, 25,0 kg en 50,0 kg. Voor de registratie van de netdiepte is gebruik gemaakt van diepteloggers of een dunne lijn die aan het bodemgewicht bevestigd was.
- c. Bediening: voor de uiteindelijke toepassing van het meetsysteem wordt gestreefd naar een volledig handmatige bediening. Tijdens de verschillende testen is in eerste instantie gebruik gemaakt van een lier waarbij middels hydrauliek het systeem bediend werd. Hiermee is het systeem geoptimaliseerd, waarna uiteindelijk de vertaalslag is gemaakt naar een volledige handmatige bediening van het systeem en de toepassing daarvan in de praktijk.
- d. Registratie: voor de optimalisatie van het huidige ontwerp is niet alleen gekeken naar de toepassing van het meetsysteem, maar eveneens naar de registratie en invoer van parameters als stroomsnelheid, de waterdiepte waarop de netten staan. Dit is niet alleen van belang voor de juiste vertaling van de verkregen monsters, maar eveneens voor de beoordeling van het functioneren van het systeem in het veld. Inzicht in het functioneren maakt eventuele corrigerende maatregelen mogelijk.

2.4 MONITORING EN RAPPORTAGE

Na het testen en de verdere optimalisatie van het ontwerp is het meetsysteem in de praktijk toegepast. De scope lag hierbij op de toepassing van het meetsysteem in de praktijk op de meetlocaties en het verzamelen van monsters. De uitvoering van de bemonstering is hierbij als volgt:

1. Bepalen waterdiepte en stroomsnelheid ter plaatse;
2. Assemblage van het systeem (netten, lijnen en gewicht);
3. Plaatsen van stroomsnelheidsmeters en registreren van teller-waardes;
4. Plaatsen van meetsysteem, registratie van starttijd;
5. Controle van de werking van het systeem;
6. Lichten van de netten;

7. Registratie van teller-waardes van de stroomsnelheidsmeters;
8. Verzamelen van de monsters per net en registratie van de bijbehorende meetgegevens.

De monsters zijn per net verzameld in een kuip met water. Na het lichten zijn de netten eerst goed doorgeschied en nagespoeld met water, zodat de volledige inhoud zich in de punt van het net concentreert. Daarna is het net geopend en is de inhoud overgebracht in een kuip met water. Het net is schoongespoeld in deze kuip. Grof materiaal (niet zwerfafval) en eventuele grote organismen zijn vervolgens uit het monster verwijderd. De inhoud van de kuip is daarna over een fijne metalen zeef (500 µm) gefilterd. De kuip is drie keer gespoeld om ook de laatste resten mee te nemen. Het in de zeef achtergebleven materiaal is verzameld in een gelabelde monsterfles (inhoud 1-2 liter) en overgebracht voor nadere analyse. Hierbij is gebruik gemaakt van een gieter, spuitfles en trechter om het residu op de zeef te concentreren en over te brengen in de monsterfles.

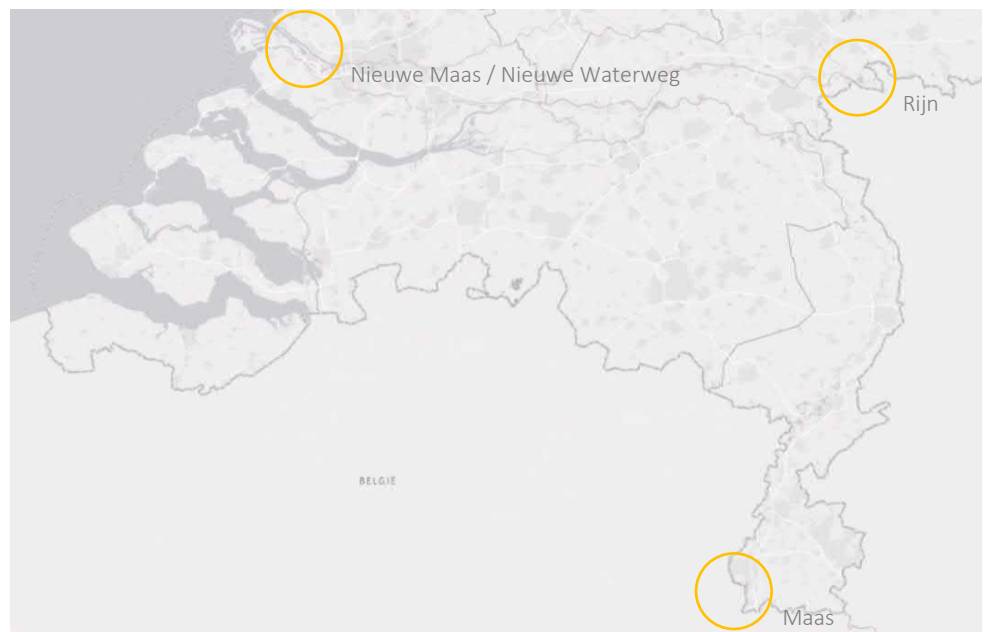
In totaal is er naar gestreefd om per meetlocatie 15 monsters te verzamelen (5 per waterlaag). De verzamelde monsters zijn gespoeld en vervolgens conform de OSPAR-methodiek geanalyseerd (Emmerik *et al.*, 2020 & OSPAR Commission, 2010). De monsters zijn hierbij geanalyseerd op de aanwezigheid macro- en mesoplastics en onderverdeeld naar categorie, grootte en aantallen.

3 MEETLOCATIES

3.1 ALGEMEEN

De belangrijkste vereisten met betrekking tot de meetlocaties zijn dat er voldoende stroming aanwezig is en dat er op veilige wijze vanaf een statisch platform gemeten kan worden. Een statisch platform kan hierbij bestaan uit een kademuur, een ponton of een schip. Bij voorkeur bevindt de “werkvloer” zich hierbij relatief dicht tegen het wateroppervlak. Op locaties waar grote schepen passeren heeft het de voorkeur om enigszins beschut de metingen uit te kunnen voeren. Dit in verband met de golfslag van deze schepen en de veiligheid tijdens het uitvoeren van de metingen.

De aanwezigheid van stroming is van belang omdat dit voor de aanvoer van het plastic zwerfafval zorgt. Een hogere stroomsnelheid betekent dat er per tijdseenheid meer water door de netten stroomt. Dit leidt er toe dat er in eenzelfde monitoringsduur meer materiaal verzameld wordt, resulterend in een grotere nauwkeurigheid van de verkregen resultaten. In de volgende paragrafen wordt voor de wateren Nieuwe Maas / Nieuwe Waterweg, Rijn en Maas ingegaan op de vraag in hoeverre hier geschikte meetlocaties aanwezig zijn in de daarvoor aangewezen gebieden (zie onderstaande figuur).



Figuur 1 Zoekgebied meetlocaties Nieuwe Maas / Nieuwe Waterweg, Rijn en Maas (bronnen: ESRI Nederland, Community Maps Contributors).

3.2 NIEUWE MAAS / NIEUWE WATERWEG

In het havengebied van Rotterdam bevinden zich een groot aantal mogelijke meetlocaties. Het gaat hierbij vooral om kademuuren die zich min of meer naast de hoofdstroom bevinden en pontons. Vanwege de functie die deze locaties hebben voor de scheepvaart is er op deze locaties over het algemeen sprake van een voldoende grote waterdiepte. De functie voor de scheepvaart heeft als nadeel dat op dit type locaties niet altijd voor langere tijd gemeten kan worden of dat deze vaak vrij toegankelijk zijn voor derden.

Om deze reden is in eerste instantie uitgeweken naar een meetlocatie op terrein van RWS, namelijk het steunpunt te Rozenburg. Op deze locatie bevindt zich een kademuur die zich relatief dicht tegen de hoofdstroom bevindt en zijn faciliteiten aanwezig om metingen vanaf de kade uit te voeren (hoge aanmeerpalen). Het gebruik van deze kademuur is in de praktijk beperkt tot het schip van RWS dat verantwoordelijk is voor de betonning in de regio.

Op het steunpunt te Rozenburg zijn enkele testmetingen uitgevoerd (zie bijlage 1 voor locatie). Hoewel deze metingen goed uitvoerbaar waren, bleek in de praktijk dat de stroming op deze locatie niet constant was en dat er bij laag water, ondanks de beperkt afstand tot de hoofdstroom, een duidelijke neerstroom (tegenstroom) aanwezig was. De stroming langs de oever was hierdoor tegengesteld aan de stroming in de hoofdstroom. Hoewel dit in principe geen belemmering is voor het uitvoeren van een meting, bleek tijdens de testmetingen dat er relatief veel plastic aanwezig is op deze locatie. Aangenomen wordt dat plastic vanuit de hoofdstroom in de neerstroom terecht komt en zich hier verzamelt. Hierdoor is in dit deel van het waterlichaam waarschijnlijk meer plastic aanwezig dan in de hoofdstroom. Monitoring op een dergelijke locatie zal een overschatting geven van de hoeveelheid plastic ten opzichte van de hoofdstroom, waarmee deze locatie minder geschikt is voor kwantitatieve monitoringsdoeleinden.

Gezien bovenstaande bevindingen is gezocht naar een alternatieve meetlocatie. Geschikte meetlocaties in het havengebied van Rotterdam zijn de verschillende pontons van de watertaxi. Deze pontons zijn bijzonder geschikt voor monitoring doordat ze relatief dicht tegen de hoofdstroom liggen, ze relatief lang zijn (tot 40 meter) en doordat het werkoppervlak zich altijd dicht bij het wateroppervlak bevindt. Een nadeel van veel van deze pontons is dat ze vrij toegankelijk zijn voor publiek. Dit laatste geldt niet voor het ponton van de watertaxi dat zich bij de EIC Mainport Rotterdam bevindt (zie bijlage 1). Dit ponton is afgesloten door middel van een hekwerk, waarmee het een geschikte meetlocatie is. De waterdiepte op deze locatie bedraagt zo'n 4,5 tot 7,6 meter (afhankelijk van het getij bij een waterstand van circa -0,8 tot 1,9 m NAP).

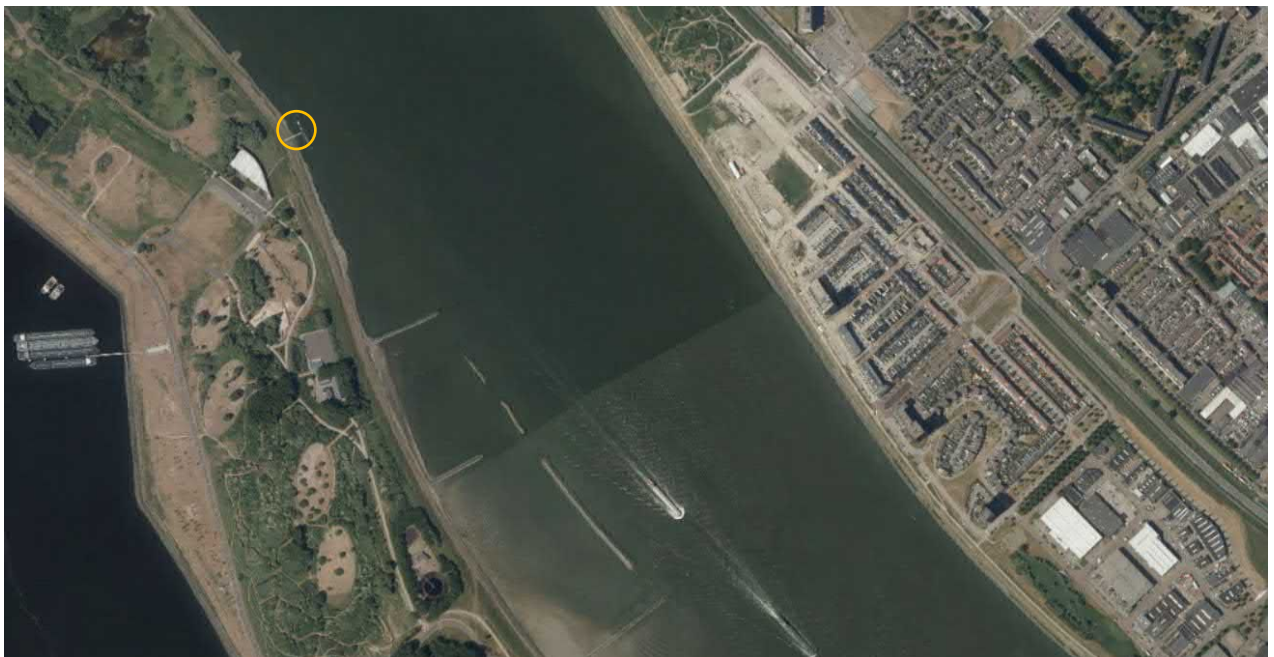


Foto 1 Meetlocatie Nieuwe Waterweg (ponton watertaxi Rozenburg) (bronnen: Esri Nederland, beeldmateriaal.nl).

3.3 RIJN

In de Rijn bij Lobith/Tolkamer zijn geschikte meetlocaties grotendeels beperkt tot de verschillende pontons die zich aan de Europakade te Tolkamer bevinden en enkele pontons die zich aan de overzijde van de Rijn bevinden ten hoogte van Millingen aan de Rijn. De verschillende pontons zijn in principe geschikt voor monitoring, maar zijn veelal in eigendom van commerciële bedrijven. Om deze reden dient toestemming verkregen te worden om metingen vanaf deze pontons uit te voeren. Binnen het huidige onderzoek zijn de metingen verricht vanaf het ponton van de firma Slurink (bunkerstation, zie bijlage 1), waarbij veelal gebruik is gemaakt van een polyester skiff, die tegen het ponton is aangemeerd. De metingen zijn hierbij uitgevoerd aan de oeverzijde van het ponton. De waterdiepte op dit punt is zo'n 3,4 tot 8,2 meter (bij waterstanden van 7,2-12,0 m NAP). De andere zijde van het ponton (vaargeul) dient vrij te zijn voor boten die hier aanmeren.

Voor de toekomst is verondersteld dat het meetstation van RWS te Lobith mogelijk een goede meetlocatie is om de hoeveelheid plastic in de waterkolom te monitoren. Het ponton van het meetstation is namelijk voldoende lang en daarnaast zijn voorzieningen aanwezig die monitoring kunnen vereenvoudigen (hijssapparaat). Op basis van de bevindingen bij het steunpunt van RWS te Rozenburg is het echter de vraag in hoeverre deze meetlocatie representatief is voor de hoeveelheid plastic zwerfafval dat zich in de waterkolom van de hoofdstroom bevindt. Het meetstation te Lobith bevindt zich namelijk binnen één van de aanwezige kribvakken. Voor de reguliere metingen vanaf dit station wordt dit ondervangen door gebruik te maken van een lange kraan/arm die de meetapparatuur tot buiten het kribvak laat komen. Voor plasticmonitoring zal op deze locatie binnen het kribvak gemeten worden. Mogelijk zal dit tot een overschatting van de hoeveelheid plastics in de waterkolom leiden.

Hoewel de huidige meetlocatie (bunkerstation Slurink) voldoet, kan een alternatieve meetlocatie gevonden worden op de autosteiger (Jan Terlouwsteiger) die zich iets verder benedenstrooms van het bunkerstation bevindt. Vanaf deze steiger is het mogelijk om (aan de oeverzijde) iets verder in de hoofdstroom te meten. Dat deze locatie binnen het huidige onderzoek buiten beschouwing is gelaten, komt doordat het niet is toegestaan aan te meren met een boot, buiten het aanmeren voor de functie waarvoor deze steiger is bedoeld. Op basis van de bevindingen van het huidige onderzoek kan in de toekomst van deze steiger gemeten worden zonder hierbij gebruik te maken van een boot. Daarvoor is deze steiger bijzonder geschikt.

Foto 2 Meetlocatie Boven-Rijn (bunkerstation Slurink te Tolkamer, oeverzijde). Iets verder benedenstrooms van deze locatie bevindt zich de Jan Terlouwsteiger. (bronnen: Esri Nederland, beeldmateriaal.nl)



3.4 MAAS

In de Maas te Eijsden is geen scheepvaartverkeer. Hierdoor is er een zeer beperkt aanbod van mogelijk geschikte meetlocaties, namelijk het ponton van de pont te Eijsden en het meetstation van Rijkswaterstaat dat zich te Eijsden bevindt. De pont te Eijsden heeft de beschikking over een ponton aan de Nederlandse zijde van de Maas en aan de Belgische zijde van de Maas. Aan de Nederlandse zijde bevindt zich een klein ponton met een lengte van circa 6 meter. Dit ponton is niet vrij toegankelijk voor publiek (zie bijlage 1). Op deze locatie zijn testmetingen gedaan, die goed uitvoerbaar waren. De waterdiepte op deze locatie is bij lage afvoeren (circa 100 m³/s) echter beperkt tot iets meer dan een meter. Het ponton aan de Belgische zijde heeft een lengte van circa 16 meter. De waterdiepte op deze locatie is ook bij lage afvoeren nog steeds enkele meters. Dit maakt deze locatie beter geschikt voor monitoring. In de praktijk bevinden zich op dit ponton geregeld sportvissers.

In tegenstelling tot het meetstation te Lobith, bevindt het meetstation te Eijsden zich wel direct naast de hoofdstroom van de Maas. De verwachting is dat op deze locatie daarom wel een representatief beeld van de hoeveelheid plastics in de waterkolom verkregen kan worden. Binnen het huidige onderzoek was het echter (nog) niet mogelijk om metingen uit te voeren vanaf dit meetstation. De methodiek die op de verschillende locaties is toegepast, is echter wel goed uitvoerbaar vanaf een dergelijk meetstation. Omdat het binnen dit onderzoek niet mogelijk was te meten vanaf het RWS meetstation te Eijsden is uitgeweken naar de kademuur van de Maasboulevard bij de AINSI (zie bijlage 1). De metingen op deze locatie zijn uitgevoerd vanuit een polyester skiff die tegen de kademuur was aangemeerd. De waterdiepte op dit punt varieert van circa 3,3 tot 4,9 meter (bij waterstanden van 43,9 tot 44,5 m NAP).

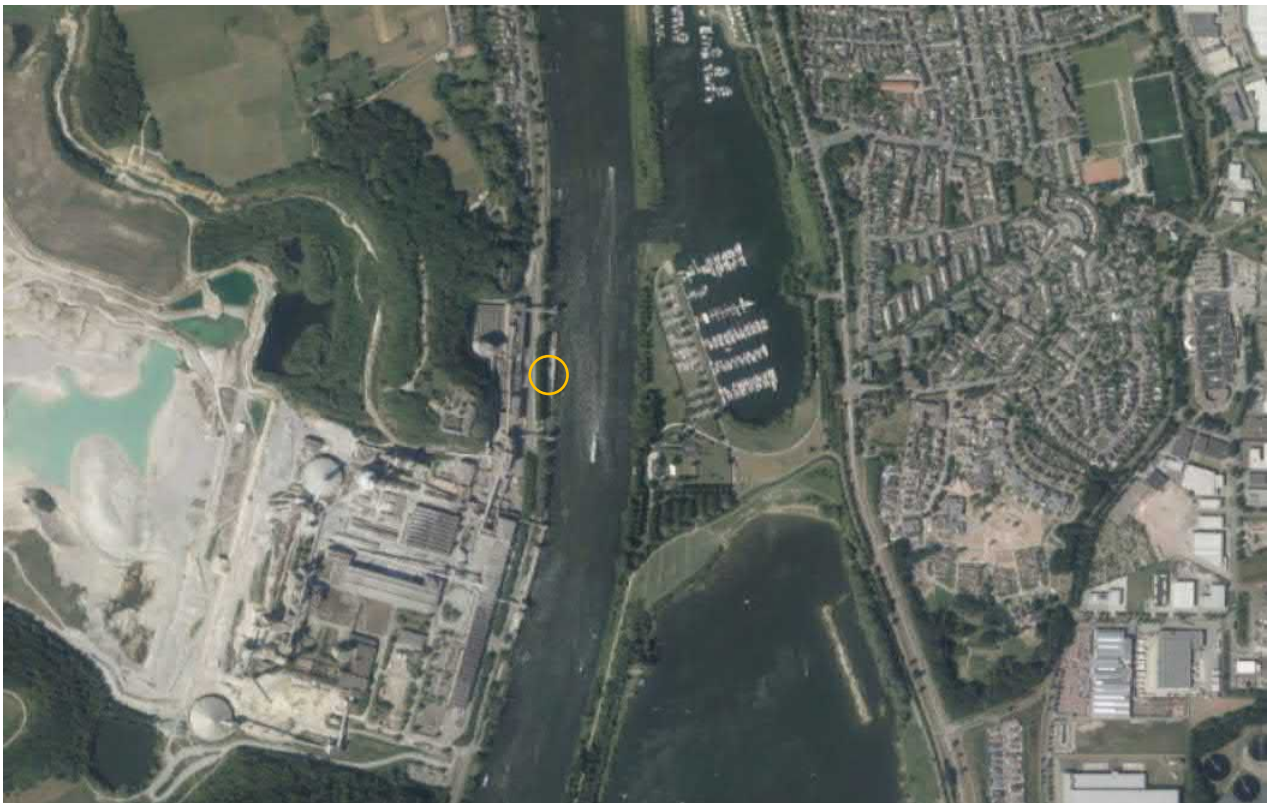


Foto 3 Meetlocatie Maas; kade Maasboulevard AINSI (bronnen: Esri Nederland, beeldmateriaal.nl)

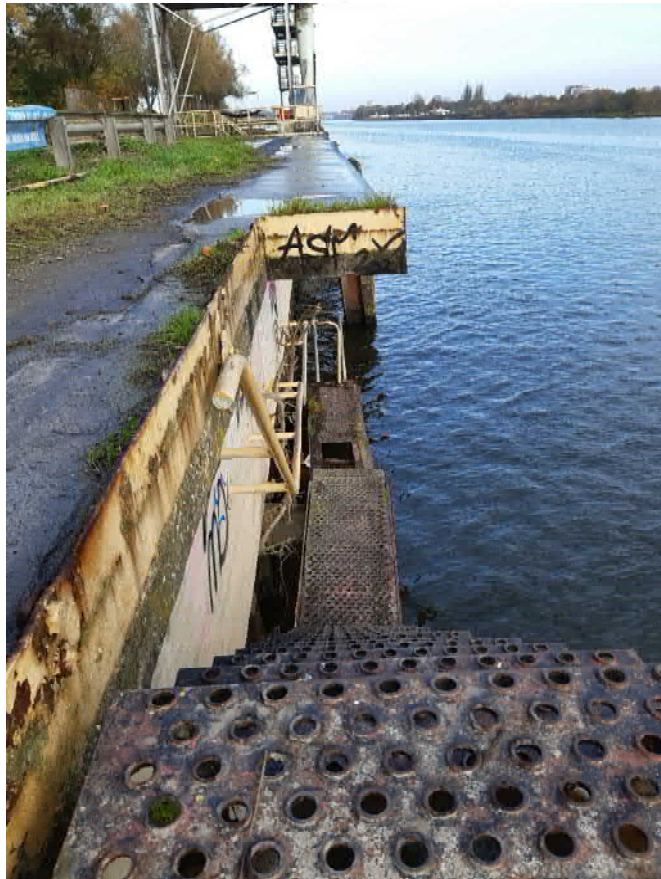


Foto 4 Meetpunten van de Maas (links), de Rijn (rechtsboven) en de Nieuwe Waterweg (rechtsonder).

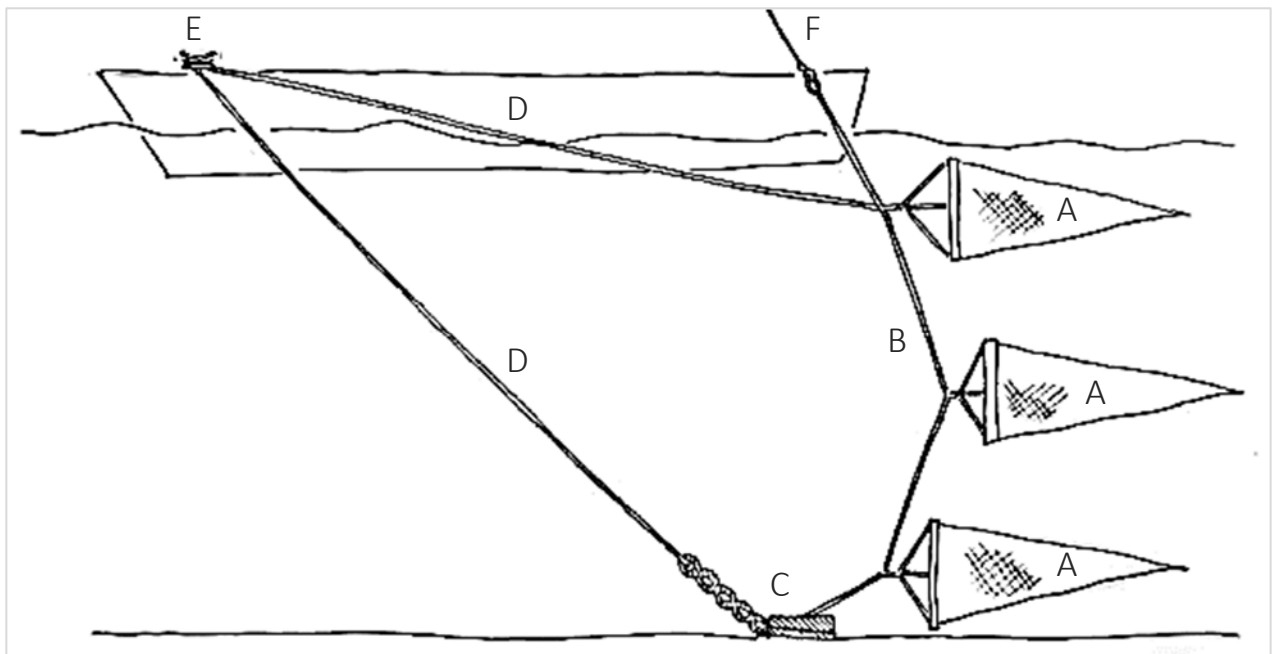
4 MEETSISTEEM

4.1 ALGEMEEN

In dit hoofdstuk wordt eerst ingegaan op de basis van het meetsysteem. Vervolgens wordt voor de netten en de configuratie van het systeem aangegeven hoe deze geoptimaliseerd zijn en op basis van welke aannames dit is gedaan. In navolging daarop worden de resultaten van de verschillende testen en bevindingen gepresenteerd.

4.2 BASIS MEETSISTEEM

In figuur 2 is een schematische afbeelding weergegeven van het meetsysteem. Het systeem bestaat uit een drietal puntvormige netten (A). De netten zijn bevestigd aan een verticale hoofdlijn (B) en bevinden zich bij de waterbodem, in het midden van de waterkolom en net onder het wateroppervlak. Onder de verticale hoofdlijn bevindt zich een bodemgewicht (C). Vanaf het bodemgewicht en vanaf het bovenste net lopen twee lijnen (D) naar voren die bevestigd worden aan een bolder (E). Hierdoor wordt het geheel op zijn plaats gehouden. De hoofdlijn is bevestigd aan een lier (F) waarmee het mogelijk is het geheel uit het water te hijsen (rondom draaipunt E). Door toepassing van lijnen is er sprake is van een lichte, flexibele en sterke constructie.



Figuur 2 Schematische weergave van monitorsopzet, met daarbij de netten (A), de hoofdlijn waaraan de netten worden bevestigd (B), het bodemgewicht (C), de lijnen om de constructie op de plaats te houden (D), het bevestigingspunt van deze lijnen (E) en het hijsmechanisme om het geheel uit het water te tillen (F).

Het meetsysteem is een passief systeem. De netten zetten zich als een windvaan in de waterstroom. Eventueel veranderende stroomrichtingen (als gevolg van scheepvaart) hebben hierdoor geen effect op de werking van het systeem. De netten hebben een cirkelvormige opening met een diameter van 1,0 meter. Dit leidt tot een relatief groot doorstroomoppervlak, maar blijft in de praktijk goed hanteerbaar. Middels een lier kan de monsternemer de netten omhoog hijsen en één voor één van de hoofdlijn halen voor het verzamelen van het monster. Op dezelfde wijze kunnen de netten ook weer teruggeplaatst worden.

De afmetingen van het net maken het mogelijk de waterkolom (veelal dieper dan 3 meter) te verdelen in drie waterlagen (onder, midden en boven). Het netwerk bestaat uit fijnmazig stramiengaas (0,39 mm x 0,79 mm) met uitstekende lozende eigenschappen. Hierdoor zijn de netten toepasbaar bij relatief hoge stroomsnelheden (tot meer dan 1,0 m/s) en wordt minimaal het formaat van 5 mm zwerfafval afgevangen. Door toepassing van stroomsnelheidsmeters in de opening van de netten is het mogelijk de flux van zwerfafval te bepalen (hoeveelheid zwerfafval per volume-eenheid rivierwater).

Het bestaande meetsysteem blijkt in de praktijk geschikt om de hoeveelheid en soorten plastics in de verschillende waterlagen (boven, midden en onder) in beeld te brengen bij waterdieptes van circa 3 tot 7 meter bij stroomsnelheden van 0,5 tot 1,3 m/s. Bij grotere waterdieptes en stroomsnelheden buiten dit bereik, wordt op het moment uitgeweken naar het toepassen van één of twee netten. Daarnaast is er in het voorjaar sprake van bloei in het water waardoor de netten snel verstopt raken. Op het moment wordt dit ondervangen door de stadsuur te verkorten. Bij lage stroomsnelheden zijn de huidige netten niet toepasbaar.

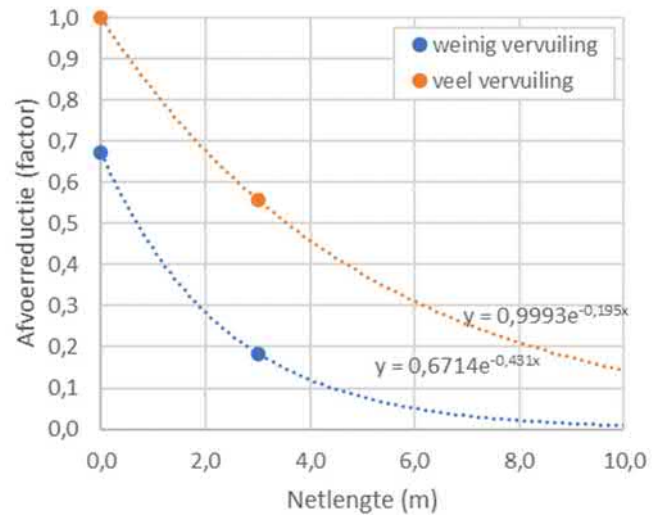
4.3 OPTIMALISATIE NETTEN

Voor de optimalisatie van de netten zijn de afmetingen van de instroomopening en de toegepaste maaswijdte van het netwerk gelijk gehouden aan het basisontwerp. Een ringdiameter van 1,0 meter blijkt in de praktijk goed hanteerbaar, waarbij het mogelijk is de waterkolom ook bij een relatief beperkte waterdiepte te verdelen in verschillende waterlagen (boven, midden, onder). Wel is er voor gekozen de ring minder zwaar uit te voeren, waardoor er minder waterdruk nodig is om het netwerk goed op de stroming te laten staan. De maaswijdte is ongewijzigd gehouden, omdat in de praktijk blijkt dat deze voldoende klein is om meso- en macroplastic uit het water te filteren, waarbij de ondergrens bij het microplastic lijkt te liggen.

Voor wat betreft de lengte van het netwerk geldt dat deze tot op heden allemaal een lengte van 3,0 meter hadden. Deze zijn toepasbaar bij stroomsnelheden van circa 0,5 tot 1,3 m/s. Bij lagere stroomsnelheden (richting 0,2 m/s) is de waterdruk onvoldoende hoog om het netwerk in combinatie met de ring goed open te laten staan. Een korter net in combinatie met een minder zwaar uitgevoerde ring kan dan uitkomst bieden. Indien er veel vervuiling van de netten is als gevolg van algenbloei, dan gaat de voorkeur juist uit naar langere netten, die minder snel vervuild raken. Te lange netten zijn echter minder praktisch in gebruik. Zo zijn ze minder eenvoudig te reinigen en indien ze naast de boot geplaatst worden bestaat het risico dat ze in de schroef terecht komen.

Voor de optimalisatie van de netten vormt een netlengte van 3,0 meter de basis. Op basis van de afvoerreductie van deze netten bij weinig en veel vervuiling is een theoretische afvoerreductie van de netten als functie van de netlengte berekend. De theoretische afvoerreductie, als functie van de netlengte is weergegeven in figuur 3. De afvoerreductie (factor) is hierbij de mate waarin de afvoer door het net belemmerd wordt. Basis hiervoor vormde de informatie van het basisontwerp, zoals gepresenteerd in Van de Ven & Hop (2021). Voor de optimalisatie van de netlengte is op basis van deze figuur gekozen voor de bestaande basislengte van 3,0 meter, een kort net met een lengte van 1,5 meter en een lang net met een lengte van 6,0 meter.

Figuur 3 Theoretische afvoerreductie van de netten als functie van netlengte (m), bij een stroomsnelheid van 1,3 m/s.

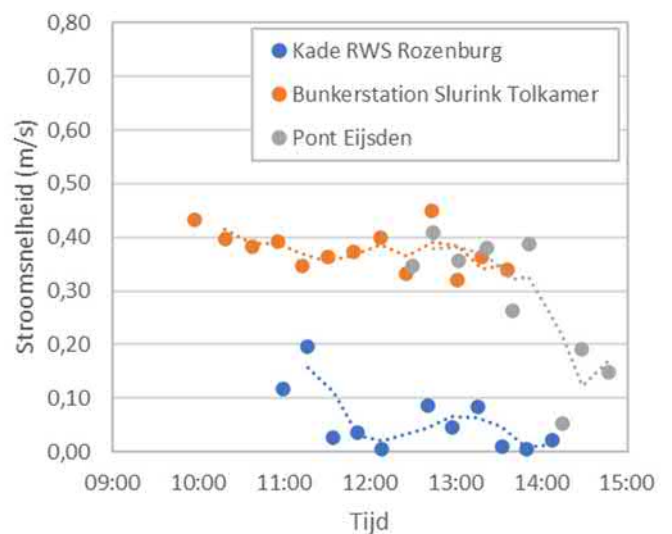


4.3.1 AFVOERREDUCTIE

De mate waarin de verschillende netlengtes in de praktijk een effect hebben op de afvoerreductie van het net is getest op meetlocaties te Eijsden (pont Eijsden), te Tolkamer (bunkerstation Slurink) en te Rozenburg (RWS steunpunt Rozenburg). De metingen zijn uitgevoerd aan het oppervlak, waardoor een visuele evaluatie van de werking van de netten mogelijk was. De afvoerreductie is bepaald door de stroomsnelheid in de instroomopening van het net te meten en deze te relateren aan de stroomsnelheid buiten de invloedssfeer van het net (op enkele meters afstand voor het net). Voor het bepalen van de stroomsnelheid is gebruik gemaakt van mechanische stroomsnelheidsmeters.

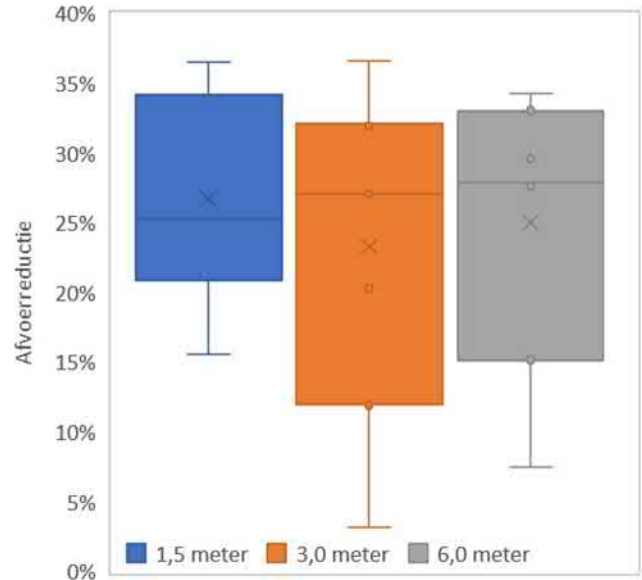
In figuur 4 is de stroomsnelheid weergegeven zoals deze in de waterkolom aanwezig was tijdens de metingen. In de Maas was ten tijde van de meting sprake van een geringe afvoer. Bij de kade van de AINSI (te Maastricht) was vrijwel geen stroming waarneembaar. Daarom is uitgeweken naar de pont te Eijsden. De stroomsnelheid was hier bij de start van de meting circa 0,35 tot 0,40 m/s, maar nam later die middag af tot minder dan 0,1 m/s. Sterke fluctuaties in de afvoer/stroomsnelheid zijn normaal voor dit deel van de Maas. Bij Tolkamer is sprake van een meer constante afvoer, die varieerde van circa 0,35 tot 0,40 m/s. Gedurende de dag was er sprake van een lichte daling. Bij de Nieuwe Waterweg is er sprake van getij. Aan de start van de metingen was de stroomsnelheid nog boven de 0,1 m/s, maar deze nam snel af. In de hoofdstroom was op dat moment nog wel sprake van een hogere stroomsnelheid.

Figuur 4 Stroomsnelheid in waterkolom ten tijde van metingen te Rozenburg (23-11), te Tolkamer (19-11) en te Eijsden (18-11).



In figuur 5 is de afvoerreductie van de verschillende netlengtes weergegeven bij stroomsnelheden variërend van 0,17-0,45 m/s. Er was tijdens de metingen sprake van relatief schoon water, waardoor de netten niet vervuild raakten. Resultaten met stroomsnelheden <0,15 m/s zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de toegepaste stroomsnelheidsmeters niet accuraat meten bij dergelijke lage stroomsnelheden. In de figuur is zichtbaar dat de afvoerreductie van de verschillende netlengtes bij deze beperkte stroomsnelheden niet wezenlijk van elkaar verschillen. De stroomsnelheid was hiermee te beperkt om eventuele verschillen waarneembaar te maken. De gemiddelde reductie bedraagt veelal zo'n 25%, al is er sprake van veel variatie tussen de verschillende metingen.

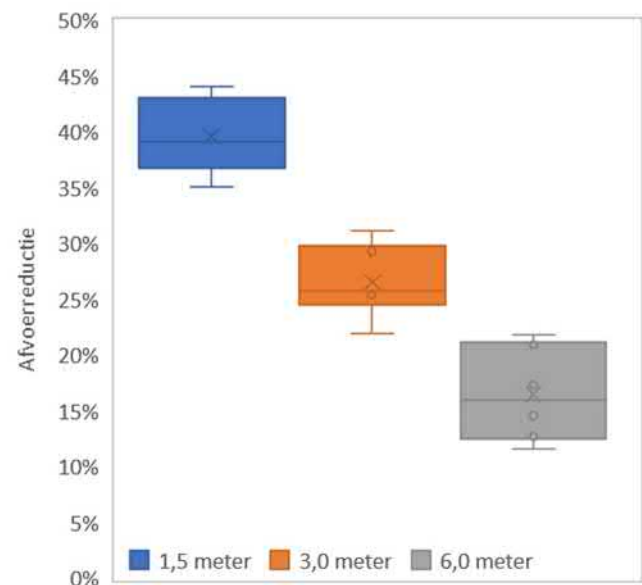
Figuur 5 Gemeten afvoerreductie van de netten als functie van netlengte (m) bij stroomsnelheden van 0,17-0,45 m/s.



Vanwege de beperkte stroomsnelheid tijdens voorgaande metingen, is er half januari een extra meting uitgevoerd waarbij de afvoer van de verschillende netten getest is. De meting is op 14 januari 2022 uitgevoerd te Tolkamer. In tegenstelling tot voorgaande metingen is er ditmaal gekozen om de netten 60 minuten te laten staan en elke 10 minuten de stroomsnelheidsmeter af te lezen. Dit komt beter overeen met de uiteindelijke toepassing van de netten in de praktijk, waarbij naast de aanwezige stroming ook het vervuild raken van de netten invloed heeft op de hoeveelheid water die door het net stroomt.

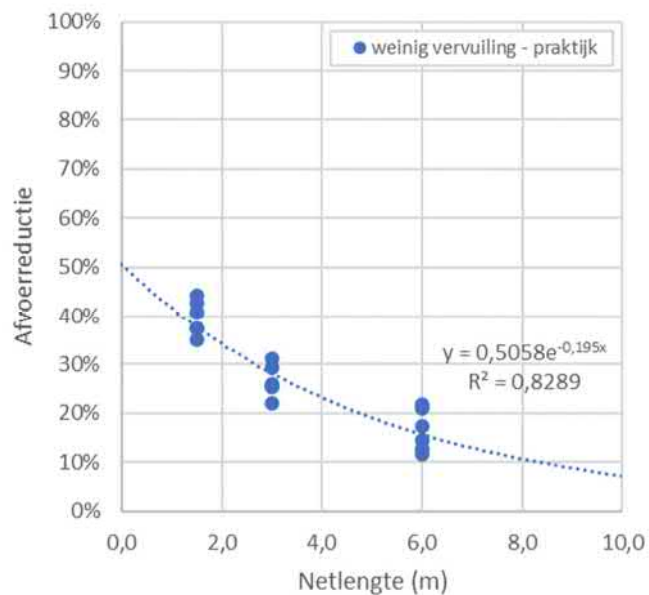
In figuur 6 is duidelijk zichtbaar dat bij hogere stroomsnelheden (in dit geval 0,8-0,9 m/s) afvoerreductie duidelijk toeneemt bij een kortere netlengte. De afvoerreductie bedraagt ongeveer 40% bij de netten met een lengte van 1,5 meter, 27% bij de netten met een lengte van 3,0 meter en 17% bij de netten met een lengte van 6,0 meter.

Figuur 6 Gemeten afvoerreductie van de netten als functie van netlengte (m) bij gemiddelde stroomsnelheden van 0,82-0,89 m/s.



In figuur 7 is de afvoerreductie van de netten weergegeven als functie van de netlengte. Wanneer de gemeten afvoerreductie met de theoretische afvoerreductie wordt vergeleken, zoals weergegeven in figuur 3, dan is te zien dat deze in grote lijnen overeenkomen. In de praktijk blijkt echter dat de afvoerreductie van de korte netten minder groot is dan op voorhand verwacht. Desondanks is duidelijk zichtbaar dat toepassing van langere netten tot een lagere afvoerreductie leidt, waarmee in eenzelfde tijdsbestek een groter monster verkregen kan worden. Ook de trekkracht van de netten op het systeem is lager indien deze een hogere doorlaatbaarheid hebben.

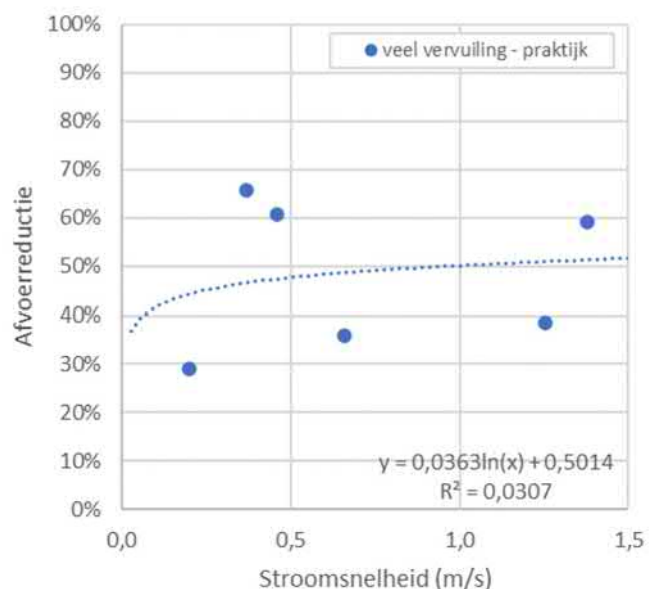
Figuur 7 Trendlijn van de afvoerreductie als functie van netlengte (m) bij gemiddelde stroomsnelheden van 0,82-0,89 m/s en een lage vervuilingsgraad..



De reductie zoals weergegeven in voorgaande grafiek geldt voor metingen in relatief schoon water, waarbij er weinig vervuiling van het netwerk optreedt. Een grote hoeveelheid zwevende stof of organisch materiaal in de waterkolom kan tot een aanzienlijk grotere afvoerreductie leiden. Tijdens de huidige testmetingen was dit niet het geval, bij eerder uitgevoerde metingen in maart/april 2021 wel (Van der Ven & Hop, 2021). In figuur 8 is de afvoerreductie tijdens deze metingen weergegeven als functie van de stroomsnelheid. De toegepaste netlengte was hierbij 3,0 meter.

In de grafiek is zichtbaar dat bij een hoge vervuilingsgraad de afvoerreductie varieert van 30-70%, waarbij er sprake is van vrij veel variatie van meting tot meting. Gemiddeld bedraagt de afvoerreductie 48%, tegenover 27% bij metingen met weinig vervuiling.

Figuur 8 Trendlijn van de afvoerreductie als functie van de stroomsnelheid bij een netlengte van 3,0 meter en een hoge vervuilingsgraad. (o.b.v. Van de Ven & Hop, 2021).

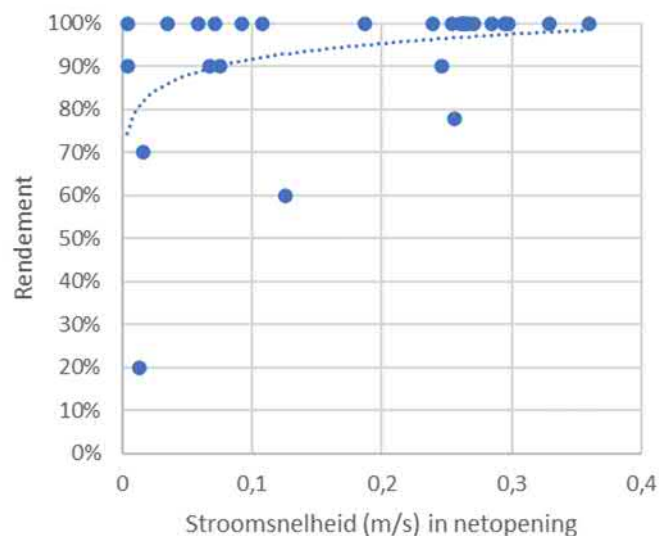


4.3.2 PRAKTIJK

Ondanks de beperkte stroomsnelheden tijdens de testmetingen bleken de verschillende netten veelal goed open te gaan staan. De relatief lichte ring rondom de netopening draagt hier aan bij. Alleen bij de

laagste stroomsnelheden bij het RWS terrein te Rozenburg bleven de langste netten op een gegeven moment als het ware in de waterkolom hangen. Hierdoor gaan deze netten niet over de volledige lengte open staan, hangt de netopening minder goed in de waterkolom en wordt het verzamelde materiaal (plastic) niet naar de achterzijde van het net geleid. Hierdoor is de vangstefficiëntie niet optimaal en is het lastig het gevangen plastic te verzamelen.

Om vast te stellen of materiaal dat het net in stroomt ook daadwerkelijk in het net blijft, is de test uitgevoerd met het organisch materiaal dat aan de voorzijde van het net in de waterkolom is ingebracht. Na een periode van 15 minuten is vastgesteld hoeveel van dit materiaal nog aanwezig was in het net. In Figuur 9 is dit grafisch weergegeven, waarbij de “terugvangst” is weergegeven als het rendement (%). In de meeste gevallen is het waargenomen rendement 100%. Tijdens de metingen was duidelijk zichtbaar dat het materiaal met de waterstroom mee direct naar de achterzijde van het net werd gevoerd. In de gevallen dat dit niet zo was, was er sprake van uit het net dwarrelen van het materiaal bij (periodiek) lagere stroomsnelheden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat bij dergelijke lage stroomsnelheden de toegepaste deeltjes waarschijnlijk niet in de waterkolom aanwezig zullen zijn.



Figuur 9 Rendement als functie van de stroomsnelheid in de netopening.

In de praktijk geldt dat de kortere netten handzamer zijn in gebruik dan de langere netten. Vooral bij het reinigen van de netten is dit het geval. Bij de kortste netten is het relatief eenvoudig om materiaal dat zich tegen de wanden van het net bevindt naar het uiteinde van het net te spoelen. Bij de langste netten is dit in de praktijk lastiger uitvoerbaar. Er is hierdoor een grotere kans dat er materiaal in het netwerk achterblijft. In de praktijk zal dit vooral aan de orde zijn indien er veel organische vervuiling van het netwerk is. Het minder eenvoudig reinigen van de langste netten is te ondervangen door deze tijdens het spoelen over de volledige lengte op te hijsen en schoon te spuiten. Ook voor de kortere netlengtes geldt dat deze wijze van reinigen optimaal is voor het verzamelen van het monster. Daarnaast zorgt een goed gereinigd net voor een lagere afvoerreductie tijdens de daaropvolgende meting.

Foto 5 Bij beperkte stroomsnelheden, zoals hier op de kade van het RWS steunpunt te Rozenburg, gaat het grootste net niet goed open staan.

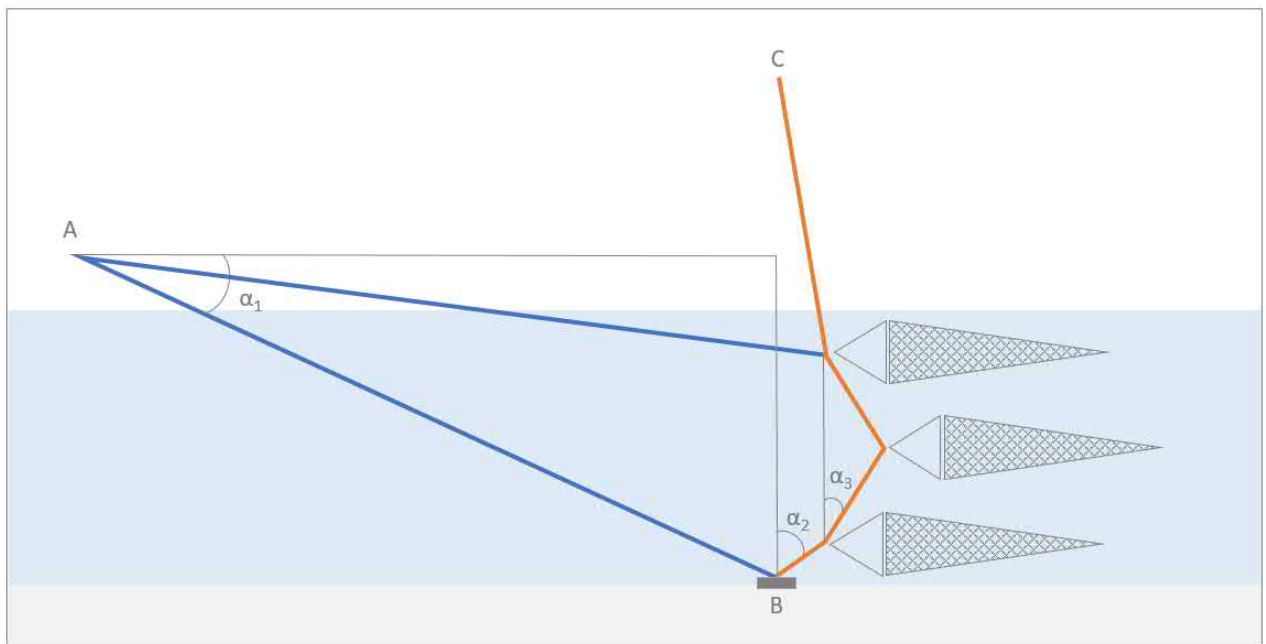


4.4 OPTIMALISATIE CONFIGURATIE

4.4.1 LIJNEN EN GEWICHT

De configuratie van het meetsysteem bestaat uit het geheel van lijnen, gewicht, netten en hijsysteem. Afhankelijk van de waterdiepte, stroomsnelheid, mate van vervuiling en het aantal netten dienen deze op elkaar afgestemd te worden. In het verleden zijn metingen met dit systeem altijd uitgevoerd vanaf een aluminium werkboot of kotter. Hierbij werd gebruik gemaakt van een zwaar bodemgewicht (80 kg), dat middels de aanwezige hydrauliek aan boord gehesen kon worden. Voor de optimalisatie van het ontwerp is er naar gestreefd het meetsysteem zo aan te passen dat het bodemgewicht tot een minimum beperkt kan worden. Een laag bodemgewicht betekend dat men in de praktijk niet langer afhankelijk is van mechanische hijskracht om de netten te plaatsen en te lichten, waarmee de toepasbaarheid van het systeem aanzienlijk wordt verbeterd.

In figuur 10 is een schematische weergave gegeven van de monitoringssetup zoals deze toegepast wordt voor monitoring met drie netten. Het systeem bestaat uit een gevlochten hoofdlijn (oranje) waaraan de verschillende netten zijn bevestigd. Het geheel wordt op zijn plaats gehouden middels zogenaamde treklijnen (blauw) en een bodemgewicht (B). Dit is eerder in dit rapport weergegeven in figuur 2.



Figuur 10 Monitoringssetup voor onderzoek op drie verschillende waterdiepten. A = bevestigingspunt horizontale lijnen (blauw); B = gewicht; c = hijspunt van hoofdlijn (oranje).

De trekkracht die de netten uitoefenen op het systeem wordt opgevangen door de treklijnen. Alleen aan de bovenzijde en onderzijde van het systeem worden deze treklijnen toegepast. Het middelste net hangt vrij tussen het bovenste en onderste net in. Doordat de afstand tussen het bovenste en onderste net gelijk is, zal het net tussen beide netten inhangen (indien het bovenste en onderste net zich in min of meer dezelfde verticale lijn bevinden). De treklijnen worden boven het wateroppervlak vastgezet (punt A). Veelal is dit aan een bolder. Wanneer de netten in het water staan, zullen deze als gevolg van de stroming

(waterdruk) naar het wateroppervlak gedreven worden met als draaipunt A. Door toepassing van een bodemgewicht wordt dit voorkomen.

Om de massa van het bodemgewicht te minimaliseren, is het van belang dat de treklijnen zoveel als mogelijk horizontaal lopen. Dit kan gerealiseerd worden door het punt waarop de lijnen worden vastgezet (A) zo laag als mogelijk te houden. De hoek (α_1) kan daarnaast verkleind worden door de lengte van de treklijnen te maximaliseren. In de toegepaste opstelling is er om praktische redenen voor gekozen de onderste treklijn aan het bodemgewicht te bevestigen en niet direct aan het onderste net. Het voordeel hiervan is dat het bodemgewicht niet los onder het systeem hangt en zich op een vaste afstand van punt A bevindt..

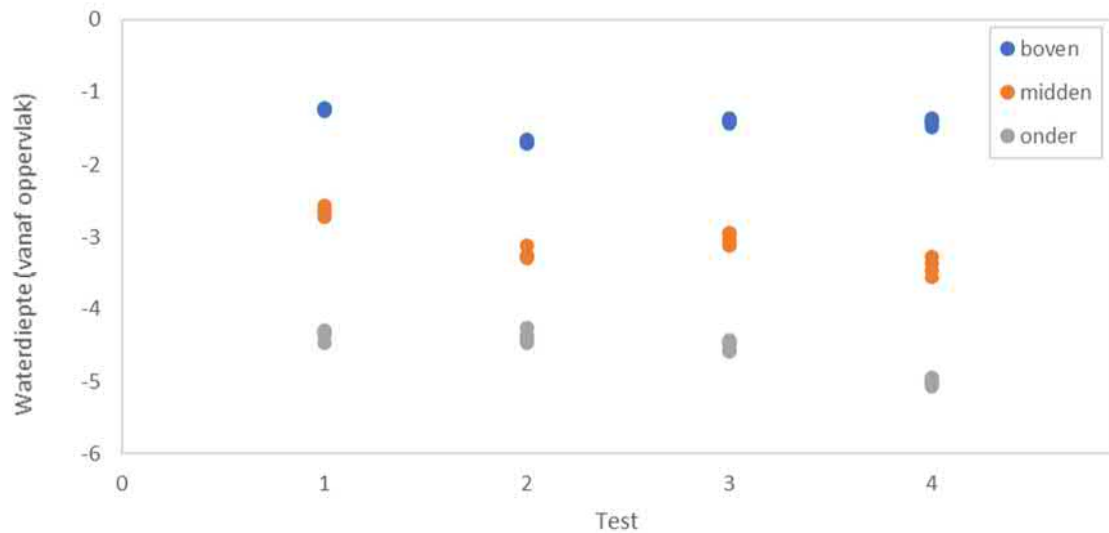
De hoofdlijn is een gevlochten lijn. Het voordeel hiervan is dat deze dun zijn en toch veel trekkracht hebben. De waterdruk op de lijn is hierdoor beperkt. Daarnaast is het mogelijk om op elk punt binnen de lijn een bevestigingspunt te maken voor de netten. De lengte van de hoofdlijn is afhankelijk van de waterdiepte en de mate waarin het middelste net achter het onderste en bovenste net hangt. De hoek (α_3) mag hierbij niet te groot worden (maximaal 55°), aangezien de hoofdlijn op een gegeven moment in contact kan komen met het onderste en bovenste net, waardoor deze niet langer goed in de waterstroom staan. Daarnaast geldt dat wanneer het middelste net zich verder naar achteren bevindt er meer kracht nodig is het gehele netsysteem uit het water te hijsen. Dit vanwege de horizontale verplaatsing van het net tegen de stroom in.

De testen met betrekking tot de configuratie van het meetsysteem zijn uitgevoerd op de meetlocaties te Tolkamer (bunkerstation Slurink) en te Rozenburg (ponton watertaxi). Op deze locaties was sprake van een relatief hoge stroomsnelheid in combinatie met een grotere waterdiepte dan op de Maas. De waterdiepte varieerde in de praktijk van bijna 4,0 tot iets meer dan 5,0 meter. De gemiddelde stroomsnelheid tijdens de metingen was hierbij beperkt tot maximaal zo'n 0,5 m/s. De bodemgewichten die tijdens het testen zijn gebruikt waren respectievelijk 12,5 kg, 25,0 kg en 50,0 kg. Tijdens het testen was er weinig vervuiling van de netten.

Bij stroomsnelheden tot circa 0,5 m/s, met periodieke uitschieters naar circa 0,7 m/s bij passage van grote schepen, blijven de netten goed op diepte bij toepassing van 25,0 en 50,0 kg aan gewicht. Dit geldt zowel voor de toepassing van korte treklijnen (10 m) als lange treklijnen (30 m). Een bodemgewicht van 12,5 kg in combinatie met drie netten en korte lijnen (10 m) is in de praktijk bij een waterdiepte van circa 4 tot 5 meter nog net toepasbaar tot stroomsnelheden van circa 0,2 m/s. Bij toepassing van langere lijnen (30 m) ligt het bodemgewicht beter op de bodem.

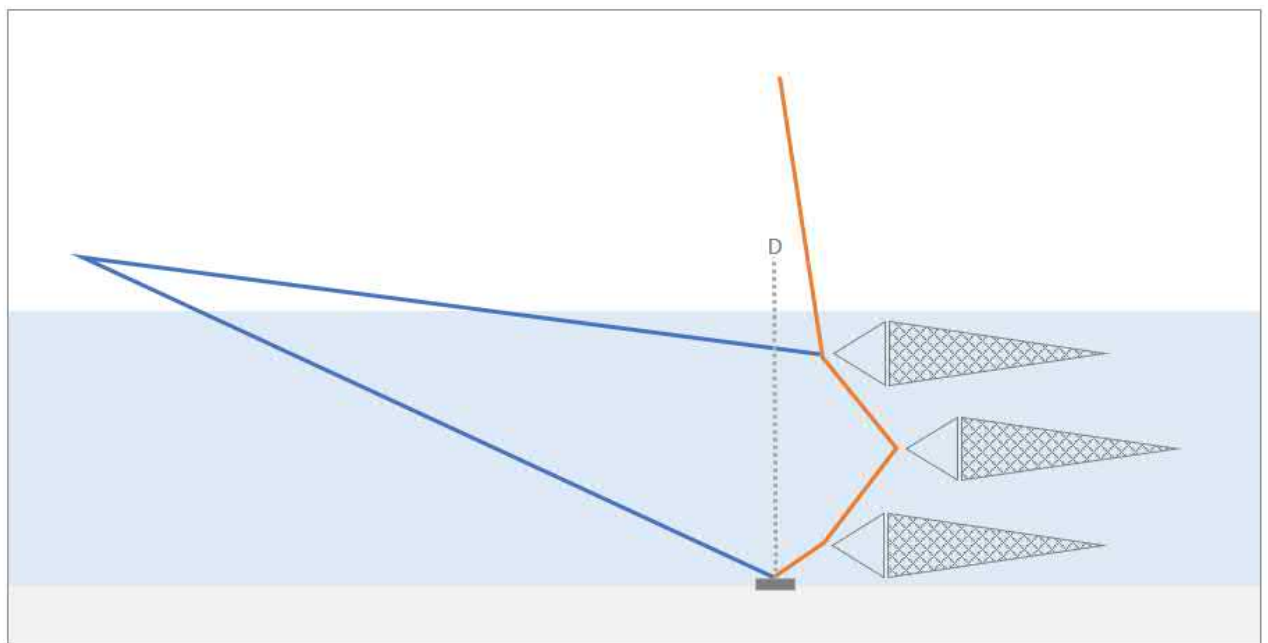
In figuur 11 is de diepte waarop de netten zich bevinden tijdens enkele van de testen grafisch weergegeven. De netten waren hierbij voorzien van een dieptelogger die aan de spruit van het netwerk was bevestigd. Hoewel de dieptelogger een nauwkeurigheid heeft van enkele centimeters, is de nauwkeurigheid van de metingen hierdoor zo'n 0,2 meter. In de figuur is de positie van de verschillende netten zichtbaar. Gedurende de testen nam de waterdiepte toe (Nieuwe Waterweg), wat terug te zien is in de toenemende waterdiepte waarop het onderste net zich bevindt. Het bovenste net hangt min of meer op constante diepte. Door de bovenste treklijn aan te trekken of juist te vieren is hierin enige variatie mogelijk. Indien het bovenste net verder naar achteren wordt gezet (achter het onderste net), dan zal het middelste net iets dichter richting het onderste net schuiven (in de verticaal). Het effect hiervan is echter

beperkt. In de figuur is zichtbaar dat het middelste net zich min of meer in het midden van het bovenste en onderste net ophoudt.



Figuur 11 Diepte van de netten bij testen op de Nieuwe Waterweg met 25,0 kg (1 +2), 50,0 kg (3) en 12,5 kg (4). Tijdens de metingen steeg het waterpeil enigszins, zoals zichtbaar aan het onderste net en de afstand tussen de netten.

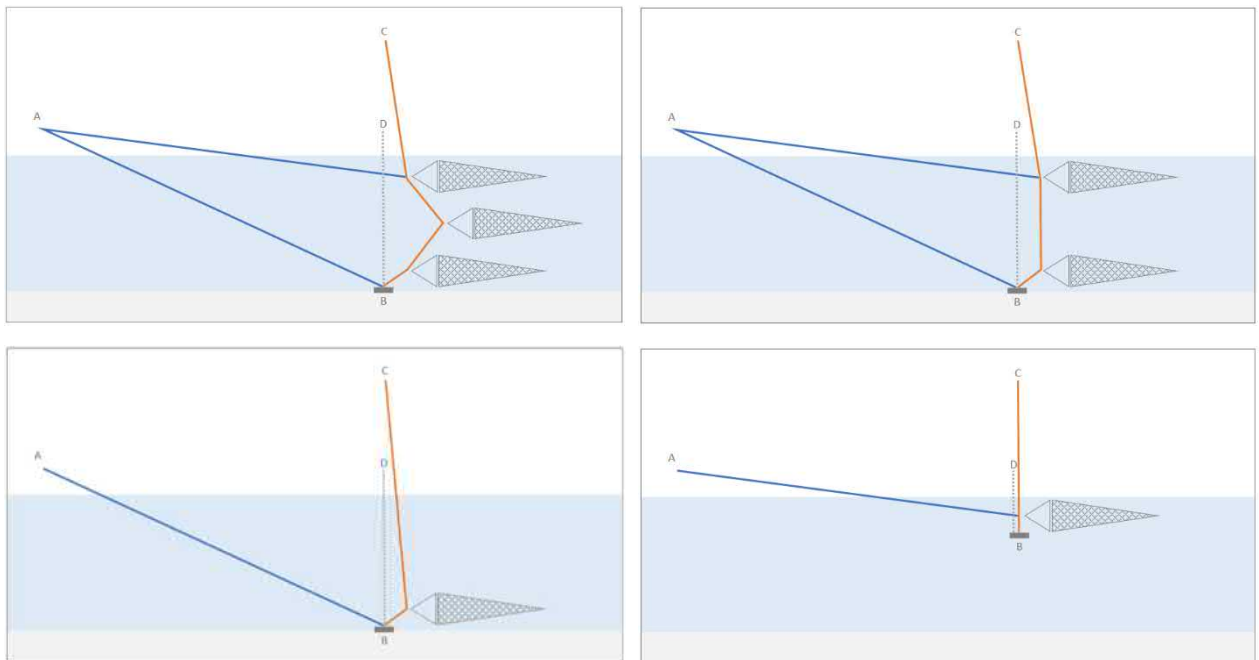
Om op eenvoudige en snelle wijze vast te stellen of het bodemgewicht daadwerkelijk op de bodem ligt kan een dunne lijn aan het gewicht vastgemaakt worden, wat loodrecht naar het wateroppervlak loopt (zie figuur 12). Indien de waterdiepte constant is kan aan de waterlijn van deze lijn een markering aangebracht worden, waarmee ter plekke vastgesteld kan worden of het bodemgewicht goed op de bodem ligt. Door het bodemgewicht met deze lijn iets op te tillen en weer op de waterbodem terug te laten zakken is dit ook voelbaar, in het bijzonder bij hardere bodems.



Figuur 12 Grafische weergave van de controlelijn (D) waarmee de bodemligging van het gewicht gecontroleerd kan worden.

Binnen de huidige onderzoeksperiode was het, vanwege een beperkte afvoer, niet mogelijk de configuratie te testen bij hoge stroomsnelheden. Om hier toch invulling aan te geven, is gebruik gemaakt van data uit eerdere onderzoeken met een vergelijkbaar meetsysteem, zoals gepresenteerd in Van de Ven & Hop (2021). Hierbij bleek dat met relatief korte lijnen (circa 14 meter), een stroomsnelheid van maximaal zo'n 1,4 m/s en een waterdiepte van bijna 6 meter en een bodemgewicht van 80 kg de netten niet langer op de juiste diepte terecht komen. Bij een waterdiepte van 3,5 meter was dit nog wel mogelijk.

Bij een beperkte waterdiepte (< 3 m) of de combinatie van een grote waterdiepte (> 5 m) met hoge stroomsnelheid (> 1 m/s) kan het noodzakelijk zijn met slechts één of twee netten te monitoren. Bij toepassing van twee netten worden deze boven en onder in de waterkolom toegepast. Bij toepassing van één net kan dit zowel boven, midden als onder. In figuur 13 zijn de verschillende configuraties hiervan schematisch weergegeven. In principe wordt hiervoor dezelfde setup gebruikt zoals ook voor de metingen met drie netten.



Figuur 13 Monitoringsetup voor onderzoek op drie verschillende waterdiepten. A = bevestigingspunt horizontale lijnen (blauw); B = gewicht; c = hijspunt van hoofdlijn (oranje); D = controlelijn diepteligging gewicht.

4.4.2 BEDIENING IN DE PRAKTIJK

Eén van de belangrijkste punten in de optimalisatie van het meetsysteem is het verbeteren van het gebruikersgemak. Het systeem dient snel, eenvoudig en flexibel toegepast kunnen worden in verschillende riviertypen in Nederland. Uitgangspunt hierbij is dat het systeem toegepast kan worden vanaf een statisch platform.

Zoals in voorgaande paragraaf te lezen is kan door middel van lange treklijnen de grootte van het bodemgewicht beperkt blijven. Geadviseerd wordt dat wanneer er voldoende ruimte beschikbaar is deze

ook gebruikt wordt (door middel van zo lang mogelijke treklijnen). Daarnaast is het van belang dat het hijsmechanisme, waarmee de netten en het bodemgewicht omhoog getild worden, zich zoveel als mogelijk recht boven de netten en het bodemgewicht bevindt. Dit maakt het mogelijk dat de netten min of meer verticaal uit het water getild kunnen worden, waarbij enkel nog het middelste net enige horizontale verplaatsing heeft (tegen de stroming in). In de praktijk blijkt het mogelijk om drie netten, met een bodemgewicht van 50 kilogram en bij stroomsnelheden van circa 0,5 m/s, nog handmatig te hijsen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van één extra katrol om de noodzakelijke kracht te halveren.

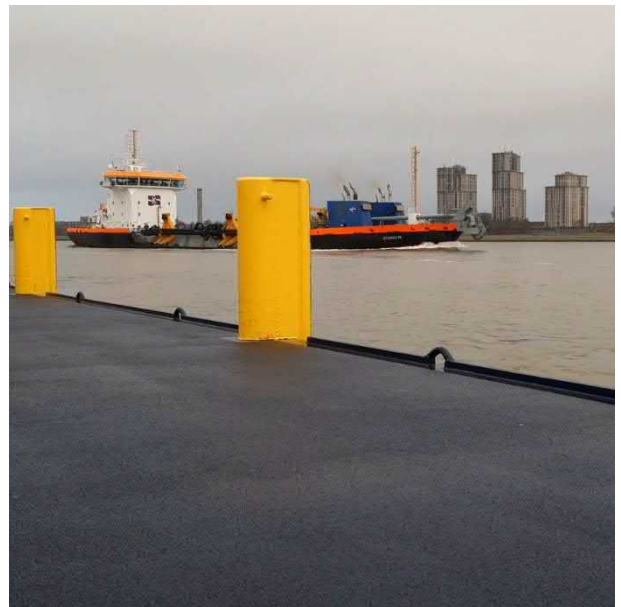
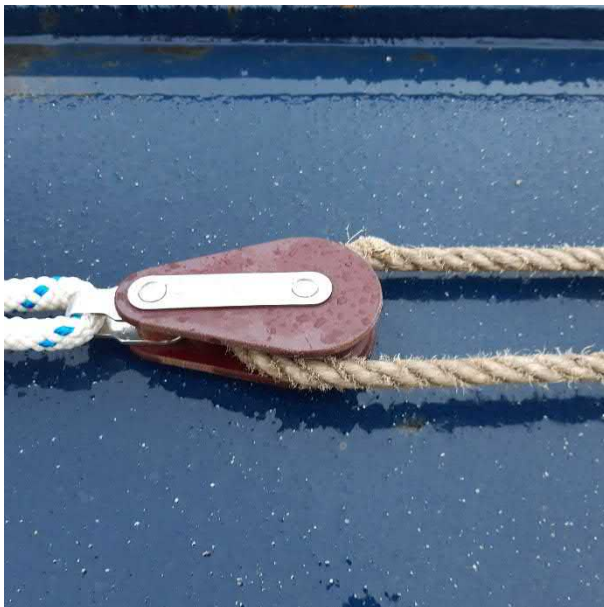
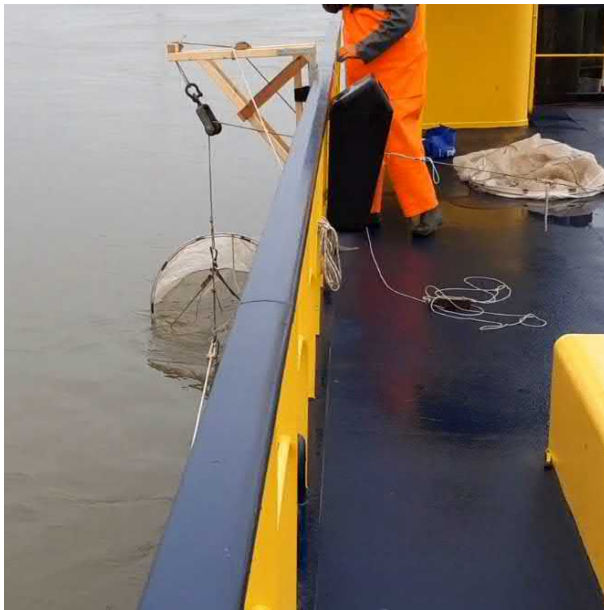


Foto 6 *Het handmatig lichten van de netten te Rozenburg, waarbij gebruik wordt gemaakt van diverse katrollen. Vanwege de scheepvaart wordt aan de oeverzijde van het ponton gemeten, waar er minder hinder is van golflslag en er veilig gewerkt kan worden.*



Foto 7 Monitoring vanuit een polyester skiff aan de binnenzijde van het ponton van de watertaxi te Rozenburg (foto P. Nijhuis).



Foto 8 Het plaatsen van één van de netten te Rozenburg (foto P. Nijhuis).

5 MONITORING

5.1 ALGEMEEN

De resultaten in dit hoofdstuk zijn primair gebaseerd op de monitoring die heeft plaatsgevonden op de Boven-Rijn (2 december), Maas (3 december) en de Nieuwe Waterweg (8 december). Op de Boven-Rijn en Nieuwe Waterweg zijn per diepte (boven, midden en onder) vijf monsters verzameld (monitoringsduur 45 minuten per monster). In de Maas zijn per diepte vier monsters verzameld. De laatste meting op deze locatie kon niet doorgaan vanwege een baggerponton dat op de meetlocatie aanmeerde. Bij de metingen in de Boven-Rijn en Maas was er sprake van een stijgende/verhoogde afvoer ten opzichte van de voorafgaande weken (zie bijlage 2), hoewel deze nog steeds beperkt was. Er was sprake van relatief veel vervuiling van de netten tijdens deze metingen, waardoor er weinig water door heen ging.

Naast de monsters die verzameld zijn tijdens de monitoring op deze locatie, zijn ook een aantal monsters die tijdens de testmetingen zijn verzameld nader geanalyseerd. De resultaten van deze testmetingen, die veelal van kortere duur waren, zijn gebruikt om de resultaten van de monitoring te kunnen duiden. De monsters zijn geanalyseerd door medewerkers van ATKB, met uitzondering van de monsters die verzameld zijn tijdens de monitoring op 3 december (Maas). Deze monsters zijn geanalyseerd door 2beProjects. In bijlage 3 is een overzicht gegeven van de geanalyseerde monsters en bijbehorende data. Bijlage 2 geeft de verschillende meetlocaties weer.

5.2 OSPAR-CLASSIFICATIE

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de classificatie van de aangetroffen plastics tijdens zowel de testmetingen als de monitoring in de Maas, Nieuwe Waterweg en Rijn. In tabel 2 zijn alleen de resultaten van de monitoring weergegeven exclusief de monitoring van de Maas. Tijdens de monitoring van de Maas werden vrijwel alleen plastic folies of stukken daarvan aangetroffen.

Zowel in de Maas, Nieuwe Waterweg als Rijn bestaat een groot deel van de aangetroffen macroplastics uit plastic folies of stukken daarvan (circa 20-60%). Daarnaast worden ondefinieerbare plastic stukjes en overige plastics relatief veel aangetroffen (circa 15%). Andere categorieën die in alle wateren zijn aangetroffen zijn snoep-, snack- en chipsverpakkingen (5-10%) en touw en koord. Bij deze laatste categorie valt op dat deze vooral in de Nieuwe Waterweg een groot aandeel heeft (35%), wat wellicht samenhangt met de Rotterdamse havens en het aanmeren van schepen. Bij de mesoplastics bestaat het grootste deel uit ondefinieerbare plastic stukjes van zacht (waarschijnlijk voornamelijk deeltjes van folies) en in mindere mate hard plastic en overige plastics (75-100%).

De huidige classificatie komt grotendeels overeen met eerder onderzoeken in de IJssel, Rijn en Waal, waarbij vooral plastic folies, touw en koord en ondefinieerbare plastic stukjes relatief veel werden aangetroffen (Collas *et al.*, 2021).

Tabel 1 Classificatie van de macro- en mesoplastics aangetroffen tijdens de metingen in de Nieuwe Waterweg, Rijn en Maas (testmetingen en monitoring excl. Maas 3 dec).

OSPAR classificatie	Percentage					
	Maas		Nieuwe Waterweg		Rijn	
	macro	meso	macro	meso	macro	meso
Handschoenen huishoudelijk (zacht plastic)	0%	0%	0%	0%	1%	0%
Industriële verpakkingsmaterialen	0%	0%	5%	0%	3%	0%
Maandverbanden	0%	0%	0%	0%	1%	0%
Ondefinieerbare plastic stukjes <2,5 (hard plastic)	0%	35%	0%	29%	0%	3%
Ondefinieerbare plastic stukjes <2,5 (zacht plastic)	0%	65%	0%	56%	0%	64%
Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5-50cm (hard plastic)	17%	0%	11%	0%	1%	0%
Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5-50cm (zacht plastic)	3%	0%	3%	0%	4%	0%
Ondefinieerbare stukjes piepschuim 0-2,5cm	0%	0%	0%	2%	0%	0%
Overig sanitair	0%	0%	0%	0%	3%	0%
Overige plastics	3%	0%	7%	1%	15%	10%
Plastic band en tie-wraps	0%	0%	8%	1%	1%	0%
Plastic folies of stukken daar van 2,5-50cm (zacht plastic)	57%	0%	21%	0%	41%	0%
Plastic folies of stukken daar van 0-2,5cm (zacht plastic)	0%	0%	0%	10%	0%	6%
Plastic lolly stokjes	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Plastic vuilniszakken of stukken daarvan	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Rietjes	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Sanitaire doekjes	0%	0%	0%	0%	7%	0%
Schrijfwaren (o.a. pennen)	3%	0%	0%	0%	0%	0%
Snoep, snack en chipsverpakkingen	7%	0%	5%	1%	10%	0%
Touw en koord (diameter <1cm)	7%	0%	35%	1%	6%	15%
Visdraad (van nylon of gevlochten lijn)	0%	0%	4%	0%	3%	0%
Voedselverpakkingen	3%	0%	0%	0%	1%	0%
Wikkels van drankflessen	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Totaal aangetroffen (n)	30	48	75	182	68	120

Tabel 2 Classificatie van de macro- en mesoplastics aangetroffen tijdens de metingen in de Nieuwe Waterweg (8-12-2021) en Rijn (2-12-2021).

OSPAR classificatie	Aantal				Percentage			
	Nieuwe Waterweg		Rijn		Nieuwe Waterweg		Rijn	
	macro	meso	macro	meso	macro	meso	macro	meso
Handschoenen huishoudelijk (zacht plastic)	0	0	1	0	0%	0%	2%	0%
Industriële verpakkingsmaterialen	1	0	2	0	4%	0%	4%	0%
Maandverbanden	0	0	1	0	0%	0%	2%	0%
Ondefinieerbare plastic stukjes <2,5 (zacht plastic)	0	32	0	61	0%	56%	0%	65%
Ondefinieerbare plastic stukjes <2,5cm (hard plastic)	0	15	0	3	0%	26%	0%	3%
Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5-50cm (hard plastic)	1	0	0	0	4%	0%	0%	0%
Overig sanitair	0	0	2	0	0%	0%	4%	0%
Overige plastics	0	1	10	12	0%	2%	18%	13%
Plastic band en tie-wraps	6	1	1	0	24%	2%	2%	0%
Plastic folies of stukken daar van 2,5-50cm (zacht plastic)	9	0	22	0	36%	0%	40%	0%
Plastic folies of stukken daar van <2,5cm (zacht plastic)	0	5	0	7	0%	9%	0%	7%
Plastic lolly stokjes	0	0	0	1	0%	0%	0%	1%
Plastic vuilniszakken of stukken daarvan	0	2	0	0	0%	4%	0%	0%
Rietjes	0	0	0	1	0%	0%	0%	1%
Sanitaire doekjes	0	0	5	0	0%	0%	9%	0%
Snoep, snack en chipsverpakkingen	1	1	7	0	4%	2%	13%	0%
Touw en koord (diameter <1cm)	5	0	1	9	20%	0%	2%	10%
Visdraad (van nylon of gevlochten lijn)	2	0	2	0	8%	0%	4%	0%
Voedselverpakkingen	0	0	1	0	0%	0%	2%	0%
Totaal	25	57	55	94	100%	100%	100%	100%



Foto 9 Het verzamelen van het monster (foto P. Nijhuis).



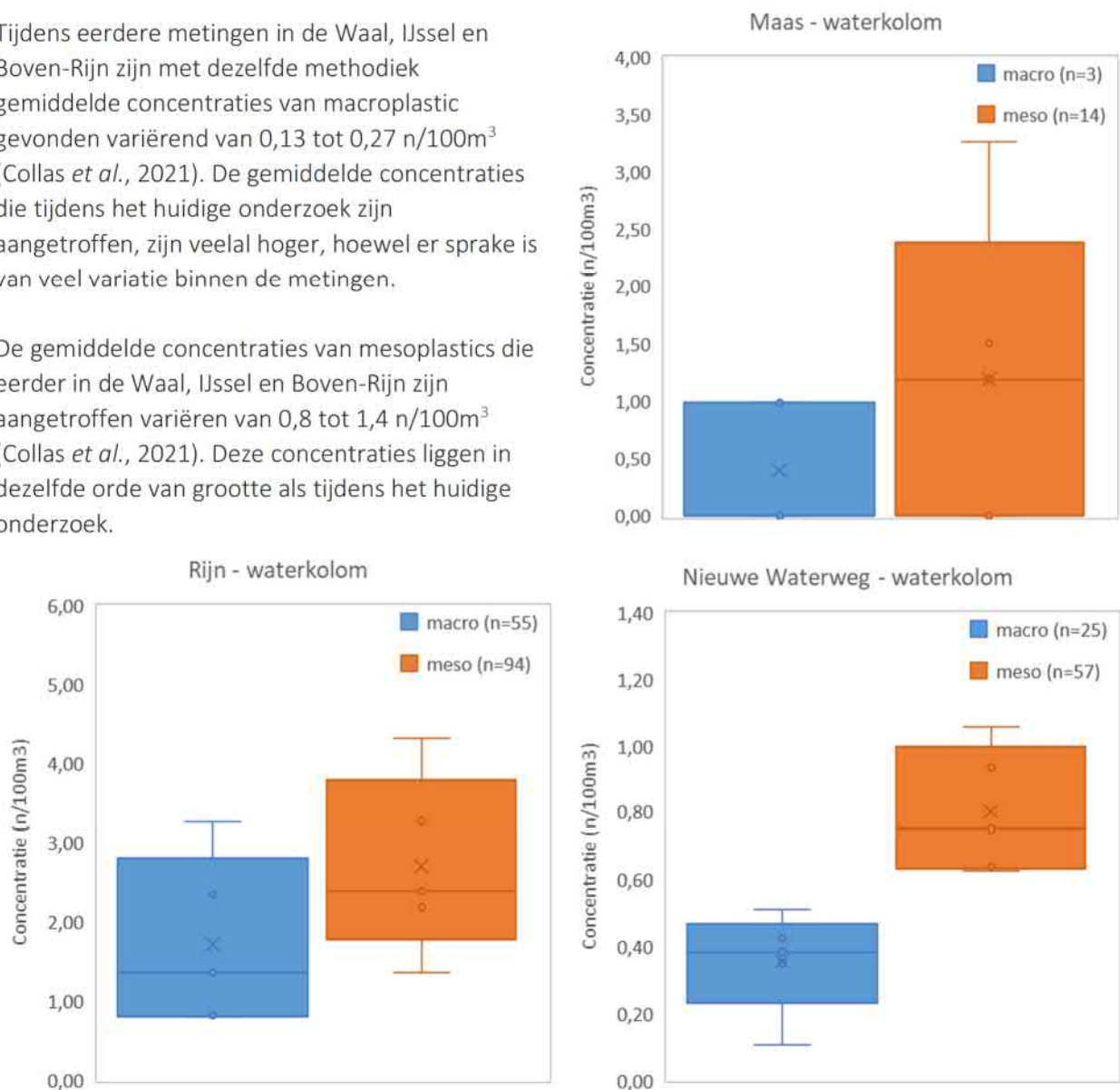
Foto 10 Het residu met daarin het plastic, dat achterblijft op de zeef (foto P. Nijhuis).

5.3 CONCENTRATIE IN WATERKOLOM

In figuur 14 is de concentratie van macro- en mesoplastic in de waterkolom van de Maas, Rijn en Nieuwe Waterweg grafisch weergegeven. De weergegeven aantallen ($n/100m^3$) zijn hierbij het gemiddelde van de verschillende monsters (boven, midden en onder). De concentratie van de verschillende waterlagen is in paragraaf 5.4 weergegeven. In de Maas en de Nieuwe Waterweg liggen de aantallen macroplastics met gemiddeld $0,4 n/100m^3$ in dezelfde orde van grootte. Het aantal mesoplastics in de Nieuwe Waterweg bedraagt gemiddeld $0,8 n/100m^3$ tegenover $1,2 n/100m^3$ in de Maas. In de Rijn zijn de aangetroffen concentraties hoger. De gemiddelde concentratie aan macroplastics in de waterkolom bedraagt $1,7 n/100m^3$ en de concentratie van mesoplastics is $2,7 n/100m^3$.

Tijdens eerdere metingen in de Waal, IJssel en Boven-Rijn zijn met dezelfde methodiek gemiddelde concentraties van macroplastic gevonden variërend van $0,13$ tot $0,27 n/100m^3$ (Collas *et al.*, 2021). De gemiddelde concentraties die tijdens het huidige onderzoek zijn aangetroffen, zijn veelal hoger, hoewel er sprake is van veel variatie binnen de metingen.

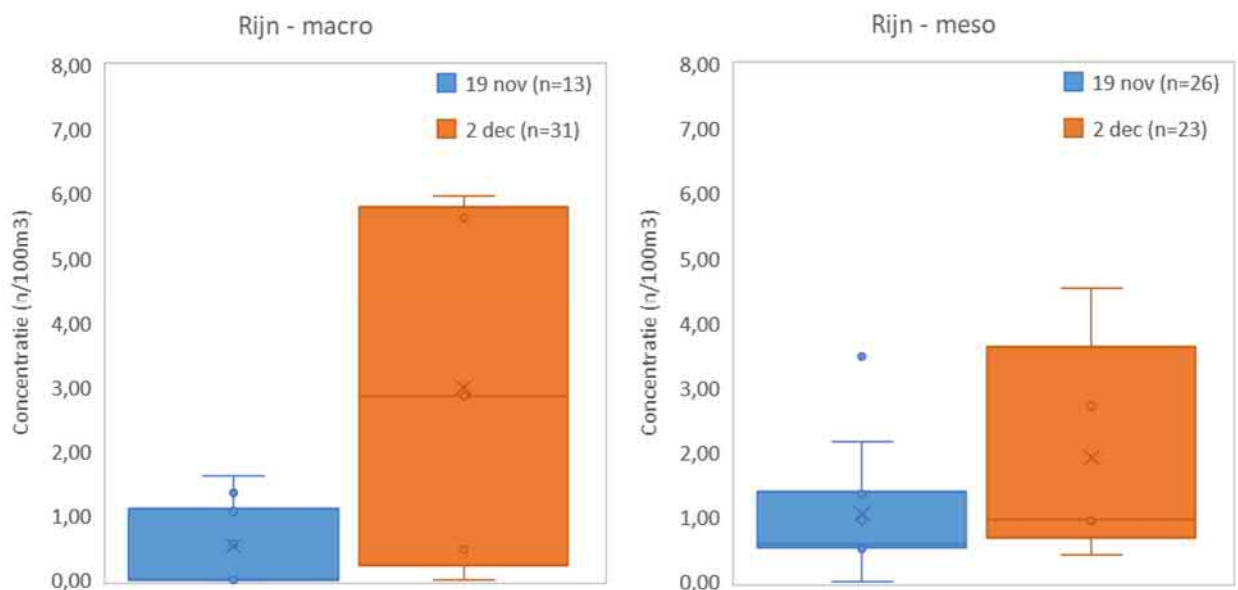
De gemiddelde concentraties van mesoplastics die eerder in de Waal, IJssel en Boven-Rijn zijn aangetroffen variëren van $0,8$ tot $1,4 n/100m^3$ (Collas *et al.*, 2021). Deze concentraties liggen in dezelfde orde van grootte als tijdens het huidige onderzoek.



Figuur 14 Concentratie van plastic in waterkolom van Rijn en Nieuwe Waterweg. De weergegeven punten betreffen de gemiddelde concentratie per lichting (gemiddelde van boven, midden en onder).

Een mogelijke verklaring voor de relatief grote concentraties macroplastics in de waterkolom, in het bijzonder bij de Boven-Rijn, kan gelegen zijn in het moment waarop de meting is uitgevoerd. De meting in de Boven-Rijn vond plaats op het moment dat de afvoer toenam (als gevolg van regenval) na een langdurige periode van lage afvoeren. Goelema (2021) geeft aan dat de rivier gemiddeld circa 0,7 meter moet stijgen om aangespoeld plastic weer mee te nemen, hoewel hier veel variatie in zit. De meting op de Maas vond plaats op het moment dat de afvoer net over de piek heen was, waarna de waterstand weer daalde. Dit laatste geldt in sterkere mate voor de Nieuwe Waterweg. Een toename van de afvoer (en daarmee ook de waterstand) kan leiden tot een additionele influx van plastic, waarbij dit in het geval van de Boven-Rijn in sterkere mate macroplastic betreft.

Bij de interpretatie van de resultaten van de Rijn en Maas dient rekening gehouden te worden met een sterke mate van vervuiling in combinatie met beperkte stroomsnelheden. De stroomsnelheid in de netten was hierdoor gemiddeld slechts 0,11 m/s (Rijn) en 0,04 m/s (Maas). Vooral bij de meting op de Maas en in mindere mate bij de meting op de Rijn heeft de stroomsnelheidsmeter in de netten hierdoor niet altijd goed gefunctioneerd. Het volume aan water dat door de netten is gegaan, is daarmee onderschat, waardoor de concentratie aan plastic juist overschat wordt. Op basis van de resultaten tijdens de testmetingen (meso plastics Boven-Rijn) zou deze overschatting een factor twee kunnen zijn (zie figuur 15).



Figuur 15 Concentratie van macro- en mesoplastic in de bovenste waterlaag van de Rijn tijdens de testmetingen (19 november) en monitoring (2 december).

Testmetingen pont Eijsden

Op 18 november zijn er testmetingen gedaan in de Maas. Op de beoogde locatie (kade AINSI Maastricht) was er onvoldoende stroming. Om deze reden werd uitgeweken naar de pont van Eijsden (ponton). De pont was buiten bedrijf. Vanwege de beperkte waterdiepte (circa 1,0-1,2 meter) werd met één net gemeten, dat bijna op de bodem lag. Ondanks de beperkte afvoer werd er tijdens de testmetingen relatief veel plastic aangetroffen. De resultaten van de testmeting zijn weergegeven in figuur 16.

Figuur 16 Gemiddelde concentratie van macro- en mesoplastics tijdens de testmetingen in de Maas te Eijsden.

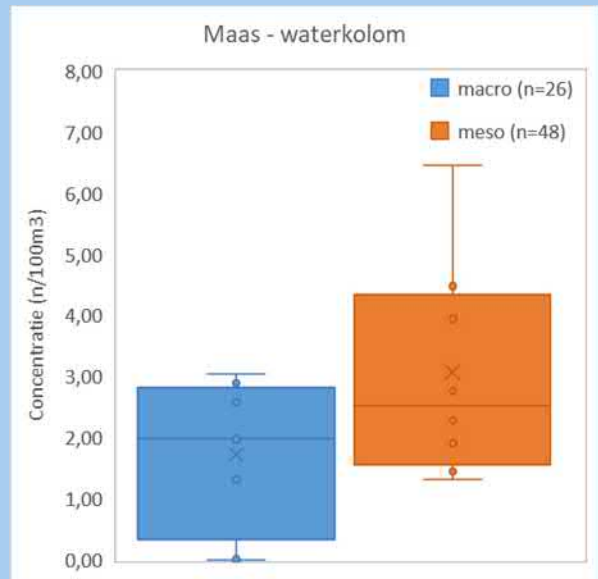
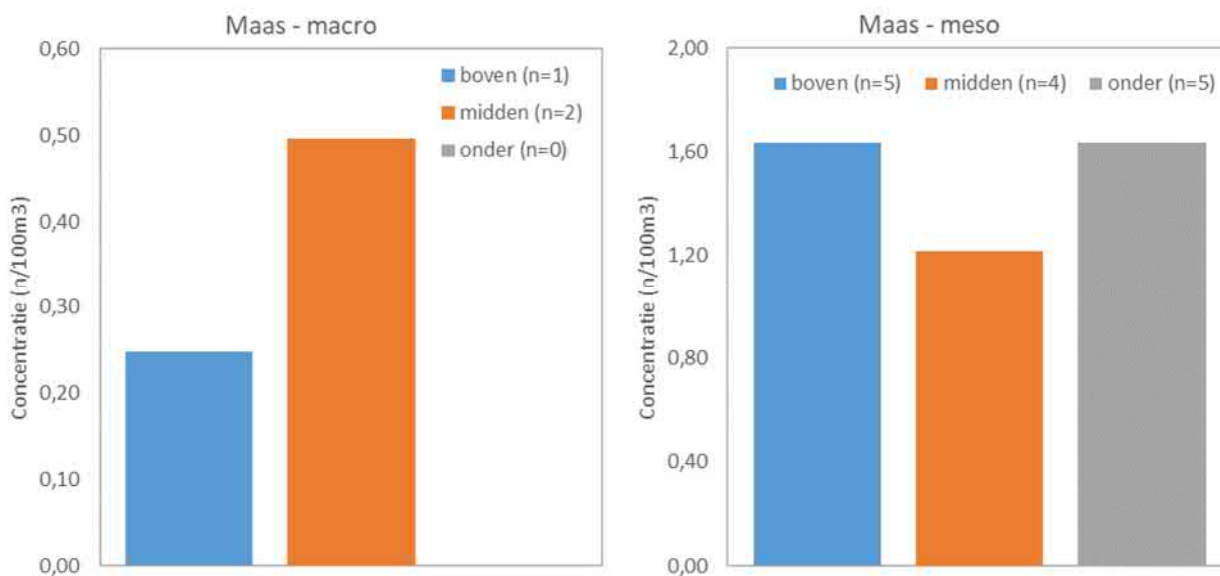


Foto 11 Een verscheidenheid aan plastic dat tijdens de testmetingen te Eijsden werd aangetroffen.

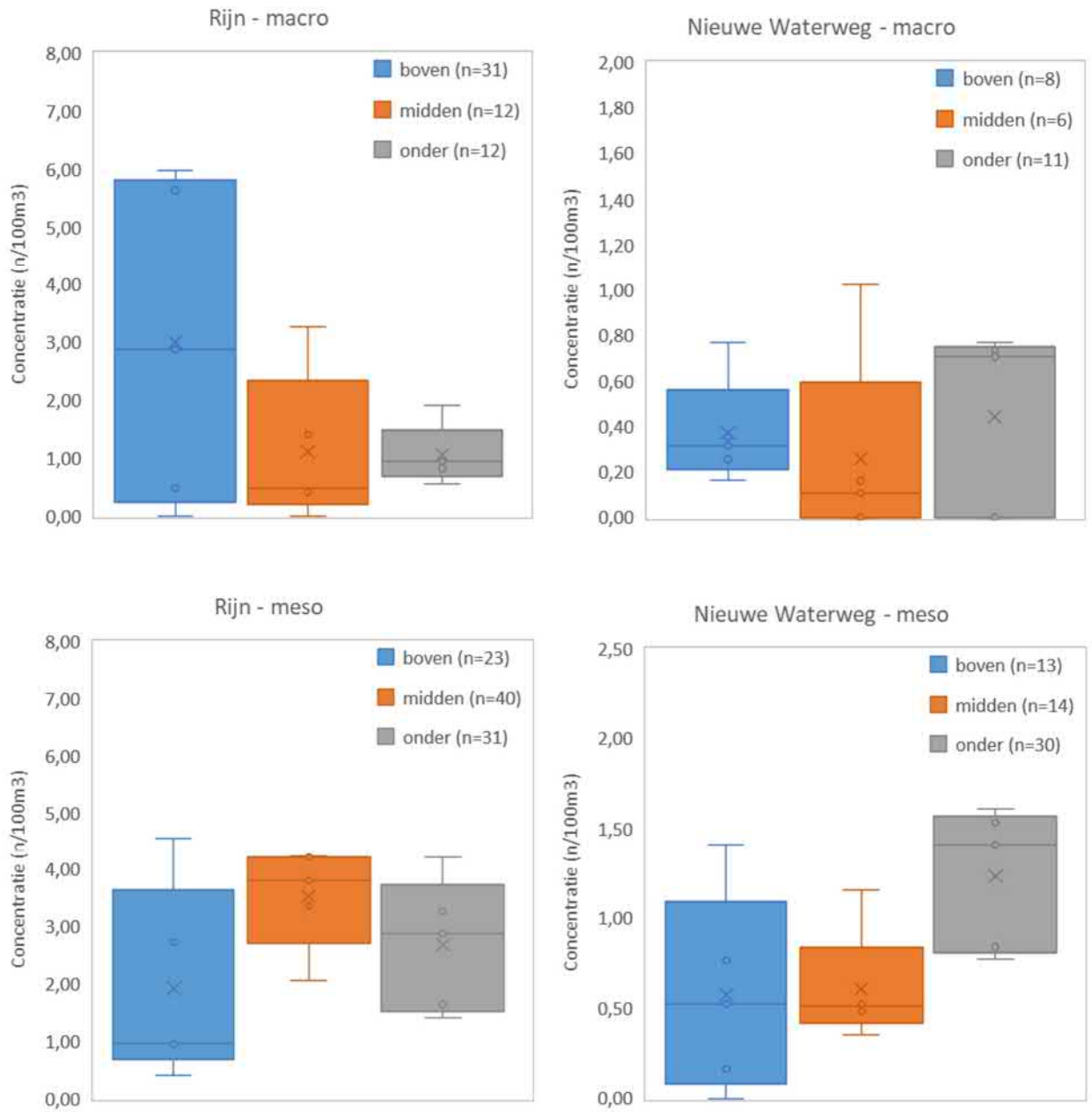
5.4 VERDELING OVER WATERKOLOM

In figuur 17 en figuur 18 is de gemiddelde concentratie van macro- en mesoplastics weergegeven over de verschillende delen van de waterkolom (boven, midden en onder). In de Maas zijn de aantallen aangetroffen macroplastics beperkt. Deze werden alleen in de bovenste waterlagen aangetroffen. Bij de Nieuwe Waterweg is er weinig verschil in de concentratie tussen de verschillende waterlagen.. Menging van het water als gevolg van passerende schepen kan hiervan de oorzaak zijn. In de Rijn valt op dat vooral in de bovenste waterlaag meer macroplastic is aangetroffen. Er is hierbij echter wel sprake van een grote variatie tussen de monsters. Een hogere concentratie van macroplastics kan op deze locatie overigens veroorzaakt worden door het stijgende water, waarmee er meer drijvend (macro) plastic dat zich op de oevers had verzameld wordt aangevoerd. Bij de mesoplastics liggen de concentraties in de verschillende delen van de waterkolom veelal in dezelfde bandbreedtes. Bij de Nieuwe Waterweg en de Maas zijn de concentraties in het midden iets lager, terwijl deze in de Rijn juist iets hoger zijn dan de omringende waterlagen.

Bij eerdere metingen naar de verdeling van macro- en mesoplastic over de waterkolom werden geen verschillen gezien tussen de verschillende waterlagen. Dit was in de hoofdstroom wel het geval. De concentratie van macroplastic is het hoogst aan het oppervlakte, gevolgd door de bodem en het midden van de waterkolom. Bij mesoplastic is het effect omgedraaid, het meeste plastic bevindt zich onder in de waterkolom, vervolgens bovenin en in het midden van de waterkolom. Aangegeven werd dat er waarschijnlijk geen effect was door de lokale hydrodynamiek nabij de oever, waar bemonsterd werd (Collas *et al.*, 2021).



Figuur 17 Gemiddelde concentratie van macro- en mesoplastics in de verschillende delen van de waterkolom in de Maas..



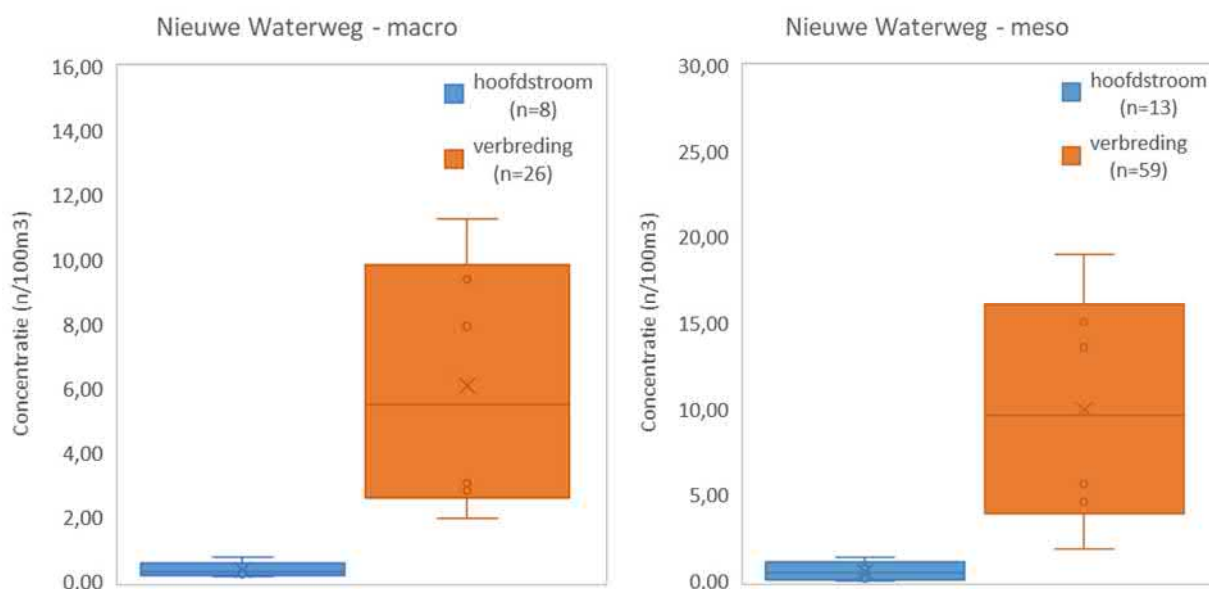
Figuur 18 Concentratie van macro- en mesoplastics in de verschillende delen van de waterkolom in Rijn en Nieuwe Waterweg. De weergegeven punten betreffen de concentratie per lichte.

5.5 VERDELING OVER WATERDELEN

In de Nieuwe Waterweg zijn enkele testmetingen gedaan tegen de kade van het RWS steunpunt te Rozenburg. Deze locatie bleek ongeschikt doordat er sprake was van onvoldoende stroming, waarbij er eveneens sprake was van een neerstroom. Tijdens de testmetingen viel echter wel op dat er, ondanks deze beperkte stroomsnelheid, relatief veel plastic werd aangetroffen. In figuur 19 is de concentratie van plastic op deze locatie vergeleken met de concentratie zoals deze verder stroomafwaarts, bij het ponton van de Watertaxi is aangetroffen. Beide metingen zijn uitgevoerd in de periode van laag water, waarbij er sprake was van een uitgaande getijdestroom.

In de figuur is duidelijk zichtbaar de concentratie bij het RWS steunpunt (verbreding) duidelijk hoger is dan de concentratie bij het ponton van de watertaxi (hoofdstroom). Dit geldt zowel voor het macro- als mesoplastic. De reden dat de concentratie van plastic op dit punt hoger is dan in de hoofdstroom komt door het aanwezige stroompatroon. Via de neerstroom wordt plastic vanuit de hoofdstroom aangevoerd, wat vervolgens op deze locatie blijft rondstromen. Aangezien het plastic vanwege de kademuuren niet op de oever kan spoelen zal het na verloop van tijd waarschijnlijk wel weer de hoofdstroom bereiken. Al dan niet periodiek is er echter sprake van een hogere concentratie op deze locatie. Als gevolg van de getijdengedreven stroom kan de situatie na verloop van tijd veranderen.

Onderzoek naar drijvend plastic in de Waal laat eenzelfde beeld zien. Uit onderzoek blijkt dat drijvend plastic snel aanspoelt (gemiddeld na 10 kilometer) en een grote kans heeft om te blijven liggen in de uiterwaarden van de rivier (Goelma, 2021). In figuur 20 is een inschatting gegeven van de stromingspatronen die plaatsvinden bij afgaand tij.



Figuur 19 Concentratie van macro- en mesoplastic in de verschillende delen van de Nieuwe Waterweg. De weergegeven punten betreffen de concentratie per lichte. In de verbreding zijn enkel de lichten meegenomen met een stroomsnelheid groter dan 0,07 m/s. Bij lage stroomsnelheden is er een grotere kans op overschatting van de concentratie, doordat de stroomsnelheidsmeter in dat geval niet optimaal werkt. Waarschijnlijk is dit in de verbredingen deels aan de orde.



Figuur 20 *Inschatting stromingspatronen bij afgaand tij op de locatie van het RWS steunpunt te Rozenburg (boven) en bij het ponton van de Watertaxi Rozenburg (onder). De meetpunten bevinden zicht binnen de aangegeven cirkel. (bron afbeelding: Esri Nederland, beeldmateriaal.nl).*



Foto 12 *Scheepvaart op de Nieuwe Waterweg.*

6 DISCUSSIE/CONCLUSIES

Met de huidige methodiek is het mogelijk om eenvoudig, snel en flexibel metingen uit te voeren om de hoeveelheid en samenstelling van kunststof zwerfval in de waterkolom in beeld te brengen. De methodiek is geschikt om de hoeveelheid en soorten mesoplastics in beeld te brengen. Ook de aantallen en soorten van macroplastics kunnen met de huidige methodiek in beeld gebracht worden, al dient in het algemeen wel een groter volume aan water voor bemonsterd worden om een voldoende groot aantal te verzamelen.

De methodiek is geschikt om de hoeveelheid en soorten plastics in de verschillende waterlagen (boven, midden en onder) in beeld te brengen. De meerwaarde van het differentiëren naar waterdiepte is het meest interessant voor de hoofdstroom, waar verschillen waarneembaar zijn (Collas *et al.*, 2021). Tegen de oever is dit in het algemeen minder aan de orde, wat veroorzaakt lijkt te worden door een hogere mate van turbulentie. De toepassing van meerdere netten zorgt echter ook voor een groter bemonsterd volume, waarmee groteren aantallen en meer soorten van de verschillende type plastics worden aangetroffen.

De huidige methodiek is goed toepasbaar vanaf een statisch platform, een kademuur, een groot schip of een kleine werkboot. Bij toepassing van voldoende lange treklijnen is het noodzakelijke bodemgewicht beperkt. De bediening van het systeem kan in dat geval handmatig uitgevoerd worden, hoewel ook een elektrische lier of hydrauliek toegepast kan worden. Voorwaarde voor een eenvoudige bediening is dat het bodemgewicht en de netten zo veel als mogelijk verticaal uit het water gehesen worden. De horizontale verplaatsing van het systeem dient tijdens het hijsen tot een minimum beperkt te blijven.

De grootste uitdaging voor monitoring op nationaal niveau is het vinden van geschikte locaties voor monitoring. Binnen het huidige onderzoek, maar ook uit eerdere studies, is gebleken dat er veel variatie in de hoeveelheid plastic in de waterkolom kan zijn. Dit geldt zowel voor metingen in de tijd, maar ook voor metingen op verschillende meetlocaties binnen een onderzoeksgebied. De keuze voor één of meerdere meetlocaties is afhankelijk van de doelstellingen van de monitoring. Langs de oever zijn geschikte meetlocaties aanwezig in de vorm van pontons, kademuren en aanlegplaatsen. In de hoofdstroom zijn vooral bruggen geschikte locaties om buiten de vaarweg, maar wel in de hoofdstroom te meten. Om op een dergelijke locatie te meten dient hiervoor een vergunning afgegeven te worden. Een geschikte meetlocatie dient hierbij ten allen tijde binnen een kort tijdsbestek te bemonsteren zijn.

Een vereiste voor de huidige methodiek is de aanwezigheid van stroming. Door toepassing van korte netten die relatief licht zijn uitgevoerd is het mogelijk ook bij lage stroomsnelheden te meten. Op een gegeven moment is de stroomsnelheid echter dusdanig laag dat deze buiten het bereik van de toegepaste stroomsnelheidsmeters komt. Dit kan verholpen worden door toepassing van een elektromagnetische stroomsnelheidsmeter of mechanische stroomsnelheidsmeters die geschikt zijn voor lage stroomsnelheden (grotere schoepen).

7 AANBEVELINGEN

Een belangrijk aspect met betrekking tot de metingen is de locatie waar gemeten wordt. Vanwege de scheepvaart op de grote rivieren kan hierbij niet zondermeer overal gemeten worden. Het verdient aanbeveling om in de toekomst onderzoek te doen hoe representatief metingen zijn en waar en wanneer het best gemeten kan worden binnen een riviersysteem. Aandachtspunten hierbij zijn de fluctuaties van de concentratie plastics in de loop van de tijd, op verschillende locaties in het riviersysteem en op verschillende meetlocaties binnen een waterlichaam. De resultaten hiervan kunnen inzicht geven in de samenstelling en flux van plastic in het riviersysteem en trends die hierin waar te nemen zijn. Deze informatie is van essentieel belang voor het te voeren beleid met betrekking tot zwerfafval.

Op basis van de bevindingen uit voorliggende studie is een meetplan opgesteld voor monitoring van plastics in de waterkolom van stromende wateren. Dit meetplan is weergegeven in bijlage 4. Aanbevolen wordt om bij monitoring van plastic in de waterkolom waar mogelijk dit meetplan aan te houden.

8 LITERATUUR

Goelema, G., 2021. De looptijd van drijvend plastic in de Waal. RWS informatie. 31 augustus 2021, versie 1. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Collas, F.P.L., Oswald, S.B. & Verberk, W.C.E.P, 2021. Plastic in de waterkolom van de Boven-Rijn, Waal en IJssel. Rapport: 160188 RU/IWWR/DAEP-FC/RWS2020-9-12. Afdeling Dierecologie en Fysiologie, Instituut voor Water en Wetland Research, Faculteit der Natuurwetenschappen en Informatica, Radboud Universiteit, Nijmegen.

Emmerik, T. van, Roebroek, C., Winter, W. de, Vriend, P., Boonstra, M. & Hougee, M., 2020. Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine-Meuse delta. Environmental Research Letters 15 (2020) 104087.

OSPAR Commission, 2010. Guideline for monitoring marine litter on the beaches in the OSPAR maritime area. Agreement number 2010-02. ISBN 90 3631 973 9.

Van de Ven, M. & Hop, J., 2021. Monitoring plastic Rijntakken – testfase. Rapport 20200932/01. ATKB, Waardenburg.

BIJLAGEN



voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE I

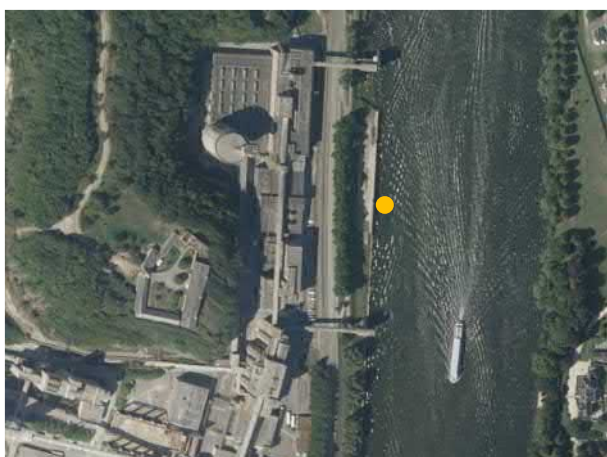
Meetlocaties



Nieuwe Waterweg watertaxi (x=74921; y=438045)



Nieuwe Waterweg RWS meetpunt (x=76013; y=436722)



Maas AINSI (x=176824; y=314812)



Maas ponton Eijsden (x=177006; y=309717)



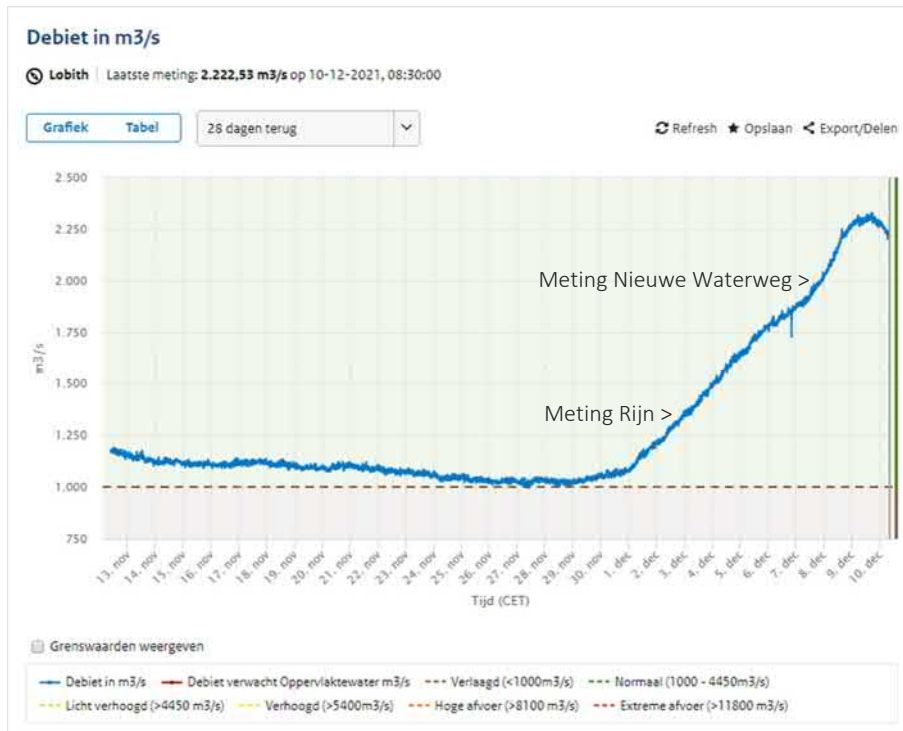
Rijn Tolkamer (x=204721; y=429252)



voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE 2

Debiet Rijn/Maas



Figuur A. Afvoer Rijn te Lobith (bron: www.waterinfo.rws.nl).



Figuur B. Afvoer Maas te Eijsden (bron: www.waterinfo.rws.nl).



voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE 3

Resultaten/data geanalyseerde monsters

Tabel A. Achterliggende data behorend bij geanalyseerde monsters.

Datum	Water	Locatie	Waterlaag	Netlengte (m)	Lichting	Tijd			V (m/s)	Volume (m3)	Aantal (n)			Aantal (n/100m3)						
						start	ind	duur (s)			macro	meso	total	macro	meso	total				
23-nov	Nieuwe Waterweg	RWS Rozenburg	boven	1,5	1	10:22	10:37	900	0,22	152	3	29	32	2,0	19,0	21,0				
				1,5	2	11:17	11:32	900	0,13	88	7	12	19	7,9	13,6	21,5				
				1,5	3	12:09	12:24	900	0,00	2	1	16	17	42,3	676,9	719,2				
				1,5	4	13:16	13:31	900	0,06	41	1	1	2	2,4	2,4	4,8				
				1,5	5	14:08	14:23	900	0,02	12	0	18	18	0,0	155,1	155,1				
				3,0	1	10:42	10:57	900	0,15	106	3	6	9	2,8	5,6	8,5				
				3,0	2	11:35	11:50	900	0,01	9	9	7	16	99,6	77,5	177,1				
				3,0	3	12:41	12:56	900	0,07	48	1	6	7	2,1	12,6	14,7				
				3,0	4	13:33	13:48	900	0,00	3	5	2	7	178,1	71,2	249,4				
				3,0	5	14:28	14:43	900	0,08	53	6	8	14	11,3	15,1	26,3				
				6,0	1	11:00	11:15	900	0,09	65	2	3	5	3,1	4,6	7,7				
				6,0	2	11:52	12:07	900	0,08	53	5	1	6	9,4	1,9	11,3				
				6,0	3	12:58	13:13	900	0,03	24	2	14	16	8,2	57,5	65,7				
				6,0	4	13:50	14:02	900	0,00	3	4	1	5	128,1	32,0	160,1				
				6,0	5	14:48	15:03	900	0,02	15	1	1	2	6,7	6,7	13,4				
				2-dec	Rijn	BunkerstationTolkamer	boven	3,0	1	10:00	10:45	2700	0,12	244	7	1	8	2,9	0,4	3,3
								3,0	2	11:15	12:00	2700	0,10	213	12	2	14	5,6	0,9	6,6
								3,0	3	12:20	13:05	2700	0,09	184	11	5	16	6,0	2,7	8,7
3,0	4	13:15	14:00					2700	0,10	209	1	2	3	0,5	1,0	1,4				
3,0	5	14:10	14:55					2700	0,13	286	0	13	13	0,0	4,6	4,6				
3,0	1	10:00	10:45					2700	0,12	244	1	5	6	0,4	2,0	2,5				
3,0	2	11:15	12:00					2700	0,10	213	1	9	10	0,5	4,2	4,7				
3,0	3	12:20	13:05					2700	0,09	184	6	7	13	3,3	3,8	7,1				
3,0	4	13:15	14:00					2700	0,10	209	0	7	7	0,0	3,3	3,3				
3,0	5	14:10	14:55				2700	0,13	286	4	12	16	1,4	4,2	5,6					
3,0	1	10:00	10:45				2700	0,12	244	2	4	6	0,8	1,6	2,5					
3,0	2	11:15	12:00				2700	0,10	213	2	3	5	0,9	1,4	2,3					
3,0	3	12:20	13:05				2700	0,09	184	1	6	7	0,5	3,3	3,8					
3,0	4	13:15	14:00				2700	0,10	209	4	6	10	1,9	2,9	4,8					
3,0	5	14:10	14:55				2700	0,13	286	3	12	15	1,1	4,2	5,3					
3,0	1	10:00	10:45				2700	0,12	244	2	4	6	0,8	1,6	2,5					
3,0	2	11:15	12:00				2700	0,10	213	2	3	5	0,9	1,4	2,3					
3,0	3	12:20	13:05				2700	0,09	184	1	6	7	0,5	3,3	3,8					
3,0	4	13:15	14:00	2700	0,10	209	4	6	10	1,9	2,9	4,8								
3,0	5	14:10	14:55	2700	0,13	286	3	12	15	1,1	4,2	5,3								
3-dec	Maas	AINSI	boven	3,0	1	9:40	10:25	2700	0,05	101	1	0	1	1,0	0,0	1,0				
				3,0	2	10:45	11:30	2700	0,04	88	0	1	1	0,0	1,1	1,1				
				3,0	3	11:35	12:20	2700	0,03	71	0	3	3	0,0	4,2	4,2				
				3,0	4	12:30	13:15	2700	0,04	84	0	1	1	0,0	1,2	1,2				
				3,0	1	9:40	10:25	2700	0,05	101	2	0	2	2,0	0,0	2,0				
				3,0	2	10:45	11:30	2700	0,04	88	0	2	2	0,0	2,3	2,3				
				3,0	3	11:35	12:20	2700	0,03	71	0	1	1	0,0	1,4	1,4				
				3,0	4	12:30	13:15	2700	0,04	84	0	1	1	0,0	1,2	1,2				
				3,0	1	9:40	10:25	2700	0,05	101	0	0	0	0,0	0,0	0,0				
			3,0	2	10:45	11:30	2700	0,04	88	0	1	1	0,0	1,1	1,1					
			3,0	3	11:35	12:20	2700	0,03	71	0	3	3	0,0	4,2	4,2					
			3,0	4	12:30	13:15	2700	0,04	84	0	1	1	0,0	1,2	1,2					
			3,0	1	10:25	11:10	2700	0,45	954	3	5	8	0,3	0,5	0,8					
			3,0	2	11:25	12:10	2700	0,13	284	1	4	5	0,4	1,4	1,8					
			3,0	3	12:25	13:10	2700	0,18	392	1	3	4	0,3	0,8	1,0					
			3,0	4	13:20	14:05	2700	0,29	621	1	1	2	0,2	0,2	0,3					
			3,0	5	14:10	14:55	2700	0,12	260	2	0	2	0,8	0,0	0,8					
			3,0	1	10:25	11:10	2700	0,45	954	1	5	6	0,1	0,5	0,6					
3,0	2	11:25	12:10	2700	0,13	284	0	1	1	0,0	0,4	0,4								
3,0	3	12:25	13:10	2700	0,18	392	4	2	6	1,0	0,5	1,5								
3,0	4	13:20	14:05	2700	0,29	621	1	3	4	0,2	0,5	0,6								
3,0	5	14:10	14:55	2700	0,12	260	0	3	3	0,0	1,2	1,2								
3,0	1	10:25	11:10	2700	0,45	954	7	8	15	0,7	0,8	1,6								
3,0	2	11:25	12:10	2700	0,13	284	2	4	6	0,7	1,4	2,1								
3,0	3	12:25	13:10	2700	0,18	392	0	6	6	0,0	1,5	1,5								
3,0	4	13:20	14:05	2700	0,29	621	0	10	10	0,0	1,6	1,6								
3,0	5	14:10	14:55	2700	0,12	260	2	2	4	0,8	0,8	1,5								
18-nov	Maas	Pont Eijsden	boven	1,5	1	12:31	3:46	900	0,29	207	6	3	9	2,9	1,4	4,3				
				1,5	2	13:27	5:42	900	0,28	201	4	9	13	2,0	4,5	6,5				
				1,5	3	14:21	7:36	900	0,07	50	4	0	4	8,0	0,0	8,0				
				3,0	1	12:49	7:04	900	0,36	254	5	10	15	2,0	3,9	5,9				
				3,0	2	13:45	9:00	900	0,26	181	0	5	5	0,0	2,8	2,8				
				3,0	3	14:39	10:54	900	0,11	76	1	1	2	1,3	1,3	2,6				
				6,0	1	13:08	10:23	900	0,33	232	6	15	21	2,6	6,5	9,0				
				6,0	2	14:03	12:18	900	0,19	132	4	3	7	3,0	2,3	5,3				
				6,0	3	15:13	14:28	900	0,15	105	0	2	2	0,0	1,9	1,9				
			19-nov	Rijn	Bunkerstation Tolkamer	boven	1,5	1	9:23	9:38	900	0,28	198	0	1	1	0,0	0,5	0,5	
							1,5	2	10:19	11:34	900	0,26	184	3	1	4	1,6	0,5	2,2	
							1,5	3	11:13	13:28	900	0,25	173	2	1	3	1,2	0,6	1,7	
							1,5	4	12:08	15:23	900	0,30	210	0	2	2	0,0	1,0	1,0	
							1,5	5	13:02	17:17	900	0,25	179	1	0	1	0,6	0,0	0,6	
							3,0	1	9:41	14:56	900	0,24	173	0	6	6	0,0	3,5	3,5	
							3,0	2	10:38	16:53	900	0,26	184	2	4	6	1,1	2,2	3,3	
							3,0	4	12:26	20:41	900	0,27	188	2	1	3	1,1	0,5	1,6	
							6,0	1	9:58	20:13	900	0,31	220	3	3	6	1,4	1,4	2,7	
6,0	2	10:56				22:11	900	0,26	185	0	1	1	0,0	0,5	0,5					
6,0	3	11:49				0:04	900	0,27	191	0	2	2	0,0	1,0	1,0					
6,0	4	12:44				1:59	900	0,29	208	0	3	3	0,0	1,4	1,4					
6,0	5	13:37				3:52	900	0,24	169	0	1	1	0,0	0,6	0,6					
Totaal													176	364	540					



voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE 4

NOTITIE

Meetplan monitoring plastics in de waterkolom van stromende wateren

Auteur : Jochem Hop
Vrijgave : Tim Vriese

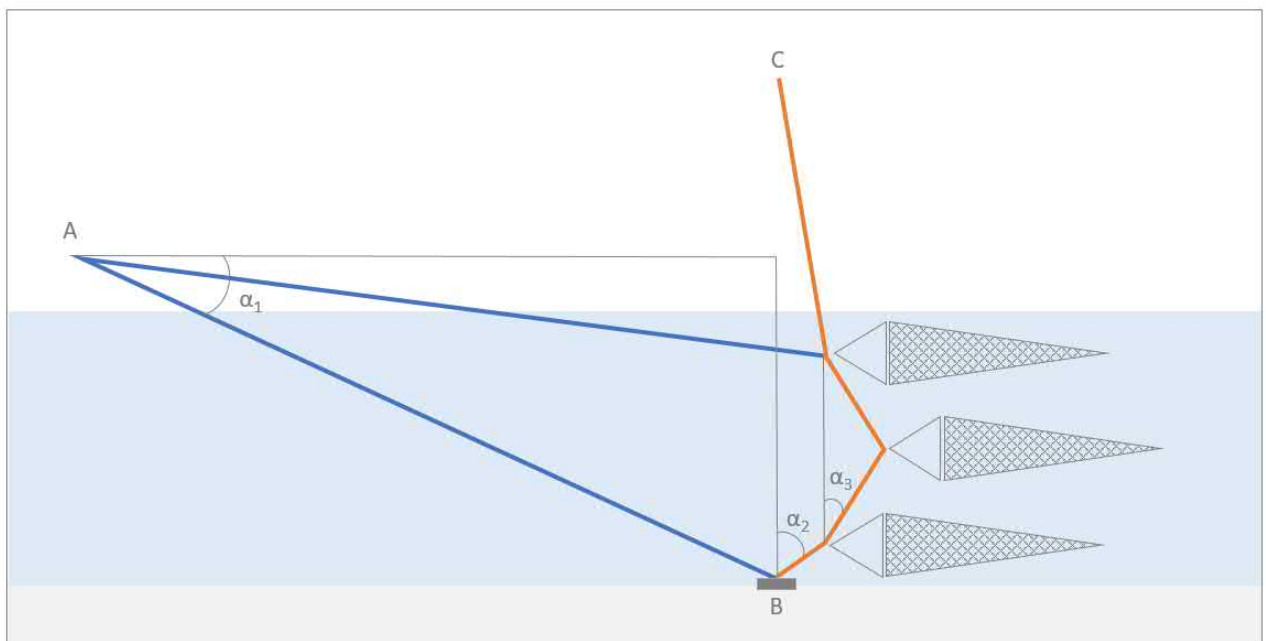
Kenmerk: 20211623/not02
Versie: Definitief
Datum: 21 maart 2022

INLEIDING

In voorliggend document wordt de werkwijze beschreven voor plasticmonitoring in de waterkolom van stromende wateren. Het document is een update van de werkwijze zoals deze beschreven is in Van de Ven & Hop (2021). Het document gaat in op de methodiek van monsternamen en de verwerking van de monsters. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen metingen in de hoofdstroom en metingen nabij de oevers. Daarnaast wordt ingegaan op verschillen in de methodiek bij normale en hoge afvoer. De analyse van de monsters maakt geen onderdeel uit van voorliggend meetplan.

METHODIEK

Het systeem om plastic in de waterkolom mee te monitoren bestaat uit een drietal puntvormige netten, zoals weergegeven in onderstaande figuur 1. De netten zijn bevestigd aan een verticale hoofdlijn – de oranje lijn in figuur 1. Onder de verticale hoofdlijn bevindt zich een bodemgewicht. Vanaf het bodemgewicht en vanaf het bovenste net lopen twee (trek)lijnen - de blauwe lijnen in figuur 1 - naar voren, die bevestigd worden aan een bolder. Hierdoor wordt het geheel op zijn plaats gehouden. De hoofdlijn is bevestigd aan een lier of ander takelmechanisme, waarmee het mogelijk is het geheel uit het water te hijsen.



Figuur 1 Monitoringssetup voor onderzoek op drie verschillende waterdiepten. A = bevestigingspunt horizontale lijnen (blauw); B = gewicht; C = hijspunt van hoofdlijn (oranje).

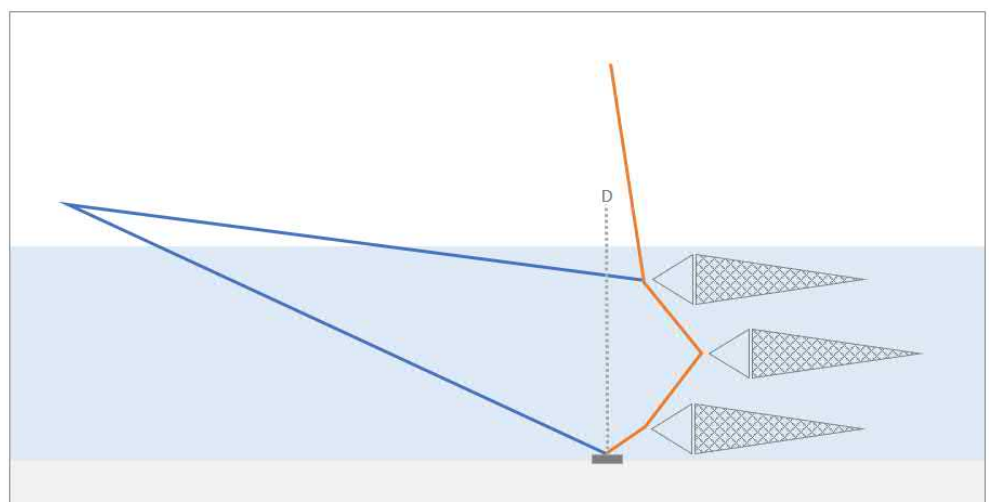
Het meetsysteem is een passief systeem. De netten zetten zich als een windvaan in de waterstroom. De netten hebben een cirkelvormige opening (metalen hoepel) met een diameter van 1,0 meter. Het netwerk bestaat uit fijnmazig stramiengaas (0,39 mm x 0,79 mm). Afhankelijk van de stroomsnelheid en de mate van vervuiling kan gekozen worden voor netten variërend in lengte van 1,5 meter, 3,0 meter en 6,0 meter. De netten worden middels een karabijnhaak aan de hoofdlijn bevestigd, zodat deze eenvoudig te verwijderen zijn na afloop van een meting. Tussen het net en de karabijnhaak bevindt zich een wartel. Door toepassing van stroomsnelheidsmeters in de opening van de netten is het mogelijk het volume aan water te bepalen dat tijdens de meting door de netten is gegaan.

Om de massa van het bodemgewicht te minimaliseren, is het van belang dat de treklijnen zoveel als mogelijk horizontaal lopen. Dit kan gerealiseerd worden door het punt waarop de lijnen worden vastgezet (A) zo laag als mogelijk te houden. De hoek (α_1) kan daarnaast verkleind worden door de lengte van de treklijnen te maximaliseren. In de toegepaste opstelling is er om praktische redenen voor gekozen de onderste treklijn aan het bodemgewicht te bevestigen en niet direct aan het onderste net. Het voordeel hiervan is dat het bodemgewicht niet los onder het systeem hangt en zich op een vaste afstand van punt A bevindt.

De hoofdlijn is een gevlochten lijn. Het voordeel hiervan is dat deze dun zijn en toch veel trekkracht hebben. De waterdruk op de lijn is hierdoor beperkt. Daarnaast is het mogelijk om op elk punt binnen de lijn een bevestigingspunt te maken voor de netten. De lengte van de hoofdlijn is afhankelijk van de waterdiepte en de mate waarin het middelste net achter het onderste en bovenste net hangt. De hoek (α_3) mag hierbij niet te groot worden (maximaal 55°), aangezien de hoofdlijn op een gegeven moment in contact kan komen met het onderste en bovenste net, waardoor deze niet langer goed in de waterstroom staan. Daarnaast geldt dat wanneer het middelste net zich verder naar achteren bevindt, er meer kracht nodig is het gehele netsysteem uit het water te hijsen. Dit vanwege de horizontale verplaatsing van het net tegen de stroom in.

Om op eenvoudige en snelle wijze vast te stellen of het bodemgewicht daadwerkelijk op de bodem ligt kan een dunne lijn aan het gewicht vastgemaakt worden, die loodrecht naar het wateroppervlak loopt (zie onderstaande figuur). Indien de waterdiepte constant is, kan aan de waterlijn van deze lijn een markering aangebracht worden, waarmee ter plekke vastgesteld kan worden of het bodemgewicht goed op de bodem ligt. Door het bodemgewicht met deze lijn iets op te tillen en weer op de waterbodem terug te laten zakken is dit ook voelbaar, in het bijzonder bij hardere bodems.

Figuur 2 Grafische weergave van de controlelijn (D) waarmee de bodemligging van het gewicht gecontroleerd kan worden.



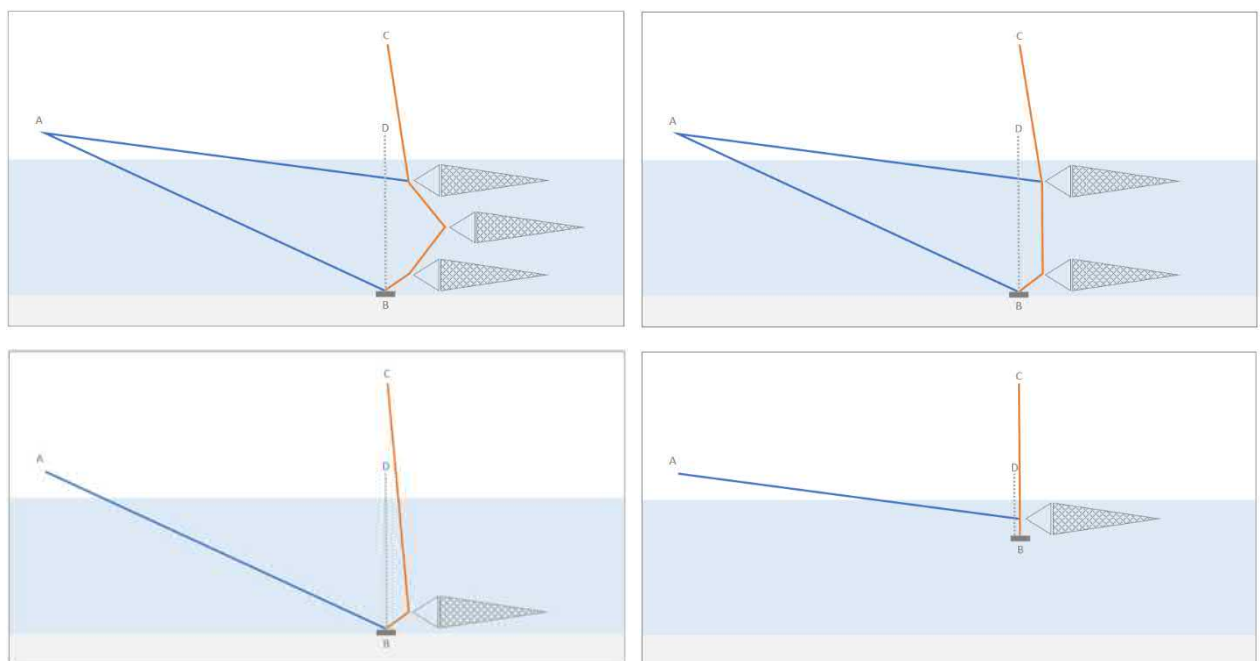
CONFIGURATIE

Het huidige systeem kan toegepast worden vanaf kademuren, pontons en (werk)boten. Afhankelijk van de waterdiepte, stroomsnelheid, mate van vervuiling en de kenmerken van de locatie zijn er verschillende configuraties van het systeem mogelijk. Er kan hierbij gevarieerd worden in:

- Aantal netten;
- Lengte netten;
- Bodemgewicht;
- Lengte treklijnen.

Normaliter wordt gemeten met drie netten. Het toepassen van één of twee netten kan noodzakelijk zijn bij een beperkte waterdiepte of hoge stroomsnelheid. In onderstaande figuur zijn de verschillende configuraties hiervan grafisch weergegeven. In tabel 1 tot en met tabel 4 zijn indicaties gegeven voor de keuze van het aantal en het type netten, de lengte van de hoofdlijn, de lengte van de treklijnen en het toe te passen bodemgewicht. De weergegeven waarden zijn een indicatie. Tijdens de meting dient altijd vastgesteld te worden of het bodemgewicht daadwerkelijk op de waterbodem rust.

Voor wat betreft de lengte van de treklijnen wordt geadviseerd deze altijd zo lang als mogelijk te houden. Hoe langer deze lijnen zijn, des te beter blijft het bodemgewicht op de bodem. De keuze voor de massa van het bodemgewicht hangt sterk samen met de (hij)s mogelijkheden ter plaatse. Indien er de beschikking is over een kraan of ander sterk hijsmateriaal, dan kan het bodemgewicht aanzienlijk zwaarder zijn dan wanneer de netten handmatig gehesen moeten worden. Een gewicht van 25 kg blijkt in de praktijk nog handmatig te bedienen (zonder extra katrollen).



Figuur 3 Monitoringssetup voor onderzoek op drie verschillende waterdiepten. A = bevestigingspunt horizontale lijnen (blauw); B = gewicht; C = hijspunt van hoofdlijn (oranje); D = controlelijn diepteligging gewicht.

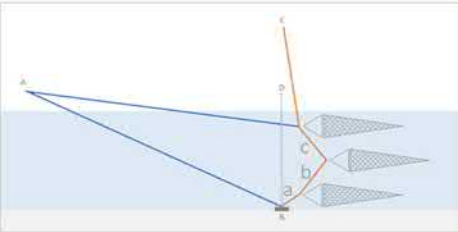
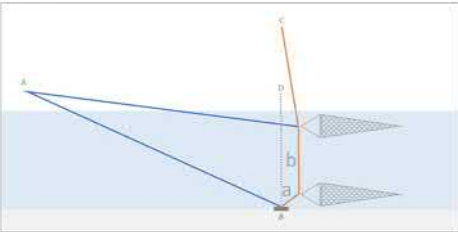
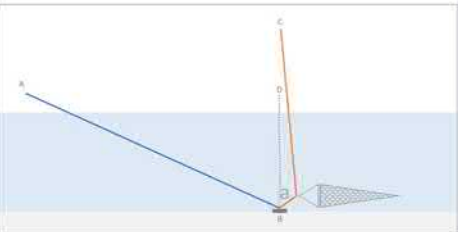
Tabel 1. Netlengte als functie van stroomsnelheid en vervuiling.

V (m/s)	lage vervuilingsgraad			hoge vervuilingsgraad		
	1,5 m	3,0 m	6,0 m	1,5 m	3,0 m	6,0 m
0,0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
0,1	+	-	-	++	-	-
0,2	++	+	-	++	+	-
0,3	++	+	-	+	++	-
0,4	+	++	-	-	++	-
0,5	+	++	-	-	++	-
0,6	-	++	-	-	++	+
0,7	-	++	+	-	+	++
0,8	-	++	+	-	+	++
0,9	-	+	++	-	-	++
1,0	-	+	++	-	-	++
1,1	-	-	++	-	-	++
1,2	-	-	++	-	-	+
1,3	-	-	++	-	-	+
1,4	-	-	+	-	-	+
1,5	-	-	+	-	-	+

Tabel 2. Aantal toe te passen netten op basis van diepte en stroomsnelheid.

Diepte (m)	Stroomsnelheid (m/s)														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
0,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
0,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
0,75	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2,25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2,50	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2,75	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3,00	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3,25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
3,50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
3,75	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
4,00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
4,25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
4,50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
4,75	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
5,00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
5,25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
5,50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1
5,75	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1
6,00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1
6,25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1
6,50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1
6,75	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1
7,00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1
7,25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1
7,50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1
7,75	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1
8,00	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1

Tabel 3. Lengte van hoofdlijn (deel a, b en c) op basis van diepte en aantal netten.

Diepte (m)	3 netten			2 netten		1 net	
	a	b	c	a	b	a	
0,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	3 netten 
0,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
0,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
0,75	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
1,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	
1,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	
1,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	
1,75	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	
2,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	
2,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	1,1	1,0	2 netten 
2,50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	1,3	1,0	
2,75	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	1,6	1,0	
3,00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1,0	1,8	1,0	
3,25	1,0	1,2	1,2	1,0	2,1	1,0	
3,50	1,0	1,3	1,3	1,0	2,3	1,0	
3,75	1,0	1,4	1,4	1,0	2,6	1,0	
4,00	1,0	1,6	1,6	1,0	2,8	1,0	
4,25	1,0	1,7	1,7	1,0	3,1	1,0	
4,50	1,0	1,9	1,9	1,0	3,3	1,0	
4,75	1,0	2,0	2,0	1,0	3,6	1,0	
5,00	1,0	2,1	2,1	1,0	3,8	1,0	
5,25	1,0	2,3	2,3	1,0	4,1	1,0	
5,50	1,0	2,4	2,4	1,0	4,3	1,0	
5,75	1,0	2,6	2,6	1,0	4,6	1,0	
6,00	1,0	2,7	2,7	1,0	4,8	1,0	
6,25	1,0	2,8	2,8	1,0	5,1	1,0	
6,50	1,0	3,0	3,0	1,0	5,3	1,0	
6,75	1,0	3,1	3,1	1,0	5,6	1,0	
7,00	1,0	3,3	3,3	1,0	5,8	1,0	
7,25	1,0	3,4	3,4	1,0	6,1	1,0	
7,50	1,0	3,6	3,6	1,0	6,3	1,0	
7,75	1,0	3,7	3,7	1,0	6,6	1,0	
8,00	1,0	3,8	3,8	1,0	6,8	1,0	
							1 net 

Tabel 4. Relatie stroomsnelheid, treklijn en gewicht.

V (m/s)	Lengte treklijnen (m)	
	10	30
0,2	12,5	5,0
0,5	25,0	10,0
0,9	50,0	20,0
1,2	80,0	30,0

MONITORINGSDUUR

Voor elke meting kan een monitoringsduur van 45 minuten aangehouden worden per lichting, zoals beschreven in Van de Ven & Hop (2021). Als gevolg van een hoge vervuilingsgraad kan het noodzakelijk zijn de netten sneller te lichten. Dit is bijvoorbeeld het geval bij sterke vervuiling door (drijf)vuil bij hoge rivierafvoeren, of als gevolg van algen in de zomermaanden. Bij hoge rivierafvoeren dienen de netten als basis elke 10 tot 15 minuten gelicht te worden om de hoeveelheid (drijf)vuil in het net beperkt te houden. Op basis van de ervaringen in het veld kan deze periode ingekort of verlengd worden. Als richtlijn kan aangehouden worden dat elk monster bestaat uit 3x12min of 2x25 min monitoren. In perioden met een hoge mate van vervuiling als gevolg van

algenbloei dienen de netten elke 20 minuten gelicht te worden, waarbij de inhoud van twee lichten tot één monster wordt gemengd.

WERKZAAMHEDEN EN REGISTRATIE

De werkzaamheden tijdens een meting zijn als volgt samen te vatten, waarbij stappen 3 tot en met 8 herhaald worden, afhankelijk van het aantal lichten:

1. Bepalen van de waterdiepte en stroomsnelheid (indicatief) ter plaatse;
2. Assemblage van het systeem (netten, lijnen en gewicht);
3. Plaatsen van stroomsnelheidsmeters en registreren van tellerwaardes;
4. Plaatsen van het systeem, registratie van starttijd;
5. Controle van de werking van het systeem;
6. Lichten van de netten;
7. Registratie van tellerwaardes van de stroomsnelheidsmeters;
8. Verzamelen van de monsters per net en registratie van bijbehorende meetgegevens.

De monsters worden per net verzameld in een kuip met water. Na het lichten worden de netten eerst goed doorgeschud en gespoeld/afgespoten met water, zodat de volledige inhoud zich in de punt van het net concentreert. Daarna wordt het net aan de onderzijde geopend en wordt de inhoud overgebracht in de kuip met water. Het net wordt goed schoongespoeld in deze kuip. Vervolgens wordt grof materiaal (niet plastics) en eventueel aanwezige organismen uit het monster verwijderd. De inhoud van de kuip wordt daarna over een fijne metalen zeef (500 µm) gefilterd. De kuip wordt drie keer nagespoeld om ook de laatste resten mee te nemen. Het in de zeef achtergebleven materiaal wordt verzameld en in een gelabelde monsterfles (inhoud 1 tot 2 liter) overgebracht voor nadere analyse. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van een gieter en een spuitfles om het residu op de zeef te concentreren door deze schuin te houden.

Van elk monster worden de volgende gegevens geregistreerd:

- Diepte/positie waarop het monster is verzameld;
- Tijd (moment van plaatsen en lichten);
- Stroomsnelheid in netopening (start- en eindwaarde van stroomsnelheidsmeter);
- Monsterflescode.

LITERATUUR

Ven, M. van de & Hop, J., 2021. Meetplan monitoring plastics in de waterkolom bij een normale en hoge rivierafvoer. Notitie 20200932/04. ATKB, Waardenburg.