



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

# Meetprotocol Drijvend Zwerfafval en Macroplastic in Rivieren

DATUM

20 januari 2022

AUTEUR

Maartje Wadman en Tim van  
Emmerik

VERSIE

1.0

STATUS

januari 2022



**Colofon**

**Tim van Emmerik**, Assistant Professor Hydrologic Sensing, Hydrologie en Kwantitatief Waterbeheer, Wageningen University & Research (tim.vanemmerik@wur.nl)

**Maartje Wadman**, Onderzoeker, Hydrologie en Kwantitatief Waterbeheer, Wageningen University & Research (maartje.wadman@wur.nl)

**Versie:** januari 2022

Dit rapport is geschreven in opdracht van Rijkswaterstaat.

Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding 4.0 Internationaal-licentie \(CC BY 4.0\)](#).

© 2022 M. Wadman en T.H.M. van Emmerik

**Referentie:**

M. Wadman & T.H.M. van Emmerik (2022). *Meetprotocol Drijvend Zwerfafval en Macroplastics in Rivieren*. Wageningen University, Report. 23 pp., <https://doi.org/10.18174/562759>

Keywords: zwerfafval, macroplastics, plasticvervuiling, monitoring, rivieren

Wageningen University report

ISBN: 978-94-6447-093-2

<https://doi.org/10.18174/562759>

## **Voorwoord**

In opdracht van Rijkswaterstaat (WVL) heeft Wageningen University & Research (WUR) een studie uitgevoerd naar een geschikt meetprotocol waarin de systematiek van het meten van drijvend zwerfafval en macroplastics beschreven staat en met welke aspecten bij de opzet van een meting rekening dient te worden gehouden. Het resultaat van dit werk wordt in dit rapport weergegeven. Het voorliggende meetprotocol is onderdeel van het pilotproject drijvend zwerfafval 2021 en presenteert een belangrijk onderdeel bij de monitoring van drijvend afval en macroplastics in rivieren. De inhoud van het meetprotocol is bepaald aan de hand van een pilot die tussen januari en december 2021 is uitgevoerd als eerste stap van de monitoring drijvend zwerfafval en macroplastics in rivieren. Ik bedank Eric Copius Peereboom en Nadiéh Kamp van Rijkswaterstaat WVL voor de fijne samenwerking en hun waardevolle en deskundige inbreng.

Tot slot wil ik mijn dank uitspreken naar Tim van Emmerik, doordat hij mij het vertrouwen heeft gegeven om met hem te mogen samenwerken en voor het eerst een meetprotocol op te mogen stellen. Bovendien wil ik mijn dank uitspreken voor alle studenten, collega's en vrijwilligers die hun ervaringen met het meten van drijvend zwerfafval en macroplastics met me gedeeld hebben en de enquête hebben ingevuld. Al deze inbreng heeft in belangrijke mate bijgedragen aan de uiteindelijke kwaliteit van dit meetprotocol.

Maartje Wadman

Oslo, 20 januari 2022

## Samenvatting

Op dit moment is het onbekend hoeveel zwerfafval en macroplastics door de Nederlandse Rijkswateren stroomt en hoeveel daarvan uiteindelijk in zee terecht komt. Daarnaast is het onduidelijk in hoeverre geanalyseerde monsters uit andere riviersystemen representatief zijn voor de Nederlandse Rijkswateren. Zwerfafval en macroplastics in en rondom riviersystemen is echter een groeiend probleem, en het daarom belangrijk is om drijvend afval en macroplastics te monitoren. Betrouwbare monitoring van zwerfafval en macroplastics in en rondom rivieren is essentieel om beleid- en beheervragen te beantwoorden en om geschikte maatregelen te nemen.

In dit rapport wordt ingegaan op een belangrijk onderdeel bij de monitoring van drijvend afval en macroplastics in rivieren: het protocol waarin de systematiek van de metingen beschreven staat en met welke aspecten bij de opzet van een meting rekening dient te worden gehouden. Er kan gebruik worden gemaakt van telmetingen vanaf bruggen op relevante en representatieve locaties via de *visual counting*-methode. Daarnaast kan er een analyse van lokaal zwerfafval op oevers nabij de bruggen worden gedaan volgens het Protocol van Schone Rivieren gebaseerd op OSPAR *Beach Litter Monitoring Guidelines*. De methodes worden gebruikt om te kwantificeren waar, hoe en wanneer zwerfafval en macroplastics worden getransporteerd in en door Rijkswateren. Vervolgens kan er door de metingen te vergelijken gekeken worden naar de veranderingen in drijvend afval over tijd, om zo ontwikkelingen en trends te kunnen signaleren.

Om uitspraken te kunnen doen over zwerfafval en macroplastics in rivieren is het belangrijk om alles nauwkeurig te noteren en een juiste bemonsteringsstrategie en analysemethode te hanteren. Bovendien is het belangrijk om bewust te zijn van afwijkingen en dit meetprotocol geeft handvatten om deze te beperken. Ondanks dat de metingen relatief eenvoudig zijn, blijven ze arbeidsintensief. Hierdoor dienen kosten ook in overweging te worden meegenomen.

Op dit moment laten de eerste resultaten van een pilot zien dat met behulp van deze betrekkelijk eenvoudige meetmethoden een goed gedetailleerd beeld kan worden gekregen van de hoeveelheid zwerfafvaltransport, de variatie over ruimte en tijd, en de samenstelling. Toekomstig onderzoek moet uitwijzen in hoeverre de metingen op deze manier kunnen worden blijven uitgevoerd, of dat metingen eventueel kunnen worden versimpeld of worden afgeschaald. De aanbeveling is om dit meetprotocol te gaan gebruiken in praktijksituaties, waarbij verschillende combinaties van methoden worden toegepast om drijvend zwerfafval te monitoren, en waarbij tevens de veranderingen in hydrologie en standplaatscondities worden gevolgd. Deze informatie is cruciaal voor het ontwerpen van een langetermijnstrategie voor zwerfafval en macroplastics in en rondom rivieren.

## Inhoud

Voorwoord	4
Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Doel van het onderzoek	7
1.2 Drijvend zwerfafval en macroplastics als te monitoren variabelen	7
1.3 Randvoorwaarden	7
1.4 Opzet rapport	8
2 Rekenmethode massatransport	9
2.1.1 Brugtelmetingen	10
2.1.2 Massastatistiek	10
3 Methoden brugtelmetingen en massastatistiek	11
3.1 Beschrijving methoden	11
3.1.1 Methode brugtelmetingen	11
3.2 Methode massastatistiek	13
3.3 In hoeverre zijn de methoden geschikt voor het meten van drijvend zwerfafval en macroplastic?	15
3.4 Kosteneffectiviteit	15
3.5 Bemonsteringsstrategie	16
3.6 Mogelijke risico's	16
3.7 Tips	17
4 Interpreten van resultaten	18
4.1 Analysemethodes	18
4.2 Resultaten drijvend zwerfafval en macroplastics	18
4.2.1 Hoeveelheid drijvend zwerfafval en macroplastictransport	18
4.2.2 Profielen over de rivierbreedte (doorsnede)	18
4.2.3 Samenstelling drijvend zwerfafval	18
4.3 Resultaten oevermetingen	18
4.3.1 Hoeveelheid zwerfafval op de rivierbanken	18
4.3.2 Meest voorkomend zwerfafval en macroplastic	18
4.4 Invloed van afwijkingen	19
4.5 Opslag en verwerking van gegevens	19
5 Conclusies en aanbevelingen	20
6 Bronnen	21
7 Bijlages	22
7.1 Formulier brugtelmetingen	22
7.2 Formulier rivieroevermetingen	23

## **1 Inleiding**

### **1.1 Doel van het onderzoek**

In dit rapport wordt ingegaan op een belangrijk onderdeel bij de monitoring van drijvend afval en macroplastics in rivieren: een protocol waarin de systematiek van de metingen beschreven staat en met welke aspecten bij de opzet van een meting rekening dient te worden gehouden. Tussen januari en december 2021 is er een pilot uitgevoerd als eerste stap van de monitoring drijvend zwerfafval en macroplastics in rivieren uitgevoerd door Wageningen University and Research (WUR) in opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL). Met deze pilot is ervaring opgedaan met het monitoren van drijvend zwerfafval en macroplastics met brugobservaties op nationale schaal.

In dit rapport worden twee mogelijke onderzoeksmethodes gecombineerd om een schatting te maken van de hoeveelheid drijvend zwerfafval en macroplastics in rivieren.

- Er kan gebruik worden gemaakt van telmetingen vanaf bruggen op relevante en representatieve locaties via de *visual counting*-methode.
- Daarnaast kan er een analyse van lokaal zwerfafval op oevers nabij de bruggen worden gedaan volgens het Protocol van Schone Rivieren gebaseerd op OSPAR *Beach Litter Monitoring Guidelines*, hierna Rivier-OSPAR-protocol genoemd.

Het is afhankelijk van de vooraf gekozen meetdoelstellingen welke methode en of er een combinatie van de methoden wordt gebruikt. Het is niet de bedoeling om te komen tot de aanbeveling voor één standaardmethode, die binnen alle projecten gevolgd zou moeten worden. De verschillende methodes zijn in principe bruikbaar, maar aanvullende meetdoelstellingen kunnen leiden tot een afwijkende meetopzet. De methodes worden gebruikt om te kwantificeren waar, hoe en wanneer zwerfafval en macroplastics worden getransporteerd in en door Rijkswateren. Vervolgens kan er door de metingen te vergelijken gekeken worden naar de veranderingen in drijvend afval over tijd, om zo ontwikkelingen en trends te kunnen signaleren.

### **1.2 Drijvend zwerfafval en macroplastics als te monitoren variabelen**

Zwerfafval en macroplastics in en rondom riviersystemen is een groeiend probleem en het is daarom belangrijk om drijvend afval te monitoren. Het is op dit moment onbekend hoeveel zwerfafval door de Nederlandse rivieren stroomt en hoeveel daarvan uiteindelijk in zee terecht komt. Betrouwbare monitoring van zwerfafval en macroplastics in en rondom rivieren is essentieel om beleid- en beheervragen te beantwoorden en om geschikte maatregelen te nemen. Het ontwerpen en implementeren van een langetermijnstrategie voor monitoring hangt sterk af van welke vragen (vanuit beleid, beheer, kennis) en doelen de hoogste prioriteit hebben.

### **1.3 Randvoorwaarden**

De keuze van de te gebruiken monitoringsmethoden wordt niet alleen bepaald door de meetdoelstellingen en de variabiliteit in ruimte en tijd, maar ook door een aantal randvoorwaarden. Hoewel er de mate van detailniveau kan variëren en afhangt van het meetdoel, zijn er een aantal algemene eisen waaraan de gebruikte methode voor het monitoren van drijvend afval dient te voldoen. In dit rapport wordt uitgegaan van de volgende randvoorwaarden gebaseerd op de uitgevoerde pilot en enquête die achteraf is ingevuld door studenten, collega's en vrijwilligers van de WUR:

- De methode moet veilig zijn;
- De methode moet duidelijk zijn voor uitvoerende partijen die niet bekend zijn met de methode;
- De methode moet kostenefficiënt zijn. De kosten van de monitoring kan een barrière zijn. Dit betekent dat arbeidsintensieve methoden weinig kans maken om standaard te worden toegepast;

- Met voldoende betrouwbaarheid en transparantie moet de ordegrootte van drijvend zwerfafvaltransport worden ingeschat. Het gaat niet zozeer om exacte waarden van kilogram transport per dag, maar de meting moet een indicatie geven en metingen moeten onderling vergeleken kunnen worden;
- De methode moet geschikt zijn om seizoen variabiliteit in kaart te brengen;
- De methode moet geschikt zijn om het transport tijdens hoge afvoer en extreme afvoer in kaart te brengen;
- De methode moet geschikt zijn om flexibel in te zetten op verschillende locaties.

#### **1.4 Opzet rapport**

In het rapport wordt ingegaan op de verschillende meetmethodes, waarbij achtereenvolgens wordt aangegeven welke manier van rapporteren het meest geschikt is, en met welke aspecten rekening gehouden dient te worden bij de bemonsteringsstrategie, mogelijke resultaten en de opslag en verwerking van gegevens. Het rapport wordt afgesloten met een hoofdstuk conclusies en aanbevelingen.

In de bijlagen worden verschillende meetformulieren gepresenteerd. In de hoofdstukken zal hier regelmatig naar worden verwezen.



## 2 Rekenmethode massatransport

Om een schatting te maken van het drijvend zwerfafval en macroplastics kan gebruik worden gemaakt van een methode die is gebaseerd op Van Emmerik et al. (2018) en Vriend et al. (2020), welke gebruik maakt van de volgende formule:

$$T_p = t_p \cdot \bar{m}$$

Met totaal massatransport  $T_p$  [kg/uur], totaal gemeten transport  $t_p$  [# / uur] en de massa per voorwerp [gram/#]. Het totaal gemeten transport ( $t_p$ ) is gebaseerd op de brugtelmetingen. Voor de rekenstappen kan zowel de mediaan of het gemiddelde van de telmetingen gebruikt worden voor elke meetlocatie. Bij een normale verdeling is er sprake van een symmetrische verdeling waarbij het gemiddelde en de mediaan gelijk zijn aan elkaar. Als er sprake is van een asymmetrische verdeling van de gemeten transportwaarden dan kan er een grote afwijking zijn tussen de waarde van de mediaan en het gemiddelde en is het belangrijk om hier een keuze te tussen maken. Als uitschieters in de gegevens niet van belang zijn, en geen of zo min mogelijk invloed op de uitkomst van de berekening moeten hebben, dan is de mediaan waarschijnlijk te verkiezen. Als alle gegevens even belangrijk zijn, ook de extreme waarden, dan is het gemiddelde normaal gezien te verkiezen. Doorgaans wordt bij de aanwezigheid van grote uitschieters de voorkeur gegeven aan de mediaan.

Voor de massa per voorwerp ( $\bar{m}$ ) kunnen twee waarden worden gebruikt, (1) de massa per voorwerp op elke locatie of (2) de massa per voorwerp van alle geanalyseerde voorwerpen. Ook hier moet de keuze worden gemaakt tussen het gebruik van de gemiddelde massa of de mediaan van de massa.

*Voorbeelden:*

- Er zijn 10 metingen gedaan van drijvend zwerfafval. Hiervan is 9 keer een waarde van 1 voorwerp/uur gemeten, en 1 keer een waarde van 999 voorwerpen/uur. Het gemiddelde transport is dan 100 voorwerpen/uur, en de mediaan 1 voorwerp/uur;
- Als er 100 items gesampled zijn waarvan 99% 1 gram weegt en 1% 1000 gram weegt, dan is het gemiddelde 10 gram, terwijl de mediaan 1 gram is.

Om het totale massatransport  $M_p$  [kg/uur] te berekenen kan een correctiefactor  $a_o$  worden gebruikt om rekening te houden met het zwerfafval onder het oppervlak, tot aan de bodem:

$$M_p = T_p \cdot a_o$$

*Voorbeeld:*

- In de pilot is een berekening gedaan met een waarde van  $a_o$  tussen de 1.25 en 1.5, gebaseerd op de metingen in de waterkolom in de Donau (Hohenblum et al., 2015). Hieruit is afgeleid dat tussen de 67% en 80% van het zwerfafval aan het oppervlakte wordt getransporteerd.

Overigens kan er ook worden gekozen om alleen het massatransport voor het drijvende deel te berekenen. In dit geval vervalt de correctiefactor  $a_o$ . Toekomst onderzoek naar de verdeling van zwerfafval en plastic in de waterkolom zal eventueel een betere methode opleveren om het totale massatransport te berekenen.

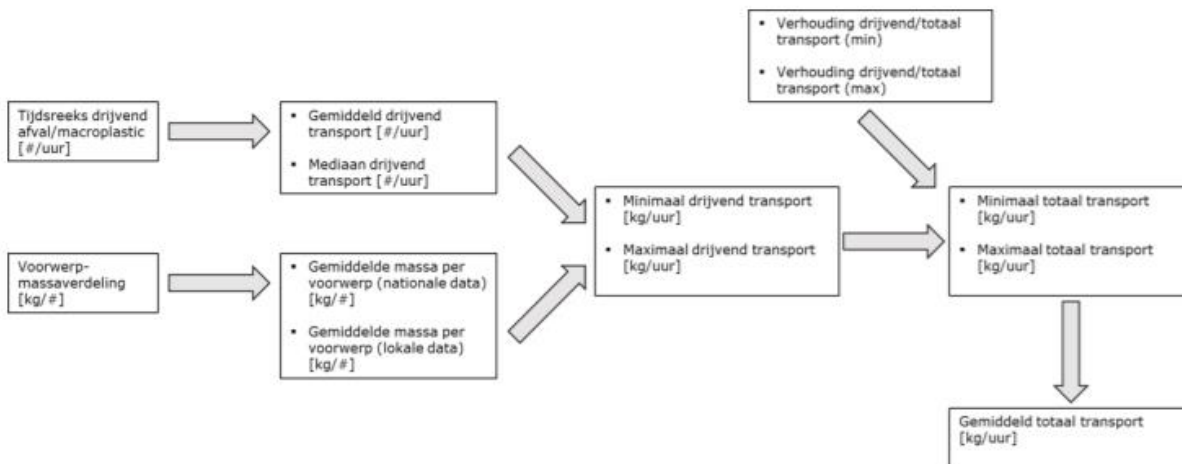
Vervolgens kan de massabalans voor elke rivier en voor alle rivieren worden gecombineerd met de volgende formule:

$$\Delta M = M_{in} - M_{out}$$

Met netto massatransport  $\Delta M$  [kg/uur], bovenstrooms massatransport  $M_{in}$  [kg/uur], en benedenstrooms massatransport  $M_{out}$  [kg/uur].

Het is goed om rekening te houden met de onzekerheid door in elke stap een waarde te berekenen met de minimale en de maximale waarde (mediaan/gemiddelde transport, lokaal/nationale massa per voorwerp, minimale/maximale  $a_o$ ). Vanuit de maximale en minimale schatting kan het gemiddelde bepaald worden, wat de waarde is die uiteindelijk gerapporteerd wordt.

Figuur 1 geeft een schematisch overzicht weer van deze methode om het totale transport te kunnen uitrekenen.



Figuur 1: Methode om het totale transport uit te rekenen, op basis van de tijdsreeks van gemeten drijvend zwerfafval en macroplastic, en de voorwerp-massaverdeling.

Om de totaal gemeten transport ( $t_p$ ) en de gemiddelde massa per voorwerp ( $\bar{m}$ ) te berekenen kunnen brugtelmetingen en massastatistiekmetingen worden gecombineerd.

### 2.1.1 Brugtelmetingen

Het totaal gemeten transport van drijvend zwerfafval kan worden gemeten vanaf bruggen op relevante en representatieve locaties middels de *visual counting*-methode. Deze methode is ontwikkeld door González-Fernández & Hanke (2017) en Van Emmerik et al. (2018), en wordt sindsdien toegepast voor monitoringstudies in vele rivieren in binnen- en buitenland (zie bijvoorbeeld Van Calcar & Van Emmerik (2019) en het RIMMEL-project (González-Fernández et al., 2021)). De telmetingen vanaf bruggen leveren een snelle inschatting op van het deeltjestransport op het wateroppervlak.

### 2.1.2 Massastatistiek

De massastatistiek kan op verschillende manieren bepaald worden. Hier worden de drie meest gangbare voorbeelden besproken. Ten eerste kan massastatistiek bepaald worden door het verzamelen van zwerfafval en macroplastics in de rivier, aan en onder het oppervlakte. Monsters kunnen worden genomen met behulp van kleine netten vanaf bruggen, of grotere netten vanaf boten of hijskranen, of bij afvangsystemen. Dit is vaak arbeidsintensief en hiervoor is extra infrastructuur of materieel nodig. Ook brengt dit veiligheidsrisico's mee, zoals aanvaringen met scheepvaart of verlies van netten bij hoge stroomsnelheid. Ten tweede kan er gebruik worden gemaakt van waarden uit de literatuur. Tot op heden zijn er echter weinig beschikbare datasets. Daarnaast is het onduidelijk in hoeverre geanalyseerde monsters uit andere riviersystemen representatief zijn voor de Nederlandse Rijkswateren. Tot slot kan de massastatistiek bepaald worden door het analyseren van zwerfafval en macroplastics op de rivieroever. De massa per voorwerp van zwerfafval en macroplastics kan worden gemeten op de rivieroever naast een brug om zo de categorieën en de massastatistiek van het zwerfafval en macroplastic vast te kunnen stellen. Hiermee kan een beeld worden geschetst van de statistieken en de aanwezigheid van soorten afval. Dit gebeurt volgens het Rivier-OSPAR-protocol. In de volgende paragraaf zal er dieper worden ingegaan op de methodiek van brug telmetingen en oever metingen.

### 3 Methoden brugtelmetingen en massastatistiek

#### 3.1 Beschrijving methoden

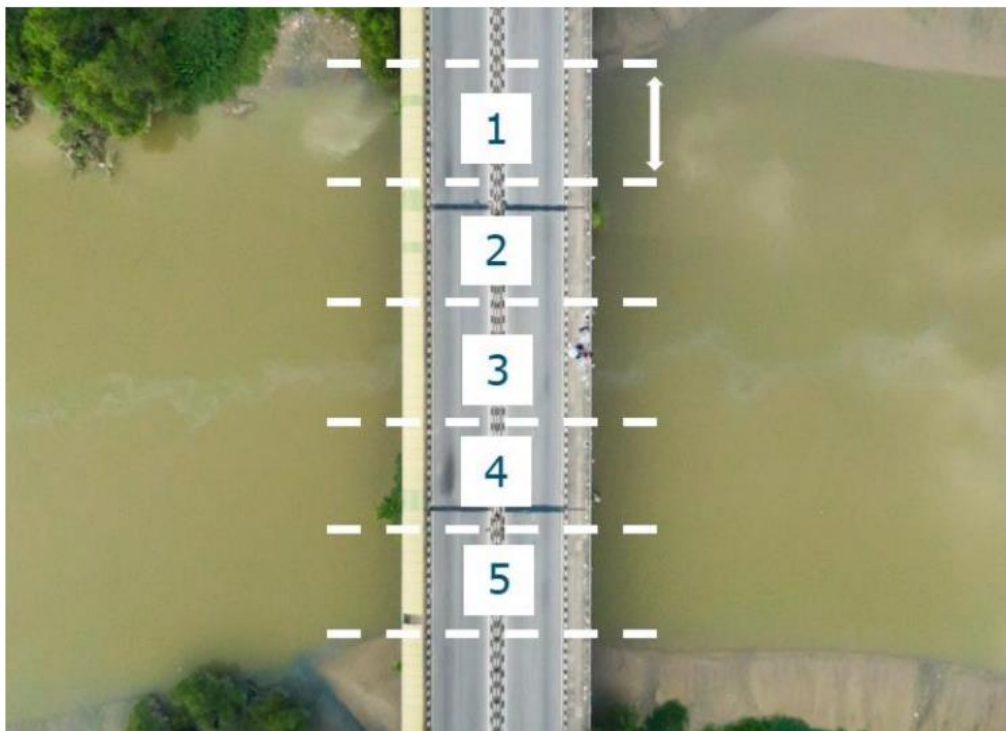
Om het totaal gemeten transport en de gemiddelde massa per voorwerp te berekenen, zoals in hoofdstuk 2 beschreven is, kunnen brug telmetingen en oever metingen gecombineerd worden. In dit hoofdstuk worden de methoden toegelicht.

##### 3.1.1 Methode brugtelmetingen

Het gemiddelde dagelijkse transport ( $t_p$ ) kan met de onderstaande formule berekend worden:

$$t_p = \frac{\sum c}{N} \cdot \frac{60}{d} \cdot \frac{B}{w}$$

Met het drijvend zwerfafvaltransport  $t_{p,i}$  [# / uur], de som van getelde aantal voorwerpen  $c$ , het aantal observaties  $N$ , lengte van de meting  $d$  (vijf minuten) [min], de observatiebreedte  $w$  [m] en rivierbreedte  $B$  [m]. Het getal 60 is om van transport per minuut naar transport per uur te komen. De observatiebreedte  $w$  is belangrijk, omdat dit wordt vermenigvuldigd met de rivierbreedte om het totale transport te berekenen. Elke meting bestaat uit het tellen van voorbijrijvend zwerfafval voor een bepaalde duur vanaf een brug (5 min in de pilot), voor een gedeelte van de doorsnede van de rivier (segment) met observatiebreedte  $w$ . Deze segmenten zijn doorgaans 10 tot 30 meter breed, afhankelijk van de hoogte boven het wateroppervlak. Als vuistregel kan worden aangehouden dat een segment liever niet breder is dan de afstand tussen de brug en het wateroppervlak. In Figuur 2 is een voorbeeld te zien van het opdelen van de rivierbreedte in vijf segmenten. De hoeveelheid segmenten hangt af van de breedte van de rivier. Elk segment moet één voor één gemeten worden, totdat ieder segment gemeten is. Als je een vaste afstand interval neemt tussen elk segment, kun je metingen van verschillende bruggen met elkaar vergelijken. Als een brug te lang is, kan er worden gekozen om niet de gehele brug op te splitsen in segmenten. In bijvoorbeeld de Maas bij Moerdijk zijn 12 meetlocaties gekozen met een observatiebreedte van 30 m. Hier wordt dus totaal 360 m van de 1000 m geobserveerd (36%). Over het algemeen wordt tussen de 35% en 75% van de breedte van een brug geobserveerd. Het wordt aanbevolen om ongeveer drie segmenten per honderd meter te kiezen.



Figuur 2: Voorbeeld van een rivierdoorsnede waarbij vijf segmenten zijn aangewezen als meetlocaties voor de brugtelmetingen. Dit voorbeeld is voor de Klangrivier in Maleisië, met een totale rivierbreedte van ca. 100 m. Voor bredere rivieren zijn meer segmenten nodig, die vaak niet de gehele doorsnede bedekken.

Er kan gekozen worden om stroomopwaarts of afwaarts te meten, indien de situatie dat toelaat. Over het algemeen wordt het als prettiger ervaren om stroomafwaarts te meten, zodat men materiaal onder de brug vandaan ziet komen. Het is vooral belangrijk om consistent te zijn in de keuze voor een methode.

Over het algemeen kunnen voorwerpen vanaf 1 cm goed gezien worden op elke locatie, maar dit is deels afhankelijk van de hoeveelheid golven, wind en lichtreflecties op het water. Metingen kunnen worden gedaan met behulp van verrekijkers voor extra observatiecapaciteit.

Naast het tellen van het aantal objecten, kan elk object worden gecategoriseerd in een van de zeven plasticcategorieën of acht materiaalcategorieën (Vriend et al., 2020). De plasticcategorieën zijn gebaseerd op productgroepen die over het algemeen tot dezelfde polymeergroep behoren. De categorieën PO soft en PO hard omvatten zowel voorwerpen van PP en PE, en worden geclassificeerd op basis of ze hard of zacht zijn. De materiaalcategorieën zijn gebaseerd op de Rivier-OSPAR-methode. Tabel 1 geeft een overzicht van alle categorieën, beschrijvingen en enkele voorbeelden. In Bijlage 7.18a is een formulier bijgevoegd die in het veld kan worden gebruikt om de items te turven. Verder zijn in Tabel 2 de benodigdheden en in Tabel 3 een stappenplan van een brugtelmeting weergegeven.

Tabel 1: Overzicht van de gebruikte categorieën voor de telmetingen vanaf bruggen. De voorbeelden zijn een kleine selectie.

Categorie	Beschrijving	Voorbeelden
<b>Plastic - PET</b>	Polyethyleentereftalaat. Altijd doorzichtig.	Drinkflesjes, saladebakjes
<b>Plastic - PO soft</b>	Polyolefin, zacht. Gekeurd, folies en zakken, wasachtig oppervlak.	Tasjes, zakken
<b>Plastic - PO hard</b>	Polyolefin, hard. Wasachtig oppervlak.	Shampooeflesjes, ijsbakken, lunchdozen
<b>Plastic - PS</b>	Polystyreen. Rigide, glazig, helder.	Speelgoed, bestek, Cd-hoezen
<b>Plastic - ML</b>	Multilayer, meerlaagse folies. Flexibel, geprinte folies.	Chipszakken, voedselverpakking
<b>Plastic - EPS</b>	Expanded polystyreen. Schuimig.	Piepschuim, schuimige bekers, vleesverpakking
<b>Plastic - Overig</b>	Overig plastic	
<b>Rubber</b>		Ballonnen, banden
<b>Textiel</b>		Kleding, schoenen
<b>Papier</b>		Drankkartons, sigaretten, kranten
<b>Hout</b>	Bewerkt hout	IJsstokjes, kurk
<b>Metaal</b>		Drankblikjes, vislood, metalen doppen
<b>Glas</b>		Flessen, lampen
<b>Sanitair</b>		Wattenstaafjes, condooms
<b>Medisch</b>		Injectiespuiten, verpakkingen
<b>Overig</b>		

Tabel 2: Benodigdheden voor het uitvoeren van de brugtelmetingen.

Benodigdheden
Telmeting formulier (Appendix 7a)
Pen
Stopwatch
Google Maps (locaties)
Verrekijker
Hesje
Eventueel een camera voor video-opnames

Tabel 3: Stappenplan voor het uitvoeren van de brugtelmetingen.

Stap volgord e	Actie
1	Vind een geschikte brug.
2	Bepaal de lengte van de brug.
3	Bepaal in hoeveel segmenten de brug kan worden opgedeeld.
4	Markeer de meetpunten in Google Maps.
5	Ga naar de meetlocatie toe.
6	Inspecteer de locatie en kijk of het veilig is.
7	Voer per segment een meting uit voor een bepaald tijdsinterval (5 min). Noteer op het telmeting formulier hoeveel items van elk materiaal geobserveerd wordt.
8	Herhaal dit voor elk segment minimaal vier keer.
9	Schrijf eventuele afwijkingen of opvallende zaken op het formulier.

#### *Invloed van extreem hoge afvoer*

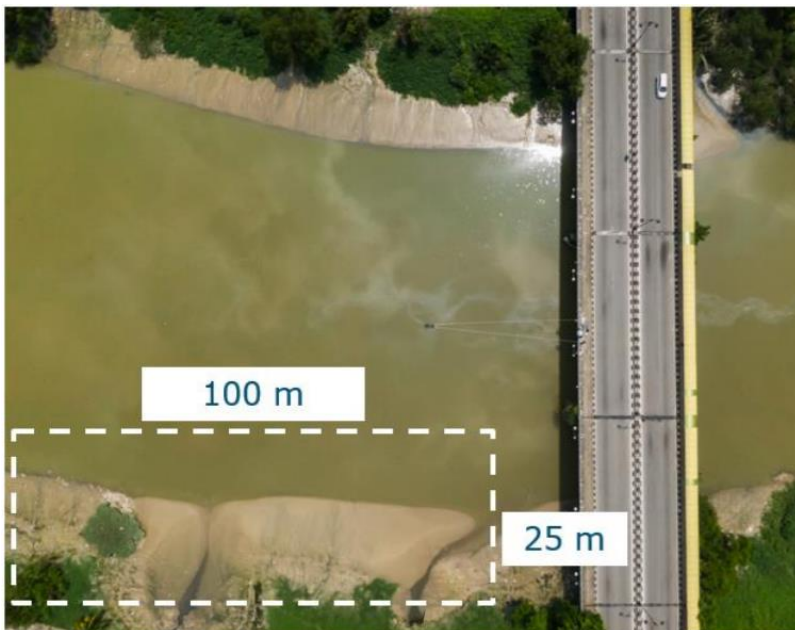
Tijdens zomer 2021 waren er extreem hoge afvoeren in de Maas, vooral bij Maastricht. Er kwam te veel materiaal langsdrijven om handmatig te kunnen tellen en categoriseren. Klikkers kunnen onder zulk soort omstandigheden gebruikt worden om bij te houden hoeveel items langs stromen. Het is ook mogelijk om met meerdere mensen op een locatie te staan om elk een specifieke categorie te tellen (bijvoorbeeld vier personen: één iemand klikt, één iemand telt plastic, één iemand telt hout en één iemand telt overig materiaal). Tot slot kan er met een camera video-opnames gemaakt worden, die later teruggekeken kunnen worden om voorwerpen alsnog te kunnen categoriseren.

### **3.2 Methode massastatistiek**

De massastatistiek kan berekend worden middels het verzamelen en analyseren van zwerfafval en macroplastics op rivieroever. De locatie van de oever kan geselecteerd worden op basis van nabijheid bij de brug, en waar via natuurlijke processen drijvend zwerfafval wordt afgezet (hoge kades zijn bijvoorbeeld niet geschikt) (zie Figuur 3). Wanneer er in de omgeving van de brug geen natuurlijke oever is, dan kan de meest dichtstbijzijnde geschikte oever geselecteerd worden. In beginsel wordt de Rivier-OSPAR-methode aangehouden, waarbij al het zwerfafval wordt verzameld op een oppervlakte van 100 meter lengte en maximaal 25 meter breedte. De exacte breedte is afhankelijk van de afstand tussen de waterlijn en de hoogwaterlijn. De hoogwaterlijn kan worden herkend aan een duidelijke streep van rommel, wieren en schelpen dat is aangespoeld op de oever wanneer het water op zijn hoogst is. Het doel van deze metingen is om materiaal te vinden voor verdere analyse, en niet om de hoeveelheid afval en plastic op de oevers te bepalen. Daarom wordt als één van de volgende drie voorwaarden bereikt is de oevermeting gestopt:

- Twee volle zakken (~60 L) afval;
- 45 minuten zoeken;
- 100 meter rivieroever.

Deze grenzen zijn arbitrair, en worden op basis van praktijkervaring aanbevolen.



*Figuur 3: Voorbeeld van een studiegebied voor massastatistiekbepaling op basis van rivieroevermetingen. In principe wordt er altijd uitgegaan van een gebied van 100 m lengte en maximaal 25 m breedte. De exacte breedte hangt af van de afstand tussen de waterlijn en de hoogwaterlijn.*

Vervolgens wordt er gekozen om het zwerfafval ter plekke te noteren op de turflijst, of mee te nemen naar het lab voor verdere analyse. Door het op locatie te tellen en analyseren kunnen er tijd en kosten worden bespaard (dit scheelt ongeveer 1 á 2 dagen in het lab voor zes locaties). Echter ben je hierbij van het weer afhankelijk, omdat het afval niet altijd op locatie gewogen kan worden en het ook lastiger is om de individuele massa van zwerfafvalitems op te meten. Daarnaast neemt ook het digitaliseren van de formulieren die tijdens het veldwerk gebruikt worden tijd in beslag. Zie Tabel 4 en 5 voor de benodigheden en het stappenplan voor het uitvoeren van oevermetingen.

*Tabel 4: Benodigheden voor de massastatistiekbepaling op basis van rivieroevermetingen.*

Benodigheden
Google Maps (locaties)
Plastic zak
Viltstift
Stopwatch (timer voor 45 minuten)
Goeie schoenen
Handschoenen (i.v.m. glas of hygiëneproducten )
Handdesinfectiegel

*Tabel 5: Stappenplan voor het uitvoeren van de massastatistiekbepaling op basis van rivieroevermetingen.*

Stap	Actie
1	Vind een geschikte oever.
2	Bepaal over welke 100 meter moet worden gemeten.
3	Markeer dit gebied in Google Maps.
4	Controleer wie de eigenaar is van het stuk grond.
5	Vraag toestemming wanneer nodig om het terrein op te mogen.
6	Ga naar de meetlocatie toe.
7	Inspecteer de locatie en kijk of het veilig is.
8	Bepaal de hoogwaterlijn en bepaal de breedte van de oever. Er kan voor worden gekozen om dezelfde breedte voor alle locaties te kiezen. Normaal is de bemonsteringsoppervlakte 100x25 m <sup>2</sup> .
9	Verzamel alle voorwerpen op die worden aangetroffen totdat één van de drie voorwaarden om te stoppen is bereikt.
10	Als er een laboratoriumanalyse uitgevoerd zal worden dan worden de voorwerpen in een zak verzameld die is gelabeld met de locatie. Bij analyse op locatie wordt er op het formulier de materialen genoteerd die worden aangetroffen.
11	Schrijf eventuele afwijkingen of andere opvallende zaken op het formulier.

### Laboratoriumanalyse

In een laboratorium kan het verzamelde zwerfafval worden gewogen, de lengte en breedte gemeten worden en gecategoriseerd. Het materiaal kan oppervlakkig worden schoongemaakt door het verwijderen van sediment en plantaardige resten. Het materiaal kan worden gedroogd in de open lucht voor minimaal twaalf uur. Items kunnen daarna worden gewogen. Als de individuele items te licht zijn om te wegen, of wanneer de items extreem uniform zijn (bijvoorbeeld 20 bierflesdopjes) kan het gemiddelde worden genomen. Het Rivier-OSPAR-protocol wordt gebruikt voor de categorisering. In dit protocol zijn 109 categorieën ~~zijn~~ opgenomen (Zie Bijlage 7.2**8b**). Deze categorieën zijn grofweg te bundelen op basis van type (plastic, rubber, textiel, papier, hout, metaal, glas, sanitaire producten, medische producten) of op basis van materiaal of samenstelling (PO soft, PO hard, PET, PS, EPS, Multilayer, ander plastic, geen plastic) (Tabel 1). In verband met de geur wordt het aan te raden om de laboratorium analyse binnen een aantal dagen uit te voeren.

Tabel 6: Benodigdheden voor de laboratoriumanalyse.

Benodigdheden
Formulier en pen
Weegschaal (nauwkeurig tot 0.01 gram)
A0-papiervel, bij voorkeur op millimeterpapier
Viltstift
Rolmaat

Tabel 7: Stappenplan voor de laboratoriumanalyse.

Stap	Actie
1	Haal al het zwerfafval en macroplastic uit de gelabelde zakken.
2	Maak het zwerfafval oppervlakkig schoon indien nodig.
3	Meet van elk item de massa, lengte en breedte.
4	Noteer alle gegevens in een dataset.
5	Gooi het afval weg.

### 3.3 In hoeverre zijn de methoden geschikt voor het meten van drijvend zwerfafval en macroplastic?

Dit protocol is opgesteld ten behoeve van de verdere ontwikkeling van een monitoringsstrategie voor drijvend zwerfafval en macroplastics in rivieren. Hierin worden enkele methoden beschreven die van toepassing kunnen zijn in de Nederlandse Rijkswateren. De geschiktheid van de methoden is onder meer afhankelijk van de meetdoelen. Metingen vanaf bruggen zijn vooral geschikt om een indicatie te geven van het deeltjestransport op het wateroppervlak. Oevermetingen zijn geschikt om een beeld te kunnen schetsen van de statistieken en het voorkomen van soorten afval. Een combinatie van deze methoden kan worden gebruikt om het massatransport van drijvend zwerfafval te kunnen inschatten.

Beide methoden hebben zowel voor- en nadelen. Toepassing van een combinatie van de methoden levert een maximale hoeveelheid informatie op, maar zal in de praktijk het meest arbeidsintensief zijn en gepaard gaan met hoge kosten, ondanks dat de metingen eenvoudig van aard zijn. Dat betekent dat afwegingen gemaakt moeten worden op basis van informatiebehoefte en kosten. Hoe die afweging uitvalt zal per situatie verschillen, afhankelijk van de doelstelling van de monitor, informatiebehoefte, en van het beschikbare budget. Ook de mate van ervaring van de uitvoerende onderzoeksinstelling met de methode en werkzaamheden speelt een belangrijke rol: omdat er weinig onderzoek is gedaan naar de effectiviteit van monitoringsmethoden van drijvend afval in relatie tot de meetdoelen en de kosten, is de keuze voor een methode niet zelden een kwestie van traditie, waarbij wordt gekozen voor die methode waarmee de meeste ervaring is opgedaan en waarin reeds veel is geïnvesteerd.

### 3.4 Kosteneffectiviteit

Voor het implementeren van de monitoringsstrategie moeten er een aantal praktische keuzes gemaakt worden, die invloed hebben op de snelheid en kosten waarmee de monitoring kan worden gedaan. Hieronder presenteren we een kort overzicht van een aantal aspecten en de invloed die ze hebben op de praktijk:

- Aantal locaties: Hoe meer locaties worden toegevoegd, hoe meer tijd er nodig is om een volledige meetronde te voltooien. Dit geeft echter een vollediger beeld van het drijvende zwerfafval en macroplastic.

- Aantal teams: Door met meer teams te werken kunnen metingen op verschillende locaties parallel uitgevoerd worden. Hierdoor kunnen metingen beter met elkaar vergeleken worden, en kan dezelfde hoeveelheid metingen in een kortere tijd gedaan worden.
- Aantal personen per team: Grotere teams kunnen in kortere tijd dezelfde hoeveelheid metingen doen. Elk team heeft wel reistijd, en grotere teams resulteren dus in meer totale reistijd, en eventueel meer kosten.
- Personeelskosten per persoon: De personeelskosten zijn afhankelijk van wie er wordt ingeschakeld. Getrainde professionals zullen betrouwbare metingen kunnen doen dan vrijwilligers die sporadisch meedoen, maar dit zal hogere personeelskosten meebrengen.
- Aantal segmenten en metingen per segment per locatie: Meer segmenten en meer metingen per segment zal een gedetailleerd beeld geven van het drijvende zwerfafval en macroplastic. Hierdoor neemt de benodigde tijd voor een meetronde wel toe.
- Toevoegen rivierovermetingen en laboratoriumanalyse: De laboratoriumanalyse zal gedetailleerde data opleveren. Dit kost echter een aantal uur per meetlocatie. Kosten kunnen worden bespaard door gebruik te maken van bestaande datasets, zoals verzameld tijdens de pilotstudie.
- Meetfrequentie: Hoe vaker wordt gemeten, hoe beter de seizoensvariatie kan worden gekwantificeerd. Dit resulteert ook in extra benodigde uren om de metingen te voltooien.

### 3.5 Bemonsteringsstrategie

Voor het opzetten van een project om drijvend zwerfafval te meten is het belangrijk om het volgende te bepalen:

- Parameters
  - Soorten drijvend zwerfafval en macroplastic
  - Plastictype
  - Aantal
  - Itemflux
- Wanneer wordt er gemeten?
  - Datum en tijdstip
  - Duur meting
  - Frequentie (aantal meetrondes per jaar) en periodes
- Meetlocatiekeuze
  - Naam rivier
  - Locatie
  - Bruglengte en/of rivierbreedte
  - Brughoogte
- Coördinaten locatie
  - Meetoppervlak binnen meetlocatie
- Aantal meetlocaties
- Naam en contactpersoon
- Beschrijving van afwijkingen
- Welke formulieren worden gebruikt?

De bemonsteringsstrategie is afhankelijk van de meetdoelstellingen en informatiebehoefte, de aard van het terrein en de variatie van de te bemonsteren grootte in ruimte en tijd. Naarmate de variatie in de ruimte groter is, zijn meer of grotere steekproeven nodig, en naarmate de variatie in de tijd groter is, zal de meetfrequentie groter moeten zijn.

### 3.6 Mogelijke risico's

Hieronder is een niet uitputtende lijst opgesteld van risico's die niet volledig zijn geïdentificeerd, maar waar mogelijk rekening mee gehouden dient te worden tijdens het monitoren van zwerfafval. Het is belangrijk om deze risico's te minimaliseren.

#### Veiligheid

- Brug die veilig is;
- Een stuk waar het liefst een voetpad of fietspad is;
- Uitkijken voor agrarisch verkeer;
- Aanwezigheid van een reling;
- In geval van twijfel, observant laten zekeren;
- Toegankelijke oever;



- Verkeer;
- Vallen;
- Materiaal;
- Vochtige stenen kunnen uitglijgevaar hebben;
- Brandnetels of andere irriterende vegetatie (draag geen korte broek);
- Drugsnaalden/chemisch afval/ hygiëneproducten.

#### Eigendomsrisico

- Land van bepaalde eigenaren. Vraag toestemming van beheerder/eigenaar.

#### Natuurrisico

- Vegetatie vertrappen. Probeer op de gebaande paden te blijven.

#### Reputatierisico

- Voorbijgangers vragen vaak waar je mee bezig bent. Zorg daarom voor een helder antwoord over de werkzaamheden en de organisatie waar je in dienst bent. Ook kan het helpen om een veiligheidshesje of duidelijke werkkleding te dragen.

#### Parkeerplek transportmiddelen

- Parkeer de auto op een plek waar het mag en andere niet tot last is.

### **3.7 Tips**

#### Belangrijkste criteria meetlocaties

- De aanwezigheid van een brug waarvan veilig gemeten kan worden;
- Eenvoudige toegang tot een rivieroever dicht bij de brug;
- Een plek zo dicht mogelijk bij de meest bovenstroomse en benedenstroomse punt van de rivieren;
- Eventueel dichtbij een hydrologisch meetstation van RWS als je het wil vergelijken met afvoer of waterhoogte.

#### Meetrondes

- Er kan een extra meetronde worden uitgevoerd in verband met een hoogwatergolf. Onderzoek toont aan dat hoogwater en overstromingen een belangrijke factor zijn in het mobiliseren van zwerfafval in en door rivieren (Roebroek et al., 2021).

## 4 Interpreteren van resultaten

Bij het verkrijgen van de dataset is het belangrijk om vooraf duidelijk te hebben wat voor analyses er met de dataset kunnen worden uitgevoerd en waarbij rekening moet worden gehouden met het mogelijk interpreteren van resultaten.

### 4.1 Analysemethoden

De data is redelijk simpel van aard. Er zijn verschillende programma's waarmee statistische analyses kunnen worden uitgevoerd. Dit hangt af van de voorkeur, beschikbaarheid en informatiebehoefte.

Programma's waarmee statistische analyses kunnen worden uitgevoerd:

- Excel;
- Matlab;
- R-studio;
- LITteR.

### 4.2 Resultaten drijvend zwerfafval en macroplastics

#### 4.2.1 Hoeveelheid drijvend zwerfafval en macroplastictransport

Er kan gekeken worden naar tijdsreeksen van het gemeten drijvend zwerfafval transport per locatie, naar het gemiddelde per locatie en naar het verschil tussen boven en benedenstroomse locaties.

#### 4.2.2 Profielen over de rivierbreedte (doorsnede)

De vorm van het profiel van de hoeveelheid getransporteerd drijvend zwerfafval kan per locatie verschillen:

1. Het transport kan het profiel van de stroomsnelheid volgen. Over het algemeen is dan aan de oevers het transport relatief lager, en wordt het meeste via het midden getransporteerd.
2. De invloed van scheepvaart kan een rol spelen en kan het zwerfafval naar de kanten laten stromen. Dit zou dan juist voor hogere meetpieken zorgen aan de oevers.
3. Het meanderen van rivieren kan het transport van drijvend zwerfafval en macroplastic beïnvloeden. Er kan een hogere transportwaarde worden gemeten in de buitenbocht, waar over het algemeen ook de hoogste stroomsnelheid is. Dit houdt niet in dat hierdoor ook meer zwerfafval en macroplastic wordt afgezet in de buitenbocht.
4. Er kan een complexe verdeling over de breedte ontstaan door getijdendynamiek en scheepvaart, die zich niet eenvoudig te beschrijven of voorspellen laat.

#### 4.2.3 Samenstelling drijvend zwerfafval

De samenstelling van het drijvende zwerfafval kan worden vastgesteld per meetlocatie, of er verschillen tussen locaties waarneembaar zijn en of er bepaalde opvallende constatering zijn.

### 4.3 Resultaten oevermetingen

#### 4.3.1 Hoeveelheid zwerfafval op de rivierbanken

Deze meting brengt het aantal stukken zwerfafval en macroplastic in kaart in, inclusief categorie, massa en afmeting. Hierdoor kan het totale gewicht over de maanden vergeleken worden. Een verschil in de hoeveelheid afval op de rivierbanken kan verklaard worden door de afname van overstromingsfrequentie gedurende een meetperiode. Bovendien kan tijdens je eerste meetperiode zwerfafval verzameld worden wat zich in de maanden daarvoor heeft opgehoopt. Hierdoor kan de eerste sample niet representatief zijn. Ook kan het gemiddelde en de mediaan massa erg verschillen. Dit kan eventueel worden verklaard doordat de meest voorkomende artikelen kleine lichte items zijn, waardoor een enkel zwaar item (zoals een stuk metaal) de gemiddelde massa sterk beïnvloedt. Tot slot vind je over het algemeen vlakbij een brug (10m direct naast een brug) het meeste zwerfafval. Dit is waarschijnlijk zwerfafval dat van de brug is afgegooid.

#### 4.3.2 Meest voorkomend zwerfafval en macroplastic

Vragen die hierbij gesteld kunnen worden zijn:

- Wat is het meest voorkomend zwerfafval en macroplastic?
- Wat is het type zwerfafval en macroplastic?
- Wat is de grootte van het zwerfafval en macroplastic?

De verdeling van grootte en massa van zwerfafvalitems kan belangrijk zijn voor monitoring en afvangen van drijvend zwerfafval. Het kan zijn dat de meeste massa zich niet bevindt in de grootste lengteklasse.

Praktisch gezien betekent dit: wanneer de afvangstrategie zich richt op het verminderen van massa, zal op een andere groottecategorie moeten worden gefocust dan wanneer deze strategie zich richt op het verminderen van hoeveelheid.

#### **4.4 Invloed van afwijkingen**

Bij de interpretatie van de gegevens dient met de volgende variatiebronnen rekening te worden gehouden:

##### Trendmatige veranderingen

Dit kunnen veranderingen in een soortensamenstelling of standplaatsomstandigheden zijn die een gevolg zijn van een hydrologische ingreep of van andere ingrepen.

##### Seizoens- en jaarfluctuaties

Dit kunnen veranderingen zijn die het gevolg zijn van meteorologische verschillen tussen seizoenen en jaren; hierbij zijn het vooral verschillen tussen periodes met hoogwaterpieken en droge periodes die van invloed kunnen zijn op de te onderzoeken variabelen. Een verhoogde afvoer kan zorgen voor zowel extra input van zwerfafval in rivieren, als voor hermobilisatie van zwerfafval dat onder normale omstandigheden op oevers en op uiterwaarden ligt. Bij brug telmetingen kun je als de zon op het water schijnt net iets dieper het water in kijken, waardoor je ook materiaal onder het wateroppervlak kan herkennen. Op hetzelfde moment kun je juist last hebben van reflectie door de zon. Regen kan eventueel een belemmering zijn. Bij oever metingen kun je in de winter makkelijker bij zwerfafval komen doordat er minder planten zijn. Op hetzelfde moment wordt zwerfafval wel minder makkelijk vastgehouden.

##### Verschillen in ruimte en tijd

Deze afwijkingen kunnen ontstaan doordat in een natte periode bepaalde plekken wel en andere niet onder water te komen staan bijvoorbeeld. Het belangrijkste verschil met de willekeurige jaarfluctuaties is dat deze fluctuaties per locatie verschillen.

##### Overige variatie

Als gevolg van verschillen tussen bijvoorbeeld waarnemers en tijdstip van bemonstering. Dit kan als 'ruis' worden opgevat.

Wanneer mogelijk dient voor deze afwijkingen te worden gecorrigeerd. Dit kan met behulp van statistische methoden. Probeer hierbij te voldoen aan de volgende voorwaarden:

- zowel voor als na een verandering moet worden gemeten;
- er moet worden gemeten in een vergelijkbaar gebied zonder verandering;
- alle metingen moeten minimaal in tweevoud worden gedaan (in duplo), waarbij de waarnemingen onafhankelijk van elkaar zijn (in ruimtelijk gescheiden gebieden).

#### **4.5 Opslag en verwerking van gegevens**

Bij de monitoring van drijvend zwerfafval wordt er een grote hoeveelheid gegevens verzameld. Het is daarom van belang dat vooral wordt nagedacht over de opslag en verwerking van gegevens, anders is het risico groot dat er een onoverzichtelijke dataset ontstaat van niet ontsloten en niet gebruikte gegevens. Het is aan te raden om voor de opslag en verwerking van gegevens zoveel mogelijk gebruik te maken van bestaande systemen en methoden. Dit maakt het makkelijker om gegevens te delen en is ook kostenefficiënt. Ongeacht de methode van opslag van gegevens, is het voor de onderlinge uitwisselbaarheid van gegevens belangrijk dat voor de codering van afval gebruikt wordt gemaakt van een standaardnummering zoals de plastic en materiaalcategorieën gebaseerd op Vriend et al. (2020) en het Rivier-OSPAR-protocol.

## **5 Conclusies en aanbevelingen**

Zoals aangekondigd in de inleiding is het niet mogelijk te komen tot één eenduidige aanbeveling voor een standaardmethode voor de monitoring van zwerfafval en macroplastics in rivieren. Er zijn onvoldoende gegevens om de methoden onderling te kunnen vergelijken en beoordelen op bruikbaarheid. Ondanks dat de metingen relatief eenvoudig zijn, blijven ze ook arbeidsintensief. Hierdoor dienen kosten in overwegingen te worden meegenomen.

Om uitspraken te kunnen doen over zwerfafval en macroplastics in rivieren is het belangrijk om alles nauwkeurig te noteren en een juiste bemonsteringsstrategie en analysemethode te hanteren. De invloed van toevallige verschillen kan worden verminderd door de meetgebieden groter te maken en/of door het aantal meetgebieden uit te breiden. Bovendien is het belangrijk om bewust te zijn van afwijkingen en dit meetprotocol geeft handvatten om deze te beperken.

Toekomstig onderzoek moet uitwijzen in hoeverre de metingen op deze manier kunnen worden blijven uitgevoerd, of dat metingen eventueel kunnen worden versimpeld of worden afgeschaald. De aanbeveling is om dit meetprotocol te gaan gebruiken in praktijksituaties, waarbij verschillende combinaties van methoden worden toegepast om drijvend zwerfafval te monitoren, en waarbij tevens de veranderingen in hydrologie en standplaatscondities worden gevolgd.

## 6 Bronnen

- González-Fernández, D., & Hanke, G. (2017). Toward a harmonized approach for monitoring of riverine floating macro litter inputs to the marine environment. *Frontiers in Marine Science*, 4, 86.
- González-Fernández, D., Cózar, A., Hanke, G., Viejo, J., Morales-Caselles, C., Bakiu, R., ... & Tourgeli, M. (2021). Floating macrolitter leaked from Europe into the ocean. *Nature Sustainability*, 4(6), 474- 483.
- Hohenblum, P., Frischenschlager, H., Reisinger, H., Konecny, R., Uhl, M., Mühlegger, S., ... & Rindler, R. (2015). Plastik in der Donau-Untersuchung zum Vorkommen von Kunststoffen in der Donau in Österreich. Umweltbundesamt-BOKU Report REP, 547, 1-120.
- van Calcar, C. J., & Van Emmerik, T. H. M. (2019). Abundance of plastic debris across European and Asian rivers. *Environmental Research Letters*, 14(12), 124051.
- van Emmerik, T., Kieu-Le, T. C., Loozen, M., van Oeveren, K., Strady, E., Bui, X. T., ... & Tassin, B. (2018). A methodology to characterize riverine macroplastic emission into the ocean. *Frontiers in Marine Science*, 5, 372. van Emmerik, T., Loozen, M., Van Oeveren, K., Buschman, F., & Prinsen, G. (2019). Riverine plastic emission from Jakarta into the ocean. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084033.
- van Emmerik, T., & Schwarz, A. (2020). Plastic debris in rivers. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(1), e1398. van Emmerik, T., Vriend, P., & Roebroek, J. (2020a). An evaluation of the River-OSPAR method for quantifying macrolitter on Dutch riverbanks. Wageningen University.
- van Emmerik, T., Roebroek, C., De Winter, W., Vriend, P., Boonstra, M., & Hougee, M. (2020b). Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine–Meuse delta. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104087.
- van Emmerik, T., & Vriend, P. (2021). *Routekaart Zwerfafvalmonitoring Nederlandse rivieren*. Wageningen University
- Vriend, P., Van Calcar, C., Kooi, M., Landman, H., Pikaar, R., & Van Emmerik, T. (2020). Rapid assessment of floating macroplastic transport in the Rhine. *Frontiers in Marine Science*, 7, 10.
- Vriend, P., Roebroek, C. T., & van Emmerik, T. (2020). Same but different: A framework to design and compare riverbank plastic monitoring strategies



## 7.2 Formulier rivierovermetingen

(Naar eigen inzicht kunnen hier nog extra kolommen aan worden toegevoegd)

Name river	
Province	
Area ID	
Date riverbank sampling	
Name Researcher #1	
Name Researcher #2	
Name Researcher #3	

Riverbank side	Left / Right
Sampling executed?	Yes / No
→ if not, why?	
Length sampled area (m)	
Width sampled area (m)	

OSPAR ID	Plastic and foam	Count
15	Caps and lids	
4.2	Bottles (<0.5 litre)	
4.1	Bottles (>0.5 litre)	
40	Industrial packages	
3	Small bags	
117.1	Hard fragments (<2.5 cm)	
46.1	Hard fragments (2.5 – 50 cm)	
47.2	Hard fragments (>50 cm)	
1172	Foams (<2.5 cm)	
462	Foams (2.5 – 50 cm)	
472	Foams (>50 cm)	
6.1	Foam food packages (e.g. hamburgers)	
212	Foam cups	
21	Drinking cups	
117.2	Soft fragments (i.e. foils) (<2.5 cm)	
46.2	Soft fragments (i.e. foils) (2.5 – 50 cm)	
47.1	Soft fragments (i.e. foils) (>50 cm)	
22.1	Plates & straws	
22.2	Mixing sticks (e.g. to stir your coffee)	
19	Food wrappers (multilayer) (e.g. chips)	
6	Food packages (e.g. snackbar fries box)	
4.3	Labels that were wrapped around bottles	
5	Packages from cleaning products	
1	Six-pack rings	
16	Lighters	
14	Parts from cars	
22	Cutlery	
481	Biofilm water filters	
36	Glow in the dark sticks	
38	Buckets	
38.1	Plant pots or trays	
43	Gun rounds	
25	Cleaning gloves (bit softer plastic)	
113	Professional gloves (bit harder plastic)	
42	Helmets	
10	Jerrycans	
11	Tubes of caulking (Dutch: kitspuiten)	
13	Crates	
39	Bands & tie wraps	
39.1	Tape (Dutch: plakband) & duct tape	
19.1	Lolly sticks	
8	Motor oil packages (<50 cm)	
9	Motor oil package (>50 cm)	
24	Net bags (e.g. nets for onions or fruit)	
2.1	Garbage bags	
17	Writing instruments (e.g. pens)	
20	Toys	
35	Fishing gear	
2	Big plastic bags	
31	Pieces of rope (diameter >1 cm)	
32	Pieces of rope (diameter <1 cm)	
35.1	Pieces of fishing line (nylon)	
43.1	Fireworks	
48	Other unidentifiable plastic items	
OSPAR ID	Rubber	Count
49	Balloons & ribbons	
52	Tires (e.g. from bikes or cars)	
53	Other unidentifiable rubber items	
OSPAR ID	Textile	Count
54	Clothes	
57/44	Shoes, boots & flipflops	
55	Pieces of carpet	
59	Other unidentifiable textile items	

OSPAR ID	Paper	Count
62.1	Carton drinking packages (e.g. milk)	
67.1	Other unidentifiable paper items	
64	Cigarette filters ('cigarette butts')	
63	Cigarette packages	
61	Carton	
65	Carton drinking cups	
66	Newspapers	
60	Bags	
67	Other unidentifiable paper items	
OSPAR ID	Wood	Count
72	Ice cream sticks	
68	Corks	
73	Paint brushes	
69	Pallets	
74	Other unidentifiable wood items (<50 cm)	
75	Other unidentifiable wood items (>50 cm)	
OSPAR ID	Metal	Count
81	Aluminium foils	
81.1	Capsules (e.g. coffee or coffee-milk)	
78	Soda cans	
79	Electrical wires	
83	Old metal (iron) (e.g. pipes)	
77	Caps (Dutch: kroonkurken) & beer caps	
84	Oil drums (Dutch: olie vaten)	
88	Barbed wires (Dutch: prikkeldraad)	
76	Spray cans	
86	Paint cans	
80	Fish lead	
82	Food cans	
120	Single use BBQ's/grills	
89	Other unidentifiable metal items (<50 cm)	
90	Other unidentifiable metal items (>50 cm)	
OSPAR ID	Glass	Count
91	Bottles (e.g. wine) & pots	
92	Light bulbs & (fluorescent) tube TL lamps	
93	Other unidentifiable glass items	
OSPAR ID	Sanitary	Count
7	Cosmetic packages (e.g. shampoo, deo)	
98	Plastic cotton swabs	
982	Wooden cotton swabs	
102.2	Wet tissues	
97	Condoms	
99	Sanitary towels & packages thereof	
18	Plastic hairbrush or hair comb	
100	Tampons & tampon applicators	
102.3	Pieces of toilet paper	
101	Toilet refreshers	
102	Other unidentifiable sanitary items	
OSPAR ID	Medical	Count
103	Packages (e.g. pills, contacts)	
104	Injection needles / syringes	
105	Other unidentifiable medical items	
OSPAR ID	Nurdles	Count
	Nurdles (per area of 50 by 50 cm)	

Notes .....

.....

.....