

**MONITORING PLASTIC  
RIJNTAKKEN - TESTFASE**





# MONITORING PLASTIC RIJNTAKKEN - TESTFASE

Kenmerk: 20200932/rap01  
Versie: definitief  
Datum: 24-6-2021

Auteur: Max van de Ven & Jochem Hop  
Projectleider: Jochem Hop  
Kwaliteitscontrole: Tim Vriese  
Opdrachtgever: Rijkswaterstaat PPO  
Postbus 2232  
3500 GE Utrecht  
Contactpersoon: Margriet Schoor

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

ATKB ASSEN  
STATIONSSTRAAT 29C  
9401 KW ASSEN

ATKB MIDDELHARNIS  
PRINS BERNHARDLAAN 147  
3241 TA MIDDELHARNIS

ATKB WAARDENBURG  
KOEWEISTRAAT 7  
4181 CD WAARDENBURG

ATKB ZOETERMEER  
LOUIS BRAILLELAAN 100  
2719 EK ZOETERMEER

KVK 27177140  
BTW NL 8076 36 757B01  
IBAN NL53 RABO 0160177529

# INHOUD

1.	<b>Inleiding.....</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Leeswijzer	1
2.	<b>Materiaal en methode .....</b>	<b>2</b>
2.1	Meetlocaties	2
2.2	Materialen & werkwijze	4
3.	<b>Resultaten .....</b>	<b>8</b>
3.1	Algemeen	8
3.2	Bemonsterd volume	8
3.2.1	Maaswijdte	8
3.2.2	AfvoerReductie	9
3.2.3	Waterkolom	12
3.3	Benodigde inspanning	13
4.	<b>Conclusies en aanbevelingen.....</b>	<b>14</b>
5.	<b>Literatuur .....</b>	<b>15</b>

Bijlagen: Meetplan monitoring plastics in de waterkolom bij een normale en hoge rivierafvoer

# I. INLEIDING

## I.1 AANLEIDING

In 2019 en 2020 is de hoeveelheid meso- en macroplastics die met het Rijnwater meestroomt in beeld gebracht door registratie van de “bijvangst” tijdens ankerkuilvisserij. Deze methode is niet eenvoudig realiseerbaar op willekeurige locaties en vangt door de relatief grove maaswijdte slechts een klein deel van het mesoplastic (0,5-5 mm). Om deze reden heeft Rijkswaterstaat onderzoek laten doen naar een nieuwe bemonsteringsmethodiek voor plastics. De testen zijn uitgevoerd in de Niederrhein te Grieth (Duitsland), de Rijn te Tolkamer, de Waal te Nijmegen en bij IJzerdoorn en op diverse locaties in de IJssel (Doesburg, Deventer en Kampen). In voorliggende notitie wordt de toegepaste methodiek van monsternamen geëvalueerd.

## I.2 DOEL

Het doel van voorliggend onderzoek is de ontwikkeling van een methodiek voor de bemonstering van plastic deeltjes in het Rijnsysteem bij een afvoer tot 2.000 m<sup>3</sup>/s, waarmee de concentratie (aantal deeltjes per m<sup>3</sup>) en de verticale verdeling (onder, midden en boven) van meso- en macroplastics in de waterkolom gemeten kan worden. De methodiek dient een praktisch alternatief te zijn voor het gebruik van de ankerkuil in de huidige situatie.

## I.3 LEESWIJZER

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk twee ingegaan op de meetlocaties, de toegepaste materialen en de werkwijze. In hoofdstuk drie worden de bevindingen van de testfase gepresenteerd en kort bediscussieerd, gevolgd door de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk vier.

## 2. MATERIAAL EN METHODE

### 2.1 MEETLOCATIES

De wateren waar tijdens de testfase metingen zijn verricht zijn de Niederrhein (Duitsland), de Boven-Rijn, de Waal en de IJssel. In de Nieder-Rhein bij Grieth en in de Waal bij Ochten zijn de metingen verricht vanaf de schokker/kotter waarmee op deze locaties metingen met de ankerkuil worden verricht. In Duitsland gaat het hierbij om een vaste ankerplaats van beroepsvisser dhr. R. Hell. In de Waal zijn de metingen verricht vanaf de kotter van beroepsvisser dhr. J. Bout, die hiervoor een ligplaatsvergunning had. In de Boven-Rijn is daarnaast gemeten vanaf een schip van Rijkswaterstaat, die daar metingen naar plastics uitvoerde met een kornet. Er werd hierbij gemeten aan de linkeroever, ten hoogte van de kribbaaklijn. Het schip ging hierbij niet voor anker, maar bleef al varend min of meer op dezelfde plek liggen.

De overige metingen zijn verricht vanaf een aluminium werkboot, voorzien van hydrauliek en giek (snoek; ATKB). In de praktijk bleek het niet eenvoudig om goede meetlocaties te vinden. Op deze locaties dient namelijk voldoende stroming te zijn, maar bovenal dienen de metingen veilig uitgevoerd kunnen te worden, zonder dat hierbij de aanwezige scheepsvaart gehinderd wordt. Uiteindelijk is gekozen om de metingen uit te voeren vanaf de volgende officiële lig-/aanmeerplaatsen, waarbij overleg is geweest met de betreffende havenmeesters of eigenaren:

1. Boven-Rijn: Ponton van bunkerstation Slurink te Tolkamer (oeverzijde van rechteroever);
2. Waal: Waalkade te Nijmegen (linkeroever);
3. IJssel: IJsselkade te Doesburg (rechteroever);  
IJsselkade te Deventer (rechteroever);  
Aanlegsteiger rondvaart Kampen (linkeroever).

In tabel 1 en figuur 1 is een overzicht gegeven van de meetlocaties, de datum van meten en de afvoer op dat moment. Eveneens is aangegeven of de metingen gelijktijdig met andere metingen (bijvoorbeeld ankerkuil) zijn uitgevoerd.

Water	Locatie	Meetlocatie	Datum	Afvoer (Lobith)	Opmerkingen	
Nieder-Rhein	Grieth (DE)	Schokker R. Hell	22-10-2020	1355	i.c.m. ankerkuil	
Boven-Rijn	Tolkamer	Bunkerstation Slurink	5-1-2021	1966		
		Bunkerstation Slurink	4-2-2021	6724		
		Bunkerstation Slurink	19-2-2021	2976		
		Bunkerstation Slurink	30-3-2021	1811		
		Bunkerstation Slurink	1-4-2021	1786		
		Bunkerstation Slurink	2-4-2021	1751		
		Meetboot RWS	12-4-2021	1705	i.c.m. kor RWS	
Waal	Nijmegen	Waalkade	6-1-2021	7156		
		Ochten	Kotter J. Bout	28-10-2020	1363	i.c.m. ankerkuil
			Kotter J. Bout	29-10-2020	1476	i.c.m. ankerkuil
			Kotter J. Bout	15-4-2021	1920	i.c.m. ankerkuil
			Kotter J. Bout	16-4-2021	1875	i.c.m. ankerkuil
Kotter J. Bout	19-4-2021		1653	i.c.m. ankerkuil		
IJssel	Doesburg	IJsselkade	14-12-2020	1199		
		Deventer	IJsselkade	15-12-2020	1213	
			IJsselkade	26-4-2021	1292	
	IJsselkade		28-4-2021	1227		
	Kampen	Aanlegsteiger rondvaart	IJsselkade	29-4-2021	1211	
			Aanlegsteiger rondvaart	16-12-2020	1245	
		Aanlegsteiger rondvaart	5-2-2021	6893		

**Tabel 1** Locaties waar tijdens de testfase metingen zijn verricht.



**Figuur 1** Globale ligging meetlocaties binnen de Rijntakken. De locatie in de Neder-Rhein bevindt zich bovenstrooms van Tolkamer, net over de grens tussen Nederland en Duitsland.

## 2.2 MATERIALEN & WERKWIJZE

Tijdens de testfase is gebruik gemaakt van puntvormige netten met een lengte van circa 4,0 meter en een cirkelvormige instroomopening met een diameter van 1,0 meter. Deze netten waren reeds beschikbaar vanuit eerdere onderzoeken naar vislarven en konden daardoor direct ingezet worden. De netten waren voorzien van één keeltje. In voorliggende studie was dit keeltje niet noodzakelijk, maar bij onderzoek naar de instroom van plastics naar zijwateren kan dit wel het geval zijn. Het doorstroomoppervlak van één net bedraagt 0,79 m<sup>2</sup>.

Er is tijdens de testfase gebruik gemaakt van drie verschillende type netten, waarbij er onderscheid is in de maaswijdte. Tijdens de metingen tot en met februari 2021 is gebruik gemaakt van netten die vervaardigd zijn uit fijnmazig stramiengaas (0,39 mm x 0,79 mm), maar waarvan de eerste halve meter netwerk bestaat uit knooploos want met een maaswijdte van 2,0 mm (in dit rapport “voornet” genoemd). Door deze constructie ontstaat er een robuust en sterk netwerk dat ingezet kan worden bij hoge stroomsnelheden. In de praktijk blijkt dat ook een netwerk dat volledig uit fijnmazig stramiengaas (0,39 x 0,79 mm) bestaat toegepast kon worden. Dit type netwerk is toegepast tijdens de metingen vanaf maart 2021. Het voordeel hiervan was dat er van dit type netten meerdere sets beschikbaar waren, waardoor er tijdens het reinigen van de netten reeds een nieuwe set in het water geplaatst kon worden. Tenslotte is er tijdens enkele metingen, aanvullend op de fijnmazige netten van stramiengaas, een net toegepast met een grotere maaswijdte, namelijk 5 mm over de gehele lengte van het net.

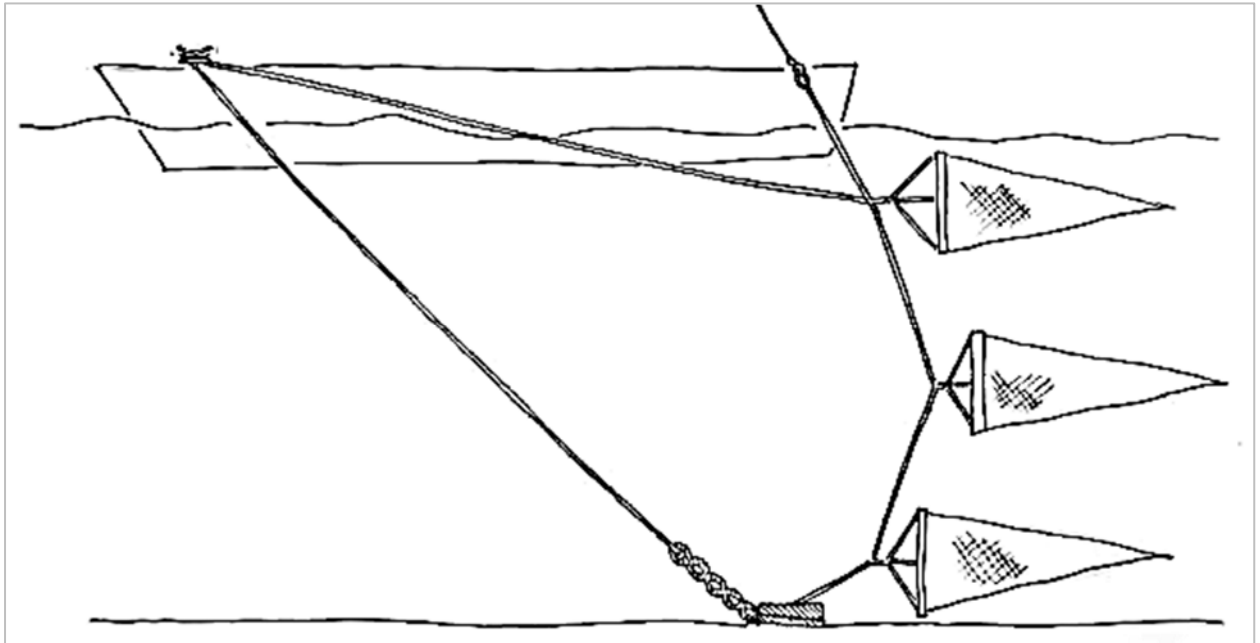
De reden dat voor bovenstaande netten is gekozen, met de genoemde lay-out, is als volgt:

- Deze netten zich zetten zich als een windvaan in de waterstroom. Eventueel veranderende stroomrichtingen (als gevolg van scheepvaart) hebben hierdoor weinig/geen effect op de werking van het vangtuig;
- Deze netten hebben, door de lay-out en de toegepaste materialen, uitstekende lozende eigenschappen. Ze zijn daardoor toepasbaar bij relatief grote stroomsnelheden;
- Een instroomopening met een diameter van 1,0 meter leidt enerzijds tot een relatief groot doorstroomoppervlak, maar is nog wel goed hanteerbaar. Daarnaast maakt een dergelijke diameter het mogelijk de waterkolom (veelal dieper dan 3 meter) te verdelen in drie waterlagen (onder, midden en boven).

Het toepassen van ronde netten heeft echter ook een nadeel, namelijk dat het bemonsterd oppervlak tegen het wateroppervlak en tegen de bodem beperkt is. Een deel van het drijvende plastic en het plastic aan de bodem wordt hierdoor gemist. Dit kan ondervangen worden door toepassing van netten met een vierkante opening die in een raamwerk zijn opgespannen. Dergelijke netten zijn in de praktijk echter minder eenvoudig in de stroming te positioneren indien er geen gebruik wordt gemaakt van zwaar materieel.

In eerste instantie was het de bedoeling om de netten aan een rondgaande lijn te bevestigen. Hiermee zou het mogelijk zijn de netten te lichten en terug te plaatsen zonder dat daarvoor de verankering van zijn plaats hoeft. Tijdens de eerste meting in Duitsland bleek dit in de praktijk echter niet optimaal te werken vanwege een te hoge stroomsnelheid. Om die reden zijn de netten tijdens de metingen gelicht/geheven middels een lier (hydraulisch). De netten zijn hierbij bevestigd aan een verticale hoofdlijn en bevinden zich respectievelijk bij de waterbodem, in het midden van de waterkolom en net onder het wateroppervlak.

Onder de verticale hoofdlijn bevindt zich een gewicht van circa 80 kg dat vrij over de bodem kan bewegen. Het geheel wordt op zijn plaats gehouden door twee lijnen. De eerste lijn loopt vanaf de voorzijde van het gewicht naar de voorzijde van de boot. De tweede lijn loopt vanaf het bovenste net naar de voorzijde van de boot. De hoofdlijn is aan de bovenzijde bevestigd aan de lier van de boot. Hiermee is het mogelijk het geheel uit het water te hijsen, waarbij het er tevens voor zorgt dat de lijnen vrijwel geen zijdelingse bewegingen maken. In navolgende figuur is een schematische weergave gegeven van de monitoringsopzet.



**Figuur 2** Monitoringsopzet, bestaand uit drie netten die aan de zij-/achterkant van de boot geplaatst zijn.

De hoeveelheid water die tijdens de metingen door de netten stroomde, is bepaald door gebruik te maken van debietmeters die in het midden van de instroomopening van elk net werden geplaatst (mechanische stroomsnelheidsmeter met propeller (Eijkelkamp, type 2030R). Om vast te stellen of het gewicht daadwerkelijk op de bodem ligt, dient hieraan een dunne lijn met maatvoering bevestigd te worden. Indien het gewicht niet op de bodem ligt (kunnen);

- de lijnen enigszins opgelengd worden;
- kan een zwaarder gewicht toegepast worden;
- één of meerdere netten verwijderd te worden.

Het oplengen van de lijnen is hierbij beperkt tot het reikgebied van de hydraulische lier. Daarnaast dienen de netten niet in de buurt van het achterstevan van het schip te komen om verstrengeling in de schroef te voorkomen. Hoewel de schroef niet in werking is tijdens de metingen, zal deze wel rond kunnen draaien als gevolg van de stroming.

Naast dat er sprake kan zijn van een te grote stroomsnelheid voor toepassing van drie netten, kan er ook sprake zijn van een te lage stroomsnelheid. De toegepaste stroomsnelheidsmeter werkt bijvoorbeeld bij een stroomsnelheid vanaf circa 0,1 m/s. Om de netten goed in de stroom te laten staan is een nog iets hogere stroomsnelheid noodzakelijk, waarschijnlijk circa 0,2 m/s.



Na het lichten zijn de netten eerst goed doorgeschud en nagespoeld met water. Hierdoor wordt de volledige “vangst” in de punt van het net geconcentreerd. Vervolgens is het net aan de achterzijde geopend en is de inhoud overgebracht in een kuip met water. Het net is vervolgens schoongespoeld in deze kuip. De inhoud van de kuip is vervolgens over een fijne metalen zeef (opening 500 µm) gefilterd. Het in de zeef achtergebleven materiaal is middels de toevoer van water (met een gieter en/of een knijpfles met water) verzameld in een gelabelde kunststof monsterfles (inhoud 1 tot 2 liter). Het verzamelen van de monsters duurt ongeveer 15 à 20 minuten voor een totaal van drie netten. Van elk monster zijn de volgende gegevens geregistreerd; diepte/positie waarop monster is genomen; tijd (plaatsen en lichten); volume (start- en eindwaarde van debietmeter); monsterflescode.

Voor elke meetdag is er naar gestreefd minimaal vijf monsters per waterdiepte te verzamelen. Dit in verband met de statistische toetsing van de gegevens. In de periode tot maart 2021 werden de netten globaal elk uur gelicht (stadium 60 minuten). Vanaf maart is dit ingekort naar een stadium van 45 minuten in verband met een toegenomen hoeveelheid fijne deeltjes in de waterkolom (algenbloei). In afwijking op deze bemonsteringsduur zijn tijdens de hoogwatermeting in Tolkamer (4-2) de netten elke 10 tot 15 minuten gelicht, waarbij een monster bestaat uit 3x10 minuten meten. Bij de metingen die tijdens de ankerkuilvisserij en de metingen van Rijkswaterstaat (kornet) zijn variabele meettijden aangehouden. Het moment van lichten was hierbij afhankelijk van de overige werkzaamheden aan boord.

De verkregen monsters zijn/worden door mevr. S. Oswald (Radboud Universiteit te Nijmegen) geanalyseerd op de aanwezigheid van macro-, meso- en, voor een deel van de monsters, eveneens microplastics. De werkwijze hierbij is beschreven in Collas *et al.*, 2021.



**Foto 1** Monitoring in de praktijk; liggend aan de IJsselkade te Deventer. Het bovenste net is duidelijk zichtbaar. De boot ligt met de punt stroomafwaarts i.v.m. de nettenrol die zich aan de bakboordzijde bevindt.



**Foto 2** Netten naast de kottet (linksboven), plastics op de zeef (rechtsboven), stroomsnelheidsmeter (linksonder) en het verzamelen van de monsters (rechtsonder).

## 3. RESULTATEN

### 3.1 ALGEMEEN

De in oktober, december en januari verzamelde monsters zijn reeds geanalyseerd. De resultaten hiervan zijn te lezen in Collas *et al.*, (2021). In voorliggend rapport wordt primair ingegaan op de wijze van bemonsteren. Wel worden enkele van deze resultaten kort besproken in relatie tot de huidige monitoringsmethodiek. Voor een inhoudelijke verduidelijking van deze resultaten, evenals de verdere verwerking van de monsters, wordt verwezen naar het genoemde rapport.

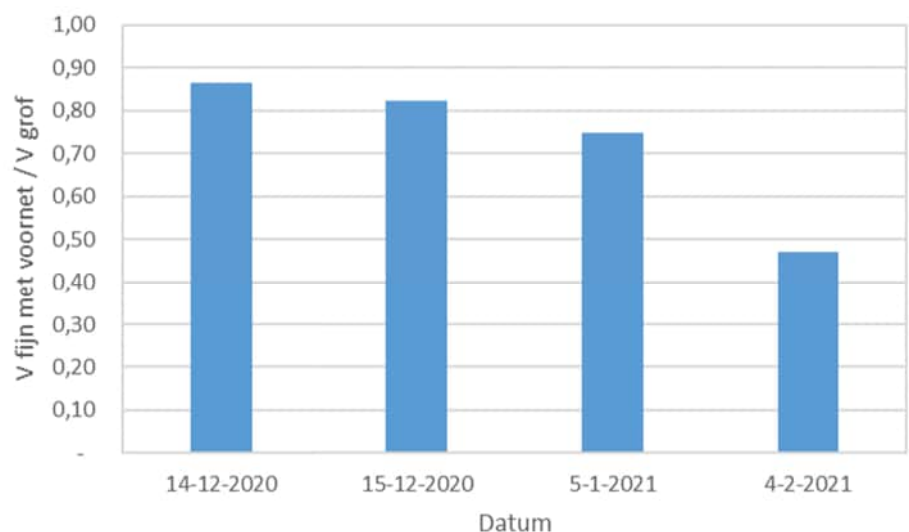
### 3.2 BEMONSTERD VOLUME

Het volume dat tijdens een meting bemonsterd wordt is het resultaat van de stroomsnelheid door het net en de tijdsduur van meten. De stroomsnelheid door het net is hierbij afhankelijk van de maaswijdte van het netwerk (en de mate waarin dit loost) en de hoeveelheid vuil/organisch materiaal in de waterkolom. Tijdens de metingen bij een hoge afvoer was er sprake van relatief grof vuil dat de netten ingevoerd werd. Bij de metingen die vanaf eind maart zijn uitgevoerd was er sprake van relatief veel fijne deeltjes in de waterkolom (algenbloei). Tijdens de metingen in de herfst en winter was dit niet het geval. Verder geldt dat er bij normale afvoeren in de benedenloop van de IJssel (te Kampen) sprake is van lage stroomsnelheden (maximaal circa 0,10-0,15 m/s), wat een grensgeval is wat betreft de huidige methodiek (stroomsnelheidsmeter).

#### 3.2.1 MAASWIJDTE

Tijdens een viertal metingen is het effect van de maaswijdte op het bemonsterd volume in beeld gebracht. Dit was tijdens metingen te Doesburg (14-12), te Deventer (15-12), te Tolkamer (5-1) en te Tolkamer (4-2). Er is hierbij gebruik gemaakt van een fijnmazig net van stramiengaas (met voornet) en van een grof net (5 mm). In alle gevallen is nabij de bodem gemeten. In figuur 3 zijn de resultaten grafisch weergegeven. Te zien is dat de stroomsnelheid in het fijne net 47% tot 87% bedraagt ten opzichte van de stroomsnelheid in het grove net. Een grovere maaswijdte leidt in dit geval per tijdseenheid tot ongeveer 25% groter bemonsterd volume, maar heeft uiteraard ook gevolgen voor de vangstefficiëntie van (kleine) plasticdeeltjes.

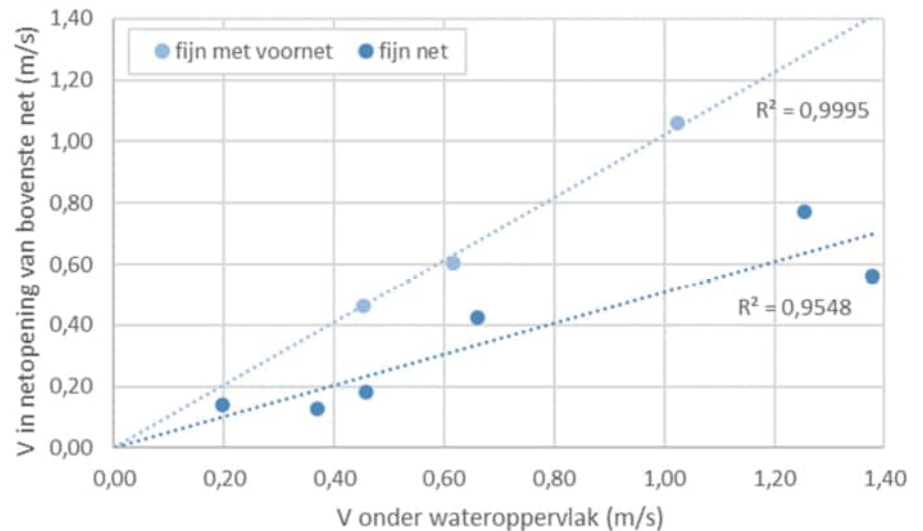
**Figuur 3** *Verskil in stroomsnelheid tussen fijn en grof netwerk (weergegeven als verhouding fijn/grof).*



### 3.2.2 AFVOERREDUCTIE

In voorgaande paragraaf was te zien dat er een verschil in doorstroomsnelheid is tussen een grofmazig en fijnmazig net. Om te zien hoe de stroomsnelheid in een net zich verhoudt tot de stroomsnelheid in de waterkolom zelf is tijdens een aantal metingen de stroomsnelheid aan het wateroppervlak gemeten (circa 0,3-0,5 meter onder het wateroppervlak). Dit is gedaan voor de fijnmazige netten (met voornet) die in de periode tot en met februari zijn ingezet, en voor de volledig fijnmazige netten die vanaf eind maart zijn ingezet. In alle gevallen is er gebruik gemaakt van de netten die boven in de waterkolom geplaatst waren, net onder het wateroppervlak. Zoals eerder aangegeven was er vanaf eind maart sprake van meer fijn materiaal in het water (algenbloei). In figuur 4 zijn de resultaten van deze metingen weergegeven.

**Figuur 4** *V in netopening van het bovenste net in relatie tot de stroomsnelheid aan het wateroppervlak (circa 0,3-0,5 meter daaronder). De weergegeven waarden zijn van het fijne net met voornet (metingen januari/februari) en van het fijne net zonder voornet (metingen maart/april).*



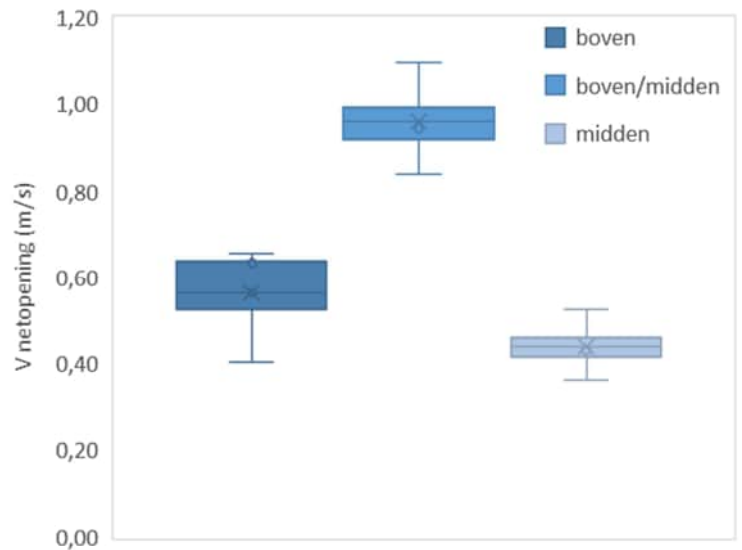
Bij het fijnmazige net (met voornet) was er tijdens de metingen in januari/februari vrijwel geen reductie in de stroomsnelheid. Dit is opmerkelijk, aangezien in paragraaf 3.2.1 te lezen is dat er wel degelijk sprake van reductie moet zijn, aangezien de stroomsnelheid in een grofmazig net hoger is dan in een fijnmazig net. Mogelijk is de stroomsnelheid aan het wateroppervlak enigszins onderschat doordat naast de boot gemeten is. Wat wel gesteld kan worden dat de reductie als gevolg van verstopping van het netwerk (door fijn materiaal) in de wintermaanden beperkt lijkt, maar in het voorjaar aanzienlijk is.

Bij het fijnmazige net (zonder voornet) was er tijdens de metingen in maart en april wel sprake van een reductie in de stroomsnelheid. De reductie was hierbij circa 50%, waarbij dit mogelijk nog een onderschatting is, gezien voorgaande bevindingen. De sterke reductie in de stroomsnelheid in maart en april wordt veroorzaakt door fijne (organische) deeltjes die in relatief grote hoeveelheden in de waterkolom aanwezig waren. Het fijnmazige netwerk raakte hierdoor relatief snel verstopt.

Het effect van het verstopt raken van het net met fijn materiaal wordt duidelijk geïllustreerd door de meting die op 16 april in de Waal is uitgevoerd. Als gevolg van de grote diepte en stroming was het niet mogelijk het gewicht op de waterbodem te krijgen. Het middelste net hing hierdoor niet tussen het bovenste en onderste net, maar hier direct achter. Bij het ophalen van de netten was duidelijk zichtbaar dat dit net minder vuil was, doordat hier grotendeels reeds “gefilterd” water door heen was gegaan. In de gemiddelde stroomsnelheid is duidelijk zichtbaar dat er hierdoor sprake was van een aanzienlijk hogere stroomsnelheid door dit net (zie figuur 5). De stroomsnelheid in de netten die wel verstopt raakten was respectievelijk 46%

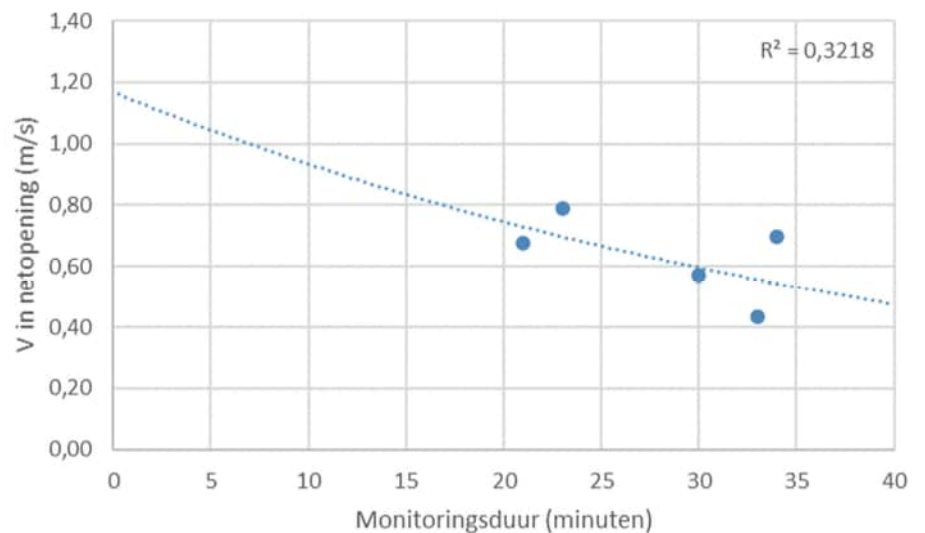
(midden) en 56% (boven) van de stroomsnelheid van het net dat niet verstopt raakte. Dit komt in grote lijnen overeen met de reductie zoals weergegeven in figuur 5.

**Figuur 5** *Verskil in stroomsnelheid in netopening (fijne netten) bij water met veel organisch materiaal (boven en midden) en met weinig organisch materiaal (boven/midden).*



Wat in voorgaande reductie van de stroomsnelheid/afvoer een rol speelt, is de factor tijd. Wanneer het net in het water geplaatst wordt zal de stroomsnelheid in eerste instantie relatief hoog zijn, maar zal de afvoerreductie ook snel toenemen (er wordt veel vuil aangevoerd). Naarmate het netwerk verder verstopt raakt neemt de stroomsnelheid af en daarmee ook de verdere afvoerreductie. Tijdens de metingen die zijn uitgevoerd op 12-4 (Rijn Tolkamer/RWS) zijn er nabij het wateroppervlak enkele metingen uitgevoerd met enige variatie in monitoringsduur (21 tot 34 minuten). Er was die dag sprake van veel materiaal in suspensie. In figuur 6 zijn de resultaten hiervan zichtbaar.

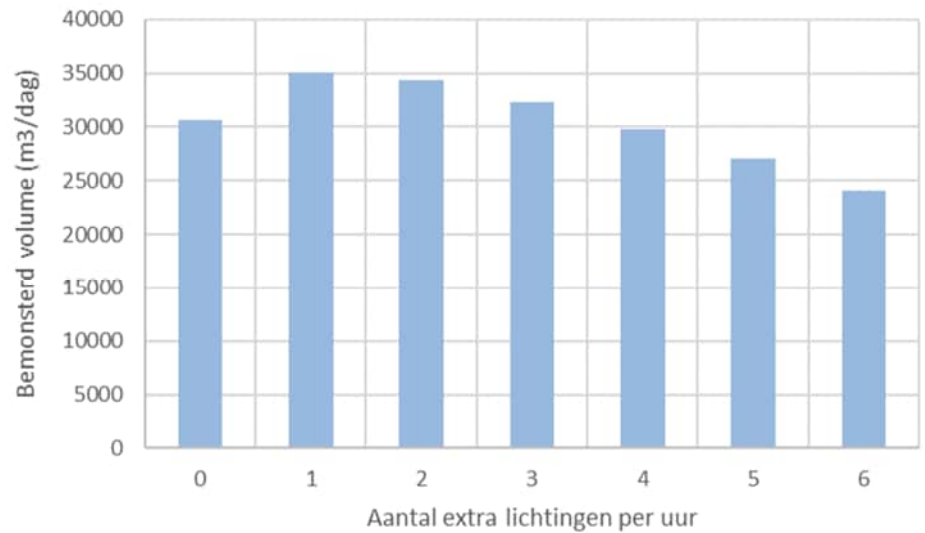
**Figuur 6** *Relatie tussen monitoringsduur en stroomsnelheid in netopening (fijne netten, april).*



Hoewel er sprake is van een zwak verband tussen monitoringsduur en de stroomsnelheid in de netopening, is te zien dat de stroomsnelheid afneemt bij een langere monitoringsduur. In theorie zou de stroomsnelheid aan het begin van de meting 1,17 m/s bedragen in de netopening. De stroomsnelheid die op enige afstand van de boot is gemeten (aan het wateroppervlak) bedroeg 1,25 m/s. De reductie als gevolg van het netwerk is in dat geval slechts 6%, waarbij deze naar meer dan 40% zakt na 30 minuten monitoren.

Op basis van figuur 6, in combinatie van de tijd die het kost om de netten te wisselen (circa 5 minuten), is het mogelijk om vast te stellen of het bij veel vervuiling zinvol is om tijdens een meting van 45 minuten tussendoor de netten te wisselen. Op die wijze wordt gedurende een langere tijd met schone netten gevist, met een grotere stroomsnelheid. Zoals in figuur 7 blijkt één extra lichting het meest effectief. Dit betekent dat er elke meting na 20 minuten een lichting is waarbij de netten worden verwisseld. De monsters van beide lichtingen worden samengevoegd tot één monster behorend bij de meting.

**Figuur 7** Bemonsterd volume (m<sup>3</sup>/dag) bij vijf metingen van één uur (inclusief 15 minuten monsterverwerking) in relatie tot extra lichtingen (5 minuten per lichting) tijdens een meting. Het weergegeven volume geldt bij een vervuilingsgraad zoals weergegeven in figuur 5.



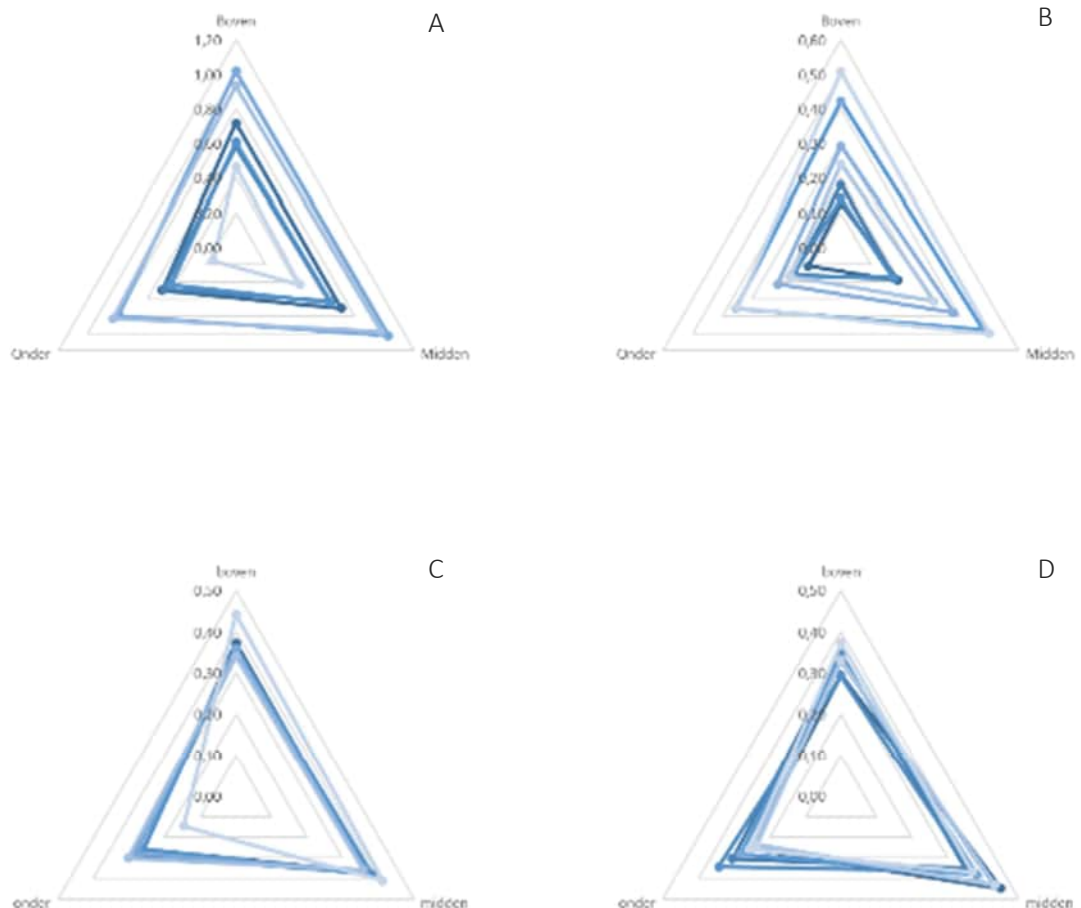
**Foto 3** De vervuiling van de netten is duidelijk zichtbaar. Links de schone netten, klaar voor gebruik. Rechts een net tijdens het lichten, na een periode van monitoring.

Ook in perioden met een hoge rivierafvoer is het noodzakelijk de netten vaker te lichten. In dergelijke perioden is er veelal sprake van grof materiaal dat zich in de netten verzameld (bijvoorbeeld riet). Tijdens de metingen met een hoge afvoer te Tolkamer bleek het mogelijk de netten circa 10 tot 15 minuten in het

water te laten staan. De gemiddelde stroomsnelheid in de netopening varieerde hierbij van 0,90 tot 1,26 m/s, waarbij er gedurende de dag enige variatie was. Gemiddeld ging er per lichting circa 540 m<sup>3</sup> water door de netten, resulterend in een dagtotaal van ruim 8.000 m<sup>3</sup> met één net.

### 3.2.3 WATERKOLOM

In figuur 8 is het verschil in stroomsnelheid weergegeven tussen de netten die boven-, midden- of onderin de waterkolom zijn geplaatst. Verschillen kunnen hierbij enerzijds veroorzaakt worden doordat de stroomsnelheid nabij de bodem over het algemeen lager is (als gevolg van wrijving), maar ook de mate waarin het netwerk verstopt raakt (organisch materiaal en dergelijke) kan van invloed zijn. In de figuur is te zien dat, zowel bij de fijne netten met voornet als bij de fijne netten zonder voornet de stroomsnelheid het hoogst is in het midden van de waterkolom en het laagst bij de bodem.

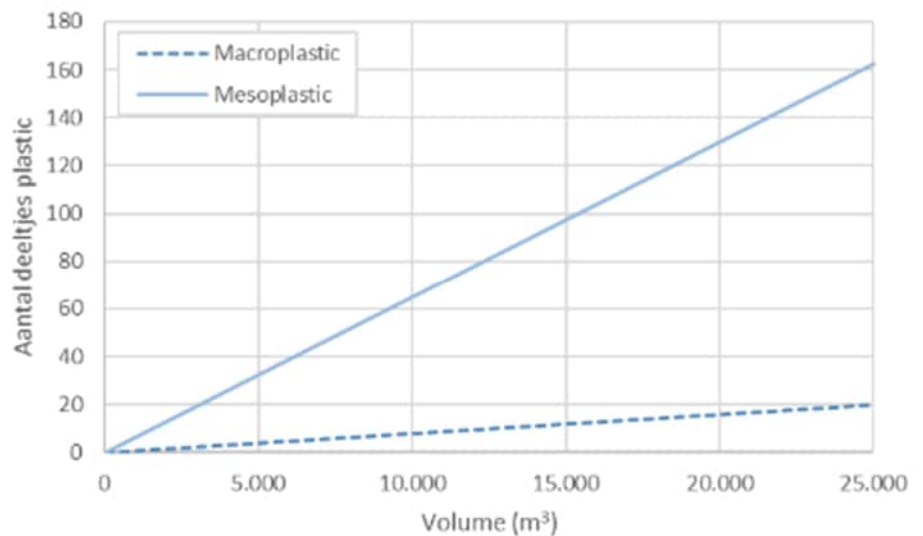


**Figuur 8** Relatie tussen stroomsnelheid in netopening van netten die boven, midden en onder in de waterkolom zijn geplaatst. A en B betreffen de gemeten stroomsnelheden, in C en D zijn deze als relatieve waarden ten opzichte van elkaar weergegeven ( $V_x / (V_{\text{boven}} + V_{\text{midden}} + V_{\text{onder}})$ ). A en C hebben betrekking op de fijne netten met voornet (tot en met februari) en B en D op de fijne netten zonder voornet (vanaf maart).

### 3.3 BENODIGDE INSPANNING

Om een representatief monster te verzamelen, wordt gestreefd naar een voldoende groot monster. De hoeveelheid plastics in het monster zijn hierbij het resultaat van de dichtheid aan plastics in de waterkolom, de vangstefficiëntie en het bemonsterd volume. De dichtheid aan macroplastics bedraagt  $0,08 \pm 0,06$  deeltjes per  $100 \text{ m}^3$  tegenover  $0,65 \pm 0,39$  deeltjes aan mesoplastics per  $100 \text{ m}^3$  (Collas *et al.*, 2021). Voor macro- en mesoplastics is de vangstefficiëntie verondersteld op 100%, hoewel dit in de praktijk niet is getoetst. Het bemonsterd volume is afhankelijk van de monitoringsduur, het doorstroomoppervlak en de stroomsnelheid. De stroomsnelheid wordt hierbij beïnvloed door de mate waarin het net verstopt raakt.

In figuur 9 is de relatie tussen het aantal plastic deeltjes en het bemonsterd volume grafisch weergegeven. In figuur 9 de bijbehorende monstertabel. Hierover is meer te lezen in het meetplan dat is opgesteld door Ven & Hop (2021), zie bijlage.



**Figuur 9** Aantal plasticdeeltjes (macro- of mesoplastics) in relatie tot bemonsterd volume.

**Tabel 2** Inspanningstabel voor macro- en mesoplastic bij toepassing van één fijnmazig net (doorstroomoppervlak =  $0,79 \text{ m}^2$ ), als functie van tijdsduur en stroomsnelheid. De weergegeven aantallen betreffen gemiddelde waarden.

duur(h)	Aantal deeltjes macroplastic (n) bij stroomsnelheid (m/s)										Aantal deeltjes mesoplastic (n) bij stroomsnelheid (m/s)									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9
1,0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	4	6	7	9	11	13	15	17	18
1,5	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	6	8	11	14	17	19	22	25	28
2,0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	4	7	11	15	18	22	26	30	33	37
2,5	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	5	9	14	18	23	28	32	37	42	46
3,0	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	6	11	17	22	28	33	39	44	50	55
3,5	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	6	13	19	26	32	39	45	52	58	65
4,0	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	7	15	22	30	37	44	52	59	67	74
4,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8	17	25	33	42	50	58	67	75	83
5,0	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	9	18	28	37	46	55	65	74	83	92
5,5	1	3	4	5	6	8	9	10	11	13	10	20	31	41	51	61	71	81	92	102
6,0	1	3	4	5	7	8	10	11	12	14	11	22	33	44	55	67	78	89	100	111
6,5	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
7,0	2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	13	26	39	52	65	78	91	104	116	129
7,5	2	3	5	7	9	10	12	14	15	17	14	28	42	55	69	83	97	111	125	139
8,0	2	4	5	7	9	11	13	15	16	18	15	30	44	59	74	89	104	118	133	148
8,5	2	4	6	8	10	12	14	15	17	19	16	31	47	63	79	94	110	126	141	157
9,0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	17	33	50	67	83	100	116	133	150	166
9,5	2	4	6	9	11	13	15	17	19	22	18	35	53	70	88	105	123	140	158	176
10,0	2	5	7	9	11	14	16	18	20	23	18	37	55	74	92	111	129	148	166	185



## 4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

- De huidige methodiek is in het bijzonder geschikt gebleken om de hoeveelheid en soorten mesoplastics die door het Rijnsysteem stromen in beeld te brengen. Hoewel ook macroplastics in beeld gebracht kunnen worden zijn de aantallen en soorten hiervan enigszins beperkt (Collas *et al.*, 2021). Om deze goed in beeld te brengen dient een groter volume bemonsterd te worden. Dit kan door toepassing van een groter aantal netten, grotere netten of een langere monitoringsduur. Qua toepasbaarheid in het veld wordt echter geadviseerd niet te sterk af te wijken van de huidige netgrootte.
- De huidige methodiek is geschikt gebleken om de hoeveelheid en soorten plastics in de verschillende waterlagen (boven, midden en onder) in beeld te brengen. In de hoofdstroom zijn tussen de waterlagen verschillen waarneembaar. Dit geldt niet voor de meetlocaties die tegen de oever/kade zijn gelegen. De meerwaarde van het differentiëren naar waterdiepte is daarmee vooral interessant voor de hoofdstroom (Collas *et al.*, 2021).
- De huidige methodiek is relatief snel en eenvoudig toepasbaar vanaf een willekeurig schip of zelfs oever, mits er een giek of gelijkaardige voorziening aanwezig is om de netten in en uit het water te hijsen. Daarnaast dient de meetlocatie een officiële ligplaats voor boten te zijn. De mogelijkheden voor toepassing van één of meerdere netten zijn afhankelijk van de waterdiepte, de stroomsnelheid en de mogelijkheid om de lijnen op te lengen.
- Tijdens de monitoring gaat relatief veel “meetijd” verloren bij het verzamelen van de monsters uit de netten. Door toepassing van een extra set netten kan elke lichter gerouleerd worden met de netten, waarmee elke meting circa 15 minuten tijd gewonnen wordt.
- Indien de jaarlijkse variatie in plastic in de waterkolom onafhankelijk van de tijd is (seizoen), dan wordt aanbevolen de metingen in de herfst/winter uit te voeren. In het zomerseizoen kan er sprake zijn van algenbloei die een sterk negatief effect hebben op de doorlaatbaarheid van het netwerk.
- Verondersteld wordt dat de vangstefficiëntie van de fijnmazige netten 100% is voor macro- en mesoplastics. Geadviseerd wordt dit in een experimentele setup nader vast te stellen. Op deze wijze kan het vangstrendement gecontroleerd bepaald worden, zonder dat daarvoor plastics in het milieu terecht komen.
- Indien er sprake is van een lage stroomsnelheid is er de mogelijkheid het bemonsterd volume te vergroten door de netten achter een boot door de waterkolom te slepen. Dit is alleen mogelijk bij de netten die zich aan het oppervlak en in het midden van de waterkolom bevinden. Bij het net dat zich tegen de bodem bevindt bestaat de kans dat er bodemmateriaal opgescheept wordt.

## 5. LITERATUUR

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.

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





voor natuur  
en leefomgeving

## **BIJLAGE I**

## NOTITIE

### Meetplan monitoring plastics in de waterkolom bij een normale en hoge rivierafvoer

Auteur : Max van de Ven & Jochem Hop  
Vrijgave : Tim Vriese

Kenmerk: 20200932/not04  
Versie: definitief  
Datum: 24 juni 2021

#### INLEIDING

In voorliggend document wordt de wijze waarop plasticmonitoring wordt uitgevoerd, beschreven. 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 bij de oevers. Daarnaast wordt ingegaan op verschillen in de methodiek bij een normale en hoge afvoer. De analyse van de monsters maakt geen onderdeel uit van voorliggend meetplan. Hiervoor wordt verwezen naar Collas *et al.*, 2021.

#### METHODIEK

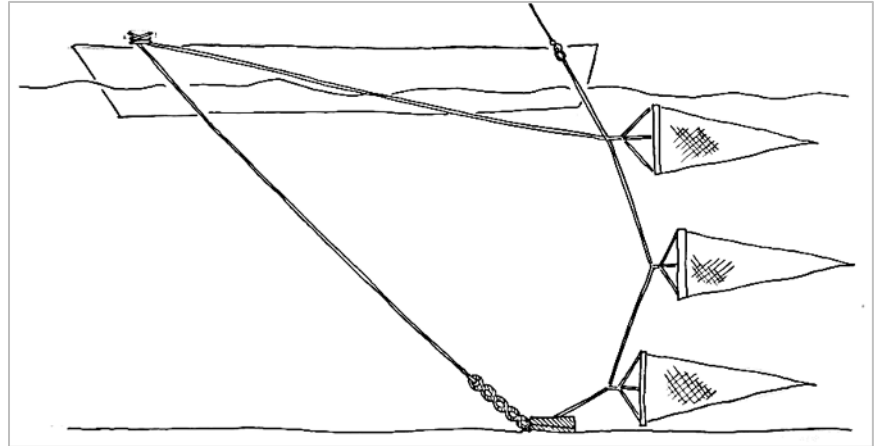
Er wordt gebruik gemaakt van drie tot zes<sup>1</sup> puntvormige hoepelnetten met een lengte van 4,0 meter en een cirkelvormige instroomopening met een diameter van 1,0 meter. Het netwerk bestaat uit fijnmazig stramiengaas (0,79 mm x 0,39 mm). Indien hoge stroomsnelheden worden verwacht (> 1,5 m/s) kan, indien noodzakelijk, een net toegepast worden waarvan de eerste halve meter (vanaf de hoepel) bestaat uit knooploos want met een maaswijdte van 2,0 mm. Dit netwerk is sterker.

De netten zetten zich in de waterstroom zoals een windvaan in de wind. Bij plaatsing van de netten in de waterkolom worden drie netten verdeeld over “boven”, “midden” en “onder”. Het bovenste en onderste net bevinden zich zo dicht als mogelijk bij het wateroppervlak of waterbodem. Het middelste net bevindt zich in het midden van de waterkolom. Indien het vanwege beperkte waterdiepte enkel mogelijk is om twee netten te plaatsen, dan worden deze “boven” en “onder” geplaatst. Bij toepassing van slechts één net wordt deze “boven” nabij het wateroppervlak geplaatst. Het toepassen van één of twee netten kan ook noodzakelijk zijn bij een grote waterdiepte (> 4 à 5 m) in combinatie met hoge stroomsnelheid (> 1 m/s). Dit dient ter plaatse vastgesteld te worden.

De netten worden naast/achter de boot in het water geplaatst, op voldoende afstand van de schroef. De netten zijn hierbij met karabijnhaken en wartels bevestigd aan een (gevlochten) verticale lijn en bevinden zich respectievelijk bij de waterbodem, in het midden van de waterkolom en net onder het wateroppervlak. Onder de verticale lijn bevindt zich een gewicht van circa 80 kg. Het geheel wordt op zijn plaats gehouden door twee (gevlochten) lijnen die vanaf het gewicht en vanaf het bovenste net aan de boot bevestigd zijn. Dit bevestigingspunt dient zich zo ver als mogelijk aan de voorzijde van de boot te bevinden. Hierdoor is het eenvoudiger het gewicht op de bodem te krijgen. Een derde lijn is bevestigd aan de lier/hydrauliek van de boot. Met deze lijn is het mogelijk de netten uit het water te hijsen. Daarnaast zorgt dit bevestigingspunt er voor dat de lijnen vrijwel geen zijdelingse beweging maken.

<sup>1</sup> Er wordt bij voorkeur gewerkt met twee sets van drie netten, zodat het mogelijk is om na het lichten direct door te gaan met de bemonstering door de netten met de monsters te wisselen met schone netten. Terwijl er alweer gevestigd wordt met de schone netten kunnen dan de monsters worden verzameld. Dit levert significante tijdswinst op.

Om de hoeveelheid water die door de netten stroomt te bepalen, wordt in de instroomopening van elk net een stroomsnelheidsmeter geplaatst (mechanische stroomsnelheidsmeter met propeller, bijvoorbeeld Eijkelkamp type 2030R).



*Figuur 1. Schematische weergave monitoringsopzet, bestaand uit drie netten die aan de zij-/achterkant van de boot geplaatst zijn.*



*Foto 1 Monitoring in de praktijk; liggend aan de IJsselkade te Deventer. Het bovenste net is duidelijk zichtbaar. De boot ligt met de punt stroomafwaarts i.v.m. de nettenrol die zich aan de bakboordzijde bevindt.*



Normaal gesproken wordt een monitoringsduur van 45 tot 60 minuten aangehouden per lichting. Als gevolg van een hoge vervuilingsgraad van de netten 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. Afhankelijk van de hoeveelheid drijfvuil kan deze periode ingekort of verlengd worden. 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 lichtingen tot één monster wordt gemengd.

In tabel 2 wordt een bemonsteringsschema weergegeven wat toegepast kan worden bij normale of hoge afvoeren, waarbij onderscheid is gemaakt tussen oever en hoofdstroom. Er is een schatting gemaakt van het aantal plastic deeltjes dat verwacht wordt bij één dag monitoring. Bij een hoge afvoer wordt er niet gemeten in de hoofdstroom.

**Tabel 2** Bemonsteringsschema plastic-monitoring bij verschillende afvoer en meetlocaties.

Afvoer	Normaal (circa 1500 m <sup>3</sup> /s)		Hoog (circa 6000 m <sup>3</sup> /s)	
	Oever	Hoofdstroom	Oever	Hoofdstroom
Meetlocatie				
Vaartuig	werkboot	kotter	werkboot	
Waterdiepte	3-5	4-7	4-10	
Stroomsnelheid (m/s)	0,5-0,6	1,1-1,3	0,6-1,0	

*normale vervuilingsgraad (geen algenbloei)*

Aantal netten	3	2-3	1	
Aantal lichtingen per monster	1x45min	1x45 min*	3x12min / 2x25min	
Aantal monsters per meting	5	5	5	
Plastics per dag (n)	128	186-280	50-69	

*hoge vervuilingsgraad (algenbloei)*

Aantal netten	3	1-3		
Aantal lichtingen per monster	2x20 min	1x45 min*		
Aantal monsters per meting	5	5		
Plastics per dag (n)	65	94-140		

\* afhankelijk van het lichten van de ankerkuil

## WERKZAAMHEDEN EN REGISTRATIE

De werkzaamheden kunnen uitgevoerd worden in de hoofdstroom van de rivier of nabij de oever. In de hoofdstroom worden de werkzaamheden uitgevoerd vanaf het schip waarmee eveneens de ankerkuilvisserij wordt uitgevoerd. Hierbij is een vergunning om voor anker te gaan noodzakelijk. De fijnmazige netten worden hierbij aan de andere zijde van het schip geplaatst dan de ankerkuil. Monitoring is alleen mogelijk indien er met één ankerkuil wordt gevestigd. De werkzaamheden dienen ter plaatste afgestemd te worden met de vissers die de ankerkuil bemonstering uitvoeren. In de praktijk kunnen twee metingen uitgevoerd worden tijdens één meting (lichting) van de ankerkuil. Wanneer de ankerkuil gelicht wordt, dienen de fijnmazige netten binnenboord te zijn. De metingen nabij de oever worden uitgevoerd met een werkboot die beschikt over een giek en hydraulische lier. De boot dient aangemeerd te worden op een officiële ligplaats, waar voldoende stroming aanwezig is. Kademuuren die zich direct aan de rivier bevinden, zijn hiervoor geschikt.

De werkzaamheden zijn als volgt samen te vatten, waarbij stappen 5 t/m 9 worden herhaald, afhankelijk van het aantal lichtingen:



1. Bepalen van de waterdiepte en stroomsnelheid (indicatief) ter plaatse;
2. Bepalen van de diepte waarop de netten geplaatst worden (beneden, midden, boven);
3. Aflezen en noteren van de stroomsnelheidsmeters;
4. Plaatsen van de meetopstelling met de netten;
5. Lichten van de netten;
6. Aflezen van de stroomsnelheidsmeters en noteren van de tellerwaarde;
7. Wisselen van de netten en stroomsnelheidsmeters;
8. Terugplaatsen van de meetopstelling met de schone netten;
9. Verzamelen van de monsters per net en registratie van de meetgegevens.

De monsters worden per net verzameld in een kuip met water. Na het lichten worden de netten eerst goed doorgeschud en nagespoeld met water, zodat de volledige inhoud in de punt van het net is geconcentreerd. Nu wordt het net geopend en wordt de inhoud overgebracht in de kuip met water. Het net wordt goed schoongespoeld in deze kuip. Vervolgens worden grof materiaal (niet plastics) en eventueel aanwezige organismen uit het monster verwijderd. De inhoud van de kuip wordt daarna over een fijne metalen zeef (500µm) gefilterd. De kuip wordt drie keer nagespoeld om ook 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 het best gebruik gemaakt worden van een gieter en een spuitfles om het residu op de zeef te concentreren door deze schuin te houden.



**Foto 2** Plastic en vuil op de zeef (links) en het verzamelen van het monster (rechts).

Van elk monster worden de volgende gegevens geregistreerd op het veldformulier:

- Diepte/positie waarop monster is genomen;
- Tijd (moment van plaatsen en moment van lichten);
- Stroomsnelheid in netopening (stroomsnelheidsmeter waarde start en waarde eind);
- Monsterflescode.

In navolgend kader wordt de werking van de stroomsnelheidsmeter uitgelegd. Op de daarop volgende pagina's worden de veldformulieren weergegeven, zoals gebruikt bij plasticmonitoring.

### *Stroomsnelheidsmeter*

Er wordt gebruik gemaakt van mechanische stroomsnelheidsmeters met propeller (type 2030R van de firma Eijkelkamp). Deze zijn toepasbaar bij stroomsnelheden van circa 0,1 tot maximaal 7,9 m/s. De propeller is gekoppeld aan een zescijferige teller. Elke omwenteling van de propeller komt overeen met 10 tellen. Op basis van het verschil in telwaarde tussen start en eind kan het volgende bepaald worden:

1. Afstand (m) = (verschil in telwaarde \* 26873) / 999999
2. Stroomsnelheid (m/s) = afstand (m) / tijd (s)

De stroomsnelheidsmeter wordt als volgt toegepast:

1. Voor gebruik wordt de roestvrijstalen schroef (incl. ring) aan de achterzijde van de behuizing verwijderd;
2. Vervolgens wordt de stroomsnelheidsmeter gevuld met kraanwater (geen gedistilleerd water), totdat (vrijwel) geen lucht meer aanwezig is;
3. De roestvrijstalen schroef (met ring) wordt terug geplaatst;
4. Gecontroleerd wordt of de inbusschroef van de propeller vast zit;
5. De stroomsnelheidsmeter wordt direct in het net gehangen en gebruikt, eventueel wordt de stroomsnelheidsmeter tijdelijk opgeslagen in een bak met kraanwater (dit om te voorkomen dat er lucht in de stroomsnelheidsmeter komt, aangezien deze niet waterdicht is);
6. Na gebruik wordt de stroomsnelheidsmeter gereinigd kraanwater. Voorafgaand aan opslag stroomsnelheidsmeter gereinigd mengsel van azijn en kraanwater, paar uur in de behuizing wordt gehouden.



met  
wordt de  
met een  
dat een

**Foto 3** *Stroomsnelheidsmeter bevestigd in netopening.*

## LITERATUUR

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.

Veldformulier monitoring plastics							
Projectnummer:				Datum:			
Water:				Locatie:			
Coördinaten:		X:		GPS nr.			
		Y:		Foto nr.			
Uitvoerders:				Gecontroleerd:			
Aantal netten:		3		2		1	
A - waterdiepte (m)						<i>inschatting stroomsnelheid oppervlak</i>	
B - afstand tot wateroppervlak (m)						0,00-0,25    1,00-1,25    2,00-2,25	
C - afstand tot wateroppervlak (m)						0,25-0,50    1,25-1,50    2,25-2,50	
D - afstand tot wateroppervlak (m)						0,50-0,75    1,50-1,75    2,50-2,75	
						0,75-1,00    1,75-2,00    > 2,75	
Net	Lichting	Tijd		Debietmeter			Monsterfles (code)
		start	eind	nr.	startwaarde	eindwaarde	
Net_boven	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
Net_midden	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
Net_onder	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
Veldformulier monitoring plastics - ATKB - versie 1.1 - Revisiedatum: 16-10-2020							pagina 1/2

## Veldformulier monitoring plastics

Opmerkingen: