



Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren- Eindrapport

18 augustus 2023

Verantwoording

Titel	Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Projectleider	Michiel Wilhelm (TAUW)
Auteur(s)	Marijke Boonstra (Stichting De Noordzee), Paolo Tasseron (Wageningen Universiteit & Research), Winnie de Winter (Stichting De Noordzee), Tim van Emmerik (Wageningen Universiteit & Research)
Tweede lezer	Michiel Wilhelm (TAUW)
Projectnummer	1282652
Aantal pagina's	73
Datum	18 augustus 2023
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.
Citeren als	Boonstra, M., P. Tasseron, M. Wilhelm, W. de Winter & T. van Emmerik (2023) . Ontwikkeling van een monitor voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport. In opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving. Stichting De Noordzee, Wageningen University Research en TAUW. TAUW rapport nr. R005-1282652MFW-V02
Versiebeheer R005-1282652MFW-V03	Definitieve versie, geleverd 16 augustus 2023

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Management samenvatting	6
Executive summary	9
Afkortingen	13
Definities	13
1 Inleiding	15
2 Doel en scope van de monitoringsmethodiek.....	17
2.1 Onderzoeksvragen in het kader van de methodeontwikkeling.....	18
2.2 Leeswijzer	18
3 Methodiek.....	19
3.1 Ontwikkeling van de monitoringsmethodiek.....	19
3.1.1 Plan van aanpak	19
3.1.2 Randvoorwaarden.....	19
3.2 Inventarisatie van relevante gegevens.....	20
3.2.1 Schone Rivieren dataset.....	20
3.3 Data analyse	21
3.3.1 Selectiecriteria meetlocaties	21
3.3.2 Bepaling van hoeveelheid locaties.....	22
3.3.3 Bepaling meetperiode	23
3.4 Overig onderzoek.....	23
3.4.1 Bepaling van de optimale oppervlakte van het meetvak.....	23
3.4.2 Vaststellen van samenstelling type plastic met handheld NIR Scanner	24
3.5 Ontwikkeling meetprotocol en meetplan	24
3.5.1 Ontwikkeling beeldkwaliteit monitor	25
3.6 Uitvoering van monitoring	25
4 Resultaten en gemaakte keuzes voor de monitoringsmethodiek.....	26
4.1 Introductie	26
4.2 Selectie meetlocaties	26
4.2.1 Aantal meetlocaties.....	26
4.2.2 Op welke locaties wordt er gemeten?	28

4.2.3	Diversiteit in oevertype	32
4.2.4	Areaal in beheer van Rijkswaterstaat.....	33
4.2.5	Overige lokale factoren	33
4.3	Meetlocaties van monitoringsprogramma	36
4.4	Monitoringsfrequentie en -periode	37
4.4.1	Timing/ bepalen van de juiste tijd.....	37
4.4.2	Veiligheid.....	38
4.4.3	Voorkomen van natuurverstoring	38
4.5	Aanpassingen en uitbreiding meetprotocol	38
4.5.1	Kenmerken van het meetvak	39
4.5.2	Telling van zwerfafval.....	39
4.5.3	Registratie van taal en houdbaarheidsdatum	39
4.5.4	Massabepaling	39
4.5.5	Aanwezigheid van plastic pellets	39
4.5.6	Beeldkwaliteitmeting	39
4.5.7	Methodiek.....	40
4.5.8	Meetvak.....	40
4.6	Opruimen van het afval na monitoring	42
4.7	Uitvoering van de monitoring	42
4.7.1	Benodigde vereisten bij inzet van veldwerkers	43
4.7.2	Tijdsbesteding veldwerkers.....	44
4.8	Resultaten overig onderzoek	44
4.8.1	Bepaling van de optimale oppervlakte van het meetvak.....	44
4.8.2	Vaststellen van samenstelling type plastic met handheld NIR Scanner	50
5	Resultaten van de eerste jaarmeting 2022/2023.....	54
5.1	Introductie	54
5.2	Meetperiodes	54
5.3	Locaties.....	54
5.4	Registratie van kenmerken van meetvak.....	54
5.4.1	Locatiefoto's.....	54
5.4.2	Intekenen meetvak.....	55
5.4.3	Begroeiing meetvak	55

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval
op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

5.4.4	Bijzondere objecten.....	56
5.4.5	Oevertype.....	57
5.4.6	Landgebruik omgeving.....	58
5.5	Beeldkwaliteitsmeting.....	59
5.6	Telling zwerfafval	60
5.6.1	Top 10.....	61
5.7	Registratie van taal en houdbaarheidsdatum.....	63
5.8	Massa.....	65
5.9	Aanwezigheid van plastic pellets	65
5.10	Inzet van digitale applicatie	66
5.11	Inzet veldwerkers	67
5.12	Aanpassingen en aanvullingen na aanleiding van uitvoering jaarmeting.....	67
6	Discussie en reflectie.....	69
7	Referenties	72

Management samenvatting

Plastic zwerfafval is een wereldwijd groeiend milieuprobleem. Plastic in milieu vormt een bedreiging voor het milieu en de gezondheid van mens en dier. Daarnaast leidt plastic vervuiling tot mondiale economische en maatschappelijke schade die alleen al voor rivieren oploopt tot miljarden euro's per jaar (Deloitte, 2019). Rivieren zijn een afvoeroute van afval naar zee, maar kunnen daarnaast ook dienen als (tijdelijke) opslagplaats van afval op rivieroever (van Emmerik et al., 2022). De aanwezigheid van plastics in rivieren is inmiddels waargenomen in de waterkolom en wateroppervlak, op oevers en in het sediment maar ook in plant en dier (Emmerik & Schwarz, 2019). In 2018 is het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) een beleidsprogramma microplastics gestart. Rijkswaterstaat (RWS) laat in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat diverse monitoringsontwikkelprojecten uitvoeren met als doel een monitoringsprogramma voor zwerfafval in en langs rivieren.

In opdracht van *Rijkswaterstaat* heeft een consortium - onder leiding van het ingenieursbureau *TAUW*, en verder bestaand uit *Wageningen Universiteit & Research (WUR)* en *Stichting De Noordzee (SDN)* - een monitoringsmethodiek ontwikkeld voor het monitoren van macro zwerfafval (>0.5 cm) op oevers van het stroomgebied Rijn met zijtakken IJssel en Nederrijn/Lek en haar benedenstroomgebied, en het stroomgebied Maas en haar benedenstroomgebied.

Het doel van de monitoringsmethodiek is om een beeld te scheppen van de mate van vervuiling van rivieroever in Nederlands. De monitoringsmethodiek wordt in de periode 2023-2024 onafhankelijk gevalideerd. Het monitoringsprogramma kan:

- Data generen van hoeveelheden zwerfafval op rivieroever in stuks, materiaal soort en massa volgens een vast meetprotocol;
- Data generen van de beeldkwaliteit en daarmee de algemene schoonheid van rivieroever;
- Inzicht geven van de invloed van omgevingsfactoren en seizoenen – en weersomstandigheden op de hoeveelheid zwerfafval op rivieroever;
- Inzicht geven wanneer (per seizoen) en op welke meetlocaties grote hoeveelheden afval aanspoelen op de rivieroever;
- Trends identificeren van zwerfafval op rivieroever in de tijd;
- Data generen waarmee de effectiviteit van genomen maatregelen geëvalueerd kan worden zoals de invoering van de Europese single-use plastics richtlijn die in 2021 is ingevoerd.

Voor het bepalen van zowel de exacte meetlocaties als ook het aantal is gebruik gemaakt van de dataset van het *Schone Rivieren* project – een citizen science (burgerwetenschap) project van de organisaties Stichting De Noordzee, IVN Milieueducatie en Plastic Soup Foundation. Deze dataset bestaat uit 1.503 oeverafvalmetingen die in de periode 2017-2021 zijn uitgevoerd tijdens 8 meetrondes op 511 locaties op Nederlandse rivieroever. Volgens de Universiteit Wageningen & Research is deze dataset van rivieroever afval de meest uitgebreide dataset van meetresultaten van oeverafvalonderzoeken en geeft ze een representatief beeld over de mate van vervuiling van de Nederlandse rivieren.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Voor het bepalen van de benodigde hoeveelheid meetlocaties zijn er statistische analyses uitgevoerd. Met deze analyses is de betrouwbaarheid getoetst wanneer 20, 40 of 60 meetlocaties zouden worden gebruikt. De uitkomst hiervan is dat bij 40 locaties het optimum ligt tussen betrouwbaarheid en meetinspanning. Vervolgens is er een selectie gemaakt van de locaties aan de hand van de volgende voorwaarden:

- Evenredige verdeling over de hoofdsystemen van de rivieren
 - Gelijkmatische verdeling van oeveroriëntatie, oeverzijde en type oeverbekleding;
- Evenredige verdeling in vervuilingstoestand
 - Gelijkmatische verdeling tussen laag, middel en hoog vervuilde oevers op basis van eerder uitgevoerde metingen van het Schone Rivieren project
- Evenredige ruimtelijke spreiding binnen rivieren ten opzichte van de totale lengte van de rivier
- Overige factoren zoals verspreiding van locaties in stedelijke/landelijk/industrie- en natuurgebieden, hydrodynamica, toegankelijkheid en de aanwezigheid en invloed van zogenaamde kunstwerken zoals bruggen, sluisen, gemalen, stuwen en veerponten.

Uit eerder onderzoek blijkt dat de variatie in tijd en invloed van hydrometeorologische factoren zoals regenval van invloed kunnen zijn op de hoeveelheden zwerfafval die worden aangetroffen (Emmerik, Vriend en Roebroek, 2019). De monitoring wordt daarom 4x per jaar uitgevoerd:

- 1) in de winter (na hoogwaterpiek),
- 2) voorjaar,
- 3) zomer en
- 4) najaar,

in een periode van maximaal 14 dagen om dit zo goed mogelijk in kaart te brengen.

Voor het meten van het zwerfafval is een meetprotocol ontwikkeld bestaande uit:

1. Telling van zwerfafval (gebaseerd op methode ontwikkeld door Schone Rivieren project en OSPAR protocol voor monitoring van mariene zwerfafval op stranden)
2. Registratie van kenmerken van meetlocatie
3. Weging van zwerfafval
4. Vastleggen van houdbaarheidsdatums en/of taal op leesbare etiketten van afvalitems
5. Beeldkwaliteitsmeting gebaseerd op de CROW Kwaliteitscatalogus openbare ruimte voor zwerfafval (KOR-2018).
6. Aanwezigheid van plastic pellets

Voor de doorontwikkeling van de monitoringsmethodiek en de eerste jaarmeting heeft de opdrachtnemer gekozen voor betaalde ervaren veldwerkers die als vrijwilligers bij het Schone Rivieren project meewerkten.

Het ontwikkelde meetprotocol is ook toepasbaar in regionale wateren in Nederland en daarbuiten. Voor het transnationaal aanpakken van zwerfafval in rivieren is de toepassing van een standaard monitoringsmethodiek essentieel. Met de ontwikkelde voorwaarden voor het bepalen van meetlocaties, kunnen vergelijkbare meetnetten worden opgezet, waarbij lokale kennis en expertise moet worden betrokken in de uiteindelijke keuze van meetpunten.

Na uitvoering van de eerste jaarmeting in 2022/ 2023 is het monitoringsprogramma geëvalueerd en voorzien van een update die is opgenomen in dit rapport.

De meetresultaten van de eerste jaarmeting zijn als volgt:

- Er zijn 150 metingen uitgevoerd tijdens vier meetrondes in de periodes: 25 april t/m 8 mei 2022, 23 juli t/m 13 augustus 2022, 22 oktober t/m 6 november 2022 en 28 januari t/m 14 februari 2023.
- Er zijn in totaal 21.146 items geregistreerd. Het gemiddelde ligt op 151 stuks per 100 meter rivieroever. De mediaan ligt op 65 stuks per 100 meter rivieroever.
- De top 5 meet gevonden items zijn:
 - plastic folies of stukken daarvan 2,5cm <>50cm (zacht plastic),
 - plastic folies of stukken daarvan 0 - 2,5 cm (zacht plastic),
 - snoep, snack en chips verpakkingen,
 - Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5cm <>50cm (hard plastic) en
 - doppen en deksels.
- Het grootste aandeel van gevonden items bestaat uit plastic (80,1%). De overige materialen zijn metaal (6,1%), glas (5,5%), sanitair (3,7%), papier (1,8%), hout (1,2%), textiel (0,8%), rubber (0,6%) en medisch (0,2%).
- Top 5 items omvatten 45.9% van het totaal aantal items. De top 10 items omvatten 66.7% van het totaal aantal items.
- De beeldkwaliteit is aan de hand van de aanwezigheid van grof zwerfafval (>10cm) bepaald. Het merendeel (55%) van de oevers is geclassificeerd in beeldklasse A+/A (zeer beperkte vervuiling). 15% van de oevers is geclassificeerd met klasse B (matige vervuiling), 13% met klasse C en 18% van de oevers met klasse D (extreem vervuild).
- In totaal is er een hoeveelheid van 284,9 kilo afval gewogen. Het gemiddelde voor de jaarmeting ligt op 2,15 kilogram en de mediaan op 1 kilo.
- In totaal zijn er 381 items geregistreerd met taal. De meest gevonden etiketten hebben de Nederlandse taal (57%) gevolgd door Duits (24%) en andere talen zoals etiketten met verschillende talen waaronder Turks, Hebreeuws en Tsjechisch (10%).
- In totaal zijn er 171 items geregistreerd met houdbaarheid. De meest gevonden etiketten hadden een houdbaarheidsdatum voor 2022 (46%) gevolgd door 2023 (36%) en 2021 (5%). Opvallend is dat er een aantal relatief oude producten zijn gevonden met houdbaarheidsdatum 2007 (1 item) , 2016 (3 items) en 2015 (2 items).
- In 84% van de opnames was er sprake van een vorm van vegetatie, stortstenen, zandige en graslandoevers zijn de meest voorkomende oevertypes. Uit de jaarmeting blijkt dat door verlaagde waterstand het dominante oevertype kan verschillen per meetronde. Het is nog lastig om relaties te leggen tussen aantal items en (type) begroeiing en oevertype.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Executive summary

Plastic litter is a growing environmental problem worldwide. Plastic in the environment poses a threat to the environment and the health of humans and animals. In addition, plastic pollution leads to global economic and social damage that amounts to billions of euros per year for rivers alone (Deloitte, 2019). Rivers are seen as a source and discharge route for litter to the sea, but can also serve as a (temporary) storage place for litter on riverbanks (van Emmerik et al., 2022). The presence of plastics in rivers has since been observed in the water column and water surface, on banks and in the sediment, but also in biota (Emmerik & Schwarz, 2019). In 2018, the national government started a microplastics policy program in which the problem of macro- and microplastics in rivers will be mapped out by developing a monitoring strategy and method. The Directorate-General for Public Works and Water Management (RWS), as both manager of national waters and policy implementer for the Ministry of Infrastructure and Water Management (I&W), has been commissioned by the Ministry of Infrastructure and Water Management to carry out various monitoring development projects. The detailed monitoring methods that fit into the monitoring strategy will then be incorporated into a monitoring programme for litter in and along rivers.

Commissioned by Rijkswaterstaat, a consortium - consisting of the engineering firm TAUW, Wageningen University & Research and the North Sea Foundation - has developed a methodology for monitoring macro litter (>0.5 cm) on river banks. This method focuses on the Dutch main water systems of the Rhine with tributaries IJssel and Nederrijn/Lek and its lower catchment area, and the Meuse and its lower catchment area.

The method will provide insight of the national state of riverbank pollution in the Netherlands. The development of this methodology has resulted in this report. The monitoring methodology will be validated in the period 2023-2024.

The aim of the monitoring program is to answer policy and land management questions for tackling litter on riverbanks. This requires valid monitoring data. The monitoring program can:

- Generate data on amounts of litter on riverbanks in pieces, type of material and mass according to a fixed measurement protocol;
- Generate data on the state of riverbank pollution based on visual observations;
- Provide insight into the influence of environmental factors, seasons and weather conditions on the amount of litter on riverbanks;
- Provide insight into when (per season) and at which locations large amounts of litter wash up riverbanks;
- Identify trends of litter on riverbanks over time;
- Generate data that can be used to evaluate the effectiveness of (policy) measures taken, such as the introduction of the European single-use plastics directive which was introduced in 2021.

To determine both the number and exact measurement locations, the data set of the Clean Rivers project – a citizen science project of the organizations North Sea Foundation, IVN Environmental Education and Plastic Soup Foundation – was used. This dataset consists of 1,503 riverbank litter measurements that were carried out in the period 2017-2021 during 8 measurement rounds on 511 locations along the Dutch rivers. According to Wageningen University & Research, this dataset is the most extensive dataset of measurement results from litter on riverbanks studies and thus provides a representative picture of the degree of pollution of Dutch rivers.

Statistical analysis has been performed to determine the optimal amount of measurement locations required. With these analyses, the reliability was tested when 20, 40 or 60 measurement locations were to be used. The outcome of this is the optimum between reliability and measurement effort lies at 40 locations.. Subsequently, a selection was made of the locations on the basis of the following conditions:

- Proportional distribution over the main river systems
 - - Even distribution of riverbank orientation, side and type of vegetation;
- Even distribution of riverbank orientation, riverbank sides and landscape type
- Proportional distribution of expected pollution levels
 - - Even distribution between low, medium and high polluted riverbanks based on previous measurements of the Clean Rivers project
- Even distribution between low, medium and highly polluted banks based on previous measurements of the Clean Rivers project
- Proportional spatial distribution within rivers in relation to the total length of the river
- Other factors such as distribution of locations in urban/rural/industrial and nature areas, hydrodynamics, accessibility and the presence and influence of the nearby presence of bridges, locks, pumping stations, weirs and ferries.

Previous research has shown that the variation in time and the influence of hydrometeorological factors such as rainfall can influence the amounts of litter that are found (Emmerik, Vriend and Roebroek, 2019). The monitoring is therefore carried out four times a year: 1) in winter (after high discharge event), 2) spring, 3) summer and 4) autumn, in a period of a maximum of 14 days in order to map this as well as possible.

A measurement protocol has been developed for measuring litter, consisting of:

1. Enumeration of litter (based on method developed by Clean Rivers project and OSPAR protocol for monitoring marine litter on beaches)
2. Registration of measurement location characteristics
3. Weighing of litter
4. Recording best-before dates and/or language on legible labels of litter items
5. Image quality measurement based on the CROW Quality Catalog for public space for litter (KOR-2018).
6. Presence of plastic pellets

To determine suitable groups/persons to carry out the monitoring, a comparison has been made between the deployment of 1) environmental fieldworkers from Rijkswaterstaat and/or hired

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroeveren Rijkswateren-Eindrapport

contractors for maintenance 2) research agency and/or professionals via non-governmental organization 3) volunteers managed by a coordinated organization on the basis of the preconditions for the implementation of the monitoring programme. The key conditions that have been decisive are 1) cost efficiency; 2) availability, and 3) high quality of monitoring data.

For the further development of the methodology and the first annual measurement, the contractor opted for experienced field researchers who worked as volunteers in the Clean Rivers project. The field researchers signed a volunteer contract and received a small fee for carrying out the monitoring. These field researchers are supervised by the North Sea Foundation and IVN Environmental Education, organizations that are experienced in monitoring litter and supervising volunteers.

According to the consortium, the developed measurement protocol can also be used in regional waters in the Netherlands and abroad. The application of a standard measurement method is essential for tackling litter in rivers transnationally. With the developed conditions for determining measuring locations, comparable measuring networks can be set up, whereby local knowledge and expertise must be involved in the final selection of measuring points.

The results of the first annual measurement are as follows:

- During four measurement rounds in the periods: 25 April to 8 May 2022, 23 July to 13 August 2022, 22 October to 6 November 2022 and 28 January to 14 February 2023, a number of 150 measurements were carried out.
- A total of 21,146 items have been registered. The average is 151 pieces per 100 meters of riverbank. The median is 65 pieces per 100 meters of riverbank.
- The litter found mostly consists of plastic (80.1%). The other materials are metal (6.1%), glass (5.5%), sanitary (3.7%), paper (1.8%), wood (1.2%), textiles (0.8%), rubber (0.6%) and medical items (0.2%).
- The top 5 items found consists of: plastic films or pieces thereof 2.5cm <->50cm (soft plastic), plastic films or pieces thereof 0 - 2.5cm (soft plastic), candy, snack and chips packaging, Indefinable plastic pieces 2.5cm <->50cm (hard plastic) and caps and lids.
 - Top 5 items comprise 45.9% of the total items. The top 10 items comprise 66.7% of the total items.
- The image quality is determined on the basis of the presence of coarse litter (>10cm). The majority (55%) of the banks are classified in image class A+/A (very limited pollution). 15% of the banks are classified with class B (moderate pollution), 13% with class C and 18% of the banks with class D (extremely polluted).
- A total of 284.9 kilos of waste was weighed. The average for the annual measurement is 2.15 kilograms and the median is 1 kilogram.
- A total of 381 items are registered with language. The most commonly found labels have the Dutch language (57%) followed by German (24%) and other languages such as labels with different languages including Turkish, Hebrew and Czech (10%).
- A total of 171 items have been registered with expiry dates. The most commonly found labels had an expiration date for 2022 (46%) followed by 2023 (36%) and 2021 (5%). Some



older products have been found with expiration dates from 2007 (1 item), 2016 (3 items) and 2015 (2 items).

- In 84% of the measurements there was some form of vegetation, landfills, sandy and grassland banks are the most common riparian types. The annual measurement shows that due to lowered water levels, the dominant bank type can differ per measurement round. It is still difficult to establish relationships between the number of items found and (type of) vegetation and the type of riverbank.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Afkortingen

EC - Europese Commissie

IMO - Internationale Maritime Organization

KRM – Kader Richtlijn Marien

MWTL – Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (reguliere waterkwaliteitsmeetnet RWS)

OSPAR – Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic

RWS – Rijkswaterstaat

SDN – Stichting De Noordzee

SR – Schone Rivieren

WUR – Wageningen University & Research

Definities

Beeldkwaliteitmeting – veldmeting waarbij het meest vervuilde deel van het meetvak op de rivieroever in kaart wordt gebracht. Voor grof afval (> 10 cm) betreft dit 100 m² en voor fijn afval (1-10 cm) betreft dit 1 m² van het meest vervuilde deel van het meetvak op de rivieroever.

Compartimenten – een riviersysteem heeft verschillende riviercompartimenten. Deze zijn onderverdeeld in 1) oever; 2) wateroppervlak; 3) sediment; 4) waterkolom en 5) biota.

Hoogwaterlijn – Lijn die het maximale bereik van het water uit de rivier aangeeft. In het veld is deze vaak herkenbaar door de strooisellaag die op de hoogwaterlijn wordt afgezet.

Grof zwerfafval – (1) alle antropogene voorwerpen en fragmenten, die (2) groter zijn dan 10 centimeter

Fijn zwerfafval - (1) alle antropogene voorwerpen en fragmenten, die (2) tussen de 1 en 10 centimeter zijn

Macroplastics - (1) alle plastic voorwerpen en fragmenten, die (2) groter dan 5 mm zijn (meso- en macro).

Meetvak – vak waarbinnen de beeldkwaliteitmeting, rivieroeverafvaltellingen en aanwezigheid van plastic pellets wordt uitgevoerd.

Meting aanwezigheid pellets - meting waarbij de aanwezigheid van pellets (ook wel plastic granulaatkorrels of nurdles genoemd). Deze plastic korrels, vaak 3-4 mm minder dan 5 millimeter groot, worden in de industrie gebruikt om plastic producten van te maken.

Rivieroeverafvaltellingen – meting waarbij het meso- en macroafval in het meetvak kwalitatief en kwantitatief in kaart wordt gebracht met behulp van een turflijst.

River-OSPAR protocol – meetprotocol ontwikkeld binnen het Schone Rivieren project (geïnitieerd door IVN Milieueducatie, Stichting De Noordzee en Plastic Soup Foundation in 2017) voor het in kaart brengen van zwerfafval op rivieroever. Het protocol is gebaseerd op het OSPAR beach litter protocol¹ voor het in kaart brengen van de samenstelling, hoeveelheden en trends van mariene zwerfafval. Het ontwikkelde River-OSPAR protocol is op moment van schrijven niet als zodanig herkend door en gebruikt binnen OSPAR gemeenschap als het standaard protocol voor het monitoren van zwerfafval op rivieroever.

Strooisellaag – laag met los aangespoeld organisch materiaal vaak in een lijn parallel aan de waterlijn.

Zwerfafval - is niet verzameld afval dat mensen bewust of onbewust weggooien of achterlaten op plaatsen die daar niet voor bestemd zijn, of door indirect toedoen of nalatigheid van mensen en bedrijven op die plaatsen is terechtgekomen. Niet verzameld marktafval en drijfafval behoren eveneens tot de categorie zwerfafval. Het gaat alleen om anorganisch afval. Zwerfafval kan worden geclassificeerd in materiaaltypes en grootteklassen. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van verschillende classificatiesystemen. Onder zwerfafval wordt verstaan: (1) alle antropogene voorwerpen en fragmenten, die (2) groter dan 0,5 cm.

¹ <https://www.ospar.org/documents?v=44122>

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

1 Inleiding

Plastic zwerfafval is een wereldwijd groeiend milieuprobleem en vormt een bedreiging voor het milieu en de gezondheid van mens en dier. Jaarlijks stromen er miljoenen tonnen plastic de oceanen in (Meijer et al., 2021). Plastic vervuiling leidt tot mondiale economische en maatschappelijke schade die alleen voor rivieren oploopt tot miljarden euro's per jaar (Deloitte, 2019). Rivieren worden niet alleen gezien als bron van afval in zee, maar kunnen daarnaast ook dienen als (tijdelijke) opslagplaats van afval op rivieroever (van Emmerik et al., 2022). In alle compartimenten van het riviersysteem worden plastics waargenomen (Emmerik & Schwarz, 2019).

In de laatste jaren is de maatschappelijke aandacht voor zwerfafval in het milieu sterk toegenomen. Langs de rivieren zijn er diverse initiatieven gestart voor het opruimen, afvangen, in kaart brengen en aanpakken van zwerfafval.



Figuur 1.1 Afval aangetroffen tijdens een van de SR metingen op de oever van de Waal in 2020. Bron: Schone Rivieren

Monitoring is het vooropgezet, systematisch en langdurig verzamelen, bewerken en presenteren van gegevens. Monitoring heeft de volgende functies:

- inzicht verkrijgen in omvang van het probleem;
- helpen vervuiliingsbronnen te identificeren;
- bijdrage aan kennisontwikkeling en valideren van aannames;

- inzicht verkrijgen hoe afvalbeheer optimaal kan worden uitgevoerd;
- als middel ter evaluatie van de effectiviteit van geïmplementeerde maatregelen en beleid ter voorkoming van verontreiniging.

Monitoring kan dus worden gebruikt voor toestandsbeschrijving, identificeren van trends, bronnenanalyse en voorspellen van concentraties van rivierafval.

Op dit moment ontbreekt er structureel inzicht van de omvang, herkomst en samenstelling van het zwerfafval in rivieren, zowel in Nederland als internationaal. Voor beleidsontwikkeling, is het nodig om te weten hoeveel afval in de rivieren aanwezig is, in welke compartimenten het zich wanneer en waar bevindt, waar het vandaan komt en wat de samenstelling van dit afval is.

In 2018 is de Tweede Kamer geïnformeerd² dat de problematiek van macro- en microplastics in de rivieren in kaart zal worden gebracht door het ontwikkelen van een monitoringsstrategie. Rijkswaterstaat (RWS) laat in opdracht van het Ministerie IenW diverse monitoringsontwikkelpojecten uitvoeren.

Het consortium bestaande uit het ingenieursbureau TAUW, Wageningen Universiteit & Research (WUR) en Stichting De Noordzee (SDN) heeft een monitoringsmethodiek ontwikkeld voor de monitoring van zwerfafval en macroplastics op rivieroever van Rijkswateren.

² Gezamenlijke aanpak plastic zwerfafval, Kamerbrief 30872 nr. 222

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

2 Doel en scope van de monitoringsmethodiek

Het doel van de monitoringsmethodiek is om data te genereren die geschikt is voor data analyse om de informatiebehoefte voor beleid en beheer te beantwoorden. De geformuleerde beleids- en beheervragen zijn opgenomen in Tabel 2.1.

Het project richt zich op de ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor macro zwerfafval (voorwerpen groter dan 0,5 cm) voor het compartiment oever. Het programma richt zich op de hoofdwatersystemen van de Rijn, Maas, IJssel en de zijtakken van Rijn en de Maas in Nederland. De oevers van meren en estuaria worden daarbij niet meegenomen omdat afvalstromen zich in deze wateren anders gedragen, daarom zijn de Westerschelde en de Eems niet meegenomen in deze opdracht.

Tabel 2.1 Overzicht beleids- en beheersvragen waar de monitoringsmethodiek antwoord op dient te geven.

Beleids- en beheersvragen	
A	Zijn er trends in tijd van zwerfafval aan rivieroeveren? Zo ja: Wat kenmerkt de trends in tijd en seizoenen? Er is behoefte in inzicht in trends in tijd (korte en lange termijn, seizoenen, opeenvolgende jaren) van <ul style="list-style-type: none"> • Beeldkwaliteitsscore gelijk aan het normeringssysteem volgens CROW Kwaliteitscatalogus openbare ruimte voor zwerfafval (KOR-2018). • Hoeveelheden van zwerfafval in verschillende meeteenheden (stuks, massa, volume of afmeting) op basis van River- OSPAR methode. • Samenstelling van het zwerfafval onderverdeeld in verschillende clusters zoals: <ul style="list-style-type: none"> o materiaal (plastic, hout, metaal, etc.) o type plastic (PE, PP, PET, EPS etc.); o vorm (bijv. beker, fles, wikkelpak, folie/tas etc.);gebruiksdomein (drinken, eten, hygiëne, verpakkingen, etc.).
B	Welke trends, betreffende de invoering van de Europese SUP-richtlijn, kunnen worden vastgesteld aan de oevers van Nederlandse Rijkswateren?
C	Hoe schoon zijn de Nederlandse oevers van Rijkswateren als geheel en welke nuances moeten bij de beoordeling toegevoegd worden?
D	Welke omgevingsfactoren hebben invloed op de schoonheid van oevers? Zoals bijvoorbeeld hydromorfologische parameters, hoogwater en laagwater, getijden, begroeiing, wind, bestemmingsplan etc.
E	Welke bijdrage leveren macroplastics en zwerfafval aan oevers aan de hoeveelheid macroplastics en zwerfafval in de Noordzee?
F	Zijn er specifieke seizoenen, of weers- of wateromstandigheden wanneer zich zwerfafval aanhoopt of juist weer afgevoerd wordt?
G	Wat zijn logische momenten en locaties voor het opruimen van zwerfafval aan oevers op basis van significante invloedfactoren, zoals bijvoorbeeld seizoen, weersomstandigheden en hydromorfologie?

2.1 Onderzoeksvragen in het kader van de methodeontwikkeling

Voor het beantwoorden van de beleids- en beheervragen zijn er door RWS specifieke onderzoeksvragen opgesteld voor de ontwikkeling van het monitoringsprogramma. Het voorliggende monitoringsprogramma geeft antwoord op de onderzoeksvragen die zijn opgenomen in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Overzicht onderzoeksvragen waarop voorliggend monitoringsprogramma antwoord geeft.

Onderzoeksvragen		Hoofdstuk waarin vraag wordt beantwoord
H	Hoe ziet het oevermonitoringsprogramma voor zwerfafval eruit dat de boven genoemde beleids- en beheersvragen (A tot en met G) kan beantwoorden, gericht op inzicht in trends in tijd?	3/4
I	Op welke type locaties van de Rijkswateren en op hoeveel locaties moet gemeten worden om een representatief beeld voor Nederland te schetsen?	3/4
J	Moet zwerfafval tijdens het veldonderzoek opgeruimd worden (zoals bij OSPAR Beach Litter) of kan het beter liggen blijven (zoals bij landelijke monitoring zwerfafval)?	4
K	Waarmee moet rekening gehouden worden bij het uitvoeren van het veldonderzoek?	3/4
L	Wat zijn de functie eisen voor veldwerkers en hun coördinatoren in het kader van Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL)?	4
M	Hoe ziet het kwaliteitsborgingproces eruit voor de gegenereerde data? Hoe voert opdrachtnemer de kwaliteitscontrole op de data uit?	4
N	Hoe ziet de dataoverdracht aan RWS eruit, zodat deze goed door RWS beheert kan worden in een centrale database?	4
O	In hoeverre is het monitoringsprogramma ook bruikbaar voor andere wateren dan Rijkswateren? Moeten er andere aspecten op maat ontwikkeld/verbijzonderd worden voor de toepassing op andere wateren?	6

2.2 Leeswijzer

In Hoofdstuk 3 is het plan van aanpak beschreven en wordt er toelichting gegeven op de toegepaste methodiek bij het opzetten van het monitoringsprogramma. In Hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de uitgevoerde analyses beschreven en worden gemaakte keuzes voor het monitoringsprogramma beschreven. Hoofdstuk 5 toont de resultaten van de eerste jaarmeting en de aanpassingen die naar aanleiding van die resultaten worden voorgesteld voor de vervolgmetingen. In Hoofdstuk 6 wordt een reflectie gegeven en aanbevelingen voor verdere uitvoering van de monitoringsmethodiek gedaan. In Tabel 2.2 zijn de hoofdstukken waarin de onderzoeksvragen worden beantwoord opgenomen. Geraadpleegde en geciteerde literatuur is opgenomen in Hoofdstuk 7. 7 De definitieve monitoringsmethodiek en het meetplan is in een aparte publicatie opgenomen (R006, Boonstra et al 2023).

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

3 Methodiek

3.1 Ontwikkeling van de monitoringsmethodiek

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling van de methodiek beschreven.

3.1.1 Plan van aanpak

Bij de start van het project zijn de onderzoeksvragen en randvoorwaarden samen met RWS nader gespecificeerd. Daarna is er een inventarisatie gedaan van alle relevante gegevens voor de opzet van de methodiek. Deze gegevens zijn vervolgens geanalyseerd en gebruikt voor het bepalen van het aantal en type meetlocaties. Tegelijkertijd zijn een aantal experimenten uitgevoerd gericht op het bepalen van meest optimale meetvak en bepaling van de variatie van type plastic van gevonden afval. Tussentijds is de ontwikkelde methode voor het bepalen van de meetlocaties en de monitoringsmethodiek getoetst middels klankbordgroep sessies. Uitkomsten van deze sessies zijn gebruikt voor de verdere ontwikkeling van de monitoringsmethodiek. Vervolgens is het meetplan, protocol en de inzet van de applicatie samenwerking met RWS verder uitgewerkt.

Tijdens alle stappen is er periodiek overleg geweest met RWS voor afstemming en feedback. Alle feedback is meegenomen in het uiteindelijke ontwerp van de monitoringsmethodiek.

3.1.2 Randvoorwaarden

Voor het ontwikkelen van de monitoringsmethodiek zijn er randvoorwaarden door RWS opgesteld. De monitoringsmethodiek heeft de volgende randvoorwaarden:

- De monitoringsmethodiek is gericht op het verzamelen van betrouwbare en representatieve gegevens van zwerfafval en macroplastics op rivieroever van Rijkswateren. De metingen worden in elk seizoen volgens een standaard meetprotocol (inclusief een beeldkwaliteitsmeting) uitgevoerd. Door gestandaardiseerde metingen per seizoen – dus 4 metingen per jaar - kunnen trends in de tijd vastgesteld worden
- De monitoringsmethodiek is kostenefficiënt
- De monitoringsmethodiek volgt de informatie- en monitoringscyclus van RWS
- Er wordt gewerkt met een standaard format voor dataopslag per riviercompartiment, waardoor de verzamelde data vergelijkbaar zijn. De open data kan zo effectief worden gebruikt voor aanvullend (overkoepelend) onderzoek
- Data afkomstig uit de metingen worden in een open data systeem gedeeld
- De monitoringsmethodieken van de Rijksoverheid, decentrale overheden en niet-gouvernementele organisaties (ngo's) en andere organisaties zijn op elkaar afgestemd
- De meet- en monitormethodes zijn afgestemd met andere Europese landen en er is aansluiting op andere monitoringsmethodieken zoals de OSPAR- strandafvalmonitoring in relatie met het transport van afval door rivieren naar zee en het identificeren van bronnen. Er is aansluiting op de bestaande monitoringsmethodieken voor zwerfafval op land. In het bijzonder de toepassing van beeldkwaliteitsmetingen.

3.2 Inventarisatie van relevante gegevens

Voor de ontwikkeling van de monitoringsmethodiek is er een inventarisatie gedaan van relevante beschikbare gegevens. De volgende bronnen zijn hiervoor geraadpleegd en opgenomen in de referentielijst (zie hoofdstuk 7):

- Schone Rivieren dataset
- Evaluatie van toepassing van River-OSPAR protocol op Nederlandse rivieroevers (referentie)
- Diverse wetenschappelijke artikelen over rivierafvalmonitoring (zie hoofdstuk 7)
- Resultaten van WUR monitoring pilot voor drijvend zwerfafval en macroplastics in rivieren (gewicht en grootte van 16.000 geanalyseerde stukken afval)
- De beeldkwaliteit dataset van Heijdra Milieuadvies (3.365 beeldkwaliteit meetpunten vanaf het water opgenomen in het gehele rivierengebied in Nederland)
- CBS datasets (Bestand Bodemgebruik en Bevolkingskernen) via PDOK
- Gegevens uit andere monitoringspilots die relevant zijn voor afval in rivieren en zijn uitgevoerd voor RWS
- Diverse rapportages en documenten in relatie tot ontwikkeling OSPAR Beach Litter protocol
- Weergegevens (wind en regenval) van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)
- Informatie en gegevens van het Schone Rivieren project over locatie, frequentie en resultaten van opruimacties op rivieroevers
- CROW kwaliteitscatalogus openbare ruimte, 12-6-2018
- Gegevens van het meetnet van RWS (o.a. waterstanden etc.)

3.2.1 Schone Rivieren dataset

Sinds 2017 is vanuit het SR project op 212 unieke locaties (uitgebreid naar 511 locaties in vier jaar tijd) twee keer per jaar onderzoek gedaan naar afval op Nederlandse rivieroevers. Hierbij is de hoeveelheid, samenstelling en herkomst van het afval in kaart gebracht door gebruik te maken van de River-OSPAR methode ontwikkeld door SDN (van Emmerik et al., 2020a).

De dataset die hieruit ontstaan is, vormt een uitgangspunt voor de analyses die uitgevoerd zijn. Het bevat de registratie van hoeveelheden aangetroffen stuks zwerfafval per River-OSPAR categorie. Deze dataset is door Schone Rivieren consortium bestaande uit IVN Milieueducatie, Stichting De Noordzee en Plastic Soup Foundation ter beschikking gesteld. Volgens de Universiteit Wageningen & Research geeft deze dataset een representatief beeld over de mate van vervuiling van de Nederlandse rivieren.

De dataset bestaat uit gegevens van 8 meetrondes en 1.503 oeverafvalmetingen (verzameld in de periode 2017-2021) op in totaal 511 locaties op Nederlandse rivieroevers. Per locatie binnen de geselecteerde riviertakken is gemiddeld 2,5 keer een meting uitgevoerd, met een minimum van 1 en een maximum van 9 keer (zie tabel 3.1).

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Voor dit project is het uitgangspunt geweest om zoveel mogelijk locaties te selecteren waarbij er tenminste 1 meetronde in het voorjaar was en 1 meetronde in het najaar.

Bij meerdere meetrondes op een locatie is de gemiddelde hoeveelheid afvalstukken als uitgangspunt genomen voor de mate van vervuiling. Hierbij is gecontroleerd of er geen uitschieters waren in de verspreiding van het aantal afvalstukken tussen de verschillende meetrondes. Dit is gedaan zodat de gemiddelde waarde van een locatie gebruikt kan worden als robuuste indicatie van de vervuilingstoestand door de tijd heen.

Tabel 3.1: Totaal aantal locaties en het aantal meetrondes per locatie van het Schone Rivieren project in de periode 2017-2021

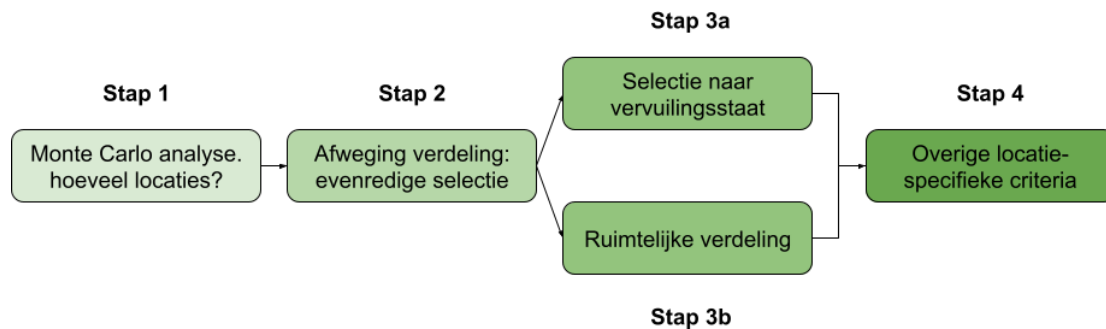
Aantal meetrondes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hoeveelheid locaties	198	120	70	33	45	20	23	1	1

3.3 Data analyse

In het selectieproces naar optimale aantal meetlocaties is de SR dataset gebruikt voor wetenschappelijke onderbouwing van de locatiekeuze voor de uitvoering van de zwerfafvalmonitoring op rivieroever. Deze dataset is al eerder gebruikt voor gerelateerde wetenschappelijke onderzoeken (van Emmerik & Vriend, (2021); Vriend et al. (2020); van Emmerik et al. (2020a); van Emmerik et al. (2020b); Oswald et al. (2021)). Met het gebruik van de dataset is het mogelijk om vóór het uitvoeren van de RWS jaarmeting trendanalyses en statistische voorspellingen te maken (Singh & Masuku, 2014). Daarnaast vormt de SR data een belangrijke bijdrage aan de onderbouwing om van 2 meetperiodes per jaar naar 4 meetperiodes te gaan. Dit kan, bij het gebruik van SR locaties in de jaarmeting, goed geëvalueerd worden met de al verzamelde data.

3.3.1 Selectiecriteria meetlocaties

Voor de selectie van de meetlocaties is de gehele Schone Rivieren dataset onderworpen aan een statistische analyse. Een overzicht van de vier stappen van deze analyse is weergegeven in Figuur 3.1. Eerst is de mediaanwaarde van alle metingen op de 511 SR locaties binnen het meetgebied van de scope van deze opdracht bepaald. Door vervolgens de mediaanwaarde van een willekeurige selectie van minder locaties te vergelijken met de mediaanwaarde van de complete dataset is een nauwkeurigheidsmarge bepaald.



Figuur 3.1 Stappenplan van het selectieproces voor de meetlocaties van de monitoringsmethodiek.

Er wordt hierbij ook een onderscheid gemaakt tussen de verschillende rivieren, aangezien eerder onderzoek heeft aangetoond dat er grote verschillen zijn in het type en de hoeveelheid afval tussen rivieren (van Emmerik & de Lange, 2021). Voor het verkrijgen van een representatief beeld van het zwerfafval op rivieroeveren wegen de volgende criteria voor geschikte locaties mee:

- Een evenredige verdeling over de hoofdrievieren
- Een evenredige verdeling in vervuilingstoestand van de locaties (laag-middel-hoog)
- Een evenredige ruimtelijke spreiding binnen de rivieren dus dat punten binnen een rivier niet allemaal geclusterd zijn binnen een kleine afstand ten opzichte van de totale lengte van de rivier
- Diversiteit in oevertype
- Oever is in beheer van RWS
- Bereikbaarheid en mogelijkheid om een 100 meter telling uit te voeren
- Overige lokale factoren waaronder:
 - Variatie in hydrodynamica
 - Variatie in aanwezige vegetatie -en oeverbekleding
 - De wijze waarop de oever gebruikt wordt
 - Bevolkingsdichtheid (stedelijk- of landelijk gebied)
 - Aanwezigheid van nabije afvalbronnen
 - Frequentie en periode van opruimactiviteiten
 - Nabijheid van MWTL locaties

3.3.2 Bepaling van hoeveelheid locaties

Voor het bepalen van het **aantal** locaties zijn er Monte Carlo simulaties uitgevoerd (Metropolis & Ulam, 1949). Met de toepassing van deze methode kan de betrouwbaarheid van de resultaten van de monitoringsmethodiek vooraf getoetst worden bij de selectie van een bepaald aantal locaties. De betrouwbaarheid is hierbij uitgedrukt als het verschil tussen de mediaanwaarde van alle 511 gemeten locaties en een gereduceerd aantal locaties. Dit is binnen verschillende wetenschapsrichtingen een gebruikelijke methode om nauwkeurigheid uit te drukken (bijvoorbeeld: Wu et al. (2014), Cross (1973), Arora et al. (2001).

De Monte Carlo simulatie genereert 1.000 iteraties van een willekeurige selectie aan meetlocaties, met als resultaat een 'steekproefdataset' van vier meetrondes per iteratie met een variërende

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

hoeveelheid meetlocaties. Vervolgens wordt het gemiddelde verschil van de 1.000 iteraties met de mediaanwaarde van de complete dataset vergeleken. Hieruit kan voor het gebruik van een x aantal locaties een nauwkeurigheid uitgedrukt worden en daarmee de betrouwbaarheid van de gegevens.

3.3.3 Bepaling meetperiode

Voor het bepalen van de meetperiode zijn er praktijkervaringen verzameld van monitoring in het veld door de consortium partners en RWS. Op basis van deze ervaringen, zijn de volgende factoren bepaald die meegenomen worden voor de periodes:

- **Timing van de hoogwaterpiek op de rivieren in het voorjaar:** zorgt voor depositie van afval uit de waterkolom en wateroppervlak van de rivier op de rivieroever. Het afval op de rivieroever wordt beschikbaar voor onderzoek na de piek van het hoge water.
- **De dichtheid van begroeiing op de rivieroever in de zomer:** bepaalt de toegankelijkheid van het gebied voor het uitvoeren van het onderzoek en de mogelijkheid voor het achterblijven van afval in de vegetatie.
- **Consistentie:** Dat betekent dat de meetperiode zo kort mogelijk moet zijn om de invloed van omgevingsfactoren (zoals hoogwater, regenval, harde wind, opruimacties) zoveel mogelijk uit te sluiten.
- **Voorkomen van natuurverstoring:** rekening houden met het broedseizoen.

3.4 Overig onderzoek

Er is een tweetal experimenten uitgevoerd ten behoeve van 1) bepaling oppervlak van het meetvak voor efficiënte monitoring van zwerfafval op rivieroever; en 2) toepassing van NIR scanner voor het vaststellen van het type plastic in het aangetroffen zwerfafval.

3.4.1 Bepaling van de optimale oppervlakte van het meetvak

Dit experiment is opgezet om een gedetailleerder beeld te krijgen van de verspreiding van de zwerfafvalstukken binnen een meetvak. In het ontwerp van het meetvak moet de juiste afweging gemaakt worden tussen de verhouding in efficiëntie van tijd die aan de meting wordt besteed en de toegevoegde waarde van de informatie die wordt ingewonnen. Zo wordt er in een meetvak van 100 bij 25 meter meer informatie ingewonnen dan in een meetvak van bijvoorbeeld 75 bij 25 meter, maar de meting van 100 bij 25 meter zal ook meer tijd in beslag nemen. Om het oppervlak van het meetvak zo te bepalen voor de meest efficiënte manier van informatie verzamelen, moet onderzocht worden of de samenstelling van het afval verandert binnen het standaard meetvak van 100 bij 25 meter afkomstig uit het SR onderzoek. De 100 meter lengte van het meetvak van de ontwikkelde River-OSPAR methode is overgenomen uit de OSPAR beach litter monitoring.

Met behulp van een experiment worden de volgende vragen beantwoord:

- Wat is de optimale lengte van het meetvak?
- Wat is de optimale breedte van het meetvak?
- Waar ligt het meest vervuilde oppervlak in het meetvak met een lengte van 100 meter? Is dit consistent per meetlocatie of moet dit in het veld worden bepaald?

Het meetvak 100 bij 25 meter van River-OSPAR methode wordt bij dit experiment ingedeeld in vakken van 5 bij 5 meter. Door deze indeling is het meest vervuilde oppervlak per meetgebied te bepalen, en of er een trend zichtbaar is bij het uitvoeren van meerdere metingen met deze opzet. Als onderdeel van de aanpak voor methodeverbetering door veldonderzoek zijn hiervoor in totaal 10 locaties geselecteerd. Bij deze locaties wordt gekeken of er een algemeen beeld is van de verdeling van zwerfafval binnen het meetvak. Voor elk experiment wordt maximaal 6 uur besteed aan de meting, dat betekent dat zeer hoog vervuilde locaties (toegelicht in paragraaf 4.2.2) en locaties waar invloed van getij een rol speelt vaak niet volledig gemonitord worden.

3.4.2 Vaststellen van samenstelling type plastic met handheld NIR Scanner

Voor het vaststellen van de samenstelling van het type plastic van het zwerfafval is een experiment uitgevoerd met een NIR (Near Infrared Reflection) handheld apparaat. Dit apparaat meet reflectiespectra van polymeren in het nabij-infrarood spectrum. Het apparaat bepaalt met de samenstelling van de reflectiespectra wat de samenstelling van het type polymeren is en geeft aan met welke nauwkeurigheid het polymeertype kan worden vastgesteld.

Met behulp van het experiment is de volgende hoofdvraag beantwoord:

- Wat is de variatie van plastictypen/ polymeertypen binnen een afvalitem categorie op de turflijst?

Voor de uitvoering van het experiment is afval verzameld op verschillende rivieroeveren langs de Maas, Waal, Haringvliet, Oosterschelde en Westerschelde. Het afval is afkomstig uit referentiemetingen uit de voorjaarsmeting 2021 van SR en er is geen specifieke voorsortering op uitgevoerd.

3.5 Ontwikkeling meetprotocol en meetplan

De basis van monitoring van zwerfafval op rivieroeveren is het reeds ontwikkelde River-OSPAR protocol. Om de onderzoeksvragen van RWS te beantwoorden is het meetprotocol uitgebreid en aangepast in afstemming met RWS.

Hierin zijn aanbevelingen uit de evaluatie van de toepassing van River-OSPAR protocol op Nederlandse rivieroeveren uitgevoerd door Wageningen Universiteit leidend geweest (van Emmerik et al., 2020a).

Aanbevelingen in de evaluatie:

- Aanbeveling 1: Verhoging van de meetfrequentie
- Aanbeveling 2: Toevoeging van massastatistieken van het gevonden zwerfafval
- Aanbeveling 3: Inzet van een app te gebruiken op smartphone voor gemakkelijkere registratie van hoeveelheden, verzameling van beeldmateriaal en verwerking gegevens.

Het aangepaste meetprotocol en de inzet van een app op een smartphone is vervolgens getest.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

3.5.1 Ontwikkeling beeldkwaliteit monitor

Er is een beeldkwaliteit monitor ontwikkeld op basis van de bestaande CROW Kwaliteitscatalogus openbare ruimte voor zwerfafval (KOR-2018). Dit is een normeringssysteem waarmee de schoonheid van de mate van vervuiling in de openbare ruimte bepaald wordt. Het doel is dat de gegevens vergeleken kunnen worden met monitoring van zwerfafval op land. Het ontwerp van de beeldkwaliteit monitor is in afstemming met RWS vastgesteld.

Wat is CROW (KOR-2018)?

De CROW Kwaliteitscatalogus openbare ruimte voor zwerfafval (KOR-2018) is een normeringssysteem waarmee de schoonheid en mate van vervuiling in de openbare ruimte bepaald wordt. Tijdens een CROW (KOR-2018) beeldkwaliteit meting wordt de mate van vervuiling van 100 m² visueel beoordeeld op de aanwezigheid van fijn (1-10 cm) en grof zwerfafval (> 10cm). Zwerfafval wordt gedefinieerd als: *“zwerfafval is niet verzameld afval dat mensen bewust of onbewust weggooien of achterlaten op plaatsen die daar niet voor bestemd zijn, of door indirect toedoen of nalatigheid van mensen op die plaatsen is terechtgekomen. Niet verzameld marktafval en drijfafval behoren eveneens tot de categorie zwerfafval.”* Organisch afval zoals groente- en fruit afval is uitgezonderd.

3.6 Uitvoering van monitoring

Voor de uitvoering van de monitoring op rivieroever zijn veldwerkers nodig. Om te bepalen wie het onderzoek op de rivieroever kan uitvoeren is er een inventarisatie gedaan van mogelijke groepen/ personen. Voor het bepalen van geschikte groepen/ personen voor de uitvoering van de monitoring is er een vergelijking gedaan van de inzet van 1) omgevingsmanagers van Rijkswaterstaat en/of ingehuurd aannemers voor onderhoud 2) onderzoeksbureau en/of professionals via non-gouvernementele organisatie 3) vrijwillige veldwerkers aangestuurd door coördineerde organisatie.

Daarnaast zijn de factoren waarmee rekening gehouden moet worden bij de uitvoering van de monitoring uitgewerkt. Deze zijn bepaald aan de hand van praktijkervaringen van monitoring in het veld tijdens SR metingen en monitoringsprogramma's van RWS. Dit gaat om

- 1) de veiligheid van de veldwerkers
- 2) waarborging van de betrouwbaarheid van gegevens in relatie van de timing van de monitoring en
- 3) voorkomen van natuurverstoring.

4 Resultaten en gemaakte keuzes voor de monitoringsmethodiek

4.1 Introductie

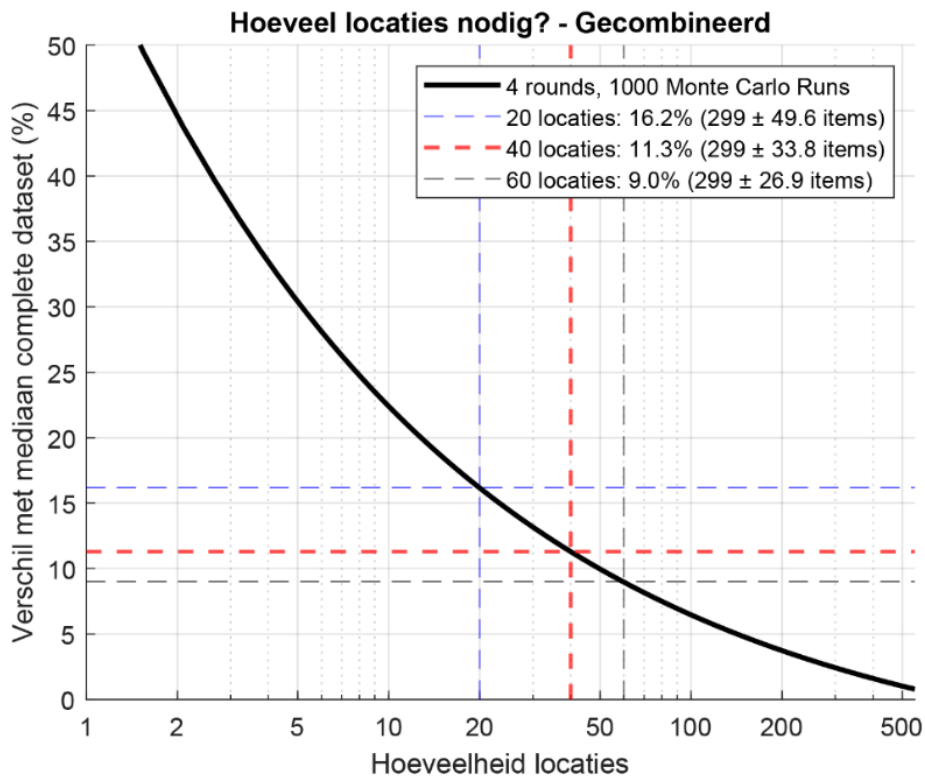
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de uitgevoerde analyses en uitgevoerde experimenten beschreven en wordt er toelichting gegeven over de gemaakte keuzes en afwegingen. Het resultaat van alle keuzes en afwegingen is de monitoringsmethodiek, deze staat beschreven in R006 Boonstra et al 2023.

4.2 Selectie meetlocaties

In deze paragraaf worden de resultaten beschreven van de uitgevoerde analyses voor het bepalen van het aantal en type locaties voor de monitoringsmethodiek.

4.2.1 Aantal meetlocaties

Zoals beschreven in hoofdstuk 3, vormt een Monte Carlo analyse op de SR dataset de basis van het aantal oevers dat binnen dit monitoringsproject geselecteerd is. Het resultaat hiervan is te zien in Figuur 4.1.

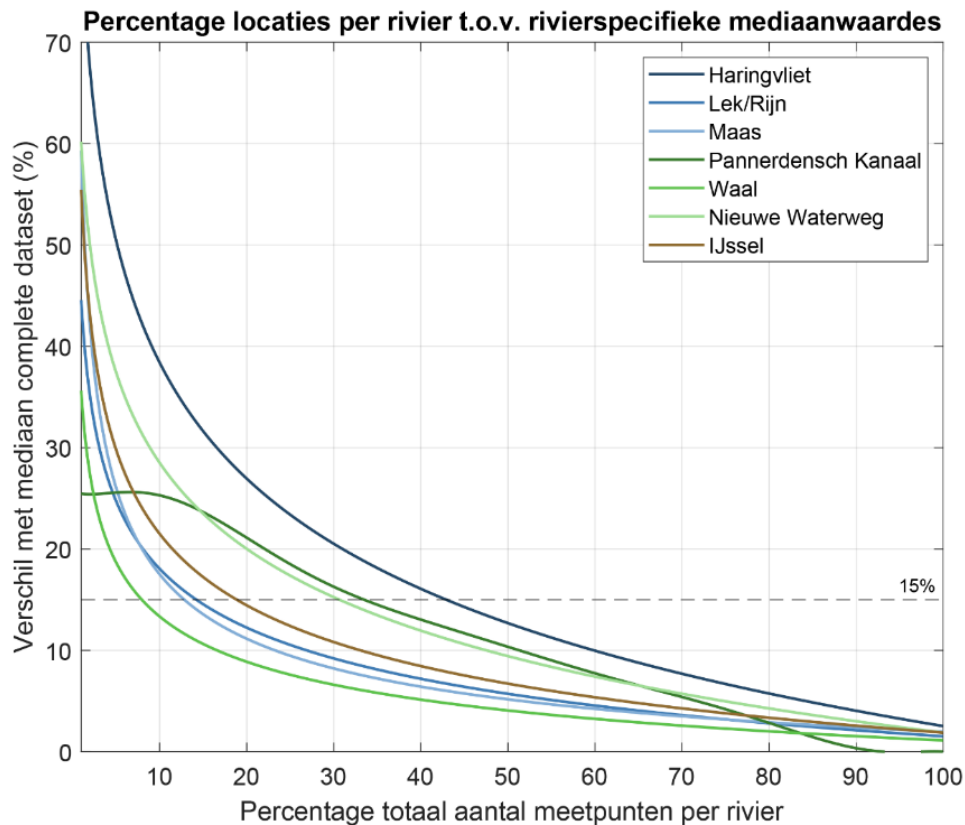


Figuur 4.1 Aantal locaties en verwachte betrouwbaarheid, uitgedrukt in percentage verschil met de mediaan uit complete SR-dataset, bestaande uit 511 locaties.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Uit dit figuur blijkt dat bij het selecteren van 40 willekeurige locaties, een gemiddeld verschil (betrouwbaarheid/ onnauwkeurigheid) van 11,3% verwacht kan worden ten opzichte van het gebruik van 500 locaties. Dit houdt in dat de mediaanwaarde (299) gemiddeld genomen met zo'n 33,8 items zal afwijken. Een opvallend gegeven is dat het gebruik van 60 locaties resulteert in een toename in nauwkeurigheid van slechts 2,3%. Wanneer er echter 20 locaties gebruikt worden in plaats van 40, is het gemiddelde verschil 16,2% (een 4,9% afname in betrouwbaarheid ten opzichte van 40 locaties).

Een factor die meegenomen dient te worden is het grote verschil tussen het aantal getelde zwerfafvalstukken in de voorjaarsmeting en najaarsmeting binnen het SR project. Gegeven de verschillende mediaanwaardes (respectievelijk 152 items/meting en 378 items/meting) en spreiding, is vastgesteld dat de procentuele verschillen met de mediaanwaarde vergelijkbaar zijn wanneer de voorjaars- en najaarsmeting als apart worden beschouwd.



Figuur 4.2 Percentages locaties per rivier ten opzichte van rivier specifieke mediaanwaardes. De grafiek laat zien dat voor bijvoorbeeld het Haringvliet er in verhouding meer locaties nodig zijn dan voor de Waal om dezelfde zekerheidsmarge te behalen. De rivieren die bij een laag 'percentage totaal aantal meetpunten per rivier' de zekerheidsmarge van 15% benaderen, vertonen een homogener beeld qua zwerfafval.

Een factor die meegewogen wordt in de selectie van de meetlocaties is het verschil in verspreiding van de getelde zwerfafvalstukken tussen de rivieren. Figuur 4.2 laat zien dat voor de Waal procentueel minder meetpunten nodig zijn dan voor het Haringvliet om binnen een bepaalde marge af te wijken van de mediaanwaarde van de rivier in kwestie. Bijvoorbeeld, voor een theoretische 15% afwijking met de mediaan zijn voor de Waal slechts 8% van alle SR meetpunten nodig (~ 6,8 meetpunten), terwijl dit voor de Haringvliet 43% van alle meetpunten (~18 meetpunten) betreft voor dezelfde zekerheidsmarge. Er is uiteindelijk overwogen om deze verschillen niet mee te wegen in de selectie van de punten, aangezien veel andere (lokale) factoren zwaarder meewegen in de uiteindelijke meetlocaties. Dit wordt in paragraaf 4.3 toegelicht.

4.2.2 Op welke locaties wordt er gemeten?

Recent onderzoek heeft aangetoond dat de ruimtelijke variatie tussen verschillende rivieren invloed heeft op de samenstelling van aangetroffen zwerfafval (van Emmerik & de Lange, 2021). Er is daarom bepaald dat er op elke rivier binnen de scope van het project op meerdere representatieve locaties gemonitord moet worden. Dit kan op 3 manieren bepaald worden namelijk:

- Op basis van een evenredige selectie naar aantal SR meetpunten per rivier
- Op basis van een evenredige selectie naar rivierlengte
- Op basis van variatie en nauwkeurigheden binnen de verschillende rivieren (Figuur 4.2 en Figuur 4.3)



Figuur 4.3 Meetlocaties van Schone Rivieren project per riviergebied (511 locaties) in de periode 2017-2021

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Op basis van een evenredige selectie (aantal SR punten per rivier en naar rivierlengte)

Een evenredige ruimtelijke spreiding binnen de rivieren is nodig om landelijk een representatief beeld te geven, en te voorkomen dat door sterke clustering mogelijke verschillen tussen bovenstroomse gebieden en riviermondingen slecht of niet te verklaren zijn. Zo blijkt bijvoorbeeld uit de Lange et al. (2022, in review) dat de ruimtelijke variatie veel zwaarder meeweegt dan de temporele variatie voor de compositie en hoeveelheid gevonden zwerfafval. Als bijvoorbeeld bij 8 punten vlakbij Maastricht in de Grensmaas wordt gemeten, en 1 punt bij de monding, kan een eventueel verschil tussen de hoeveelheden en compositie zwerfafval moeilijk worden verklaard door het gebrek aan tussenliggende metingen.

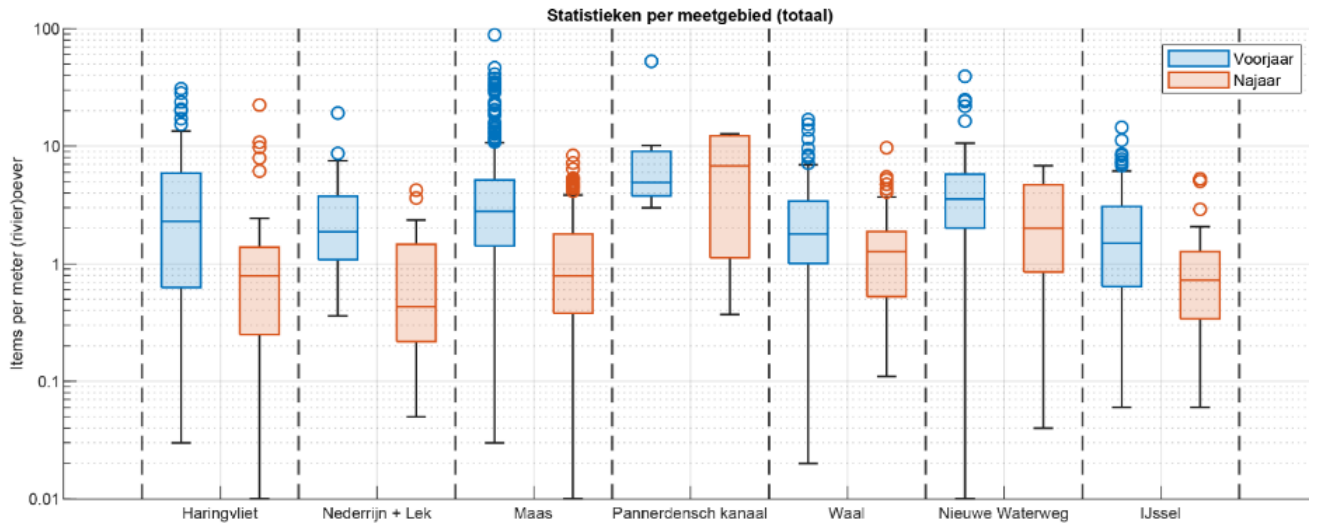
In Tabel 4.1 zijn de hoeveelheid locaties per riviertak op basis van de evenredige selectie weergegeven. Er zijn ongeveer 500 SR locaties, dus om naar evenredigheid op 40 locaties uit te komen, wordt het aantal SR locaties per rivier gedeeld door 12,5. Ten voorbeeld, er zijn 174 SR meetlocaties voor de Maas, wat zou resulteren in 14 locaties (naar boven afgerond) wanneer er terug wordt geschaald naar 40 locaties. Als deze zelfde verdeling op basis van de lengte van de Maas (260,4 km) wordt gemaakt, zouden 15 locaties voor de Maas een evenredige selectie vormen. Aangezien het verschil met selectie op basis van het aantal SR-meetpunten minimaal is, zijn beide methodes geschikt voor de bepaling van het aantal punten per rivier. Op basis van evenredigheid zou het Pannerdensch kanaal zonder afronding 0,6 meetlocaties hebben, en dat valt niet te realiseren.

Tabel 4.1 Analyse evenredige verdeling van meetlocaties. De tabel laat zien hoeveel locaties nodig zijn bij het terug schalen van 511 naar 40 locaties, op basis van rivierlengte (derde kolom) en naar het aantal reeds bestaande SR-locaties (vijfde kolom). De laatste kolom geeft het verschil tussen deze weer.

Rivier	Lengte rivier (km)	Naar rivierlengte		Naar aantal SR locaties	
		40 locaties	511 locaties	40 locaties	Vershil
Haringvliet	53,4	2,9	42	3,3	0,3
Lek/Rijn	107	5,9	89	7,0	1,1
Maas	260,4	14,4	174	13,6	-0,8
Pannerdensch Kanaal	11,2	0,6	5	0,4	-0,2
Waal	115	6,4	85	6,7	0,3
Nieuwe Waterweg	59,1	3,3	43	3,4	0,1
IJssel	118	6,5	73	5,7	-0,8
Totaal	724.1	40	511	40	-

Figuur 4.4 toont de spreiding van de getelde zwerfafvalstukken per rivier van de SR dataset. Twee hoofdboodschappen uit dit figuur zijn:

- 1) De hoeveelheid zwerfafvalstukken per meter rivieroever is significant en consistent hoger in het voorjaar dan in het najaar, en
- 2) Er zijn verschillen in zowel de spreiding als de hoeveelheid van de getelde zwerfafvalstukken tussen de rivieren. Hieruit volgt de keuze voor een individuele aanpak per rivier, waarbij er gekeken wordt naar de spreiding van aangetroffen zwerfafval bij het bepalen van geschikte meetlocaties.



Figuur 4.4 Statistieken per meetgebied. Spreiding van het aantal items per meter rivieroever voor de 7 verschillende rivierhoofdtakken. De statistieken zijn voor het voorjaar en najaar apart weergegeven. In 6 van de 7 riviergebieden is de dichtheid van afvalstukken op de oevers hoger in het voorjaar (blauw) dan in het najaar (rood). Gebaseerd op SR data van 2017-2021.

Op basis van variatie en nauwkeurigheden binnen de verschillende rivieren

De derde manier betreft selectie op basis van variatie in hoeveelheid gevonden zwerfafval binnen de verschillende rivieren. Zoals eerder toegelicht, zijn voor de Waal procentueel minder meetpunten nodig dan de Haringvliet om eenzelfde zekerheidsmarge te benaderen. Wanneer er voor de Maas een lagere zekerheidsmarge (afwijking van rivier specifieke mediaanwaarde) gewenst is dan voor bijvoorbeeld de Waal, kan dit bepaald worden aan de hand van de statistiek. Bij een gelijke zekerheidsmarge van 15% of 25% ziet een mogelijke verdeling eruit zoals in Tabel 4.2. De verdeling op basis van rivier specifieke zekerheidsmarges verschilt enorm van selectie op basis van evenredige principes, zoals weergegeven in Tabel 4.1. Voor verdere selectie is gekozen om te selecteren op basis van evenredigheid in rivierlengte om de ruimtelijke variatie zo nauwkeurig mogelijk in kaart te kunnen brengen.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

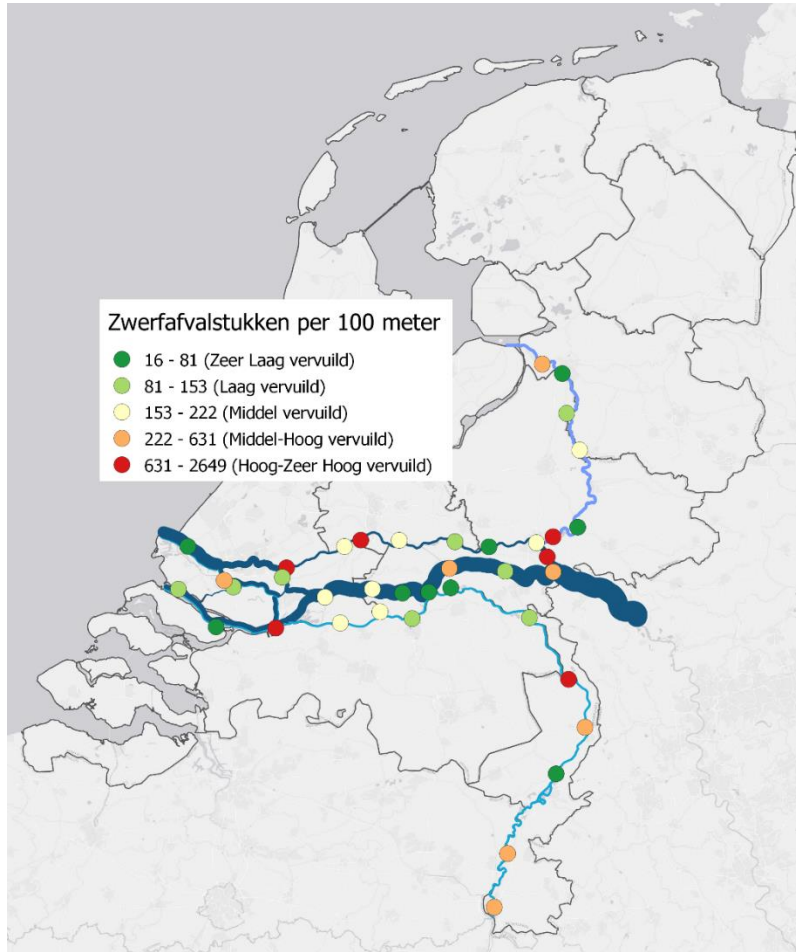
Tabel 4.2 Benodigd aantal locaties voor rivier specifieke mediaanafwijkingen en bijbehorende verdeling van locaties

Rivier	15% mediaanafwijking		25% mediaanafwijking	
	locaties (%)	Locaties (aantal)	locaties (%)	Locaties (aantal)
Haringvliet	42,9	18	22,6	9
Lek/Rijn	14,2	13	4,9	4
Maas	12,8	22	5,4	9
P.densch Kanaal	33,5	2	11,2	1
Waal	8,0	7	2,5	2
Nieuwe Waterweg	30,6	13	13,3	6
IJssel	18,9	14	7,4	5
Totaal		88		37

Bij de selectie van deze locaties is ook rekening gehouden met een gelijkwaardige verdeling in mate van vervuiling op basis van de resultaten van eerdere uitgevoerde SR-metingen. De mate van vervuiling is per rivier bepaald door locaties te selecteren met telwaarden rond of onder het 25 percentiel (laag vervuild), rond de mediaanwaarde (middel vervuild) en rond of boven het 75 percentiel (hoog vervuild). Deze categorische indeling is, met inachtneming van de gegevens in Figuur 4.4, kwantitatief verschillend per riviergebied. Een laag vervuilde locatie in de Rijn zou dus een middelmatig vervuilde locatie in de Waal kunnen zijn. In Figuur 4.5 is weergegeven welke vervuilingwaarden bij welke locaties horen.

Tabel 4.3 Mate van vervuiling en bijbehorende grenswaarden voor categorisering. Gebaseerd op SR data van 2017-2021.

Mate van vervuiling	In aantallen	Aantal locaties op basis van SR metingen
Zeer laag	16-81	153
Laag	81-153	121
Middel	153-222	96
Middel hoog	222-631	180
Zeer hoog	631-2.649	49



Figuur 4.5 Ruimtelijke weergave vervuilingsgraad van de geselecteerde locaties van het monitoringsprogramma. De getallen geven het gemiddeld aantal aangetroffen stuks zwerfafval per 100 meter oever weer zoals in Schone Rivieren is vastgelegd. De 5 groepen zijn gebaseerd op kwantielen (20%) waarbij elke groep evenveel punten bevat. Gebaseerd op SR data van 2017-2021.

4.2.3 Diversiteit in oevertype

De verblijftijd van zwerfafval op oevers kan door verschillende factoren beïnvloed worden. Ten eerste speelt de getijdedynamiek een rol, door de instroom van het getij is er een lager netto transport van drijvend zwerfafval in de zeeën en oceanen (Browne et al. 2010). Op oevers waar het getij een rol speelt is de interactie met het rivierwater dus anders dan waar de stroming niet door getij beïnvloed wordt. Op deze locaties kunnen andere factoren zoals de wind, afvoer, scheepvaart etc. wel de stroming beïnvloeden.

Een andere factor is de aanwezigheid van vegetatie op oevers. Vegetatie bevordert voor alle type oevers de tijdelijke opslag van zwerfafval (Ivar do Sul et al. 2014; Tramoy et al. 2020). Daarnaast zorgen de verschillende typen oeverbekleding, zoals beschreven in hoofdstuk 7 van het monitoringsprotocol, eveneens voor een andere dynamiek in zwerfafvaluitwisseling tussen oever

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

en rivier. De verschillende typen oeverbekleding van het meetvak zijn onderverdeeld in 7 categorieën: zandige oever, schelpenoever, grindoever, stortstenen oever, schorren en slikken, grasland, en vegetatie (anders dan gras) oever. In de volgende sectie (overige lokale factoren) worden enkele factoren zoals verschillen in hydrodynamica en de oever oriëntatie verder toegelicht. In de selectie is voor het geven van een representatief beeld rekening gehouden met variatie binnen deze factoren.

4.2.4 Areaal in beheer van Rijkswaterstaat

De geselecteerde locaties zijn getoetst naar eigendom, beheer en onderhoud. Er is vastgesteld in hoeverre dit onder RWS valt, want door gebruik van RWS areaal is de continuïteit in toegankelijkheid makkelijker af te stemmen met RWS als uitvoerende opdrachtgever. Aanvankelijk zijn hierdoor twee geselecteerde locaties vervangen door vergelijkbare alternatieven omdat deze binnen particulier beheer vielen. De uitwerking per locatie is te vinden in R006, Boonstra et al 2023 en aantal locaties vallen onder beheer van een lokaal waterschap of Staatsbosbeheer, maar deze zijn wel publiek toegankelijk.

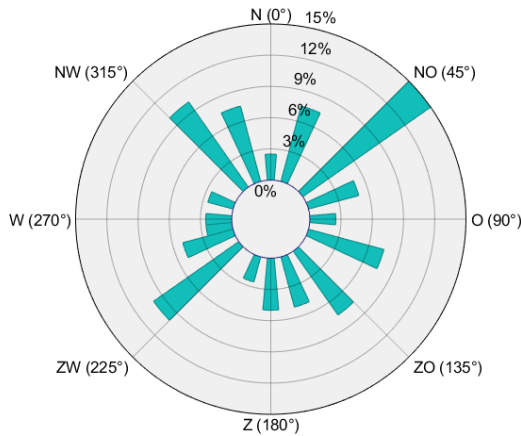
4.2.5 Overige lokale factoren

De overige lokale factoren die binnen dit monitoringsprogramma vallen zijn: variatie in hydrodynamica, variatie in aanwezige vegetatie -en oeverbekleding, de wijze waarop de oever gebruikt wordt, bevolkingsdichtheid, aanwezigheid van nabije afvalbronnen, recreatiegebieden en de frequentie van opruimactiviteiten. In R006, Boonstra et al 2023 is een uitgebreide uitwerking van de stratificatie, randvoorwaarden, representatiecriteria en RWS specifieke criteria beschreven.

Variatie in hydrodynamica

Voor de oevertypes binnen dit monitoringsprogramma zijn er enkele factoren die de uitwisseling (depositie en mobilisatie) van zwerfafval en rivieroever beïnvloeden. Zo beïnvloedt de oeveroriëntatie in combinatie met de dominante windrichting de uitwisseling van zwerfafval. Echter, zoals geconcludeerd in Roebroek et al. (2021) heeft de windsnelheid naast enkele andere factoren een lage significante correlatie ($R^2 = \max 0.15$) met aanwezigheid van zwerfafvalstukken. Dit betekent dat een factor zoals windsnelheid geen relevante bijdrage levert aan de aanwezigheid van zwerfafvalstukken op rivieroever. Figuur 4.6 laat de variatie van de oeveroriëntatie voor de geselecteerde monitoringslocaties zien. De oevers zijn in elke windrichting georiënteerd, wat het een geschikte selectie maakt. Door gelijkmatige spreiding van de oevers over verschillende windrichtingen ontstaat er geen bevooroordeelde situatie waarbij de invloed van windrichting niet getoetst kan worden.

Een andere factor die een rol speelt bij de hydrodynamica is de aanwezigheid van kribben en de resulterende kribvlakstroming (LeQuéré, 2017). In totaal zijn 18 van de 40 locaties gekarakteriseerd door kribben van verschillende lengte, hoogte en breedte.



Figuur 4.6 Oeveroriëntaties van de geselecteerde oevers van het monitoringsprogramma. Percentages geven het procent van de totale hoeveelheid oevers aan (40). In elke richting windrichting is tenminste 1 oever aanwezig.

Variatie in aanwezige vegetatie - en oeverbekleding

Zoals eerder beschreven heeft vegetatie een bevorderende rol op het vasthouden van zwerfafvalstukken op oevers, met name na hoogwater. Om het effect hiervan te kunnen bestuderen met de jaarmeting is gekozen voor variatie tussen de 40 locaties. De vegetatie en het oevergebruik (hoofdtype volgens CBS bestand bodemgebruik) zijn per locatie uitgebreid beschreven in R006, Boonstra et al 2023. Enkele voorbeelden zijn in Tabel 4.4 weergegeven. De verschillende typen oeverbekleding meegenomen in de selectie zijn als volgt: laag gras, hoog gras, bomen, lage vegetatie, hoge vegetatie, struiken en riet. Uit de jaarmeting zal blijken in hoeverre de aanwezige vegetatie een belemmering vormt voor het monitoren van de oevers.

Tabel 4.4 Enkele voorbeelden van de vegetatie en het oevergebruik

Vegetatie (Foto)	Vegetatie (beschrijving)	Landgebruik
	Hoge dichtheid bomen, struiken en gras	Droog natuurlijk terrein
	Stenen (2-3 meter), daarna gras Verderop middelhoge struiken	Overig agrarisch gebruik

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Vegetatie (Foto)	Vegetatie (beschrijving)	Landgebruik
	Stenen (2-3 meter), daarna gras Fietspad in meetvak	Openbare Voorziening / Bebouwd

Oevergebruik

Zoals weergegeven in Tabel 4.4 en in R006, Boonstra et al 2023. is per meetlocatie het oevertype beschreven. Hiervoor is gebruik gemaakt van CBS Bestand Bodemgebruik en satellietbeelden en foto's van Google Earth. Door variatie binnen het oevergebruik mee te nemen in de selectie van de locaties wordt een bijdrage geleverd aan het beantwoorden van beleidsvraag C (Hoe schoon zijn de Nederlandse oevers van Rijkswateren als geheel en welke nuances moeten bij de beoordeling toegevoegd worden?) en beleidsvraag D (Welke omgevingsfactoren hebben invloed op de schoonheid van oevers?). De verschillende typen oevergebruik binnen de selectie zijn: nat natuurlijk terrein, droog natuurlijk terrein, semi-verhard overig terrein, bebouwd, bedrijfsterrein, woongebied (bebouwd), openbare voorziening en dagrecreatie terrein.

Bevolkingsdichtheid

Voor de variatie in bevolkingsdichtheid is er ten eerste rekening gehouden met drie verschillende hoofdlandtypes: landelijk, industrieel en stedelijk. Als toevoeging is de dichtstbijzijnde bovenstroomse bevolkingskern per locatie genoteerd met het aantal inwoners en de hemelsbrede afstand naar het centrum van de bevolkingskern. Een voorbeeld is weergegeven in Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hoofdtypes landgebruik, dichtstbijzijnde bovenstroomse bevolkingskernen en hemelsbrede afstand tot de meetlocatie (twee voorbeelden)

Landtype	Dichtstbijzijnde bevolkingskern(en) en inwoners (bovenstrooms)	Afstand bevolkingskern (km)
Landelijk	Roermond (45.095)	6.9
Stedelijk	Cuijk (17.260)	0.0

Aanwezigheid van nabije afvalbronnen

Voor elke locatie is de dichtstbijzijnde bovenstroomse rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) en de hemelsbrede afstand tot de (RWZI) genoteerd. Andere afvalbronnen zoals riooloverstorten of tijdelijke bouwwerkzaamheden zijn tot dusver niet meegenomen in de selectie en representatiecriteria van de oevers, maar kunnen na de jaarmeting worden vastgesteld en hun eventuele invloed op de monitoring. Zo is bijvoorbeeld een halffabricaafabriek in de IJssel een logische reden tot een grotere hoeveelheid gevonden plastic pellets bij Kampen. Een ander voorbeeld is de grote hoeveelheid gevonden boterkuipjes in de Maas zonder datum. Het is aannemelijk dat deze door één bedrijf bovenstrooms in de Maas terecht zijn gekomen tijdens de

overstromingen in 2021, waardoor er met enige regelmaat benedenstrooms boterkuipjes teruggevonden worden.

Frequentie en periode van opruimactiviteiten

Deze factor is niet meegenomen in de keuzes van de oevermonitoringslocaties. Wel kan achteraf tijdens de data analyse geconstateerd worden of grotere en/of geplande opruimacties invloed hebben gehad. Het is niet mogelijk om de invloed van individuele opruimacties te achterhalen.

4.3 Meetlocaties van monitoringsprogramma

Op basis van de uitgevoerde analyses zijn er 40 locaties geselecteerd voor het monitoringsprogramma. In Figuur 4.7 zijn de meetlocaties aangegeven op de kaart.



Figuur 4.7 Meetlocaties per riviergebied en selectie van 40 meetlocaties van het monitoringsprogramma. De grote cirkels geven de 40 geselecteerde locaties weer, de kleine cirkels zijn alle beschikbare SR locaties.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

In R006, Boonstra et al 2023 is de locatielijst opgenomen. Daarin staan de exacte locaties van de meetlocaties en is er informatie opgenomen over toegankelijkheid (min. lopen vanaf parkeren), check van veilige betreding, mate vervuiling op basis van SR dataset, oriëntatie, foto van de vegetatie, vegetatie (beschrijving), landgebruik, landtype, dichtstbijzijnde bevolkingskern(en) (inwoners) (bovenstreams), afstand bevolkingskern (km), aanwezigheid (afval)bronnen (afstand in km, bovenstreams), binnenbocht/buitenbocht, eigenaar, beheerder en nabijheid MWTL locatie (meter).

4.4 Monitoringsfrequentie en -periode

Een van de aanbevelingen van de evaluatie van de toepassing van het River-OSPAR protocol op Nederlandse rivierenoevers is het verhogen van de meetfrequentie. Met het verhogen van de meetfrequentie wordt het mogelijk om meer inzicht te krijgen in de variatie in tijd en invloed van hydrometeorologische factoren op de hoeveelheden zwerfafval die worden aangetroffen. Er is daarom gekozen om de meetfrequentie te verhogen naar vier keer per jaar.

Voor het bepalen van de meetfrequentie is rekening gehouden met de timing van de hoogwaterpiek op de rivieren in het voorjaar en de dichtheid van begroeiing op de rivieroever in de zomer. De dichtheid van de begroeiing op de rivieroever bepaalt de toegankelijkheid van het gebied voor het uitvoeren van het onderzoek en de mogelijkheid voor het achterblijven van afval in de vegetatie.

Het is belangrijk om tijdens de 4 meetmomenten in een jaar de metingen zo consistent mogelijk uit te voeren voor hogere precisie en betrouwbaarheid van de meetresultaten. Dat betekent dat de meetperiode zo kort mogelijk moet zijn om de invloed van omgevingsfactoren (zoals hoogwater, regenval, harde wind, opruimacties) zoveel mogelijk uit te sluiten. Om de 40 metingen zo consistent mogelijk uit te kunnen voeren, is gekozen voor een meetperiode van maximaal 14 dagen. Op deze manier liggen de 40 metingen in de tijd zo dicht mogelijk bij elkaar, maar blijft de indeling flexibel in het geval dat een meting moet worden uitgesteld in verband met ziekte, slechte weersomstandigheden etc. Ervan uitgaande dat er 4 meetperiodes van 2 weken in de jaarmeting worden uitgevoerd is er gekozen voor de volgende meetmomenten:

- Periode januari tot uiterlijk eind maart. Er wordt binnen 2-5 dagen na een hoogwaterpiek een oproep gedaan om te gaan meten indien het veilig is. Dan is er 2 weken tijd om de meting uit te voeren. Is er eind maart nog geen hoogwatergolf geweest dan wordt de eerste meting uitgevoerd begin april.
- Laatste week van april en eerste week van mei
- Laatste week van juli en eerste week van augustus
- Laatste week van oktober en eerste week van november

4.4.1 Timing/ bepalen van de juiste tijd

Voor 9 locaties heeft het getij invloed op de waterstand wanneer het hoog- of laagwater is (zie R006, Boonstra et al 2023). Dit kan per dag verschillen. Er is een risico aanwezig dat tijdens het veldwerk bij opkomend hoog water, de veldwerker ingesloten kan worden door het water. De

meting moet daarom vanaf één uur na hoogwater gestart worden. Dit kan bepaald worden na raadpleging van de website Waterinfo waar de tijden van hoog- en laagwater staan vermeld. Met deze voorzorgmaatregel wordt het risico hierop geminimaliseerd.

4.4.2 Veiligheid

Om een veilige uitvoering van de veldwerkzaamheden te kunnen waarborgen is een Veiligheids- en Gezondheidsplan opgesteld. In dit document zijn de taken en verantwoordelijkheden van de betrokken partijen ten aanzien van veiligheid vastgelegd. Ook is er een risico-inventarisatie opgesteld (zie R006, Boonstra et al 2023 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

De grootste risico's bij uitvoering van de monitoring is het oplopen van lichamelijk letsel door:

- Uitglijden of struikelen
- Extreme weersomstandigheden
- Agressie van boze omwonenden of andere oevergebruikers
- Loslopende dieren (bijvoorbeeld jong vee)

De volgende maatregelen kunnen genomen worden om de kans op lichamelijk letsel te voorkomen (zie verder dit hoofdstuk en R006, Boonstra et al 2023):

- Het dragen van de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen om mogelijke besmettingen en verwondingen te voorkomen.
- Vooraf checken van getij en weersvoorspellingen. Tenminste een 1 uur na hoog water gaan meten en meting uitstellen bij zware regen, wind en onweer of bij hoge of zeer koude temperaturen.
- Andere toegang zoeken indien er loslopende dieren rondlopen, melding doen en uitstellen van monitoring.

De veldwerkers hebben voor de uitvoering van de jaarmeting 2022/2023 een vrijwilligerscontract ondertekend waarin staat opgenomen dat zij vrijwillig veldwerkzaamheden verrichten. Hierin staan de veiligheidsmaatregelen opgenomen uit het IVP waaraan de vrijwilliger zich moet houden. Bij elke meting is één persoon verantwoordelijk voor het actief aanmelden bij de start van de werkzaamheden alsmede de afmelding aan het eind van de dag. Dit kan gemeld door middel van de monitoringsapp op de telefoon.

4.4.3 Voorkomen van natuurverstoring

Met het opschalen van het aantal meetmomenten naar vier keer per jaar is het onvermijdelijk dat er ook in het broedseizoen gemonitord moet worden. De inschatting is dat het aantal broedgevallen op potentiële monitoringlocaties beperkt zal zijn maar dat wanneer een broedgeval wordt geconstateerd hier met gepaste zorg mee om wordt gegaan. Een minimale afstand van tien meter tot een nest is gewenst.

4.5 Aanpassingen en uitbreiding meetprotocol

Voor het beantwoorden van de beleids- en beheersvragen (A, B en C) en aan de hand van de eerder uitgevoerde evaluatie van de River-OSPAR methodiek is het meetprotocol aangepast en

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

aangevuld. In deze paragraaf is de onderbouwing voor de aanpassingen in het meetprotocol beschreven.

4.5.1 Kenmerken van het meetvak

Om meer informatie te verkrijgen over kenmerken van de meetlocatie zijn er vragen opgenomen over type oeverbekleding, landgebruik en aanwezige vegetatie voor het beantwoorden van beleids- en beheersvraag D (zie Tabel 2.1.). Deze informatie is relevant vanwege het feit dat deze factoren een rol spelen waar, wanneer en hoelang het zwerfafval op de oever aanspoelt en/of achterblijft

4.5.2 Telling van zwerfafval

De River-OSPAR turflijst voor de registratie van zwerfafval op de rivieroever is uitgebreid met een aantal extra afvalitems. Dit betreffen alternatieven voor wegwerp plastic artikelen zoals kartonnen rietjes. Dit maakt het mogelijk om de aanwezigheid van deze producten in het milieu te monitoren en bij het beantwoorden van beleids- en beheersvraag B (zie Tabel 2.1.). Deze informatie kan relevant zijn voor toetsing van de effectiviteit van ingestelde verboden op o.a. plastic rietjes.

4.5.3 Registratie van taal en houdbaarheidsdatum

Het meetprotocol is uitgebreid met de registratie van taal en houdbaarheidsdatum van items met leesbare etiketten. Deze gegevens kunnen later gebruikt worden voor de uitvoering van analyses voor bepalen van de herkomst van zwerfafval en transportwegen.

4.5.4 Massabepaling

Voor de massabepaling van zwerfafval op rivieroever, is een weging van het aangetroffen afval toegevoegd. Hiermee kan er waardevolle informatie verzameld worden over dichtheid van massa in plaats van alleen het aantal aangetroffen items. Deze informatie kan helpen bij de verdere ontwikkeling van beleid gericht op het verminderen en opruimen van rivierafval.

4.5.5 Aanwezigheid van plastic pellets

Er zijn verschillende methoden waarin de aanwezigheid van pellets gemeten kan worden. De pellets kunnen steekproefsgewijs geteld worden, er kan een schatting van de hoeveelheid korrels gemaakt worden of enkel de aanwezigheid kan worden vastgesteld. Plastic pellets zijn oorspronkelijk niet meegenomen in de vraagspecificatie voor het opstellen van de monitoringsmethodiek, omdat plastic pellets met een grootte van maximaal 0,5 centimeter kleiner is dan de gevraagde afvalsoorten.

Doordat plastic pellets frequent voorkomen (Schone Rivieren, 2020), is in overleg met RWS besloten alleen de aanwezigheid van plastic pellets op te nemen in de meting ten behoeve van de tijd en efficiëntie van de meting.

4.5.6 Beeldkwaliteitsmeting

Voor het bepalen van de beeldkwaliteit is er door het consortium een methodiek ontwikkeld. De beeldkwaliteitsmeting op de rivieroever is zo veel mogelijk afgestemd op de CROW

Kwaliteitscatalogus openbare ruimte voor zwerfafval. Het uitgangspunt is dat de resultaten vergeleken kunnen worden met CROW metingen in de openbare ruimte. Er is daarom gekozen voor een vergelijkbare methodiek. De meting wordt uitgevoerd in een meetvak van 100 m² en telling van aantal stuks grof afval. Daarna wordt een gedetailleerde meting van fijn zwerfafval op 1 m² uitgevoerd.

De volgende factoren zijn meegenomen in de verdere ontwikkeling van het meetprotocol:

- het meest vervuilde gebied ligt vaak op of bij de hoogwaterlijn
- bij afwezigheid van de hoogwaterlijn, ligt het meest vervuilde deel vaak bij de waterlijn, of het gebied net stroomafwaarts in een rivierkrib
- oevervegetatie is bevorderend voor het ophopen en vasthouden van zwerfafval

Om de klasse van vervuiling te bepalen is een meetlat beeldkwaliteit zwerfafval op rivieroever ontwikkeld in afstemming met RWS. Deze maakt gebruik van de vier normeringswaarden uit het systeem volgens CROW Kwaliteitscatalogus openbare ruimte. Deze is gebaseerd op de vergelijkbare meetlat Water-oever-drijfvuil (RAW code 70.80.31/70.80.81). De meetlat is opgenomen in Tabel 4.6 inclusief een voorbeeldfoto.

4.5.7 Methodiek




De beeldkwaliteit van de rivieroever wordt visueel in het veld bepaald net zoals in de beeldkwaliteitmeting van de CROW Kwaliteitscatalogus openbare ruimte voor zwerfafval. Tijdens de beeldkwaliteitmeting wordt het aantal stuks grof en fijn zwerfafval op de 100 m² meest vervuilde rivieroever geteld. Dit exacte locatie van de meest vervuilde plek kan variëren per meetronde. Als eerste wordt de hoeveelheid grof zwerfafval bepaald in de meest vervuilde 100 m² van de meetlocatie, gevolgd door een gedetailleerde meting van fijn zwerfafval de meest vervuilde 1 m² binnen het 100 m² gebied.

4.5.8 Meetvak

Meestal is de meest vervuilde 100 m² een lange strook van 100 bij 1 meter langs de hoogwaterlijn, maar dat hoeft niet. In het gekozen gebied wordt het grove zwerfafval (> 10 cm) geteld. De detailmeting voor fijn zwerfafval (1-10 cm) wordt uitgevoerd op de meest vervuilde vierkante meter van het 100 m² oppervlak. Bij meer dan 50 fijne zwerfafvalitems op 1 m² wordt een schatting gemaakt van het aantal stuks. Fijn zwerfafval kleiner dan 0,5 cm wordt niet geteld en volgt daarmee dezelfde meetinstructie als CROW.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Tabel 4.6 Meetlat beeldkwaliteit zwerfafval op rivieroever

Voorbeeldfoto	Klasse	Aantal gevonden stuks > 10 cm afval per 100 m ²
	A+/A: Zeer beperkte vervuiling	0 – 5 stuks
	B: Matige vervuiling	6-10 stuks
	C: Vervuild	11-15 stuks
	D: Extreem vervuild	> 15 stuks

De verzamelde gegevens van fijn en grof zwerfafval op de rivieroever worden in aantallen geregistreerd. Op die manier kunnen de gegevens kwantitatief worden vergeleken met de hoeveelheden zwerfafval geregistreerd met de rivieroeverafvaltellingen én kunnen ze na een interpretatieslag kwalitatief worden gemaakt met behulp van een meetlat voor de beeldkwaliteit van zwerfafval op rivieroever. Na de jaarmeting kan er eventueel met de meetresultaten bepaald

worden waar de boven- en ondergrens ligt van de normering op de meetlat op basis van het aantal gevonden items tijdens de beeldkwaliteitsmeting. Doordat hoeveelheden fijn en grof zwerfafval in werkelijke aantallen zullen worden geregistreerd en niet in klassen, is het mogelijk de meetlat op elk gewenst moment de herijken of te koppelen aan andere metingen.

4.6 Opruimen van het afval na monitoring

Tijdens het veldonderzoek wordt aangetroffen zwerfafval geturfd en vervolgens opgeruimd. Dit heeft drie redenen.

Ten eerste is er wegens praktische overwegingen gekozen voor het verzamelen van afval tijdens het veldonderzoek in een vuilniszak waarna het zwerfafval op een overdekte locatie wordt geanalyseerd en geregistreerd.

Een tweede reden om het afval op te ruimen is het voorkomen van dubbel tellen van afval. Het verwijderen van het zwerfafval uit het veld maakt het mogelijk onderscheid te maken tussen verschillende accumulatieprocessen van het zwerfafval op rivieroever. Bekende accumulatieprocessen zijn:

- accumulatie vanuit de rivier na een hoogwaterpiek waarbij de rivieroever overspoeld zijn geweest
- lokale accumulatie vanaf het land van lokale bronnen zoals bijvoorbeeld recreatie op de rivieroever.

Na een hoogwaterpiek wordt het zwerfafval op de rivieroever als het ware ververst. Het oude afval spoelt met het water mee en nieuw afval wordt afgezet bij het dalen van de waterstand. Ook kan er afval achterblijven in de aanwezige vegetatie bij het stijgen en dalen van het rivierwater. Deze hoogwaterpiek is meestal aanwezig tussen de metingen oktober/november en januari/februari/maart. Tijdens het recreatieseizoen (lente/zomer) is deze piek vaak afwezig tussen de meetmomenten of de hoogwaterpiek is lager dan in het voorjaar. Om te voorkomen dat items tijdens meerdere opeenvolgende meetmomenten worden geteld, is ervoor gekozen het zwerfafval op te ruimen tijdens het veldonderzoek. Op deze manier wordt er tijdens elk meetmoment nieuw geaccumuleerd zwerfafval geregistreerd.

Als derde reden is aansluiting op het landelijke strandafvalonderzoek van RWS waarbij ook het afval tijdens de monitoring wordt opgeruimd.

4.7 Uitvoering van de monitoring

Aan de hand van voorwaarden voor de uitvoering van het monitoringsprogramma zijn mogelijke in te zetten groepen/ personen vergeleken. Daardoor zijn functies aan de veldwerkers vastgesteld. Hiermee wordt de onderzoeksvraag L beantwoord (zie Tabel 1.1).

Er zijn twee soorten groepen te identificeren: 1) professionele onderzoekers/experts (betaalde krachten) en 2) veldwerkers aangestuurd door een coördineerde organisatie (tegen een kleine vergoeding). Voor beide groepen is er een centraal aanspreekpunt nodig voor coördinatie en

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

begeleiding van de veldwerkers. De accuraatheid van de monitoring wordt gemaximaliseerd door iedere survey door twee veldwerkers te laten uitvoeren zoals bij het nationale strandafvalonderzoek.

4.7.1 Benodigde vereisten bij inzet van veldwerkers

Voor de borging van de kwaliteit van de gegevens die in het veld verzameld worden en voor de praktische uitvoerbaarheid, worden eisen gesteld. Tenminste een van de veldwerkers (de meetleider) moet voldoen aan de volgende selectiecriteria:

- Aantoonbare ervaring met het monitoren van zwerfafval. Bij voorkeur op rivieroever en bij voorkeur ervaring met toepassing van River- OSPAR protocol
- Tenminste 18 jaar
- De meetleider heeft minimaal MBO opleidingsniveau
- Alle 4 metingen in een jaar op 1 plek kunnen uitvoeren
- Bereid de werkzaamheden uit te voeren op de toegewezen traject(en)

Voor beide veldwerkers geldt dat ze

- De training die wordt beschreven in sectie 4.1 hebben gevolgd
- Betrouwbaar, nauwkeurig, meewerkend, enthousiast, professioneel en integer zijn
- Bereid zich te houden aan geldende veiligheidsvoorschriften en verklaren in goede gezondheid te zijn
- Geen lichamelijke klachten waardoor het veldwerk bemoeilijkt wordt en/of een risico vormt
- Bereid zijn om samen met een andere veldwerker de monitor uit te voeren

Vanwege het transport van het gevonden afval is het voor de monitoring handig beschikking te hebben over een rijbewijs en/of auto.

De kwaliteit van deze groepen speelt uiteindelijk een beslissende rol in de kwaliteit van de verzamelde gegevens. In het SR project is er door middel van inzet van burgerwetenschap (citizen science) een grote groep burgerwetenschappers (meer dan 1.000 vrijwillige veldwerkers) ingezet bij het verzamelen van gegevens over zwerfafval op rivieroever. Uit analyse van de SR database blijkt dat het verschil in kwaliteit van de uitgevoerde monitoring tussen een burgerwetenschapper en een professionele veldwerker gering was (Roebroek et al., 2021). Een belangrijke factor van invloed hierin is de mate van training en begeleiding van burgerwetenschappers voor garanderen van hoge kwaliteit van monitoring (Vriend et al, 2020). Ook trekt het burgeronderzoek vaak veldwerkers met WO/ HBO opleidingsniveau (Schone Rivieren, 2020).

Op basis van de inventarisatie van de inzet van de verschillende groepen, is er gekozen voor de inzet van reeds getrainde en ervaren veldwerkers met de toepassing van het River-OSPAR protocol in combinatie van inzet (en back-up) van professionals voor de eerste jaarmeting. Daarbij zijn de argumenten 1) kosten efficiëntie; 2) beschikbaarheid; en 3) hoge kwaliteit van monitoringsgegevens doorslaggevend geweest. Na de eerste jaarmeting wordt de inzet van de veldwerkers via het bestaande SR project geëvalueerd.

4.7.2 Tijdsbesteding veldwerkers

Inschatting is dat er voor de uitvoering van 40x4 metingen per jaar met twee veldwerkers tenminste 1.280 velduren nodig zijn. Dit is op basis van 160 metingen. Voor elke meting is gerekend met 4 uur per meting. Met een koppel van twee betekent dit gemiddeld 8 uur per meting. Reistijd is hierin niet meegenomen.

4.8 Resultaten overig onderzoek

In deze paragraaf worden de resultaten van de uitgevoerde experimenten nader toegelicht.

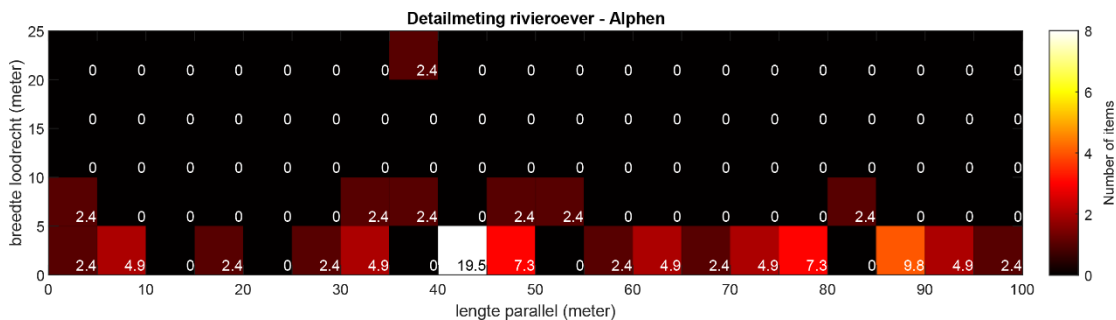
4.8.1 Bepaling van de optimale oppervlakte van het meetvak

In totaal is op 10 verschillende locaties het detailexperiment zoals beschreven in paragraaf 3.4.1 uitgevoerd. Voor twee locaties was tijd de limiterende factor, en kon het meetvak van 100 bij 25 meter niet volledig binnen 3 uur bemonsterd worden. Een overzicht van de percentages gevonden items per 5 bij 5 meter vak is weergegeven in figuren 4.8 – 4.17. Een korte beschrijving van de gevonden items en mogelijke verklarende factoren worden per locatie toegelicht. Hierbij geldt hoe donkerder de kleur (zwart) hoe minder items er per vak zijn aangetroffen, hoe lichter de kleur, hoe meer items per vak zijn aangetroffen. Een verschillende schaal is gebruikt per locatie, om de verschillen in ruimtelijke patronen het best uit te drukken. Bij eenzelfde schaal voor alle locaties, is dit verschil slecht of niet te zien.

Alphen



In Alphen (Maas) is het grootste deel van de zwerfafvalstukken (97,6%) binnen 10 meter van de rivier gevonden. De verdeling parallel aan de rivier is hierbij niet uniform. Eén 5x5 meter vak bevatte 19,5% van alle items geconcentreerd langs laag struikgewas bij een boom. In totaal waren 22,0% van de items zacht plastic (folies), 8,4% plastic doppen en 10,8% voedselverpakkingen. Er zijn in totaal 41 stuks zwerfafval gevonden, kenmerkend voor een zeer laag vervuilde locatie.



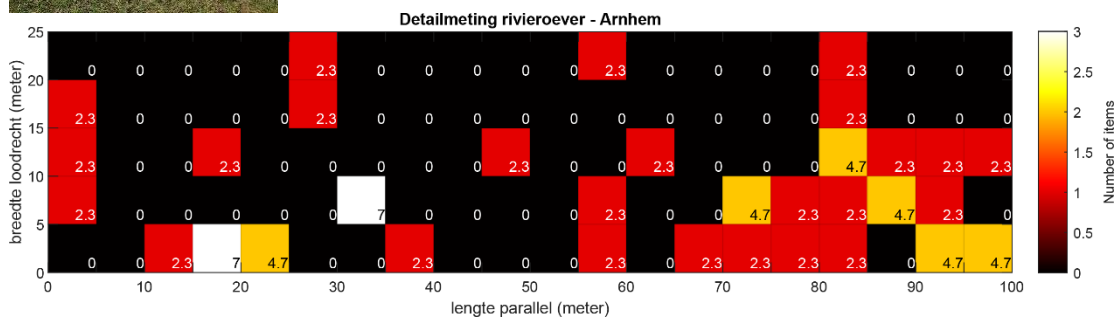
Figuur 4.8: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Alphen (Maas)

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Arnhem



In Arnhem (IJssel) lijkt de verdeling van zwerfafvalstukken redelijk willekeurig verdeeld, waarbij 65,0% binnen 10 meter van de rivier is gevonden. Er is een grote hoeveelheid sanitaire items gevonden, vooral wattenstaafjes en vochtige doekjes. Er was een duidelijke hoogwaterlijn aanwezig tussen 12-15 meter, maar geen duidelijk hogere concentratie in zwerfafvalstukken bij de hoogwaterlijn. In totaal zijn er 43 items gevonden, kenmerkend voor een zeer laag vervuilde locatie.

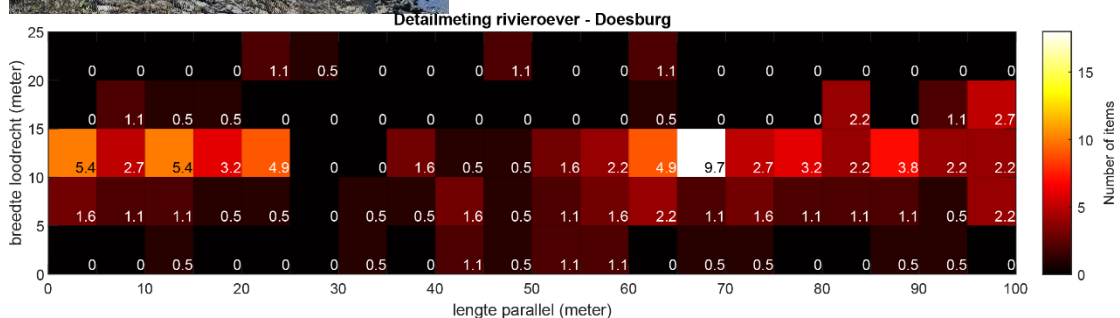


Figuur 4.9: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Arnhem (IJssel)

Doesburg



In Doesburg (IJssel) is de verdeling van zwerfafvalstukken voornamelijk geconcentreerd rond de hoogwaterlijn. Deze was duidelijk zichtbaar en bevond zich ten tijde van het experiment tussen 12-14 meter van de rivier. In totaal zijn er 185 items gevonden, kenmerkend voor een middel vervuilde locatie.



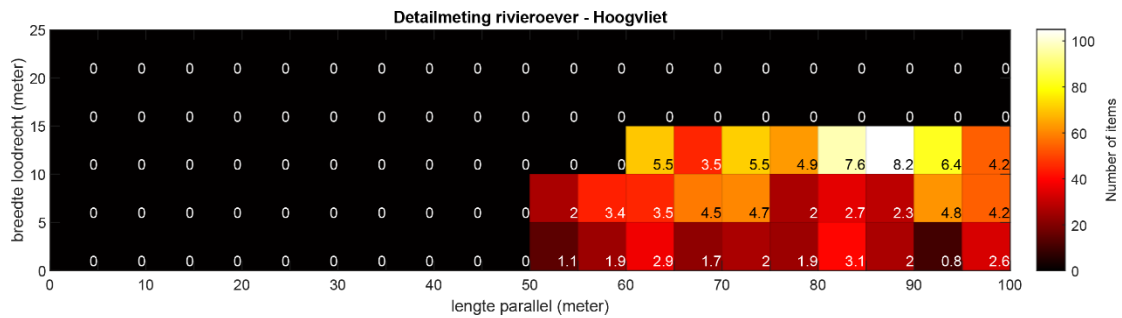
Figuur 4.10: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Doesburg (IJssel)

Hoogvliet



In Hoogvliet (Oude Maas) zijn er zoveel stukken afval gevonden dat de tijd van 3 uur onvoldoende was om het gehele meetvak te monitoren. De zwerfafvalstukken die gevonden zijn, bestaan voornamelijk uit zacht plastic (21,2%), voedselverpakkingen (11,7%), hard plastic (13,8%), plastic toppen (7,2%) en touw (6,4%). In totaal zijn er 1.282 items gevonden, kenmerkend voor een zeer vervuilde locatie. Deze items zijn met name gevonden tussen 10-15 meter, een wat lagergelegen gebied op

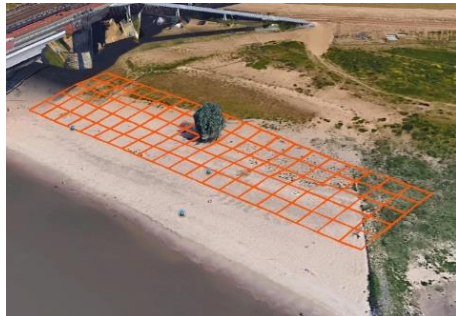
de oever waar de afvalstukken door instroom van getij makkelijk terechtkomen.



Figuur 4.11: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Hoogvliet (Oude Maas). Vakken met een '0' zijn in dit geval door gebrek aan tijd niet gemeten.

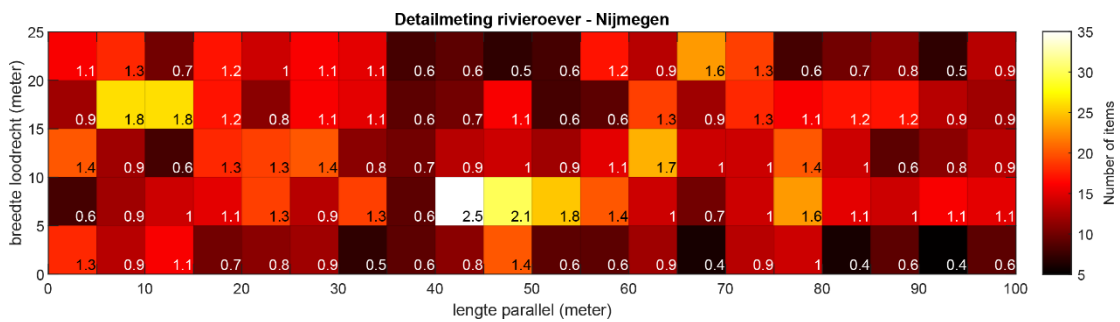
Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Nijmegen



In Nijmegen (Waal) is de verdeling van de zwerfafvalstukken vrijwel uniform verdeeld. Het is een zandoever met veel recreatie in de zomer, dat gereflecteerd wordt door het hoge aantal bierdopjes (58,0%), glas (26,0%) en sigarettenfilters (4,0%). Er zijn meerdere hoogwaterlijnafzettingen zichtbaar in het meetvak, met name op 3 meter van de rivier. Hier hoopten zich echter geen extra items op, de afzettingen waren vooral dunne takjes. In totaal zijn er 1.408 items

gevonden, kenmerkend voor een zeer hoog vervuilde locatie.



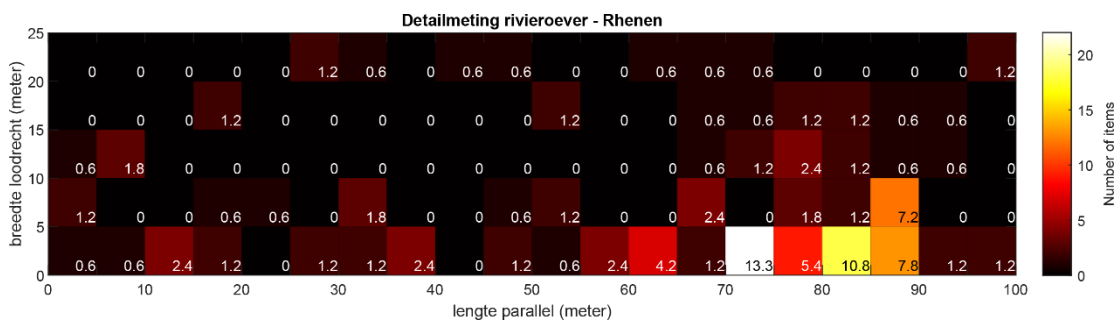
Figuur 4.12: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Nijmegen (Waal)

Rhenen



In Rhenen (Nederrijn) zijn de items vooral geconcentreerd binnen 10 meter van de rivier (78,0% van de items). De verdeling parallel aan de rivier is echter niet uniform, een groot deel van de afvalstukken was geconcentreerd tussen 70-90 meter van het meetvak. De gevonden afvalstukken bestaan voornamelijk uit zacht plastic (22,0%), plastic doppen (8,4%) en voedselverpakkingen (10,8%) In totaal zijn er

166 items gevonden, kenmerkend voor een middel vervuilde locatie.

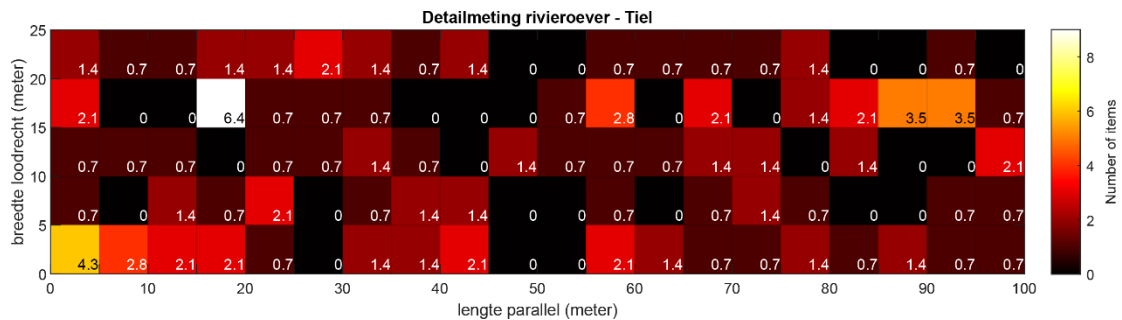


Figuur 4.13: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Rhenen (Nederrijn)

Tiel



In Tiel (Waal) is de verspreiding van de afvalstukken redelijk uniform verdeeld, met enkele uitzonderingen. Een uitschieter van 6.4% is te verklaren door de aanwezigheid van lage, stevige vegetatie die de afvalstukken vast kond houden. De rest van de oever was een zandige oever. In totaal is 28,0% van de items aluminium blikjes en 26,0% glas. Er zijn in totaal 141 items gevonden, kenmerkend voor een laag vervuilde locatie.

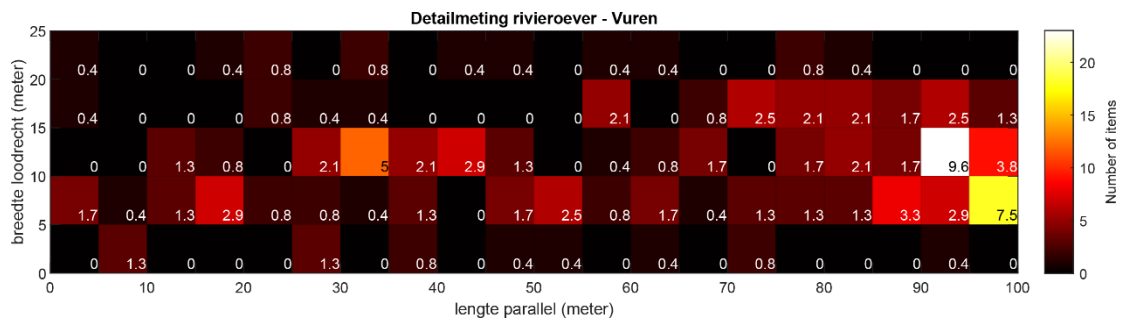


Figuur 4.14: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Tiel (Waal)

Vuren



In Vuren (Waal) zijn er weinig items gevonden direct aan de waterlijn, maar wel een hogere concentratie rond de aanspoellijn. Deze is aanwezig tussen 5 en 20 meter van de waterlijn. Een verhoogde concentratie van items tussen 85 en 100 meter parallel aan de oever is te verklaren door kribvlakstroming. In totaal zijn er 239 items gevonden, kenmerkend voor een middelhoog vervuilde locatie.



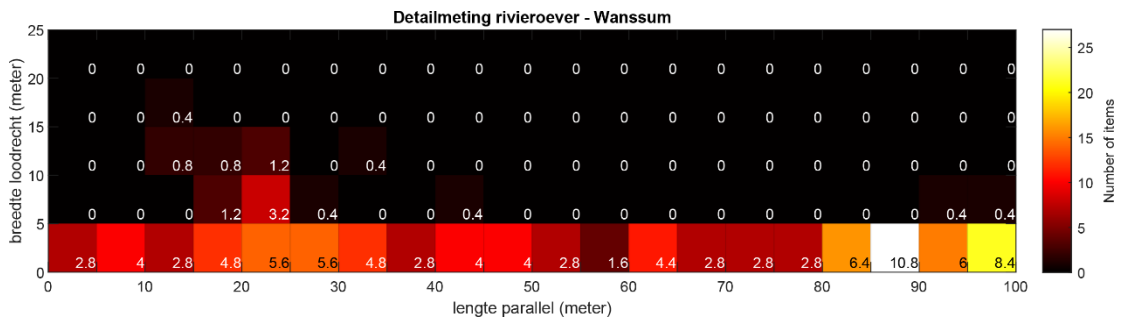
Figuur 4.15: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Vuren (Waal)

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Wanssum



In Wanssum (Maas) is 90,0,% van de getelde items binnen 5 meter, en 96,0% van de items binnen 10 meter van de waterlijn gevonden. Het oevertype is vrijwel gelijk aan Alphen, maar er is vegetatie aanwezig en een hoogwaterlijn binnen 5 meter van de waterlijn. De meest voorkomende categorieën zijn zacht plastic (28,0%), hard plastic (14.8%) en voedselverpakkingen (14.4%). In totaal zijn er 249 items gevonden, kenmerkend voor een middelhoog vervuilde locatie.

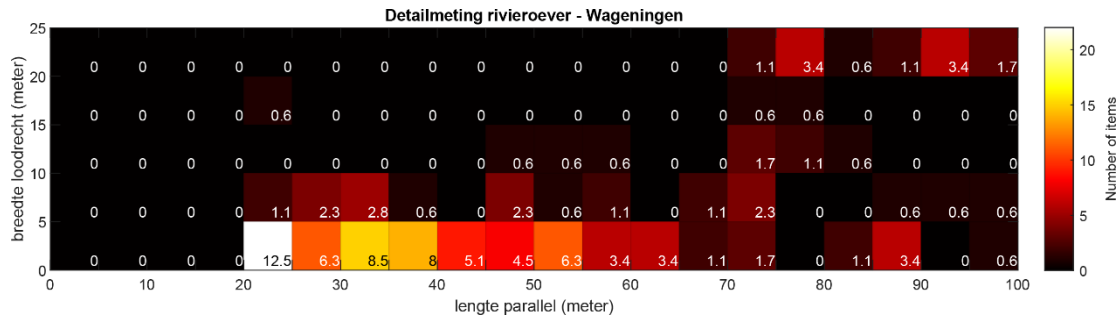


Figuur 4.16: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Wanssum (Maas)

Wageningen



In Wageningen (Nederrijn) is aan de ene kant van het meetvak een groot deel van de items binnen 5 meter van de waterlijn gevonden, terwijl deze aan de andere kant van het meetvak verdeeld waren over de 25 meter breedte. Dit is te verklaren doordat dit deel wat lager gelegen is dan de rest van het meetvak. In totaal zijn er 176 items gevonden, kenmerkend voor een middel vervuilde locatie.



Figuur 4.17: Gevonden items per 5x5 meter gebied voor Wageningen (Nederrijn)

Uit deze experimenten is duidelijk dat er geen éénduidig verspreidingspatroon van zwerfafvalstukken op de oevers aanwezig is. Hierdoor kan het oorspronkelijke meetvak van 100 bij 25 meter niet systematisch verkleind worden, zonder informatie te verliezen. In het monitoringsprotocol is daarom ook niet afgeweken van de oorspronkelijke 100 bij 25 meter.

Daarnaast zijn er aannames dat drie (lokale) factoren de immobilisatie en retentie van zwerfafvalstukken op de oevers beïnvloeden, namelijk:

1. De aanwezigheid van kribben. In kribvlakken kunnen afvalitems door kribvlakstroming makkelijk immobiliseren.
2. De aanwezigheid van vegetatie. Door onder andere de dempende werking van de wind kan vegetatie zorgen voor vasthouding en verstrikking van zwerfafvalstukken.
3. De aanwezigheid van een hoogwaterlijn. De aanwezigheid van een hoogwaterlijn met (natuurlijke) afzettingen is een indicatie voor hogere concentraties zwerfafvalstukken.

Deze factoren verschillen per locatie, waardoor het voor het beantwoorden van beleidsvraag D (Welke omgevingsfactoren hebben invloed op de schoonheid van oevers?) van belang is dat de aanwezigheid of afwezigheid hiervan wordt genoteerd door de veldwerkers in de verschillende meetrondes.

4.8.2 Vaststellen van samenstelling type plastic met handheld NIR Scanner

Voor het vaststellen van de samenstelling van het type plastic van het zwerfafval is een experiment uitgevoerd met een NIR (Near Infrared Reflection) handheld apparaat. Er is afval verzameld op verschillende rivieroever langs de Maas, Waal en het Haringvliet. Hieruit is een selectie gemaakt van herkenbare items op de River-OSPAR turflijst. In totaal zijn er 200 items gescand. De resultaten zijn opgenomen in Tabel 4.7.

Met behulp van het experiment wordt de volgende vraag beantwoord:

- Wat is de variatie van plastictypen binnen een afvalitem categorie op de turflijst?

Daarbij is de praktische uitvoerbaarheid van het gebruik van de NIR handheld scanner getoetst.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Variatie plastictypen

Er zijn in totaal 200 stuks plastic afval gescand. Voor 84 stuks afval zijn er meerdere stuks afval gescand die onder dezelfde afvaltypen vallen. Afvalitems met slechts één NIR meting zijn buiten beschouwing gelaten. In totaal zijn er 18 verschillende afvaltypen geregistreerd met 8 verschillende plastic types.

Tabel 4.7 Resultaten experiment voor het vaststellen van plastictypen van aangetroffen afval op rivieroever.

Afvalitems met slechts één NIR meting zijn buiten beschouwing gelaten.

#	Type afvalitem	aantal gescande items	type plastic							
			PE	PVDF	PP	PET	PA	PVC	AS	PS
1	Doppen en deksels	16	12	1	3	-	-	-	-	-
2	Plastic drankflessen	4	-	-	-	4	-	-	-	-
3	Industriële verpakkingen	4	3	-	1	-	-	-	-	-
4	Ondefinieerbare stukjes hard plastic 2.5-50 cm	8	5	1	2	-	-	-	-	-
5	Ondefinieerbare stukjes piepschuim 0-2.5 cm	5	-	-	-	-	5	-	-	-
6	Ondefinieerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm	6	-	-	-	-	-	-	4	2
7	Plastic bekertjes	4	1	-	3	-	-	-	-	-
8	Snoep-, snack- en chipsverpakkingen	3	-	-	2	-	-	1	-	-
9	Voedselverpakkingen	10	1	1	3	3	1	1	-	-
10	Wikkels van drankflessen	2	1	-	1	-	-	-	-	-
11	Geweerpatronen en -hulzen	2	-	-	1	-	-	1	-	-
12	Plastic vuilniszakken	2	2	-	-	-	-	-	-	-
13	Touw en koord diameter < 1 cm	2	1	-	1	-	-	-	-	-
14	Visdraad	2	2	-	-	-	-	-	-	-
15	Vuurwerk	3	3	-	-	-	-	-	-	-
16	Overige plastics	7	4	-	1	-	1	1	-	-
17	Plastic wattenstaafje	2	-	-	2	-	-	-	-	-
18	Overig sanitair	2	-	-	-	-	1	1	-	-
Totaal aantal gescande items met meer dan één NIR meting		84								
Totaal aantal gescande items per plastic type			35	3	20	7	8	5	4	2
% gevonden type plastic			42%	4%	24%	8%	10%	6%	5%	2%

Uit de resultaten blijkt dat het merendeel van de gescande items bestaat uit PE (42%), PP (24%) en PET (8%). De grootste variatie in verschillende plastictypen is geconstateerd bij voedselverpakkingen en de categorie overig plastic. Deze categorieën bestaan vaak uit verschillende type verpakkingen en herkenbare plastics. Voor de andere categorieën zoals plastic doppen en deksels, plastic drankflessen, stukken piepschuim laten weinig variatie zien. Op basis van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat er voor homogene afvalcategorieën zoals doppen kan worden uitgegaan van een standaard plastictype. Voor afvalcategorieën waaronder

verschillende plastics worden geregistreerd zoals categorie overig plastic, kan de plastic variatie groot zijn.

Meer onderzoek is nodig voor het verzamelen van meer gegevens en het daarmee vaststellen van de variatie van plastic types die op rivieroeveren wordt aangetroffen. Deze informatie kan later gebruikt worden voor verder onderzoek tussen de relatie van macroplastics die op de oever worden aangetroffen en aanwezigheid van type microplastics in het water en/of sediment.

Op basis van de ervaringen en de tijd die het kost voor het goed scannen en registreren van de plastic types wordt geadviseerd om hiervoor een andere methodiek toe te passen om de variatie van plastic types sneller te bepalen. Hierbij kan gedacht worden aan een standaard lijst met eigenschappen van de plastic types, beschrijving en fotovoorbeelden om dit sneller te bepalen zonder het gebruik van een apparaat. In Tabel 4.8 is een voorbeeld opgenomen hoe classificaties van plastic types gedaan kan worden. Al zal de accuraatheid minder zijn, kunnen er sneller en meer worden verzameld van de variatie van plastic types.

Tabel 4.8 *Voorbeeld van een standaard lijst voor bepaling plastic type. Overgenomen van onderzoek uitgevoerd door van Emmerik en de Lange, 2021)*

Categorie	Beschrijving	Voorbeelden
Plastic - PET	Polyethyleentereftalaat. Altijd doorzichtig.	Drinkflesjes, saladebakjes
Plastic - PO soft	Polyolefin, zacht. Gekeurd, folies en zakken, wasachtig oppervlak.	Tasjes, zakken
Plastic - PO hard	Polyolefin, hard. Wasachtig oppervlak.	Shampooflesjes, ijsbakken, lunchdozen
Plastic - PS	Polystyreen. Rigide, glazig, helder.	Speelgoed, bestek, Cd-hoezen
Plastic - ML	Multilayer, meerlaagse folies. Flexibel, geprinte folies.	Chipszakken, voedselverpakking
Plastic - EPS	Expanded polystyreen. Schuimig.	Piepschuim, schuimige bekertjes, vleesverpakking
Plastic - Overig	Overig plastic	

Praktische uitvoerbaarheid

De NIR scanner is een groot apparaat en is niet bestand tegen regen en/ of felle zon. Dit maakt hem lastig te gebruiken in het veld. Daarom is dit experiment in een speciale overdekte ruimte uitgevoerd. Met een koppel van twee personen, is er eerst een selectie gemaakt van herkenbare items volgens de turflijst uit het verzamelde afval. Tijdens het experiment bleek dat het scanproces lang duurt. In een werkdag van 8 uur zijn er 200 items gescand en geregistreerd. De redenen hiervoor zijn:

- **Verontreiniging van de afvalitems-** Wanneer de afvalitems verontreinigd zijn met zand, klei, slib of algen moet dit eerst schoongemaakt (afgespoeld) worden om een nauwkeurige meting te krijgen. Na het schoonmaken moet het afval ook weer droog zijn, omdat water de meting ook lijkt te verstoren.
- **Dikte-** Dit speelt met name een rol bij de folies die veelvuldig gevonden worden op rivieroeveren. Folies moeten vaak 4 keer dubbelgevouwen (8 lagen) worden voor een nauwkeurige meting. Dit is vaak alleen uitvoerbaar bij folies groter dan 10 centimeter.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

- **Kleur** - Voornamelijk donkere (zwarte) en witte materialen zijn minder goed te scannen. Waarschijnlijk komt dit door het hogere absorptie- (donker) en reflectievermogen (wit) van deze kleuren. Transparante materialen moeten vaak worden dubbelgevouwen voor een goede meting.
- **Verwerking**- Wanneer het materiaal fysieke verwerking laat zien zoals krassen en een ruw oppervlak is de meting vaak moeilijk uit te voeren. Het oppervlak van het materiaal moet dan eerst “ververst” worden door middel van het doorsnijden van het materiaal.
- **Materialen die bestaan uit verschillende type plastics**- Aangetroffen items zoals chipszakken bestaan uit verschillende type plastics. De materialen moeten eerst gescheiden worden voor een goede meting.

Door deze factoren neemt het scannen veel tijd in beslag. Stel dat er gemiddeld 200-300 afvalitems per meetlocatie worden gevonden betekent het voor 40 meetlocaties effectief dat er zo'n 40 dagen per meetronde gescand moet worden om van alle afvalitems het plastictype te bepalen.

5 Resultaten van de eerste jaarmeting 2022/2023

5.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de eerste jaarmeting 2022/2023 beschreven.

5.2 Meetperiodes

De uitvoering van de jaarmeting en de meetperiodes zijn opgenomen in Tabel 5.1. De eerdere bepaling van de meetperiodes is aangehouden.

Tabel 5.1 Uitvoering van meetrondes

Meetronde	Periode	Bijzonderheden
2022 - II	25 april t/m 8 mei 2022	
2022 - III	23 juli t/m 13 augustus 2022	De periode is met een week verlengd vanwege de vakantieperiode en beperkte beschikbaarheid van de veldwerkers.
2022 - IV	22 oktober t/m 6 november 2022	
2023 - I	28 januari t/m 14 februari 2023	Na overleg met RWS is de meetperiode vastgesteld. De meetronde is na de eerste hoog water piek uitgevoerd.

De vooraf bepaalde meetperiodes bleken in de praktijk goed te werken op een uitzondering na. Dit betreft meetronde I. In principe vindt meetronde I vindt altijd na de hoog water piek. Hiervoor was extra afstemming nodig om de exacte meetperiode te bepalen aan de hand van waterstanden.

5.3 Locaties

Tijdens de jaarmeting zijn er in verband met slechte bereikbaarheid (teveel begroeiing, werkzaamheden) en onveiligheid (steile oever) drie locaties aangepast. Dit betekende dat er voor deze locaties, een andere dichtbij zijnde locatie met vergelijkbare eigenschappen is geselecteerd. Dit behoeft vooral locaties tijdens de eerste meetrondes. De locatielijst is opgenomen in R006, Boonstra et al 2023.

5.4 Registratie van kenmerken van meetvak

In het veld zijn een aantal parameters genoteerd die mogelijk invloed hebben op het voorkomen en/of invangen van plastic en tevens op de hoeveelheid plastic die er gevonden is.

5.4.1 Locatiefoto's

De genomen locatiefoto's zijn wisselend van kwaliteit en perspectief. In Figuur 5.1 zijn drie foto's getoond vanaf het startpunt op dezelfde onderzoekslocatie door dezelfde veldwerkers. Je ziet dat de locatie overeenkomt maar er is niet echt een startpunt uit te halen. De foto's geven op deze wijze geen garantie dat steeds dezelfde gebieden zijn gemeten, maar wel dat op zijn minst vergelijkbare gebieden zijn bezocht en natuurlijk is de waterstand ook niet steeds gelijk. De foto's zijn wel illustratief, geven een goede indruk van de onderzoekslocatie en zullen daarom onderdeel van het meetprotocol blijven, wellicht met een duidelijker instructie over vergelijkbare startpunten

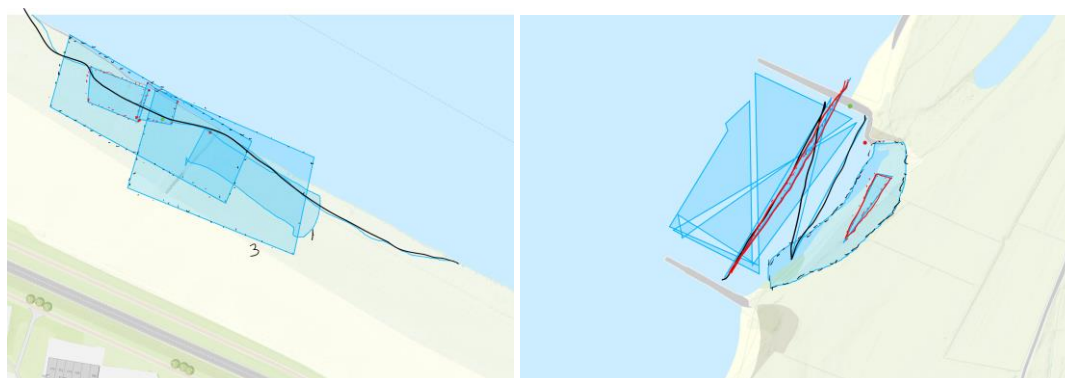
Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport



Figuur 5.1 Meetvlak W(050b)L-REFE (Waal bij Heerewaarden) foto vanaf startpunt bij ronde 1, 2 en 3

5.4.2 Intekenen meetvak

Het intekenen van het meetvak in de app ging vanaf het begin erg moeizaam. De precisie op een telefoonscherm is veel minder dan wat de veldwerker in het veld kan uitmeten (zie Figuur 5.2), (Figuur 5.3). Dit gold eveneens voor het intekenen van het meest verontreinigde deel en de hoogwaterlijn. In afspraak met RWS is het digitaal intekenen verwijderd uit het meetprotocol.



Figuur 5.2 links Meetvlak M(095a)L NBNL (Maas bij Grave): blauw omljnd meetvlak ronde 1, blauw met rode stipjes ronde 2, blauw met zwarte stipjes ronde 3. Zwarte doorgetrokken streep: hoogwaterlijn ronde 1

Figuur 5.3 rechts Meetvlak W(050b)L-REFE (Waal bij Heerewaarden): blauw omljnd meetvlak ronde 1, rode lijn verontreinigd vlak ronde 2, blauw met zwarte stipjes meetvlak ronde 3. Zwarte doorgetrokken streep: hoogwaterlijn ronde 1

5.4.3 Begroeiing meetvak

Het vastleggen van de begroeiing in het meetvak is in bijna alle gevallen gedaan. In slechts 2 van de 156 opnames bleef dit veld leeg. De resultaten staan in Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Registratie vegetatie 2022-2023 in 156 afvalopnames

	Aanwezige vegetatie in meetvak	Bomen met lage zijtakken (n)	Percentage oevervegetatie	Percentage struiken	Percentage gras	Is er plastic aanwezig in bomen of struiken?
nee	16%	57%	25%	36%	14%	86%
ja	84%	44%	75%	64%	86%	14%
gemiddelde		2,9	18%	6%	47%	
max		111	100%	80%	100%	

In 84% van de opnames was er sprake van een vorm van vegetatie. In iets minder dan de helft van de opnames met vegetatie (129) komen bomen voor met lage zijtakken. In driekwart van de opnames is een vorm van oevervegetatie. De percentages lijken niet steeds goed te worden ingevuld. We zien 14 opnames met een bedekking met oevervegetatie van 80 % of meer, terwijl deze begroeiingsvorm toch voornamelijk op de rand van water en land zal voorkomen. Ook het feit dat de percentages op sommige locaties variëren van 0 tot 100% op de verschillende meetmomenten maakt de percentages onwaarschijnlijk. Hier is meer instructie voor nodig en mogelijk aanpassing van de vraagstelling. Als de opnames met meer dan 50% bedekking buiten beschouwing worden gelaten is het gemiddelde ca 10%. Het percentage struiken wat genoteerd is lijkt realistischer. In twee derde van de opnames met planten zijn struiken te vinden maar ze bedekken tezamen slechts 6%. Gras komt in bijna alle opnames met vegetatie voor en bedekt dan gemiddeld de helft van het oppervlak.

Het plastic invangend effect van bomen en struiken lijkt beperkt maar hier moet nog nader naar worden gekeken. Vooralsnog lijkt het zinvol vegetatie te noteren omdat er bij meer opnames mogelijk toch relaties kunnen worden gelegd tussen aantal items en (type) begroeiing.

5.4.4 Bijzondere objecten

Op de vraag: *Is er een bijzonder object aanwezig? Bijvoorbeeld een rooster van een riooloverstort?* is 22 keer ja geantwoord, waarvan op 3 locaties bij alle vier de meetronden. Als er een object is genoteerd is ook een foto toegevoegd (zie Figuur 5.4) In het geval van Y(048a)-OVNL is bij alle meetronden dezelfde foto geüpload. Sommige opnemers hebben het bijzondere object maar bij 1 meetronde genoteerd. Als herkenningspunt voor de plaats van monitoring zijn objecten als hieronder in ieder geval wel geschikt. Zoals de vraag over aanwezigheid objecten nu is gesteld, is het de vraag of er relaties zijn te leggen tussen de aanwezigheid van objecten en zwerfafval. Als in de survey aangegeven kan worden welke objecten bij de vorige opname zijn genoteerd en/of vragen of er veranderingen zijn geweest, is het wellicht mogelijk om het effect van bijvoorbeeld bijgeplaatste prullenbakken in kaart te brengen.

Kenmerk

R005-1282652MFW-V02

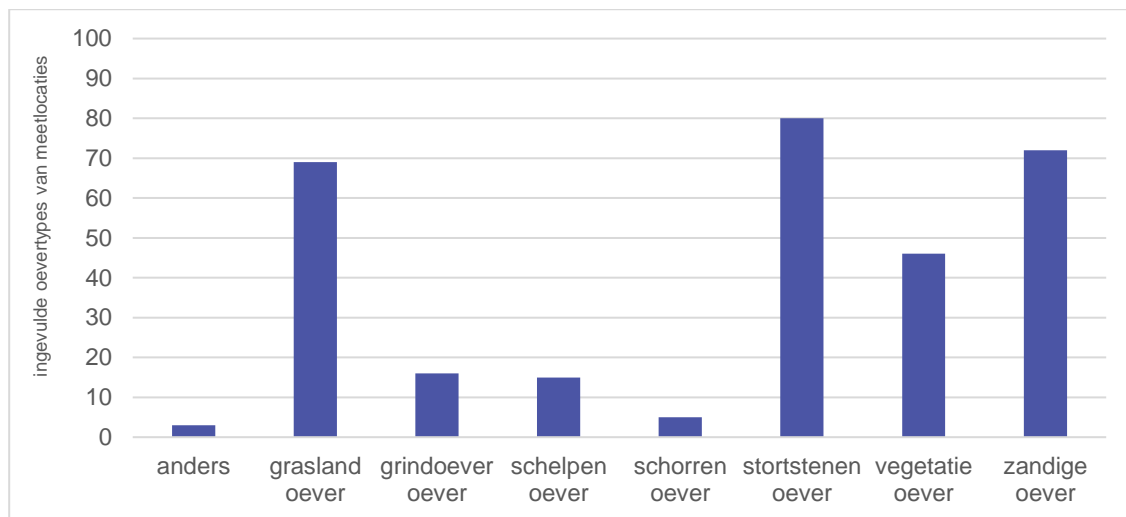
Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport



Figuur 5.4 Objecten in L(067a)L-UTNL, R(002b)R-GENL en Y(048a)-OVNL

5.4.5 Oevertypen

In de vragenlijst wordt gevraagd een keuze te maken uit 7 voorgeselecteerde oevertypen of de categorie anders te selecteren. Er zijn in 154 opnames in totaal 306 categorieën genoemd waarvan anders slechts 3 keer. Er zijn gemiddeld per opname dus twee oevertypen aangevinkt. In enkele gevallen zijn tot maximaal 5 types geselecteerd. Stortstenen, zandige en graslandoevers zijn de meest voorkomende oevertypen. Ze beslaan samen ruim tweederde van de genoemde oevers (zie Figuur 5.5).



Figuur 5.5 Ingevulde oevertypen in de 154 opnames uit de eerste vier meetrondes 2022/2023

Uit de analyse blijkt dat de oevertypen van een bepaalde locatie ook kunnen wijzigen. In Figuur 5.6 is te zien dat door de verlaagde waterstand het dominante oevertypen ook echt anders is. De foto's tonen daarnaast aan dat er een groot verschil in resolutie is van de toegevoegde foto's.

Er zijn geen analyses gedaan om het afval te relateren aan oevertype. Dit moet met de verzamelde data wel mogelijk zijn al is het dan wellicht handiger om naar het dominante oevertype te vragen.

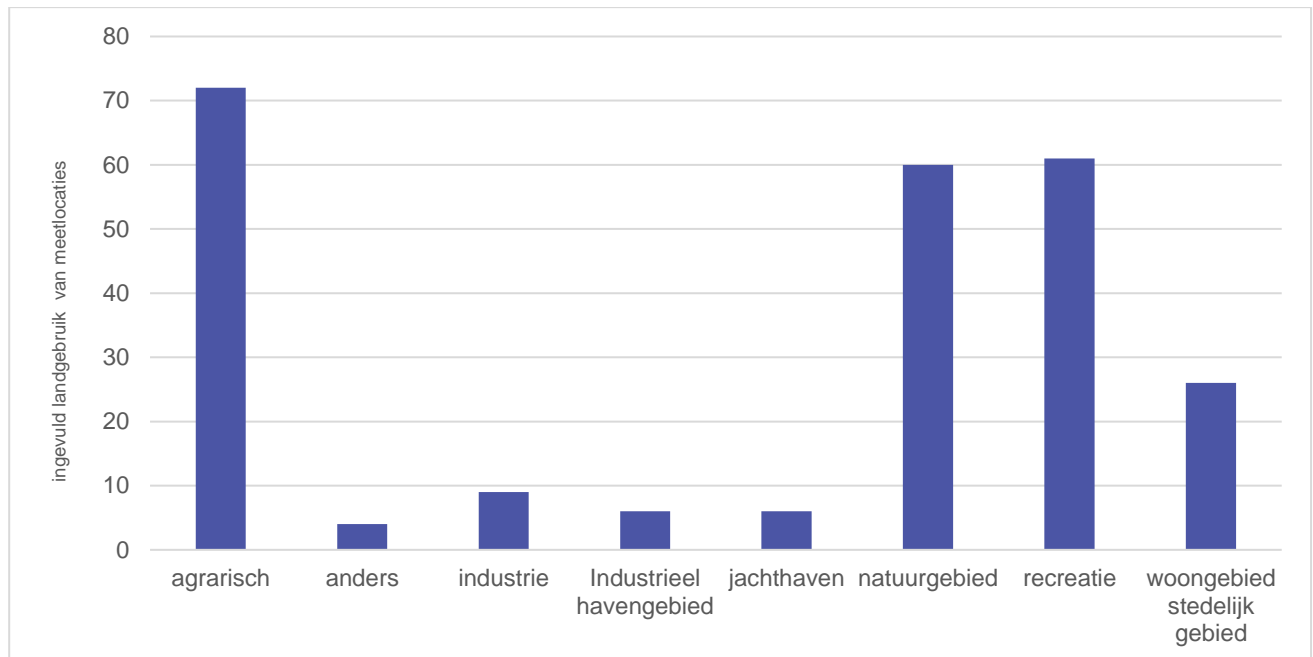


Figuur 5.6 L(024^a)L-GENL links Zandige oever, vegetatie oever ronde 2022 (juli/augustus) en stortstenen oever ronde 2022 (oktober/november)

5.4.6 Landgebruik omgeving

Het Landgebruik geeft 244 genoteerde categorieën voor 154 opnames. Maximaal zijn 6 typen landgebruik voor een opname gebruikt. Bijna 80% van de opnames krijgen het landgebruik agrarisch, recreatie en/of natuurgebied.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport



Figuur 5.7 Ingevulde typen landgebruik in de 154 opnames uit de eerste vier meetrondes 2022/2023

5.5 Beeldkwaliteitsmeting

Tijdens 150 opnames is de beeldkwaliteit aan de hand van de aanwezigheid van grof zwerfafval (>10cm) bepaald. Het merendeel (55%) van de oevers is geclassificeerd in beeldklasse A+/A (zeer beperkte vervuiling). 15% van de oevers is geclassificeerd met klasse B (matige vervuiling), 13% met klasse C en 18% van de oevers met klasse D (extreem vervuild). Om de gegevens te controleren, is het logisch om een vergelijking te doen met het totaal gevonden stuks afval maar is dit lastig omdat items op de surveylijst afwijken van het gemeten afval van de beeldkwaliteit monitoring. Net als bij intekenen van de hoogwaterlijn, is de vastlegging van het meest vervuilde vlak lastig. Ook geven foto's een beperkt beeld. Het blijkt lastig om een goede foto te maken. Wel biedt een foto waarop achteraf al het afval bij elkaar is gelegd, een mogelijkheid om de hoeveelheid afval in het meetvak in beeld te brengen. Wat wel van toegevoegde waarde kan zijn is het aangeven van de vorm van dat vlak, dus 100 x 1m, 25 x 4m, 10 x 10m en indien het vlak niet lijnvormig is, wellicht met een punt aangeven waar het vlak in het meetvlak ligt. Er wordt aanbevolen om te continueren met de beeldkwaliteitsmeting en het registreren van aangetroffen afval groter dan 10cm.

Tabel 5.3 Beeldkwaliteitsklasse bepaald aan de hand van aangetroffen afval groter dan 10cm voor 150 opnames van de eerste vier meetrondes 2022/2023

Klasse	Aantal	%
A+/A: Zeer beperkte vervuiling 0-5 stuks	82	55%
B: Matige vervuiling 6-10 stuks	22	15%

Klasse	Aantal	%
C: Vervuild 11-15 stuks	19	13%
D: Zeer vervuild > 15 stuks	27	18%

Tabel 5.4 Beeldkwaliteitsklasse bepaald aan de hand van aangetroffen afval groter dan 10cm per meetronde

(n=150)

	2022-II	2022-III	2022-IV	2023-I
A	46%	62%	56%	53%
B	13%	14%	17%	21%
C	13%	11%	14%	11%
D	28%	14%	14%	16%

	2022-II	2022-III	2022-IV	2023-I
A	18	23	20	20
B	5	5	6	8
C	5	4	5	4
D	11	5	5	6

De detailmeting van de meest vervuilde vierkante meter (items tussen 1 en 10 cm) bleek in de praktijk lastig. Er zijn veel reacties van de veldwerkers ontvangen over het nut van deze meting omdat lastig bleek om vorens de start van de telling van het zwerfafval het meest vervuilde vak te bepalen. In sommige gevallen waren er meerdere vervuilde vakken aanwezig en bij sommige metingen lag het kleine afval zo verspreid dat het lastig te bepalen was. De gegevens die zijn ingevuld zijn daarom onbetrouwbaar bevonden en daarom niet opgenomen in de rapportage.

5.6 Telling zwerfafval

In de vier uitgevoerde metingen zijn er in totaal 21.146 items geregistreerd. Het gemiddelde ligt op 151 stuks per 100 meter rivieroever. De mediaan ligt op 65 stuks per 100 meter rivieroever. De verwachte mediaanwaarde lag tussen de 265 en 333 items op basis van de uitgevoerde analyses (zie hoofdstuk 3). Het verschil met daadwerkelijke mediaanwaarde is 128%. De mogelijke redenen voor dit verschil zijn:

- De twee extra toegevoegde meetronden geven meer inzicht in dynamiek. Er is mogelijk minder vervuiling aan het eind van de zomer, en de tweede meting na de hoogwaterpiek.
- Er zijn relatief veel schone oevers gemeten, waardoor de mediaanwaarde laag uitvalt
- De mogelijkheid bestaat dat door uitvoering van vier metingen waar het afval wordt gemeten en wordt opgeruimd, er ook minder afval ligt.
- Er wordt meer opgeruimd langs de oevers door vergroot maatschappelijk bewustzijn
- Voor de vergelijking is een oudere Schone Rivieren dataset gebruikt, wat een ander beeld schetst van de huidige vervuilingsgraad van de oevers

Tabel 5.5 Aantallen items per meetronde

Ronde	Aantal items
2022-II	7.339

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

Ronde	Aantal items
2022-III	4.253
2022-IV	4.072
2023-I	5.482

Veruit het grootste aandeel van gevonden items bestaat uit plastic (80,1%). De overige materialen zijn metaal (6,1%), glas (5,5%), sanitair (3,7%), papier (1,8%), hout (1,2%), textiel (0,8%), rubber (0,6%) en medisch (0,2%).

5.6.1 Top 10

De top 10 meest gevonden items is opgenomen in Tabel 5.6. Top 5 items omvatten 45.9% van het totaal aantal items. De top 10 items omvatten 66.7% van het totaal aantal items. In Tabel 5.7 tot Tabel 5.10 zijn de top 10 meest gevonden items per meetronde opgenomen. Per meetronde zijn er verschuivingen. Opvallend zijn sigarettenfilters die tijdens 2022- III (zomerperiode) op 1 staan in vergelijking met de andere meetrondes waar ze lager in de top 10 staan.

Tabel 5.6 Top 10 van eerste jaarmeting 2022/2023, alle meetrondes samen

#	Item	Aantal	% van totaal
1	46.2. Plastic folies of stukken daarvan 2,5cm <>50cm (zacht plastic)	3.535	16.7
2	117.2. Plastic folies of stukken daarvan 0 - 2,5 cm (zacht plastic)	1.870	8.8
3	19. Snoep, snack en chips verpakkingen	1.629	7.7
4	46.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5cm <>50cm (hard plastic)	1.380	6.5
5	15. Doppen en deksels	1.292	6.1
6	117.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 0 - 2,5 cm (hard plastic)	1.103	5.2
7	91. Flessen, potten of stukken daarvan	995	4.7
8	64. Sigarettenfilters	948	4.5
9	1172. Ondefinieerbare stukjes piepschuim 0 - 2,5 cm (schatting)	751	3.6
10	462. Ondefinieerbare stukjes piepschuim 2,5cm <>50cm	608	2.9

Tabel 5.7 Top 10 van eerste jaarmeting 2022/2023 2022-II

#	Item	Aantal	% van totaal
1	46.2. Plastic folies of stukken daarvan 2,5cm <>50cm (zacht plastic)	1248	17,0
2	46.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5cm <>50cm (hard plastic)	605	8,2
3	117.2. Plastic folies of stukken daarvan 0 - 2,5 cm (zacht plastic)	592	8,1
4	19. Snoep, snack en chips verpakkingen	533	7,3
5	15. Doppen en deksels	493	6,7

#	Item	Aantal	% van totaal
6	1172. Ondefinieerbare stukjes piepschuim 0 - 2,5 cm (schatting)	463	6,3
7	117.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 0 - 2,5 cm (hard plastic)	422	5,8
8	48. Overige plastics	340	4,6
9	462. Ondefinieerbare stukjes piepschuim 2,5cm <>50cm	264	3,6
10	91. Flessen, potten of stukken daarvan	214	2,9

Tabel 5.8 Top 10 van eerste jaarmeting 2022/2023. 2022-III

#	Item	Aantal	% van totaal
1	64. Sigarettenfilters	489	11,5
2	15. Doppen en deksels	326	7,7
3	91. Flessen, potten of stukken daarvan	308	7,2
4	117.2. Plastic folies of stukken daarvan 0 - 2,5 cm (zacht plastic)	275	6,5
5	46.2. Plastic folies of stukken daarvan 2,5cm <>50cm (zacht plastic)	261	6,1
6	19. Snoep, snack en chips verpakkingen	243	5,7
7	82. Voedselblikken	236	5,5
8	46.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5cm <>50cm (hard plastic)	197	4,6
9	117.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 0 - 2,5 cm (hard plastic)	195	4,6
10	93. Overig glas (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item)	151	3,6

Tabel 5.9 Top 10 van eerste jaarmeting 2022/2023. 2022 IV

#	Item	Aantal	% van totaal
1	46.2. Plastic folies of stukken daarvan 2,5cm <>50cm (zacht plastic)	563	13,8
2	19. Snoep, snack en chips verpakkingen	370	9,1
3	117.2. Plastic folies of stukken daarvan 0 - 2,5 cm (zacht plastic)	339	8,3
4	117.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 0 - 2,5 cm (hard plastic)	270	6,6
5	64. Sigarettenfilters	257	6,3
6	91. Flessen, potten of stukken daarvan	238	5,8
7	46.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5cm <>50cm (hard plastic)	213	5,2
8	15. Doppen en deksels	198	4,9
9	6. Voedselverpakkingen (o.a. yoghurt, ketchup, boter, frietbakjes etc.)	108	2,7
10	98. Plastic wattenstaafjes (let op: ribbels aan beide zijden)	106	2,6

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroevers Rijkswateren-Eindrapport

Tabel 5.10 Top 10 van eerste jaarmeting 2022/2023. 2023-I

#	Item	Aantal	% van totaal
1	46.2. Plastic folies of stukken daarvan 2,5cm <>50cm (zacht plastic)	1463	26,7
2	117.2. Plastic folies of stukken daarvan 0 - 2,5 cm (zacht plastic)	664	12,1
3	19. Snoep, snack en chips verpakkingen	483	8,8
4	46.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 2,5cm <>50cm (hard plastic)	365	6,7
5	15. Doppen en deksels	275	5,0
6	462. Ondefinieerbare stukjes piepschuim 2,5cm <>50cm	240	4,4
7	91. Flessen, potten of stukken daarvan	235	4,3
8	117.1. Ondefinieerbare plastic stukjes 0 - 2,5 cm (hard plastic)	216	3,9
9	1172. Ondefinieerbare stukjes piepschuim 0 - 2,5 cm (schatting)	176	3,2
10	48. Overige plastics	149	2,7

5.7 Registratie van taal en houdbaarheidsdatum

Tijdens 154 opnames zijn van gevonden items waar een herkenbare taal en/of datum is waargenomen, de taal op het item en/of de houdbaarheidsdatum van dat item genoteerd. Ook zijn er foto's genomen, al is dit niet voor elk item gedaan.

In totaal zijn er 381 items geregistreerd met taal. De meest gevonden etiketten hebben de Nederlandse taal (57%) gevolgd door Duits (24%) en andere talen zoals etiketten met verschillende talen waaronder Turks, Hebreeuws en Tsjechisch (10%). In totaal zijn er 171 items geregistreerd met houdbaarheid.

Tabel 5.11 Aantal registreerde item met taal tijdens 154 opnames van de eerste vier meetrondes 2022/2023

Taal	Aantal	% van totaal aantal leesbare etiketten
Nederlands	217	57%
Duits	90	24%
anders	39	10%
Engels	17	4%
Frans	8	2%
Pools	7	2%
Russisch	3	1%

De meest gevonden etiketten hadden een houdbaarheidsdatum voor 2022 (46%) gevolgd door 2023 (36%) en 2021 (5%). Opvallend is dat er een aantal relatief oude producten zijn gevonden met houdbaarheidsdatum 2007 (1 item) , 2016 (3 items) en 2015 (2 items). Dit duidt er op dat dit

afval lang in het systeem aanwezig is geweest. Drankblikjes, snoep-, snack-, chips- en voedselverpakkingen zijn het meest geregistreerd met taal en houdbaarheid.

Het kost de veldmedewerker extra tijd om deze gegevens in te voeren en te fotograferen, vooral als er veel items worden gevonden met taal en houdbaarheid. Het registreren van items met de applicatie gaat goed. Hoewel de aantallen in vergelijking met de totaal gevonden items nog beperkt zijn, kan deze parameter inzicht geven in de mogelijke bronnen en verblijfsduur van zwerfafval in rivieren.



Figuur 5.8 Voorbeelden van gevonden items bij de eerste vier meetrondes 2022/2023 met taal en houdbaarheid

Tabel 5.12 Aantal registreerde item met houdbaarheid tijdens 154 opnames van de eerste vier meetrondes 2022/2023

Jaar van houdbaarheidsdatum	Aantal	% van totaal aantal etiketten met houdbaarheid
2022	79	46%
2023	61	36%
2021	9	5%
2024	5	3%
2020	4	2%
2016	3	2%
2015	2	1%
2025	2	1%
2007	1	1%
2011	1	1%
2017	1	1%
2018	1	1%
2019	1	1%
2034	1	1%

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

5.8 Massa

De geregistreerde massa's tijdens de eerste jaarmeting zijn opgenomen in Tabel 5.13. In totaal is er een hoeveelheid van 284,9 kilo afval gewogen. Het gemiddelde voor de jaarmeting ligt op 2,15 kilogram en de mediaan op 1 kilo.

Tabel 5.13 Gemeten massa's tijdens de eerste jaarmeting 2022/2023

	2022- II Eenheid in kilogram	2022-III Eenheid in kilogram	2022- IV Eenheid in kilogram	2023-I Eenheid in kilogram	Totalen in kilogram
Totaal gewogen afval	66,8	80,7	84,5	52,9	284,9
Gemiddelde	2,0	2,4	2,5	1,7	2,15
Mediaan	1,0	1,0	1,2	0,6	1,0

5.9 Aanwezigheid van plastic pellets

Er is bij 151 opnames genoteerd of er wel of geen pellets zijn gevonden. Slechts bij 12 opnames is die vraag met ja beantwoord. Op H(001a)L-NBNL, L(067a)L-UTNL, M(004h)R-LINL zijn pellets gevonden bij meerdere metingen. Verder zijn er nog op slechts vier andere locaties tijdens een van de metingen pellets geregistreerd. Met de ervaringen van de eerste jaarmeting heeft de methodiek van de aanwezigheid van pellets tekortkomingen. Er wordt slechts gevraagd naar de aanwezigheid van pellets tijdens de telling, er wordt niet gevraagd om speciaal hier naar op zoek te gaan. Ze zullen door de meeste waarnemers dus alleen per toeval worden waargenomen als ze iets oprapen en met hun ogen dicht op het meetvak komen. Dat betekent dat een NEE op deze vraag niet zegt dat er geen pellets liggen. Deze resultaten worden daarom niet voldoende betrouwbaar bevonden. Voor de monitoring van pellets wordt aanbevolen om de methodiek ontwikkeld voor meso- en microplastics voor stranden toe te passen op rivierbanken met zandigere oevers. Alternatief is om voor andere type oevers een tel-steekproef te laten nemen van een 50 x 50 cm vak in/ rondom de aanspoellijn.

Tabel 5.14 Locaties en meetperiodes waar de aanwezigheid van pellets is geregistreerd

#	Meetperiode	Gebiedscode
1	2022-II	M(095a)L NBNL
2	2022-II	W(073a)R-GENL
3	2022-II	L(007a)L-GENL
4	2022-II	L(067a)L-UTNL
5	2022-II	H(001a)L-NBNL
6	2022-II	M(004h)R-LINL
7	2022-III	H(001a)L-NBNL

#	Meetperiode	Gebiedscode
8	2022-IV	H(024a)R-ZHNL
9	2022-IV	H(001a)L-NBNL
10	2023-I	H(001a)L-NBNL
11	2023-I	L(067a)L-UTNL
12	2023-1	M(004h)R-LINL

5.10 Inzet van digitale applicatie

Uit de eerste jaarmeting blijkt dat het gebruik van een digitale applicatie een aantal belangrijke voordelen heeft te weten:

- De data wordt op uniforme wijze verzameld en opgeslagen
- Er is geen transfer nodig van papier naar digitaal (in de meeste gevallen – sommige veldwerkers geven de voorkeur om eerst op papier in te vullen en daarna in te voeren)
- Alle verplichte velden worden ingevuld
- Ondersteunende foto's zijn aan een meetlocatie gekoppeld
- De uitgevoerde metingen zijn direct in een viewer te raadplegen
- Vastleggen van houdbaarheidsdata en taal van items gekoppeld aan fotomateriaal kan alleen op deze manier.

Er zijn ook een aantal aandachtspunten te noemen:

- Het intekenen van vlakken is op een telefoonscherm niet goed te doen.
- Als er aanpassingen aan de app worden gedaan die van ingrijpender aard zijn, kan dat niet met een update geregeld worden. Het is dan noodzakelijk dat oude versies van de app niet meer gebruikt worden maar dat is niet af te dwingen. Op afstand is een app immers niet van een toestel te halen.
- Veel van de tussentijdse aanpassingen aan de app leiden tot een verandering van de opslag van data waardoor het moeilijkheden geeft om de data van verschillende meetrondes in een export te krijgen.
- Eventuele veranderingen of het toevoegen van foto's moet in de bronbestanden gebeuren.
- De kwaliteit van de gekoppelde foto's verschilt nogal en dat komt deels door de camera van het toestel waarop de app geïnstalleerd is.
- Een enkeling is niet vertrouwd met mobiele telefoons of in ieder geval niet om basale troubleshooting op het eigen apparaat te verrichten wat tot frustratie leidt en de animo voor de meting doet dalen.

De aanbevelingen zijn:

- De app idealiter niet meer aan te passen na het begin van een jaarmeting, anders dan kleine wijzigingen die met een update kunnen worden geregeld.
- De set van vragen moet vastliggen om problemen van vergelijkbaarheid te voorkomen.
- Het intekenen uit de opname te halen.
- Het optioneel toevoegen van een foto van het uitgestalde verzamelde afval die als kwaliteitscontrole voor de invoer kan dienen, maar op termijn wellicht ook kunnen worden

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

gebruikt voor beeldherkenning. Voor veldwerkers die alles meteen turven als ze het oprapen zal dit extra tijd kosten.

- Specificaties voor camera resolutie of opslag grootte op te nemen zodat veldwerkers dat zoveel als mogelijk zelf instellen. Extra instructies hiervoor zijn dan wel noodzakelijk.
- Gebruik van 'slimme invulvelden' wat betekent dat de invoer binnen bepaalde grenzen ligt. Een voorbeeld hiervan is dat het gewicht van het afval niet meer dan 100 kilogram mag bedragen. Dat voorkomt dat typefoutjes tot onwaarschijnlijke data leidt.

5.11 Inzet veldwerkers

Als consortium hebben we gekozen voor de inzet van vrijwilligers om de eerste jaarmeting uit te voeren. Dat is deels ook uit budgettaire overwegingen gedaan. Nu de jaarmeting is uitgevoerd, zijn de voors en tegens van de gekozen aanpak goed tegen elkaar af te zetten.

Vrijwilligers zijn vaak bevlogen veldwerkers die grondig werk afleveren en middels veel reacties geven betrokkenheid tonen met het onderwerp. We merken daarnaast ook een sterke verbondenheid bij verschillende veldwerkers met hun eigen onderzoeksgebied. Dit kan zorgen voor een kleuring van de resultaten en/of een focus op bepaalde items. Waarin ze overeenkomen is dat ze graag afval willen vinden, en teleurgesteld zijn als er weinig ligt. Dat het vrijwilligers werk is, gecombineerd met metingen in mei- en zomervakantie zorgt ervoor dat uitval erbij hoort: 5-10% ongeveer.

Het geeft complicaties als het meetprotocol verandert. Er zijn dan extra training, communicatie en databewerking nadien nodig en die tijdsinvestering zou niet nodig zijn als een bedrijf de metingen zou uitvoeren omdat de grootte van groep veldwerkers dan kleiner is.

Het voordeel van de inzet van vrijwillige veldwerkers is dat de groep die is opgeleid, zeer betrokken is en het merendeel is positief over inzet bij vervolgmetingen. De vrijwilligers kennen de locatie goed, sommige wonen er zelf in de buurt. Dit heeft zeer veel toegevoegde waarde indien veranderingen plaatsvinden op/rondom de locatie die van invloed zijn op het afval dat wordt aangetroffen. De kosten zijn beduidend lager in vergelijking met betaalde krachten. De gegevens die verzameld zijn robuust en kwalitatief goed blijkt bij de evaluatie van WUR waar de Schone Rivieren gegevens zijn geanalyseerd. Naar mate de vrijwillige veldwerkers langdurig worden ingezet is de verwachting dat de kwaliteit verder zal toenemen. Daarbij hebben we gemerkt dat het tekenen van een contract en betaling van een vergoeding helpt bij het commitment dat vrijwilligers hebben.

Ook blijft het noodzakelijk om werving te doen gezien uitval van vrijwillige veldwerkers en in de budgettering ruimte te houden om adhoc 10% van de metingen te laten uitvoeren door professionals.

5.12 Aanpassingen en aanvullingen na aanleiding van uitvoering jaarmeting

Na uitvoering van de eerste jaarmeting, zijn de volgende aanpassingen en aanvullingen geadviseerd:

- Het intekenen van meetvak, meest verontreinigde deel en de hoogwaterlijn geven geen meerwaarde, enkel verwarring en moeten dus niet gehandhaafd worden.
- Voor het juist vaststellen van bedekkingspercentages van verschillende vegetatietypen is meer instructie nodig en mogelijk aanpassing van de vraagstelling. Met name oevervegetatie wordt verkeerd ingeschat.
- Bij het vastleggen van bijzondere objecten is een subvraag over verandering ten opzichte van eerdere metingen relevant.
- Bij de vraag naar de oevertypes is het goed dat van de gekozen aanwezige oevertypes ook aangegeven wordt met welk percentage ze in het meetvak vertegenwoordigd zijn.
- De beeldkwaliteitsmeting kan wat vereenvoudigd worden. Het intekenen van het meest vervuilde vlak is te omslachtig. Ook geven foto's een beperkt beeld. Wat wel van toegevoegde waarde kan zijn is het aangeven van de vorm van dat vlak, dus 100 x 1m, 25 x 4m, 10 x 10m en indien het vlak niet lijnvormig is, wellicht met een punt op de kaart aangeven waar het vlak in het meetvlak ligt. Er wordt aanbeloven om te continueren met het registreren van aangetroffen afval groter dan 10cm. De detailmeting van de meest vervuilde vierkante meter (items tussen 1 en 10 cm) kan vervallen omdat dit onvoldoende betrouwbare meetgegevens opleverde.
- De OSPAR categorieën van de rivieroeverafvaltelling moeten op een paar plekken aangepast worden met name in de nummering.
 - Geotextiel had nog geen nummer dat wordt 48.1
 - Er waren 2 categorieën met hetzelfde nummer:
 - 22.1 Rietjes blijft 22.1
 - 22.1 Borden wordt 22.3
 - Pellets/Nurdles staan niet op de lijst en hebben geen nummer. Die krijgen 48.2.
- Het optioneel toevoegen van een foto van het uitgestalde verzamelde afval die als kwaliteitscontrole voor de invoer kan dienen, maar op termijn wellicht ook kunnen worden gebruikt voor beeldherkenning.
- Specificaties voor camera resolutie of opslag grootte op te nemen zodat veldwerkers dat zoveel als mogelijk zelf instellen. Extra instructies hiervoor zijn dan wel noodzakelijk.
- Gebruik van 'slimme invulvelden' wat betekent dat de invoer binnen bepaalde grenzen ligt.
- Het aangeven van de aanwezig of afwezigheid van pellets geeft niet veel informatie en kan vervallen. Alternatief is toch een tel steekproef te laten nemen van een 50 x 50 cm vak in/ rondom de aanspoellijn.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

6 Discussie en reflectie

Op basis van de ontwikkelde monitoringsmethodiek is er een eerste jaarmeting (van 4 perioden: voorjaar, zomer, herfst en winter) uitgevoerd in 2022/ 2023. Daaropvolgend is aan de hand van de resultaten, ervaringen en nieuwe inzichten de monitoringsmethodiek op enkele punten aangepast gedurende het project.

Aanpassing locaties

Tijdens de jaarmeting zijn er in verband met slechte bereikbaarheid en onveiligheid (steile oever) drie locaties aangepast. Dit betekende dat er voor deze locaties, een andere dichtbij zijnde locatie met vergelijkbare eigenschappen is geselecteerd. Dit heeft geen grote invloed gehad op de analyses, wel is het nodig om hier rekening mee te houden dat er wijzigingen kunnen plaatsvinden tussen meetrondes en het verstandig is om een aantal reservelocaties te selecteren.

Gebruik van bestaande dataset voor keuze locaties

Voor de selectie van de meetlocaties is gebruikt gemaakt van de bestaande dataset van Schone Rivieren. Deze dataset bestaat uit gegevens van 8 meetrondes en 1.503 rivieroeverafvalmetingen (verzameld in de periode 2017-2021 in het voor- en najaar) op in totaal 511 locaties op Nederlandse rivieroever. Hoewel er verschillen zijn in het aantal gemeten meetlocaties per meetronde en het aantal keer dat dezelfde locaties zijn gemeten, zijn er diverse analyses uitgevoerd voor een robuuste selectie van de locaties. Als deze gegevens niet beschikbaar waren gesteld, waren veel aannames nodig geweest wat meer onzekerheden met zich mee had gebracht bij de selectie van locaties en het aantal locaties. Er zou dan pas na de jaarmeting of zelfs later bevestigd worden of de locatiekeuze een beeld geeft van de vervuiling op de oevers. Daarnaast is er op basis van ervaringen in het veld al vastgesteld dat de locatie voor monitoring geschikt is bevonden in het voor- en najaar.

Representativiteit van gekozen locaties en robuustheid

Met elke nieuwe monitoringsmethodiek die wordt ontwikkeld, zullen er altijd onzekerheden blijven over de representativiteit en robuustheid van het type en aantal meetlocaties. Het is niet aan te raden om het aantal en type meetlocaties jaarlijks aan te passen omdat dit niet ten goede komt van de robuustheid van de verzamelde gegevens. Omdat de monitoring van zwerfafval in rivieren nog in de kinderschoenen staat, is het vanuit wetenschappelijk perspectief het advies om zoveel mogelijk gegevens te verzamelen. Op basis van de resultaten van de jaarmeting, ligt het gemiddelde en de mediaan aantal items lager in vergelijking met Schone Rivieren gegevens, hoewel daar 2x per jaar wordt gemeten, is de hoeveelheid locaties waar gemeten wordt, hoger.

Op basis van de resultaten van de jaarmeting is de vraag of 40 locaties voldoende zijn voor een representatief beeld. Het is daarom nodig om op basis van de gegevens van de jaarmeting, opnieuw Monte Carlo analyses uitgevoerd worden om te toetsen of de 40 geselecteerde locaties met de jaarmeting resultaten, dezelfde betrouwbaarheid geven. Op basis daarvan kan er een keuze gemaakt worden om het aantal locaties te verminderen en/of te verhogen. Beschikbare

financiële middelen spelen hierbij ook een rol want het verhogen van het aantal locaties zal meer kosten met zich mee brengen, die moeten wel beschikbaar zijn of gesteld worden.

Geschiktheid methodiek voor andere wateren

De meeste beheers- en beleidsvragen kunnen door middel van de hier ontwikkelde monitoringsmethodiek beantwoord worden. Voor de beantwoording van vraag of de ontwikkelde methodiek ook bruikbaar is voor andere wateren dan Rijkswateren is het antwoord JA. Wel zal er eerst gekeken moeten worden naar type oevers van deze Rijkswateren en of deze voldoen aan de randvoorwaarden van de toepassing van het protocol. Daarna moet er een selectie plaatsvinden van geschikte meetlocaties.

Inzicht in verschillende plastictypes

Met de voorliggende monitoringsmethodiek kan de vraag wat betreft de type plastics nog niet goed beantwoord worden. De toepassing van de NIR scanner in het veld leek niet praktisch uitvoerbaar en de tijdsbesteding te kostenintensief. Om gedetailleerd inzicht in de types plastic te krijgen wordt er aanbevolen om een standaard lijst te ontwikkelen met eigenschappen van de plastictypen, beschrijving en fotovoorbelden om dit sneller te bepalen zonder het gebruik van een apparaat. Deze informatie kan waardevolle inzichten opleveren in relatie met onderzoek naar type microplastics in het milieu en de bronnen daarvan. Daarnaast kan de lijst worden uitgebreid met brontoewijzing en gebruiksgroepen per item op de turflijst. Hiervoor kan de methodiek ontwikkelt binnen OSPAR voor strandafval en de Litter-ID methodiek ontwikkelt door de WUR gebruikt worden.

Macroplastics naar zee

De te genereren data van deze monitoringsmethodiek zijn niet voldoende om de bijdrage van macroplastics die van de oevers naar de Noordzee drijven te bepalen (beleid- en beheersvraag E). Daarbij is er ook een andere vraag relevant. Door eb en vloed en stromingen in de estuaria is er mogelijk ook instroom van afval via zee in rivieren. Vispluis, een veel gevonden afval op stranden is namelijk ook op rivieroevers aangetroffen. Juist die wisselwerking behoeft nader onderzoek. Er zullen meerdere gegevens van andere monitoringsmethodieken voor andere compartimenten en onderzoek gecombineerd moeten worden om hierop antwoord te kunnen geven.

Oevertype en relatie afvaltypes

Er zijn geen analyses gedaan om het afval te relateren aan oevertype. Dit moet met de verzamelde data wel mogelijk zijn al is het dan wellicht handiger om naar het dominante oevertype te registeren.

Registratie van houdbaarheid en taal

De monitoringsmethodiek genereert ook gegevens waarnaar niet in de oorspronkelijke beleids- en beheersvragen gevraagd werd. Door middel van de registratie van taal en houdbaarheidsdata van verpakkingsmaterialen kan na analyse mogelijk een beter inzicht verkregen worden in de herkomst van zwerfafval op rivieroevers en het transport van zwerfafval in rivieren. Hiervoor zullen

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

wel meer gegevens verzameld moeten worden, inschatting op basis van de resultaten van de Litter-ID pilotstudie en eerder uitgevoerde Litter-ID-sessies dat er in ieder geval 2.000 items per locatie een goede analyse is uit te voeren, waarbij per categorie voldoende items aanwezig zijn om patronen te kunnen ontdekken in de samenstelling, bronnen, herkomst, oorzaken en massa. Hierbij is wel de kanttekening dat dit alle items betreft en niet specifiek items met taal en houdbaarheid.

Dit zijn de aanbevelingen voor de verdere ontwikkeling en uitvoering van de monitoringsmethodiek:

- Voer een zelfde Monte Carlo analyses uit voor de selectie en het aantal meetlocaties na uitvoering van de jaarmeting, neem daarbij ook de nieuwste gegevens van het SR in mee en pas hierop de monitoringsmethodiek aan indien nodig en gewenst;
- Houd rekening met de invloed van grote infrastructuur projecten (van RWS) en de gevolgen voor monitoringsprojecten. De aanleg van kunstwerken of het verleggen van de rivier kunnen invloed hebben op de afzetting van zwerfafval op rivieroever;
- Houd op lange termijn rekening met de invloed op veranderende weersomstandigheden door klimaatverandering. Bijvoorbeeld een hogere frequentie van hoogwaterpieken in het jaar kan ervoor zorgen dat de jaarlijkse meetfrequentie ook zal moeten toenemen of dat ad hoc metingen gewenst zijn. Houd daarom ruimte voor flexibiliteit bij de uitvoering van monitoring.
- Een (Geoweb) viewer waar de resultaten van alle monitoringsmethodieken van zwerfafval (binnen en buiten de rivieren) draagt er aan bij dat de data door meer personen binnen en buiten RWS geraadpleegd gaan worden. Het op een visuele manier inzichtelijk maken helpt dus bij het identificeren van bronnen en transportwegen van zwerfafval in rivieren;
- Houd rekening met nieuwe wetenschappelijk inzichten in het bijzonder het werk van de WUR afdeling Hydrology and Quantitative Water Management Group omtrent monitoring vanwege het feit dat monitoring van zwerfafval in rivieren in kinderschoenen staat en pas zo nodig de monitoringsmethodiek hierop aan;

7 Referenties

- April LeQuéré, P. (2017). Hydrodynamic Modeling of the Impact of a Proposed new Coastline Groyne Structure on Floating Debris Pathways at Paget Farm, in Saint Vincent and the Grenadines (Doctoral dissertation, Université d'Ottawa/University of Ottawa).
- Arora, V. K., & Boer, G. J. (2001). Effects of simulated climate change on the hydrology of major river basins. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 106(D4), 3335-3348.
- Boonstra, M., M. Wilhelm, P. Tasserou & W. de Winter (2023). Monitoringsmethodiek voor zwerfafval aan oevers. In opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving. Stichting De Noordzee, Wageningen University Research en TAUW. TAUW rapport nr. R006-1282652MFW-V02
- Browne M A, Galloway T S and Thompson R C 2010 Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines *Environ. Sci. Technol.* 44 3404–9
- Carson H S, Lamson M R, Nakashima D, Toloumu D, Hafner J, Maximenko N and Mcdermid K J 2013 Tracking the sources and sinks of local marine debris in Hawai 'i Mar. *Environ. Res.* 84 76–83
- Cross, F. (1973). The behavior of stock prices on Fridays and Mondays. *Financial analysts journal*, 29(6), 67-69.
- CROW RAV kwaliteitscatalogus openbare ruimte, 12-6-2018, Meetinstructie Water-oevers-zwerfafval grof - Verrekenen op beeld via RAW-hoofdcode 50.15.16
- Deloitte, The price tag of plastic pollution. An economic assessment of river plastic. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/strategy-analytics-and-ma/deloitte-nl-strategy-analytics-and-ma-the-price-tag-of-plastic-pollution.pdf>
- Heydra Milieu Service, Rapportage verkenning beeldkwaliteit zwerfafval van de oevers van Rijkswateren (Rijn, Maas) op basis van visuele inspectie vanaf het water, 10-04-2022, HMS21-021.r06
- Ivar Do Sul J A, Costa M F, Silva-Cavalcanti J S and Araujo M C B 2014 Plastic debris retention and exportation by a mangrove forest patch *Mar. Pollut. Bull.* 78 252–7
- Metropolis, N., & Ulam, S. (1949). The monte carlo method. *Journal of the American statistical association*, 44(247), 335-341.
- Meijer, L. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), eaaz5803.
- Mintemig S M, Kooi M, Erich M W, Primpke S, RedondoHasselerharm P E, Dekker S C and van Wezel A P 2020 A systems approach to understand microplastic occurrence and 9 *Environ. Res. Lett.* 15 (2020) 104087
- Oswalda, S. B., Schoorb, M. M., Buschmanc, F., & Collasa, F. P. (2021). Macro-and mesoplastic abundance and composition in the water column of the river Waal. *Rivers in an uncertain future*, 38.
- Reinders, H. J., & Land-Zandstra, A. M. (2017). Citizen Science voor Schone Rivieren.
- Singh, A. S., & Masuku, M. B. (2014). Sampling techniques & determination of sample size in applied statistics research: An overview. *International Journal of economics, commerce and management*, 2(11), 1-22.

Kenmerk R005-1282652MFW-V02 Ontwikkeling van een monitoringsmethodiek voor zwerfafval op rivieroever Rijkswateren-Eindrapport

- Tramoy R, Gasperi J, Colasse L and Tassin B 2020 Transfer dynamic of macroplastics in estuaries—New insights from the Seine estuary: part 1. Long term dynamic based on date-prints on stranded debris Mar. Pollut. Bull. 152 110894
- van Emmerik, T., Mellink, Y., Hauk, R., Waldschläger, K., & Schreyers, L. (2022). Rivers as plastic reservoirs. *Front. Water*, 3, 1-8.
- van Emmerik, T. & P. Vriend (2021). Routekaart Zwerfafvalmonitoring Nederlandse rivieren. Wageningen University, Report. 57 pp., [https:// doi.org/10.18174/537439](https://doi.org/10.18174/537439)
- van Emmerik, T., & de Lange, S. (2021). *Pilot monitoring drijvend zwerfafval en macroplastics in rivieren*. Wageningen University & Research.
- Van Emmerik, T., & Schwarz, A. (2019). Plastic debris in rivers. Wageningen University & Research.
- van Emmerik, T., Vriend, P., & Roebroek, J. (2020a). *An evaluation of the River-OSPAR method for quantifying macrolitter on Dutch riverbanks*. Wageningen: 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.
- Vos, E., D. van Wieringen & M. Intven (2021) Veiligheids- en Gezondheidsplan uitvoeringsfase veldonderzoek project Zwerfafval op de oevers van Rijkswateren. Opdrachtgever Rijkswaterstaat, WVL. TAUW rapport R002-1282652EVO-V03-mwl-NL
- Vriend, P., Roebroek, C. T., & Van Emmerik, T. (2020). Same but different: A framework to design and compare riverbank plastic monitoring strategies. *Frontiers in water*, 2, 31.
- Wu, W., Clark, J. S., & Vose, J. M. (2014). Response of hydrology to climate change in the southern Appalachian Mountains using Bayesian inference. *Hydrological processes*, 28(4), 1616-1626.
- Roebroek, C. T., Hut, R., Vriend, P., De Winter, W., Boonstra, M., & Van Emmerik, T. H. (2021). Disentangling variability in riverbank macrolitter observations. *Environmental science & technology*, 55(8), 4932-4942.