



NORIA

Kentallen dataset rivieren

Rijkswaterstaat Q2 - 2023

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding van het project.....	3
1.2	Doel.....	3
2	Methode	4
2.1	Afvalverzameling & Wegen.....	4
2.2	Analyse.....	4
3	Resultaten	6
3.1	Dataset + statistiek.....	6
3.2	Monte Carlo analyse.....	6
4	Conclusie & Discussie	9
4.1	Conclusies.....	9
4.2	Discussiepunten	9
5	Aanbevelingen	10
6	Bronnen	11

1 Inleiding

1.1 Aanleiding van het project

Rijkswaterstaat werkt aan een nationale monitoringstrategie voor zwerfafval in de rijkswateren van Nederland. Een onderdeel van deze strategie is het monitoren van drijvend zwerfafval op het wateroppervlak van Nederlandse rivieren. Dit wordt gedaan door langsdrijvende zwerfafvalitems te tellen en vervolgens te categoriseren. Voor details over dit monitoren, zie Wadman & van Emmerik, (2022)¹. Door deze gegevens te combineren met kentallen van de gemiddelde massa per item kan er een indicatie gegeven worden van het gemiddelde massatransport.

Voorheen werd dit combineren gedaan op basis van een dataset met massa per item van de op de oevers gevonden items. Echter blijkt uit recent onderzoek dat de soort items binnen een categorie en daardoor de gemiddelde massa van zwerfafval dat wordt gevonden op de oevers en op het wateroppervlak van elkaar verschilt. Hierdoor is de kentallen dataset die is opgebouwd voor de oevers niet representatief voor het zwerfafval op het wateroppervlak. Daarom wenst RWS-WVL binnen deze opdracht een nieuwe kentallen dataset te verkrijgen voor de drijvende zwerfafvalitems. Dit is nodig om in de toekomst de vertaling van aantallen naar massa beter te kunnen uitvoeren.

1.2 Doel

Het doel van dit project is het opstellen van een kentallen dataset voor de massa van verschillende categorieën zwerfafval. Deze categorieën zijn gebaseerd op onderzoek van Vriend et al. (2020). De kentallen dataset streeft naar een maximale afwijking van het gemiddelde van 10% voor het 75^{ste} percentiel. Met het 75^{ste} percentiel wordt bedoeld op de binnenste 75% van de waarden, waardoor de uitschieters niet worden meegenomen. In andere woorden, een gemiddelde waarde waarvoor geldt dat na het tellen van 75% van de minst afwijkende waardes, de gemiddelde afwijking van die waarde lager is dan 10%. Wanneer dit het geval is, zullen we stellen dat de data **statistisch significant** is.

Dit rapport beschrijft de procedure en analyse van de kentallen dataset. Er is gekozen om de focus te leggen op items groter dan 2 cm, omdat kleinere items vanaf grote afstand moeilijk zijn te tellen.

¹ In de zomer van 2023 zal een herziene versie van het meetprotocol worden gepubliceerd

2 Methode

Dit hoofdstuk ligt toe op welke manier de afvalverzameling, weging en data-analyse heeft plaatsgevonden.

2.1 Afvalverzameling & Wegen

Het zwerfafval dat is geanalyseerd is afkomstig van meerdere bronnen. Het grootste gedeelte is afgevangen door het Catchy vangstelsel (Allseas) in de vijfsluizerhaven van Schiedam (Allseas). Een kleiner gedeelte is verzameld door de CirCleaner (Noria) onder de Berlagebrug ten noordoosten van Groningen.

Om het onderscheiden van het plastic in het organische materiaal te vereenvoudigen is het zwerfafval vooraf gedroogd. Vervolgens is het zwerfafval per batch (big bag) uitgezocht. Hierbij is het grootste deel van de niet-organische items per batch verzameld. Deze niet-organische items zijn vervolgens gecategoriseerd en gewogen. Er is in dit project voor gekozen om pareto-efficiënt te werken, wat betekent dat niet 100% van het afval is gewogen maar wel het grootste aandeel dat binnen de gewenste tijd kon worden gecategoriseerd. Het zwerfafval is eerst gecategoriseerd op zowel OSPAR-categorie als polymeer type. Hierna zijn alle individuele items gewogen met een nauwkeurigheid van 0.01 gram voor objecten tot 600 gram en een nauwkeurigheid van 1 gram voor zwaardere objecten. Het polymeer/materiaal type is per object bepaald aan de hand van de vertaaltabel uit de Lange et al., (2023). In totaal zijn er 3029 items geanalyseerd. Ieder materiaal/polymeertype bevat meerdere items uit verschillende OSPAR-categorieën, om zo een bias naar één OSPAR type te voorkomen. Met statistische bias wordt bedoeld op een systematische fout in een steekproef die leidt tot vertekende resultaten en afwijkingen van de werkelijkheid.

2.2 Analyse

De dataset die hierboven is beschreven is uitgebreid met bestaande data. Dit laatste gedeelte van de dataset is afkomstig uit de Shoreliner litter trap (Tauw) in de Lekhaven van Rotterdam (Vriend et al., 2020). Er is tijdens dit onderzoek geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende systemen of locaties. De verschillende bronnen zijn te vinden in Tabel 1.

Tabel 1: Locatie, afvangstelsel en percentage van de totale dataset van de verschillende bronnen

Locatie bron	Afvangstelsel	% van totale dataset
Vijfsluizerhaven Schiedam	Catchy (Allseas)	79.7
Berlagebrug Groningen	CirCleaner (Noria)	8.3
Lekhaven Rotterdam	Shoreliner litter trap (Tauw)	12.0

Na het wegen van de verzamelde items is de data geanalyseerd, waarbij het gemiddelde, de mediaan en de standaardafwijking van de categorieën zijn berekend. Om vast te stellen of het aantal gewogen items per categorie voldoende was om een significant resultaat te verkrijgen, is een Monte Carlo-analyse uitgevoerd volgens de methode van de Lange et al., (2023). Hierbij werden 10.000 subgroepen genomen van elke individuele categorie om het 90% en 75% betrouwbaarheidsinterval te bepalen. Zo kon worden vastgesteld of het aantal gewogen items voldoende was om een representatief beeld te geven van de gemiddelde massa van de

categorie. Omdat het 90% betrouwbaarheidsinterval niet haalbaar was, is gekozen voor het 75% betrouwbaarheidsinterval. Meer informatie over de Monte Carlo-analyse is te vinden in het artikel van de Lange et al., (2023).

3 Resultaten

Dit hoofdstuk gaat in op de dataset en de verkregen statistische waardes en legt uit hoe de Monte Carlo analyse is toegepast.

3.1 Dataset + statistiek

Tabel 2 toont de statistische waarden voor de gewogen items, zoals het gemiddelde, de mediaan en standaardafwijking. Deze data kan worden gebruikt om de vertaalslag te maken van stuks naar massa. Uit deze tabel blijkt dat meerdere categorieën een grote standaardafwijking hebben. Dit wordt veroorzaakt door twee redenen. Allereerst zijn er een aantal categorieën, zoals PO zacht, PO hard en EPS, vrij heterogeen, wat ertoe leidt dat de standaardafwijking groter wordt vergeleken met meer homogene categorieën, zoals PET en metaal. Ten tweede zijn er andere categorieën die minder vaak in het zwerfafval voorkomen en waarvan dus minder items zijn geteld (bv papier/textiel). Door dit kleine aantal items per categorie neemt de standaardafwijking toe, tenzij de getelde items zeer homogeen zijn, zoals bij rubber. Bovendien laat het grote verschil tussen het gemiddelde en de mediaan van sommige categorieën zien dat de dataset voor deze categorieën relatief scheef verdeeld is. Dit geeft aan dat er een aantal uitschieters bijzitten die het gemiddelde verhogen (textiel, hout, PO hard), waardoor dit een vertekend beeld kan geven van de gewichtsverdeling.

Tabel 2: Statistische waarden van de gewogen items per categorie

Categorie	Gemiddelde (gram)	Mediaan (gram)	Standaardafwijking (gram)
PS	3,19	2,11	3,37
Multilayer	0,72	0,32	1,29
Papier	36,88	26,84	35,21
EPS	2,30	0,62	6,16
Hout	81,02	25,92	137,93
PO zacht	1,97	0,45	5,47
PO hard	10,41	3,23	25,20
PET	28,17	26,75	15,79
Glas	346,73	352,52	157,38
Metaal	12,54	11,97	6,17
Textiel	166,71	99,45	156,81
Rubber	2,67	2,715	0,47

3.2 Monte Carlo analyse

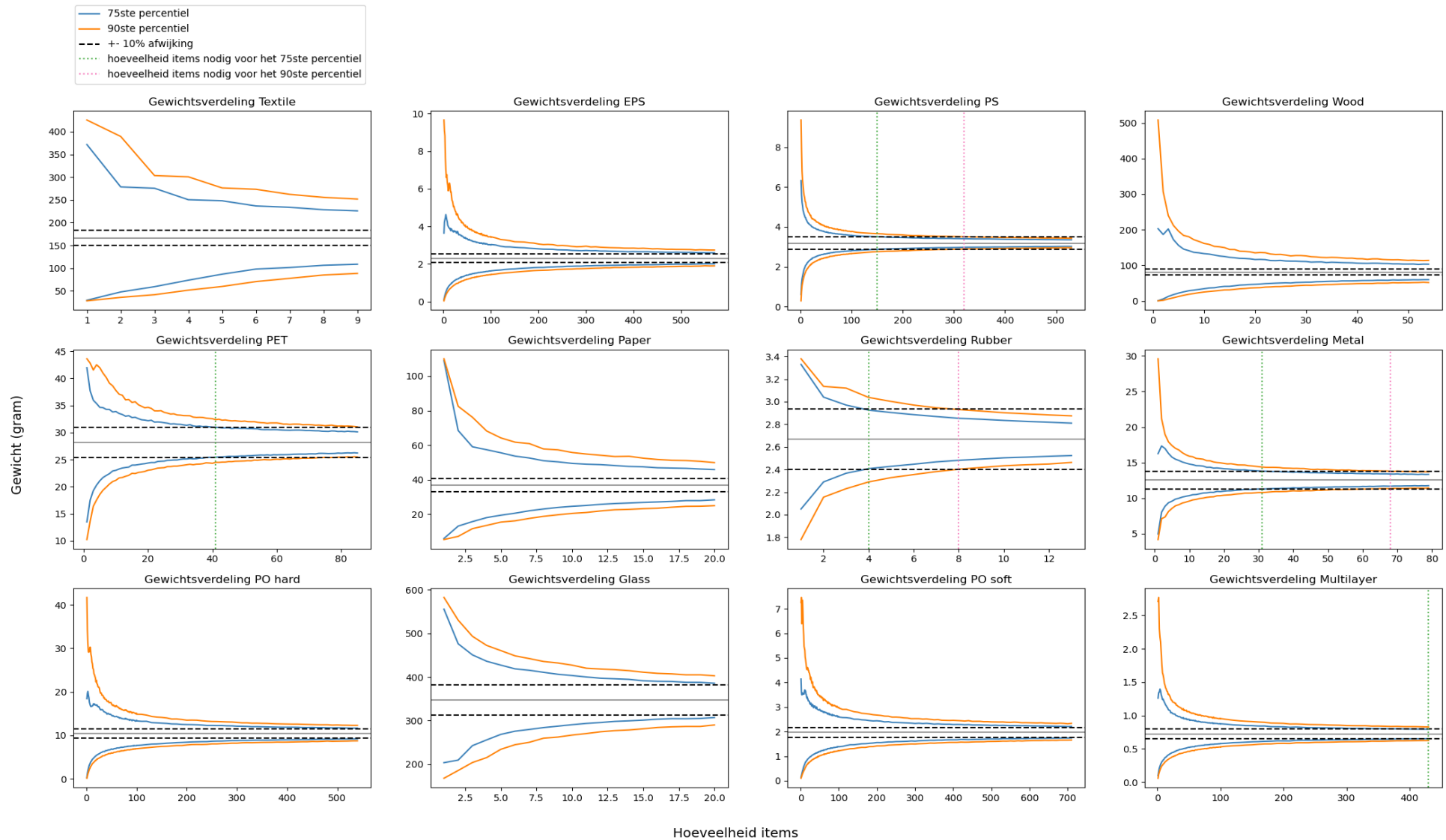
De resultaten van de Monte Carlo analyse zijn weergegeven in tabel 3. RWS streeft naar een afwijking van het gemiddelde onder de 10% voor het 75ste percentiel. Als we de analyse per categorie uitvoeren dan komt naar voren dat dit voor vijf categorieën haalbaar is, voor vier categorieën komt het in de buurt en voor drie categorieën is de afwijking na het tellen nog significant hoger.

Tabel 3: Hoeveelheid tellingen en afwijking van het gemiddelde per categorie. De verschillende kleuren in kolom 2 staan voor de afwijkingen, met rood een afwijking > 15%, geel een afwijking tussen de 10 en 15% en groen een afwijking < 10%. Rode vakken in kolom 3 geven aan dat het aantal items dat nodig is om de gemiddelde massa significant weer te geven niet is gehaald.

Categorie	Hoeveelheid	Afwijking gemiddelde (%)	# items nodig om een gemiddelde afwijking < 10% te bereiken
PS	527	5,19	180
Multilayer	430	9,66	421
Papier	21	24,14	n.t.b.
EPS	564	12,72	n.t.b.
Hout	55	26,44	n.t.b.
PO zacht	706	11,93	n.t.b.
PO hard	540	11,86	n.t.b.
PET	85	6,86	42
Glas	21	11,47	n.t.b.
Metaal	80	6,33	36
Textiel	10	35,2	n.t.b.
Rubber	14	5,49	5
Totaal	3029	n.v.t.	n.v.t.

Als er meer zwerfafval per categorie wordt verzameld, zal de statistische voorspelbaarheid toenemen. Op deze manier kunnen we bepalen hoeveel items per categorie gewogen moeten worden om een significant gemiddelde te bereiken, wat te zien is in de laatste kolom van Tabel 3. Voor sommige categorieën blijkt dat enkele tientallen wegingen voldoende zijn om het gemiddelde te bepalen. Dit kan significante tijd schelen in de analyse voor homogene categorieën.

Het verloop van de afwijking over het aantal getelde items is te vinden in Figuur 1. Dit is tevens een visuele samenvatting van de data die in tabel 2 en 3 is weergegeven. Hier is voor de 12 categorieën de ontwikkeling van de Monte Carlo-analyse weergegeven naarmate er meer items per categorie worden toegevoegd. Duidelijk zichtbaar is dat homogene categorieën (PET en metaal) vrij snel het gemiddelde benaderen bij weinig items. Dit is omdat, ondanks de kleine steekproef, deze subgroep alsnog het gemiddelde goed beschrijft. Voor andere categorieën zijn hier door hun heterogeniteit veel meer items voor nodig.



Figuur 1: Monte Carlo-analyse van de verschillende categorieën. De gestreepte zwarte lijnen staan voor de +/- 10% afwijking van het gemiddelde. De gekleurde verticale gestippelde lijnen (groen en roze) staan voor de hoeveelheid items die nodig is om een significant gemiddelde te verkrijgen. De oranje en blauwe lijn staan voor het verloop van het 75^{ste} en 90^{ste} percentiel naarmate de hoeveelheid gewogen items toeneemt. Op de x-as is de hoeveelheid items weergegeven, op de y-as staat het gewicht in grammen.

4 Conclusie & Discussie

4.1 Conclusies

Dit rapport geeft inzicht in de gemiddelde massa's en het aantal items dat nodig is om de gemiddelde massa met een maximale 10% afwijking vast te stellen per polymeer/materiaal categorie. Met in totaal 3027 geanalyseerde items vanuit het drijvende zwerfafval milieu draagt het bij aan de vertaalslag van de eenheid 'aantal items' naar 'kilogram' die Rijkswaterstaat aan de hand van brugtellingen wil vaststellen.

Het was niet haalbaar om voor alle OSPAR-categorieën een statistisch significant gemiddelde vast te stellen. Daarom is dit voor de 12 materiaaltypen gedaan. Hierbij was voor vijf categorieën de afwijking van het gemiddelde onder de 10%, bij vier categorieën zat dit tussen de 10 en 15% en bij drie categorieën bleef het ruim boven de 15%. Het originele doel om een dataset op te bouwen een maximale afwijking van het gemiddelde van 10% voor het 75^{ste} percentiel is dus voor vijf van de categorieën bereikt en voor vier van de categorieën zeer dichtbij benaderd.

4.2 Discussiepunten

In hoofdstuk 2 wordt een methode beschreven die volgens ons enkele nadelen kent. Deze kunnen worden samengevat in de volgende punten:

1. Menselijke bias
2. Gemengde materiaalsoort
3. Locatieafhankelijkheid

Hieronder wordt nader uitgelegd waar deze onzekerheden uit voortkomen.

Menselijke Bias

Allereerst wordt niet de volledige batch geanalyseerd, maar alleen het grootste deel ervan. Deze selectie is gemaakt door mensen. Er is wel rekening gehouden met een representatieve verdeling maar dit gaat tot een zekere hoogte. Dit kan leiden tot een vertekend beeld van bepaalde items, omdat grote en/of felgekleurde items in een afvalberg meer opvallen dan kleinere, minder opvallende (b.v. kleuren die overeenkomstig zijn met organisch materiaal) items. Hierdoor is er een kans dat de geselecteerde items om te wegen niet representatief zijn voor de gehele categorie.

Gemengde materiaalsoort

Ten tweede worden de polymeer/materiaal categorieën bepaald aan de hand van de vertaaltabel van de Lange et al., (2023). Voor sommige OSPAR-categorieën is deze vertaalslag echter niet direct mogelijk, omdat veel items uit meerdere materialen/polymeren bestaan. Voorbeelden hiervan zijn drinkkartons (plastic & papier) en aluminium drinkpakjes (aluminium & plastic).

Locatieafhankelijkheid

Ten derde komt het afval dat in dit rapport wordt geanalyseerd, uit een select aantal locaties en milieus. Aangezien het grootste deel van het afval uit de haven van Rotterdam afkomstig is, ligt de nadruk waarschijnlijk op industrieel afval, wat kan leiden tot een vertekend beeld, of in ieder geval niet representatief voor heel Nederland, van bepaalde items. Deze dataset zal hoogstwaarschijnlijk verschillen van eenzelfde onderzoek dat wordt uitgevoerd met afval uit landelijke of stedelijke gebieden.

Tijdens de cyclus van gegevensverzameling tot analyse zijn er diverse onzekerheden welke bij het maken toekomstige beslissingen moeten worden meegewogen. De eerdergenoemde voorkeur bij het selecteren van items, de gemengde materialen en het beperkte verschil in locaties waarvan het afval afkomstig is leiden allemaal tot een opeenstapeling van onzekerheden. Dit zal uiteindelijk leiden tot een relatief grote onzekerheid.

Hoewel de 10% afwijking van het gemiddelde die in hoofdstuk 3 wordt genoemd volgens de statistische rekenregels correct is, is het de vraag of deze foutmarge daadwerkelijk wordt bereikt met de eerdergenoemde onzekerheden.

5 Aanbevelingen

Rijkswaterstaat, in opdracht van het ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, is op zoek naar kosteneffectieve methoden om het massatransport van zwerfafval in onze rivieren te meten. Uit een eerder ontwikkeltraject is gebleken dat de kentallen dataset die wordt gebruikt voor de oevers niet toereikend genoeg was voor drijvend plastic. Daarom is dit onderzoek opgesteld om de kentallen te verbeteren.

De toevoeging van dit rapport leidt tot een verbetering van de huidige methode. Deze methode is op dit moment goed genoeg voor de vertaalslag die RWS wilt maken vanuit de aantallen naar massa. Hierbij moet rekening gehouden worden met de onzekerheden die zijn genoemd in het vorige hoofdstuk. Wanneer er nog betere datakwaliteit gewenst is, kan er gekeken worden naar de eerder genoemde discussiepunten, om zo de kwaliteit naar een hoger niveau te tillen.

Wanneer RWS deze methode wilt gebruiken met de intentie om correctieve maatregelen te kunnen selecteren zal er nog wel een betere analyse plaats moeten vinden. Ook hier kunnen correctieve maatregelen verschillen. Wanneer het gaat om een beeld te krijgen welk deel van de materialen drijft en welk deel wellicht na verloop van tijd lager in de waterkolom zal transporteren dan is er ook een andere methode nodig.

Als het gaat om een correctieve maatregel in de vorm van rekening bij producenten neerleggen dan zal er een degelijkere methode moeten worden ontwikkeld omdat een producent niet akkoord zal gaan met een methode waar nog haken en ogen aan zitten.

6 Bronnen

de Lange, S. I., Mellink, Y., Vriend, P., Tasserou, P., Begemann, F., Hauk, R., Alderink, H., Hamers, E., Jansson, P., & Joosse, N. (2023). Sample size requirements for riverbank macrolitter characterization. *Authorea Preprints*.

Vriend, P., van Calcar, C., Kooi, M., Landman, H., Pikaar, R., & van Emmerik, T. (2020). Rapid assessment of floating macroplastic transport in the Rhine. *Frontiers in Marine Science*, 7, 10.

Wadman, M., & van Emmerik, T. (2022). *Meetprotocol drijvend zwerfafval en macroplastic in rivieren*. <https://doi.org/10.18174/562759>

Colofon

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat

Uitgave

Noria Sustainable Innovators
Schieweg 13
2627 AN Delft

Telefoon

06-28897682

Auteurs

Jur van Wijk
Rinze de Vries

Datum van verschijnen

Mei 2023