



hoogheemraadschap
Hollands
Noorderkwartier

INZICHT IN HET PLASTIC AFVALPROBLEEM

Verkennd onderzoek naar monitoringstechnieken

MANAGEMENT SUMMARY	4
1 INLEIDING	6
1.1 Aanleiding en doel	6
1.2 Leeswijzer	7
2 BUREAUONDERZOEK	8
2.1 Hoe het bureauonderzoek werkt	8
2.2 De vijf deelgebieden	10
2.3 Verdiepend onderzoek in Wormerveer en Zaandam	13
3 EMPIRISCH VELDONDERZOEK	17
3.1 Uitgevoerde onderzoeken in verdiepend onderzoek	17
3.2 Wormerveer	17
3.3 Zaandam	20
4 ANALYSE	23
4.1 Van data naar informatie	23
4.2 De OSPAR methode in de praktijk	25
4.3 Analyse OSPAR resultaten	29
5 RESULTATEN	31
5.1 In kaart brengen van grootte van het probleem	31
5.2 In kaart brengen van methoden	32
6 WICKED PROBLEM	35
6.1 Een probleem zonder een duidelijke probleemeigenaar	35
6.2 Casus gebied Wormerveer	35
6.3 Serious Game	36
7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	38
7.1 Conclusies	38
7.2 Aanbevelingen	39
COLOFON	41
BIJLAGE A IMPRESSIE VAN HET VELDONDERZOEK	42

Management Summary

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK). Het eerste doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van het plastic afvalprobleem in het beheergebied van HHNK. Het tweede doel van dit project is om verschillende methoden te verkennen waarmee dit in de toekomst periodiek in kaart gebracht/gemonitord kan worden. Informatie over de aanleiding en doelen is gegeven in de introductie, hoofdstuk 1.

In het bureauonderzoek is het gebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier in kaart gebracht om deelgebieden met potentiële plastic hotspots te onderscheiden. Dit met het doel om vervolgens binnen deze deelgebieden de potentiële hotspots te identificeren. Het gaat hier om vervuilde gebieden, maar nog niet per definitie de meest vervuilde gebieden. De resultaten van het bureauonderzoek staan vermeld in hoofdstuk 2.

Ter verdieping en validatie van het bureauonderzoek heeft op verschillende locaties empirisch veldonderzoek plaatsgevonden. Dit heeft op hoog niveau door het hele gebied van HHNK plaatsgevonden en op meer detailniveau op twee locaties, namelijk Zaandam en Wormerveer. Deze locaties zijn gekozen op basis van de uitkomsten van het voorgaande bureauonderzoek en gesprekken met gebiedsbeheerders. Het uitgevoerde veldonderzoek bestond uit verschillende onderdelen namelijk verkennend onderzoek op de wal en verdiepend onderzoek naar plastic op de wal en in het water op drie niveaus. Deze drie niveaus in het water zijn: drijvend, zwevend en afgezonken. De bevindingen uit het uitgevoerde veldonderzoek staan in hoofdstuk 3.

Om plastics op een effectieve manier uit het water te verwijderen zijn een of meerdere maatregelen of beleid nodig. In hoofdstuk 4 wordt uiteengezet hoe de verzamelde data kan worden omgezet naar informatie, op basis waarvan besluiten kunnen worden genomen over de best passende maatregel. Deze maatregel moet er vervolgens toe leiden dat het gewenste resultaat wordt behaald. Dat kunnen zowel fysieke, vaak correctieve, maatregelen zijn als het opstellen van nieuw, vaak preventief, beleid. In dit hoofdstuk wordt het DIKAR-model besproken als methode voor het omzetten van data in resultaat. De OSPAR-methode is toegepast om inzicht te krijgen in het type afval. Daarnaast is een verschilanalyse uitgevoerd om te onderzoeken of er significante verschillen zijn tussen drijvende plastics en plastics aanwezig op de bodem. Ook is er gekeken of er significante verschillen zijn tussen het gevonden plastic op de verschillende locaties.

In hoofdstuk 5 is een overzicht van de resultaten voortkomend uit het onderzoek gegeven. De resultaten zijn op te delen in de grootte van het plastic afvalprobleem en verschillende methoden om het probleem in kaart te brengen en te monitoren. Daarbij kan worden gedacht aan het periodiek nemen van foto's door bijvoorbeeld gebiedsbeheerders.

De grootte van het plastic afvalprobleem is niet eenduidig aan de hand van dit ene project vast te stellen. Hiervoor dienen periodiek meerdere metingen plaats te vinden. De methoden die zijn aangereikt zijn kansrijk om toe te passen om het inzicht te vergroten in de plastic afvalproblematiek in de wateren van HHNK. Voor de afweging van kosten lijken visuele inspecties vanaf de wal zeer geschikt om ook op te nemen in de huidige werkzaamheden van

gebiedsbeheerders van HHNK. Voor de kwaliteit heeft veldonderzoek vanaf het water sterk de voorkeur omdat anders veel plastic in de rietkraag niet zal worden gezien. De River-OSPAR methode is een bruikbare methode om inzichten te creëren in het type plastic per locatie. Hiermee kunnen verschilanalyses gemaakt worden tussen locaties en tussen de drijvend plastic en plastic op de bodem. Voor meer inzicht in de bron van het plastic is echter nog wel een uitbreiding, oorsprong analyse met technieken als kunstmatige intelligentie, op deze OSPAR-methode nodig.

1 Inleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. In dit hoofdstuk zijn de aanleiding en doelen van het onderzoek beschreven. Daarnaast is in de leeswijzer de inhoud van het rapport per hoofdstuk aangegeven.

1.1 Aanleiding en doel

Het plastic afvalprobleem komt de laatste jaren steeds meer op de politieke agenda te staan. Het realiteitsbesef dat de inhoud van een vuilniswagen vol met plastic afval, welke iedere minuut in onze oceanen terecht komt, een groot probleem is. Ondanks dat het probleem in landen als China, India, Indonesië en Brazilië vele malen groter is, betekent dit niet dat het probleem in Nederland niet aanwezig is. Naar schatting verdwijnt er via de Nederlandse rivieren jaarlijks enkele miljoenen kilo's plastic in de Noordzee.

Het Hoogheemraadschap Noorderkwartier (HHNK) zet zich op dit moment op verschillende manieren in voor het tegengaan van zwerfafval in ons water. Voorbeelden hiervan zijn de projecten in samenwerking met Stille Rapers en een eerder uitgevoerd onderzoek naar de mogelijkheden van een oplossing met een bellenscherm.

Om een probleem effectief aan te pakken is het belangrijk om zicht te krijgen op de grootte van het probleem. Zodoende heeft dit onderzoek als doel gehad om inzicht te krijgen in de grootte van het probleem. Daarnaast heeft dit onderzoek als doel om verschillende methoden in te verkennen waarmee het plastic afvalprobleem in de toekomst periodiek in kaart is te brengen.

Het circulaire gebruik van baggerslib is belangrijk voor het HHNK. Aanvullend op de eerder uitgevoerde activiteiten rondom plastic zwerfafval in water is er daarom de behoefte om inzicht te krijgen op de locaties waar een verhoogde concentratie is van plastic vervuiling in water. Daarnaast is inzicht in de relatie tussen plastic zwerfvuil wat zich op het oppervlak van het water begeeft en plastic zwerfvuil dat gevonden wordt in het baggerslib van de bodem interessant. Door deze twee zaken in kaart te brengen ontstaat meer inzicht in de preventieve mogelijkheden om plastic zwerfafval niet meer in het baggerslib te laten eindigen.

Dit onderzoek uitgevoerd door Noria is gericht op de mogelijke aanwezigheid van zwerfafval in wateren in het beheergebied van het HHNK. De uitkomsten uit dit onderzoek dragen bij aan het inzicht op het zwerfvuil probleem in dit gebied en de mogelijke methoden om dit periodiek in kaart te brengen.

De hoofdvraag in dit onderzoek is tweeledig:

1. Wat is de grootte van het plastic afvalprobleem in het gebied van HHNK?
2. Wat zijn geschikte methoden om het plastic afvalprobleem periodiek in kaart te brengen?

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de bureaustudie die is uitgevoerd. In dit hoofdstuk komen potentiële hotspots naar voren. In hoofdstuk 3 zijn vier verschillende manieren van veldonderzoek beproefd. De plastics die uit het veldonderzoek meegenomen zijn voor analyse zijn met de OSPAR-methode geanalyseerd in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 presenteert de antwoorden op de deelvragen. In hoofdstuk 6 wordt een uitstapje gemaakt naar de politieke complexiteit van het plastic afvalprobleem, het zogenaamde *wicked problem*. In hoofdstuk 7 zijn de conclusies en aanbevelingen opgesomd.

2 Bureauonderzoek

In dit hoofdstuk staan de resultaten van het bureauonderzoek. In het bureauonderzoek is het gebied van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier in kaart gebracht om deelgebieden met potentiële plastic hotspots te lokaliseren. Dit met het doel om vervolgens binnen deze deelgebieden de potentiële hotspots te identificeren. Het gaat hier om vervuilde gebieden, maar nog niet per definitie de meest vervuilde gebieden.

2.1 Hoe het bureauonderzoek werkt

In het bureauonderzoek wordt in drie stappen gekeken naar mogelijke bronnen, routes welke het plastic naar verwachting af leggen en locaties waar het plastic mogelijkwijs kan blijven liggen. Deze locaties zijn de zogenaamde hotspots. Hieronder wordt per onderdeel toegelicht op welke manier er van diverse informatiebronnen gebruik wordt gemaakt om een beeld te krijgen van de situatie.

2.1.1 Stap 1: de bronnen

Uit eerder onderzoek is gebleken dat er een correlatie is tussen de hoeveelheid plastic afval en hoge bevolkingsdichtheid, aanwezigheid van recreatiegebieden, fastfood restaurants en gebieden waar hangjongeren samenkomen. Voor het hele gebied wordt gekeken waar bovengenoemde gebieden aanwezig zijn. Hierbij wordt de bevolkingsdichtheid op hoog schaalniveau (steden) gebruikt in de eerste stap. In de tweede stap wordt een meer gedetailleerd schaalniveau (wijken) gebruikt.

Plastic afval is een product dat door menselijk handelen in de natuur eindigt. Er is dan ook sprake van een correlatie tussen hoge bevolkingsdichtheid van een gebied en een grotere hoeveelheid plastic afval in de natuur. Om deze reden zijn stedelijke woonkernen vaak bronnen voor plastic afval. Eenmaal in de natuur kan de wind het afval verder verplaatsen. Wanneer het afval in het water terecht is gekomen zal dit hier in de meeste gevallen voor langere tijd aanwezig zijn. De wind zal het afval niet meer uit het water blazen, wel kan de wind het nog in een bepaalde richting drukken.

Naast de woonkernen zijn ook locaties waar mensen veel buiten zijn een belangrijke bron. Deze plekken kenmerken zich vaak door achterblijvend plastic afval zoals flesjes en etenswarenverpakkingen. Hierbij kan worden gedacht aan lokale markt, fastfood restaurants, middelbare scholen en plekken waar hangjongeren samenkomen. Dit soort locaties worden dan ook tijdens het bureauonderzoek zo goed mogelijk in kaart gebracht.

In deze analyse wordt ook gebruik gemaakt van 'open source' data welke onder andere beschikbaar is op websites als www.Crowdwater.ch en www.Litterati.org. Op deze websites zijn kaarten te vinden met daarop de locaties waar vrijwilligers plastic afval hebben gevonden. Doormiddel van apps kunnen vrijwilligers foto's van gevonden afval en bijbehorende locatie uploaden. Op deze manier wordt *citizen science* ingezet om het plastic afvalprobleem in kaart te brengen. Hierbij dient de opmerking worden geplaatst dat je met deze *citizen science* data weet dat op een specifieke locaties plastic ligt. Echter wanneer er op een andere locatie géén data aanwezig is, betekent dit niet per definitie dat hier geen plastic is. Samengevat, het is

één van de indicatoren. Daarom wordt dit onderdeel ook alleen op het hoogste niveau van deze analyse toegepast.

2.1.2 Stap 2: de route van het plastic

Nadat bekend is waar het plastic afval in het water terecht kan komen (de bronnen) is het belangrijk om de route te achterhalen die het plastic zeer waarschijnlijk af zal leggen. Dit wordt gedaan door in de grotere wateren te kijken naar de stroming, windrichting en vormen van de watergangen. Ook wordt gekeken waar het plastic vanuit de binnenwateren, via gemalen, naar het buitenwater kan worden gepompt. Het pompregime van deze gemalen is veelal bepalend voor de stroming. In veel gebieden is dit pompregime in de winter anders dan die in de zomer. Zodoende kan de stromingsrichting dan ook verschillen over de seizoenen in het jaar.

Over het algemeen kan worden gesteld dat water in de stedelijke omgeving door neerslag wordt aangevuld en vervolgens wordt afgevoerd naar de zijkanalen of de rivieren. Ook loopt het water van de meeste grotere rivieren in Nederland van zuidoost naar west en wordt er vaak in de richting van het zoute water gepompt om te voorkomen dat er verzilting optreedt. Een belangrijk feit om hierbij mee te nemen is dat zwaardere plastic objecten vaak meer invloed ondervinden van waterstroming en lichtere objecten meer invloed van de wind.

Wind is daarom het volgende onderdeel dat wordt meegenomen in tweede stap van de analyse. Omdat het plastic geleidelijk door de watergang drijft en de wind constant invloed uitoefent zal het na verloop van tijd in een richting worden gestuwd. In Nederland is de dominante windrichting afkomstig uit het zuidwesten waardoor plastic vaak richting het noordoosten wordt gedrukt. Uiteraard is de kracht van zowel de stroming als de wind medebepalend welke de grootste invloed op het plastic uitoefent.

2.1.3 Stap 3: de potentiële hotspots

In deze derde stap wordt vervolgens gekeken waar, op de route van een bron naar een afvoerpunt op het grotere water, het plastic zeer waarschijnlijk (tijdelijk) vast zal worden gehouden.

Dit kan doordat de wind het in een hoek drukt of door een overgang in het type walbeschoeiing. Over het algemeen geleid een egale massieve wal het plastic. Wal bestaande uit stortsteen of vegetatie (rietkragen) zorgt voor plekken waar plastic kan blijven hangen. Met name de overgang van gladde naar een ruwe natuurlijke wal zorgt vaak voor plaatselijke ophoping van plastic afval.

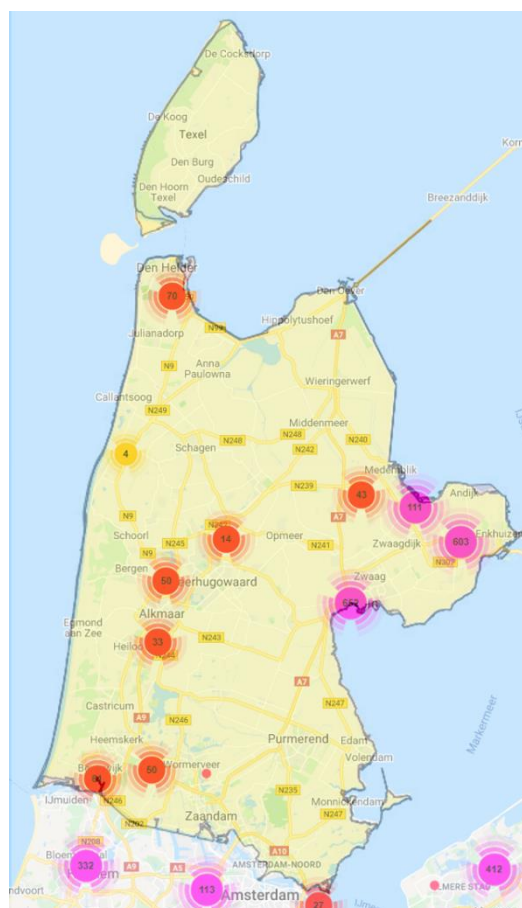
Kunstwerken zoals bruggen, duikers, gemalen zijn voor het identificeren van de hotspots belangrijke onderdelen om mee te nemen in de analyse. Wanneer een landhoofd of krib ver vanaf de wal in het water staat is het aannemelijk dat plastic in deze hoek zal achterblijven. Maar ook hier is niet ieder kunstwerk gelijk. Het gedrag van het plastic is sterk afhankelijk van het materiaal en de vorm van een landhoofd of de krib. Zo kan een betonnen landhoofd dat niet heel diep het water insteekt het water naar binnen stuwen waardoor ook het plastic op gepaste afstand van het landhoofd door het kunstwerk drijft.

Ook zijn er andere vormen in de watergangen zoals (scherpe) bochten, kolken en kribben die ervoor kunnen zorgen dat plastic in hoeken blijft hangen. Door al deze objecten in combinatie met de voorgaande twee stappen in kaart te brengen kunnen potentiële hotspots in een bureauonderzoek in kaart worden gebracht. Dit leidt dan ook tot een kaart met locaties van potentiële hotspots waar vervolgens validerend veldonderzoek wordt uitgevoerd.

2.2 De vijf deelgebieden

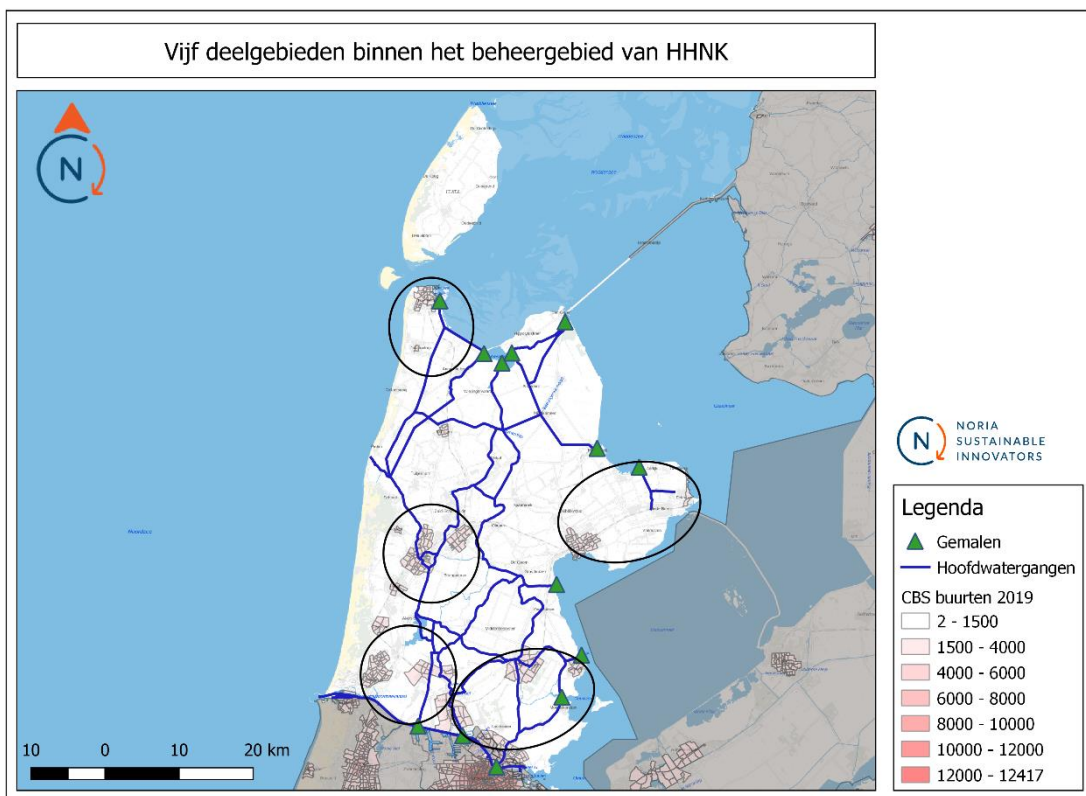
Met behulp van gebruikersdata is een quickscan gemaakt van het gevonden zwerfafval in het beheergebied van HHNK. De grootste hoeveelheden zwerfvuil die zijn geregistreerd worden gevonden in de gebieden rondom de woonkernen Amsterdam, en Purmerend. Rond Hoorn, Alkmaar, Enkhuizen en Anna Paulowna wordt in Litterati ook significant meer plastic geregistreerd dan in de andere woonkernen in het beheergebied van HHNK. Zo zien we in de Litterati kaart een duidelijke relatie tussen de dichtbevolkte gebieden en het aantal registraties van gevonden plastic afval.

In [Figuur 1](#) is de Litterati kaart weergegeven over het beheergebied van het HHNK. Ook op deze kaart kwamen in de vijf deelgebieden het grootste aantal gevonden plastic objecten naar voren.



Figuur 1 Overzicht met locaties waar met de Litterati app gevonden objecten zijn geregistreerd door vrijwillige rapers

Uit dit bureauonderzoek zijn in Noord-Holland vijf deelgebieden (zie [Figuur 2](#)) voor nader onderzoek vastgesteld. Rond Den Helder en Enkhuizen gaat dit om twee gebieden waar grotere watergangen vanuit Noord-Holland in het open water eindigen. Het gebied rondom Beverwijk en regio Zaandam, ten noorden van Amsterdam, zijn gebieden waar voor Nederlandse begrippen een zeer hoge bevolkingsdichtheid is. Het laatste deelgebied is rondom de steden Alkmaar en Heerhugowaard. Dit is ook een gebied met veel water en relatief veel inwoners.



Figuur 2 Vijf deelgebieden binnen het beheergebied van HHNK

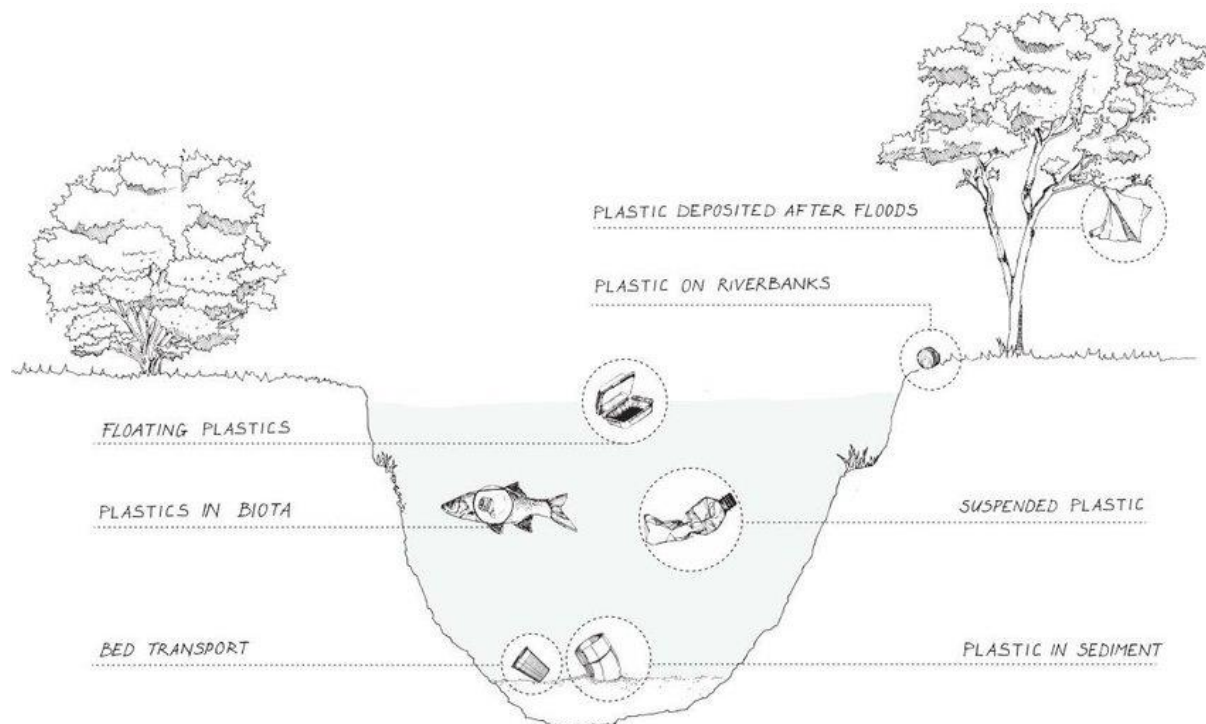
Deze vijf deelgebieden zijn vervolgens onderzocht op aanwezigheid van potentiële hotspot deelgebieden om vervolgens te kijken naar de stroomrichting van het water en de windrichting, zodat een prognose kan worden gemaakt van de route die dit plastic zeer waarschijnlijk af zal leggen.

Uit het bureauonderzoek zijn een aantal plekken naar voren gekomen waar mogelijk sprake kan zijn van plastic hotspots. Doormiddel van het veldonderzoek (hoofdstuk 3) is gevalideerd of deze locaties daadwerkelijk plastic hotspots zijn.

Na het bureauonderzoek heeft overleg plaatsgevonden met een zestal gebiedsbeheerders¹. De gebiedsbeheerders hebben hun praktijkervaring uit het veld meegegeven, welke zijn meegenomen in het een veldonderzoek door het gehele gebied van HHNK. In Bijlage A is een overzicht opgenomen met locaties welke door hen zijn aangegeven en/of uit het

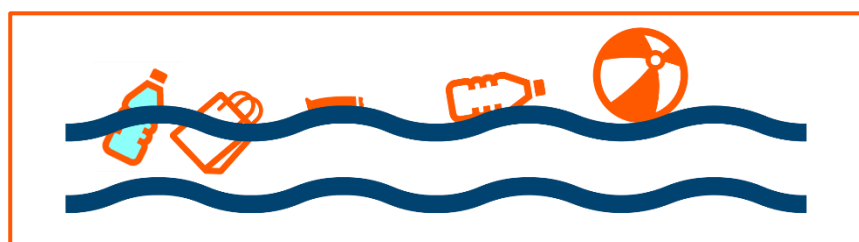
¹ Er is tijdens dit overleg gesproken met Mariska Schoo, Siem Appelman, Dirk Kooi, Sjaak Bijendaal, Roel Koppers en Erik Westerhof.

bureauonderzoek naar voren kwamen. In dezelfde bijlage staan ook een aantal impressies van de hoeveelheid zwerfafval zoals gebleken uit de diverse veldonderzoekdagen. Vervolgens is er in overleg met Reindert Jan Sellies (HHNK) besloten om twee gebieden in meer detail te onderzoeken. Het doel van deze detailanalyses was om een beter beeld te krijgen van de methoden die gehanteerd kunnen worden om over een heel jaar hoeveelheden plastic over verschillende lagen van de waterkolom te meten. Hierbij moet gedacht worden aan drijvend en zwevend plastic maar ook plastic op de bodem, zie hiervoor [Figuur 3](#).



Figuur 3 Overzicht met verschillende lagen waar plastic wordt gevonden (van Emmerik & Schwarz, 2019)

Verschillende plastic items worden op verschillende manieren door stroming en wind beïnvloed. Voor het transport van plastics die een groot drijfvermogen hebben speelt de wind een belangrijke rol. Hierbij is ook de grootte van het object van belang. Een groter object (in figuur: strandbal) ondervindt meer invloed van wind (door een groter blootgesteld oppervlakte) dan een kleiner object (in figuur: lege plastic fles). Het transport van objecten die minder sterk drijvend zijn wordt gedomineerd door de stroming (gevulde plastic fles). Voor bijvoorbeeld folies is het een samenspel van oppervlakte stroming en door wind geïnduceerde stroming.



Figuur 4 Voorbeeld met verschillende soorten plastic afval. Links zijn drie soorten weergegeven waar de waterstroming meer effect op heeft en recht ziet u twee objecten waar de wind meer invloed op uit zal oefenen.

Er is vervolgens met Nico Roskam (HHNK) gekeken naar de planning voor baggerwerkzaamheden. Hieruit kwam Wormerveer naar voren als interessante locatie voor het verdiepende veldonderzoek. Een tweede locatie voor verdiepend onderzoek kwam voort uit de gesprekken met de gebiedsbeheerders en de bevestiging uit het verkennende veldonderzoek. Bij restaurant het Zaanse Hoekje ten noorden van de Watering (tussen Zaandam en de A8) werd namelijk door een van de gebiedsbeheerders vaak plastic afval in het water gezien. Deze locatie was ook geschikt om een boot in het water te laten voor onderzoek met de Waste Free Water Sampler, een meetsysteem waarmee zwevend afval in de waterkolom kan worden afgevangen.

2.3 Verdiepend onderzoek in Wormerveer en Zaandam

Het verdiepende onderzoek bestond uit een extra veldonderzoek waarin op meer detailniveau is gekeken naar hotspots op deze locatie. Daarnaast is er op deze locaties plastic afval verzameld om nader onderzoek op uit te voeren. Er is een verschil in uitvoering van het onderzoek tussen deze locaties omdat het doel was om diverse meetmethoden te testen. De locaties verschilden qua mogelijkheden hiervoor van elkaar.

Wormerveer is een doorvaarroute voor kleinere pleziervaart waar baggerwerkzaamheden werden uitgevoerd. Zaandam was een minder diep doodlopend stuk water waar ook kleine pleziervaartbootjes aan een steiger lagen. Zodoende is bij Wormerveer hoofdzakelijk drijvend zwerfafval verzameld en na de baggerwerkzaamheden plastic uit het baggerslib geanalyseerd. Bij Zaandam is zwerfafval vanuit de berm en vanaf het water onderzocht. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar zwevend plastic. Onderzoek naar plastic op de bodem bleek hier niet mogelijk omdat er geen baggerwerkzaamheden werden uitgevoerd en het zicht te beperkt was voor duikonderzoek.

Tabel 1 Overzicht met uitgevoerde onderzoeken per locatie

	Wormerveer	Zaandam
Land	Ja	Ja
Water-drijvend	Ja	Ja
Water-zwevend	Nee	Ja
Water-afgezonken	Ja	nee

2.3.1 Wormerveer

Het water in de Nauernasche vaart tussen Wormerveer en Krommenie stroomt in Noordelijke richting via de Tapsloot naar de Zaan. Het water vanuit de Knollendammervaart stroomt in zuidelijke richting naar de Zaan. Hierdoor is de hypothese dat er plastic afval uit het stedelijke gebied in de Nauernasche vaart voornamelijk aan de zuidkant van kunstwerken zal ophopen en in de Zaan aan de Noordkant. In de Zaan en te Tapsloot drijft het lichtere plastic waar de wind meer vat op krijgt hoofdzakelijk richting de rietkraag aan de Noordzijde van de Tapsloot terwijl het zwaardere en zwevende plastic met de stroming mee zal stromen en veelal in bochten met natuurlijke wallen of helemaal aan de zuidkant van de Zaan zullen ophopen.

Tijdens dit bureauonderzoek is gebleken dat de GIS-kaarten die bij HHNK aanwezig zijn voor het type wal niet up-to date zijn. Daarom is een groot deel van dit onderzoek via Google Maps met behulp van streetview of door inspectie op locatie uitgevoerd.

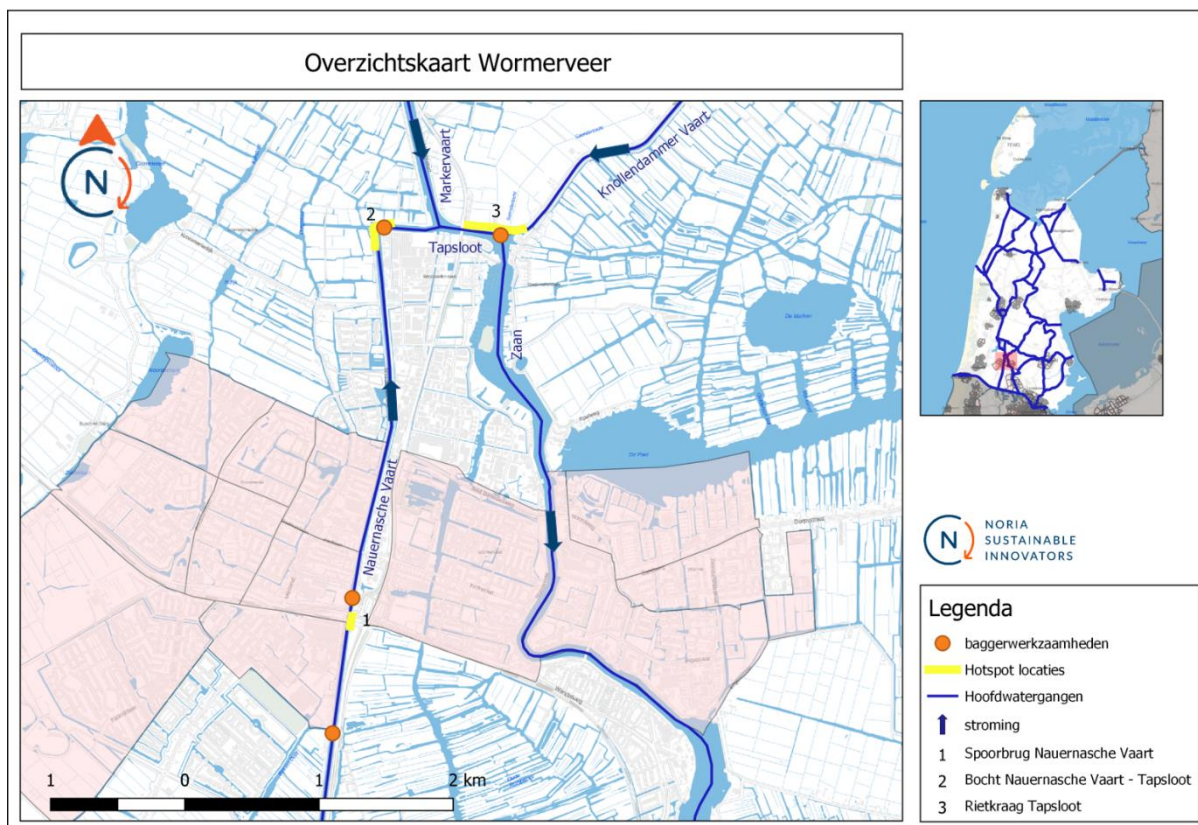
Bij Wormerveer is in de wal langs de Nauernasche Vaart, Zaan, Tapsloot en de Knollendamervaart voornamelijk sprake van riet of stortsteen, dit betekent dat het plastic veelal over de gehele lengte van de watergang in de rietkraag of tussen de stortstenen zal liggen. Wel is bij landhoofden van bruggen of scherpe bochten veelal meer plastic afval in de vorm van een hotspot aanwezig. De situatie bij Wormerveer is weergegeven in [Figuur 5](#).

Hier is voor 3 locaties bij Wormerveer beschreven wat de verwachting was en wat op locatie gevonden is.

Locatie 1 Spoorbrug over Nauernasche Vaart: De stroming verplaatst het plastic over de Nauernasche Vaart van zuid naar noord. Nabij de brug waar het spoor de watergang kruist is een duidelijke plastic hotspot te vinden. In deze situatie is het meer de rietkraag na het landhoofd dat voor de opstopping zorgt. De rietkraag na de brug fungeert hierbij als een obstakel waar plastics, gedreven door de stroming, achter blijven hangen (zie bovenste foto in [Figuur 8](#)).

Locatie 2 Bocht van Nauernasche Vaart naar Tapsloot: Deze bocht zorgt voor een verandering in het stromingsprofiel, en is daarmee van invloed op het plastic transport. Over het algemeen geldt voor bochten dat de stroomsnelheid in de buitenbocht groter is dan in de binnenbocht. Daarnaast is er sprake van een centrifugale kracht die zorgt voor een oppervlakte stroming richting de buitenbocht. Als laatste is er sprake van een dominante zuidwestelijke wind die het drijvende plastic ook de buitenbocht in waait. Deze factoren samen zorgt voor de aanwezigheid/afzetting van plastic in de buitenbocht, wat overeenkomt met de gevonden plastic hotspot locatie. Deze hotspot is te zien in foto linksonder in [Figuur 8](#).

Locatie 3 rietkraag ten noorden van de Tapsloot: Op deze locatie spelen verschillende factoren een rol. Er is sprake van een samenkost van kanalen en een bocht in de watergang. Hier geldt ook weer dat veel plastics gevonden worden in de rietkraag ten Noorden van het kanaal. Verder kan hier zuidwestenwind het plastic in de noordoostelijke hoek drukken. Zodoende was er ook rondom de onderleider (Sifon) ten noorden van de Zaan, veel plastic in de rietkraag aanwezig.



Figuur 5 Overzichtskaat Wormerveer met locaties baggerwerkzaamheden, hotspots en stroomrichting

2.3.2 Zaandam

Het verdiepende onderzoek bij Zaandam heeft op een drietal locaties plaatsgevonden. Deze locaties bevonden zich bij Het Eiland (1), in het centrum - Gedempte Gracht (2) en bij het recreatiegebied Het Zaanse Hoekje (3). In Zaandam is een eiland aanwezig waar rondom veel plastic gevonden kan worden. Tevens is er aan de noordoostzijde van de stad een natuurgebied met veel water. Aangezien de dominante wind in de richting van dit gebied staat is het aannemelijk dat hier ook een significante hoeveelheid plastic afval in de wal aanwezig zal zijn.

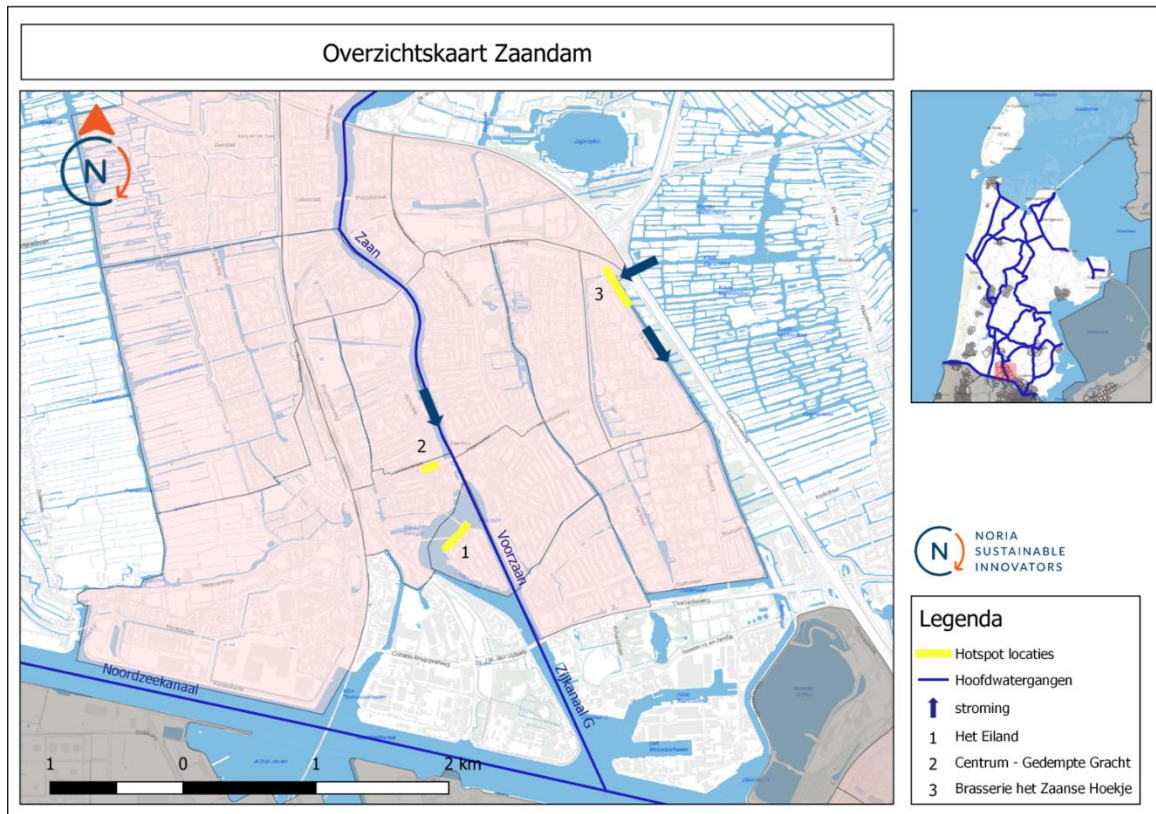
In het gebied rondom Zaandam stroomt het water in zuidelijke richting via de Wilhelminasluis en het hiernaast gelegen gemaal richting de Voorzaan. Aan de oostzijde van de Voorzaan is sprake van een stenen kade waardoor plastic niet blijft hangen. Bij Het Eiland ligt aan de noordzijde kleine hoeveelheden plastic in de stortstenen walbeschoeiing.

In het centrum, in de Gedempte Gracht, staat vrij weinig stroming. Hierdoor zorgt de wind ervoor dat het plastic eindigt in het noordoosten van de gracht bij viszaak Volendammer Vis & Zo.

Bij Brasserie het Zaanse Hoekje ligt veel plastic. Veelal in de rietkraag langs de westwal. Het kan zijn dat de stroming dit in de wal duwt. Ook bestaat de oostwal veelal uit bomen waardoor het minder goed vast blijft zitten dan in riet. Er is ons door de eigenaar van het Zaanse Hoekje

verteld dat er op die locatie over het gehele jaar veel plastic afval in de wal eindigt. Hier heeft zeer waarschijnlijk de wind een belangrijke rol in.

Een drietal locaties zijn geselecteerd als mogelijke hotspots. Deze zijn weergegeven in [Figuur 6](#). Op deze plekken is ook veldonderzoek uitgevoerd.



Figuur 6 Overzichtskartaat Zaandam met locaties hotspots en stroomrichting

3 Empirisch veldonderzoek

Ter verdieping en validatie van het bureauonderzoek heeft op verschillende locaties veldonderzoek plaatsgevonden. Deze locaties zijn gekozen op basis van de uitkomsten van het bureauonderzoek en gesprekken met Reindert Jan Sellies.

3.1 Uitgevoerde onderzoeken in verdiepend onderzoek

Zoals in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is uitgelegd wordt er op vier niveaus veldonderzoek uitgevoerd, inspectie vanaf de wal, op het water (drijvend plastic), in het water (zwevend plastic) en op de bodem (afgezonken plastic).

Bij inspectie vanaf de wal en vanaf het water wordt er gevalideerd of het plastic zwerfvuil daadwerkelijk op de hotspot aanwezig is. Hierbij wordt gekeken naar het plastic dat in het water of in de wal aanwezig is. Bij plastic dat in de wal aanwezig is kan gedacht worden aan rietkragen of stortstenen. In het geval dat het in de wal aanwezig is dient het daar gekomen te zijn door toevoer via het water en de wind. Plastic dat vanaf de wal in de oever is gewaaid wordt op een andere manier meegenomen in de analyse.

Grote delen van het water kunnen vanaf de wal geïnspecteerd worden. Het nadeel van inspectie vanaf de wal is dat veel plastic niet goed zichtbaar is omdat het in de rietkragen gevangen is. Dit is vanaf het water veel beter zichtbaar. Daarnaast biedt veldonderzoek vanaf het water met de inzet van de Waste Free Water Sampler de mogelijkheid om ook plastics in suspensie ([Figuur 3](#)) mee te nemen in het onderzoek om zo een vollediger beeld te geven van de situatie.

Daarnaast is in dit onderzoek inspectie van plastic objecten vanuit het baggerslib toegepast. Deze objecten zijn vervolgens geanalyseerd en vergeleken met de objecten die op het wateroppervlak gevonden zijn.

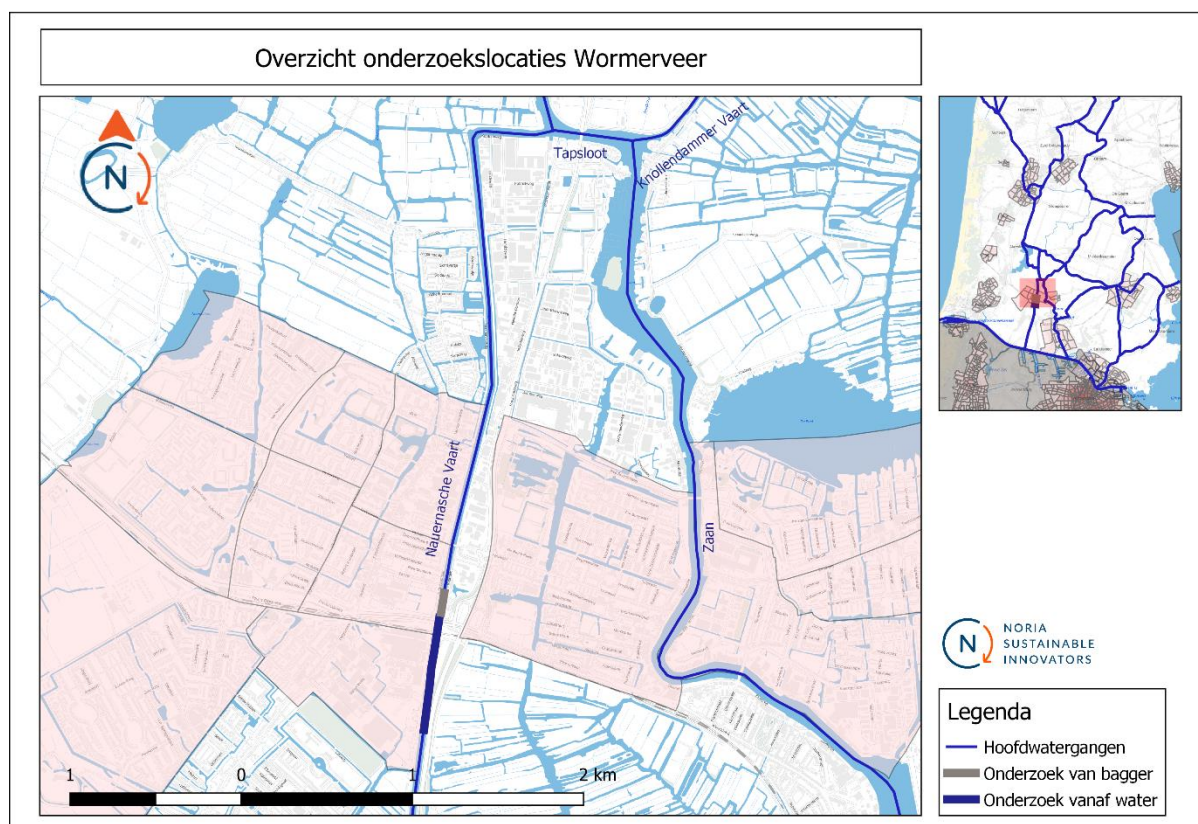
In de volgende paragrafen zijn de toepassing van deze verschillende methoden beschreven voor de locaties Zaandam en Wormerveer.

3.2 Wormerveer

De eerste deellocatie waar empirisch veldonderzoek is toegepast is Wormerveer. Hierbij is veldonderzoek naar plastics op de wal, in het water en op de bodem uitgevoerd. Hiermee is op de locatie Wormerveer ook een analyse uitgevoerd naar mogelijke verschillen tussen plastics die gevonden zijn op de bodem van het water en die op het wateroppervlak gevonden zijn.

Het gebied waarin het empirische veldonderzoek vanaf de wal heeft plaatsgevonden is gedeeltelijk in figuur 7 zichtbaar gemaakt. Het veldonderzoek vanaf de Wal heeft ook verder Zuidwaarts tot aan Vrouwenverdriet uitgevoerd. Foto's hiervan zijn op een losse usb-stick aangeleverd.

De locatie waar het empirische veldonderzoek in Wormerveer vanaf het water en in bagger heeft plaatsgevonden is weergegeven in [Figuur 7](#). Dit onderzoek is uitgevoerd op 21 januari 2020. Het gebied waar hier veldonderzoek vanaf het water is gedaan loopt tussen de spoorbrug en de brug voor de N203. De plastic objecten die hier zijn verzameld zijn



Figuur 7 Overzicht onderzoek locaties Wormerveer

meegenomen voor verdere OSPAR-analyse. De plastics die uit de baggerwerkzaamheden zijn gehaald kwamen uit de baggerwerkzaamheden ten noorden van de brug voor de N203 en zijn bij baggerdepot Groeneweg uit de bagger gehaald.

Deze locatie is gekozen omdat het in het stedelijk gebied Wormerveer ligt. Daardoor is de verwachting dat er een bovengemiddelde hoeveelheid plastic aanwezig is. Op deze locatie vonden baggerwerkzaamheden plaats op de dag van de inspectie vanaf de wal en het water. Aan het einde van dit gebied zijn kunstwerken aanwezig die het plastic (tijdelijk) kunnen vasthouden. En ten zuiden van dit kunstwerk is er een natuurlijke walbeschoeiing die het plastic vast kan houden.

Uit het bureauonderzoek bij Wormerveer kwamen drie potentiële hotspots naar voren. Hier is veldonderzoek naar gedaan en ze bleken alle drie significantie hoeveelheden plastic afval te bevatten. In [Figuur 8](#) is een impressie te zien van deze locaties. De bovenste foto is onder de spoorbrug naast de Vaartdijk. Hier stroomt het water vanuit het zuiden naar het noorden, waardoor het plastic in deze rietkraag wordt gedrukt.



Figuur 8 Drie locaties waar rond Wormerveer veldonderzoek is uitgevoerd.

De foto linksonder is in de buitenbocht waar de Nauernasche vaart richting het oosten overgaat in de Tapsloot. Het plastic wordt wederom door de stroming naar het noorden gedrukt en blijft hier hangen in de rietkraag. De foto rechtsonder is de onderleider (of sifon) aan de noordkant van de Zaan bij de Starnmeerdijk. Hier is de stroming veelal zuidwaarts maar uit de inspectie is gebleken dat de wind significante invloed heeft en veel plastic in de rietkraag duwt.

Om te achterhalen welke soorten plastic lang in het water blijven drijven en welke juist snel afzinken naar de bodem is onderzoek gedaan naar het plastic dat in baggerslib aanwezig is. Dit is alleen voor Wormerveer uitgevoerd omdat hier tijdens het onderzoek

baggerwerkzaamheden plaatsvonden. Een impressie van het baggerslib onderzoek met gevonden objecten is weergegeven in [Figuur 9](#).

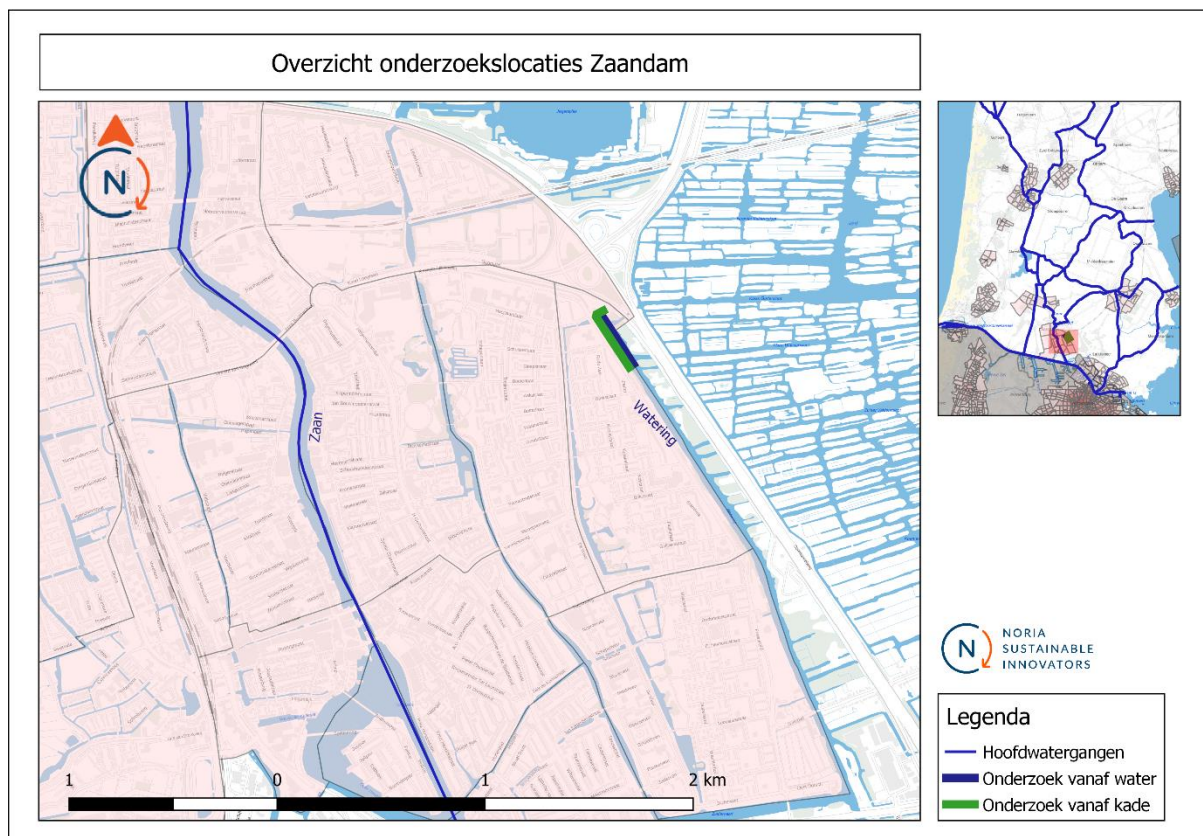


Figuur 9 Impressie baggerslib onderzoek op Baggerdepot Groeneweg in Graft

3.3 Zaandam

De tweede deellocatie waar empirisch veldonderzoek is uitgevoerd is Zaandam. Hierbij is veldonderzoek vanaf de wal en vanaf het water toegepast. Op deze locatie waren geen baggerwerkzaamheden. Om deze reden is er getracht om visuele inspectie door middel van duiken onder water uit te voeren. Het water bleek hier te troebel om tijdens een duik plastic objecten waar te kunnen nemen.

De locatie waar het empirische veldonderzoek heeft plaatsgevonden in Zaandam was bij het uiterste noordelijke punt van de watergang de Watering. Dit onderzoek is uitgevoerd op 2 juli 2020. Het gebied waarbinnen de visuele inspectie plaats heeft gevonden is in [Figuur 10](#) aangegeven met de blauwe en groene lijn. In het gebied waar hier veldonderzoek vanaf het water is gedaan zijn de plastic objecten verzameld en meegenomen voor verdere OSPAR-analyse.



Figuur 10 Overzicht onderzoek locatie Zaandam

De locatie ligt aan de rand van de stad Zaandam in een recreatie- en wandelgebied. Er is hier veel hoogbouw, wat zorgt voor een hoge bevolkingsdichtheid. Dit was één van de locaties die naar voren kwamen uit het gesprek met de gebiedsbeheerders. Er is hier aan beide zijden van het water sprake van natuurlijke walbeschoeiing, welke het plastic kan vasthouden.

Er is tijdens het veldonderzoek met name veel plastic gevonden aan de zuidwestzijde van de Watering. Dit is waar de hoogbouw zich begeeft en was op deze dag ook de kant waar de wind naartoe stond. Er was een duidelijk verschil tussen walbeschoeiing met riet (zuidwestzijde) en walbeschoeiing met meer variatie van bomen en kleiner struikgewas (noordoost zijde). De verwachting is dat de bomen het plastic minder vasthouden zodat het bij een draaiende wind weer in een andere hoek drijft. Dit in tegenstelling tot de rietkragen die het plastic wel meer vasthouden als het ertussen is gewaaid. In figuur 11 is een impressie van het veldonderzoek vanaf het water in Zaandam te vinden.



Figuur 11 Veldonderzoek vanaf het water Zaandam

4 Analyse

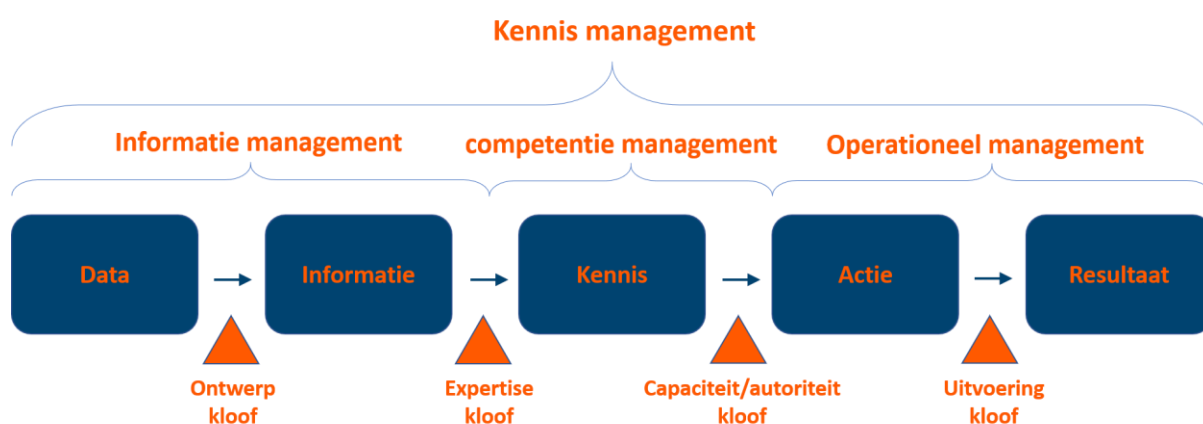
Om plastics op een effectieve manier uit het water te verwijderen zijn een of meerdere maatregelen of beleid nodig. Om van metingen en observaties naar oplossingen te komen is een verdere data-analyse van belang. In dit hoofdstuk wordt in stappen uitgewerkt hoe vanuit de data de kennis over het probleem wordt vergroot. En hoe de data-analyse bij kan dragen aan het bedenken van geschikte oplossingen.

4.1 Van data naar informatie

Tijdens dit project zijn meerdere methoden onderzocht om het plastic afvalprobleem periodiek in kaart te brengen. De uitkomsten die uit het bureau- en veldonderzoek komen dienen uiteindelijk te leiden tot maatregelen die op hun beurt resulteren in het gewenste resultaat van minder plastic in het water. Hiervoor de data (bijvoorbeeld een foto van een plastic object) worden omgezet in informatie (bijvoorbeeld grafieken met meest voorkomende plastic afval in de hotspots). Met deze informatie kunnen de beleidsmakers gericht preventief beleid (bijvoorbeeld voorlichting op scholen of verplichting van installatie van afvalbakken bij marktkramen) toepassen. Deze maatregelen kunnen uiteindelijk resulteren in plasticvrij water. Om daar een concreet voorbeeld van de te geven worden in dit hoofdstuk het DIKAR-model en de OSPAR-methode toegelicht om ze vervolgens toe te passen het gevonden plastic afval. Hoe hier gekomen kan worden beschrijft deze paragraaf aan de hand van het toepassen van de OPSPAR-methode welke een rol speelt binnen het DIKAR-model.

4.1.1 DIKAR/RAKID model

Het model dat hier wordt toegelicht is het DIKAR-model. Dit is een model die het proces laat zien hoe je van data naar resultaat kan komen. DIKAR staat voor de volgende vijf opeenvolgende begrippen: **D**ata, **I**nformatie, **K**ennis, **A**ctie en **R**esultaat. Met behulp van het DIKAR-model wordt bij uitblijvende resultaten onderzocht welk probleem het eerst moet worden opgelost. Bijvoorbeeld de missende link tussen informatie en kennis overbruggen door mensen beter op te leiden of informatie anders te presenteren. Wanneer een persoon



Figuur 12 DIKAR-model

de juiste kennis heeft kan hij/zij de beste acties nemen. Deze acties leiden op termijn dan weer tot het gewenste resultaat. Het DIKAR-model is weergegeven in [Figuur 12](#).

Om te achterhalen welke data nodig is voor het eindresultaat is het verstandig om in de opstartfase van toepassing van dit model juist te beginnen met het gewenste eindresultaat. Daarmee is de toepassing van het model in de ontwerpfase niet DIKAR, maar juist RAKID. Met elkaar wordt bepaald wat het resultaat is en welke actie(s) daarvoor nodig zijn. In de volgende stap kan vanuit deze actie(s) de gewenste kennisbehoefte in kaart worden gebracht. Doordat dit bekend is kan de vertaling naar informatie en uiteindelijk de te verzamelen data gemaakt worden.

Door de DIKAR-model op deze manier toe te passen wordt er zo effectief mogelijk naar het gewenste doel toegewerkt. Daarnaast helpt het in kaart brengen van het grotere einddoel in de bewustwording en motivering bij de mensen die het uitvoeren van de soms kleinere tussenstappen verrichten. Daar kan een groot verschil gemaakt worden tussen de opdracht om periodiek een foto (data) te maken of om periodiek een foto (data) te maken om binnen 5 jaar een plasticvrije watergang te creëren (einddoel).

Binnen het DIKAR-model is voor het gebied Informatie Management (van data naar informatie) de OSPAR-methode een voorbeeld van een bekende en internationaal toegepaste methode voor het registreren van gevonden afval op het strand. Het begon dan ook met de Marine litter OSPAR maar tegenwoordig is er ook een rivieren OSPAR voor plastic afval langs de rivieren. Voor de vertaalslag van de data uit het veldonderzoek naar informatie is in dit project de OSPAR-methode gebruikt. Paragraaf 4.1.2 beschrijft de OSPAR-methode en in paragraaf 4.2 zijn de uitkomsten van deze methode op het verzamelde afval bij Wormerveer en Zaandam te vinden.

4.1.2 OSPAR

Om zwerfvuil in rivieren en zeeën effectief te voorkomen, te mitigeren en te verminderen is inzicht nodig in de grootte van het probleem. Daarom is een nauwkeurige monitoring van zwerfvuil in de wateren noodzakelijk. Hiervoor is de internationale standaard voor plastic-analyse, de OSPAR Guideline for monitoring marine litter on beaches (Beach-OSPAR) ontwikkeld. Het rivieroever afvalmonitoringsprotocol (de River-OSPAR) is door Stichting de Noordzee ontwikkeld, op basis van de OSPAR-richtlijn voor het monitoren van zwerfvuil op stranden (Beach-OSPAR). De River-OSPAR methode wordt gebruikt om, door middel van het werk van vrijwilligers (*citizen science*), data te verzamelen over zwerfafval op oevers van Nederlandse rivieren.

Het River-OSPAR-protocol is het meest gedetailleerde protocol voor het karakteriseren van het type en de samenstelling van het zwerfafval op de rivieroever. Deze methode maakt gebruik van een gedetailleerde itemlijst voor het verzamelen van gegevens, met meer dan 100 specifieke items en 10 hoofdcategorieën. De gegevensverzameling volgens deze methode geeft gedetailleerde informatie over het type en de samenstelling van het afval dat op de oevers ligt. De meeste andere protocollen geven dergelijke gedetailleerde informatie niet, en beschrijven slechts algemene materiaal categorieën (plastic, hout, glas).

Aangezien de meeste item categorieën vergelijkbaar zijn met het Beach-OSPAR-protocol, kunnen de River-OSPAR gegevens mogelijk ook worden gebruikt voor een directe vergelijking van het type en de samenstelling van het zwerfafval van rivieren en stranden.

4.2 De OSPAR methode in de praktijk

De OSPAR-methode is voor dit project op twee locaties toegepast, namelijk bij Wormerveer en Zaandam. Voor de locatie Wormerveer is de OSPAR-methode uitgevoerd voor drijvende plastics en plastics aanwezig in de bagger. Bij Zaandam zijn drijvende plastics en plastics aanwezig op de kade gecategoriseerd volgens OSPAR. De details van de uitgevoerde OSPAR-analyses voor deze twee locaties staan beschreven in paragraaf 4.2.1 en 4.2.2.

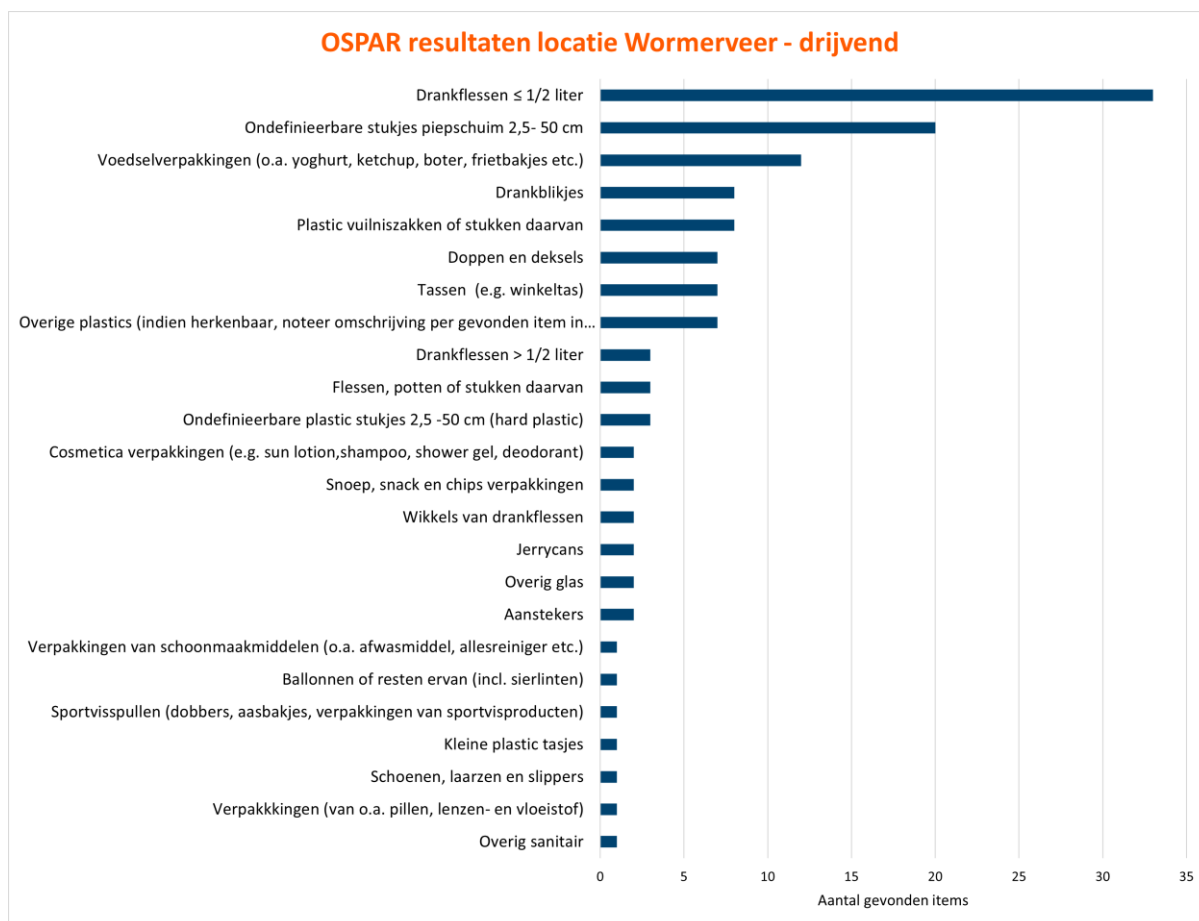
Voor het uitvoeren van de OSPAR-methode is zwerfafval aanwezig op de drie locaties verzameld. Hiervoor is onder andere gebruik gemaakt van een rubberboot, grijpers, en een emmer aan een touw. Het zwerfvuil is steekproefsgewijs verzameld, wat maakt dat het niet de volledige fractie zwerfvuil bevat. Wel geeft het een indicatie van de hoeveelheid en type plastic op deze locaties. Na het verzamelen zijn alle objecten gefotografeerd en gecategoriseerd. De foto's van deze objecten worden op losse USB-stick met het rapport meegeleverd. Het resultaat hiervan staat in de volgende paragrafen beschreven.

4.2.1 Wormerveer

In Wormerveer is zowel drijvend zwerfafval verzameld als afval afkomstig uit bagger. Gegevens over de exacte locatie en het veldwerk staan beschreven in Hoofdstuk 3. Informatie betreft de hoeveelheden en verdeling van het gevonden zwerfvuil staat hieronder vermeld.

Drijvend zwerfafval

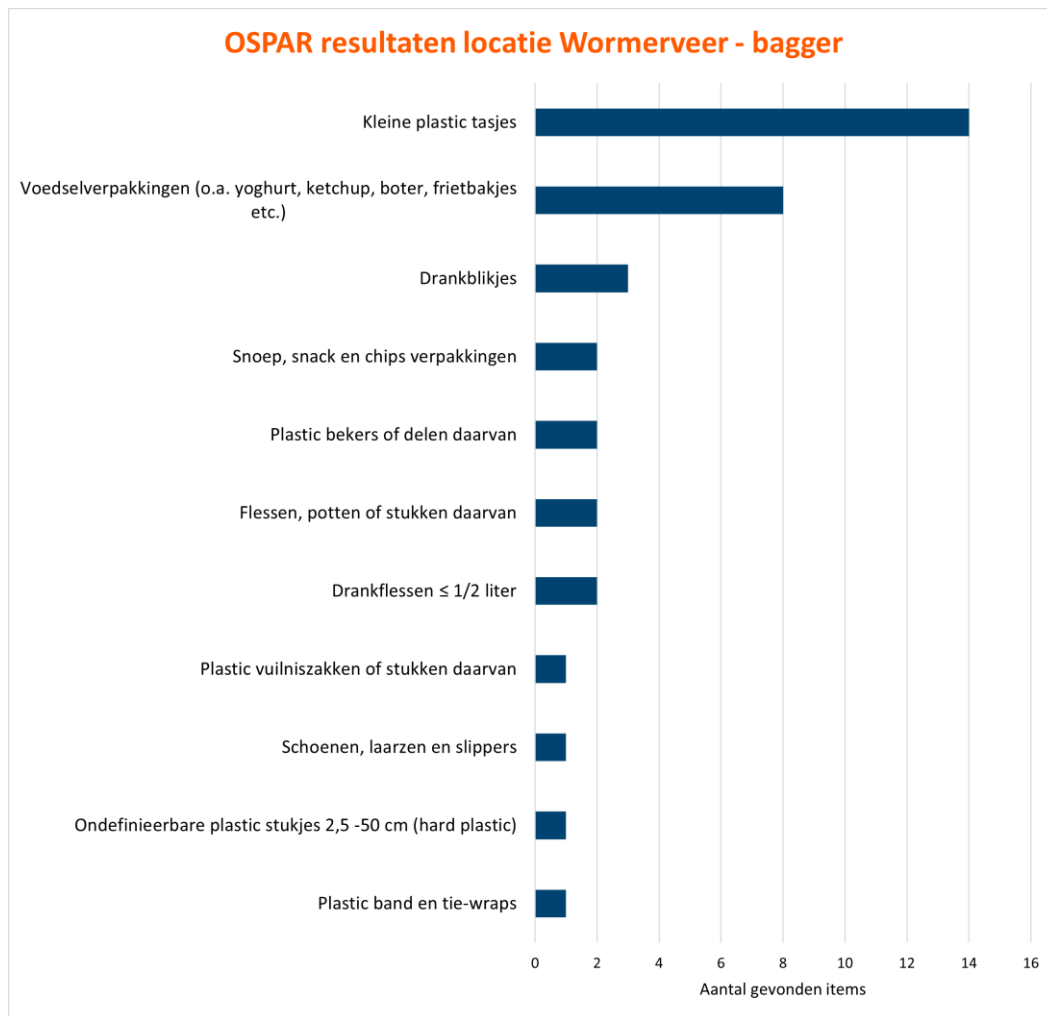
Tijdens de inspectie is op een route van 1.000 meter 130 zwerfafval objecten van het oppervlaktewater gehaald. Hierbij was 90% van het zwerfvuil aanwezig op 5% van de route, namelijk tussen de twee bruggen (N203 en de spoorbrug). De samenstelling en aantallen gevonden drijfvuil staan weergegeven in [Figuur 13](#). Van de 130 gevonden items betrof het grootste deel plastic drankflesjes met een inhoud kleiner dan 0,5 liter. Daarna werden ondefinieerbare stukjes piepschuim (met een grootte tussen de 2,5 en 50 cm) het meest gevonden. Op nummer drie meest gevonden items staat de categorie voedselverpakkingen.



Figuur 13 OSPAR-resultaten van het drijvend zwerfvuil op locatie Wormerveer

Zwerfafval in bagger

Naast drijvende zwerfvuil objecten is er in Wormerveer ook onderzoek gedaan naar zwerfvuil aanwezig in bagger. Uit het onderzochte bagger zijn in totaal 37 zwerfafval objecten gehaald. De gevonden items zijn per OSPAR-categorie weergegeven in [Figuur 14](#). Van de 37 gevonden items in de bagger betrof het grootste deel fragmenten van plastic tasjes. Voedselverpakkingen zijn daarna het meeste aangetroffen, drankblikjes staan op plek drie.



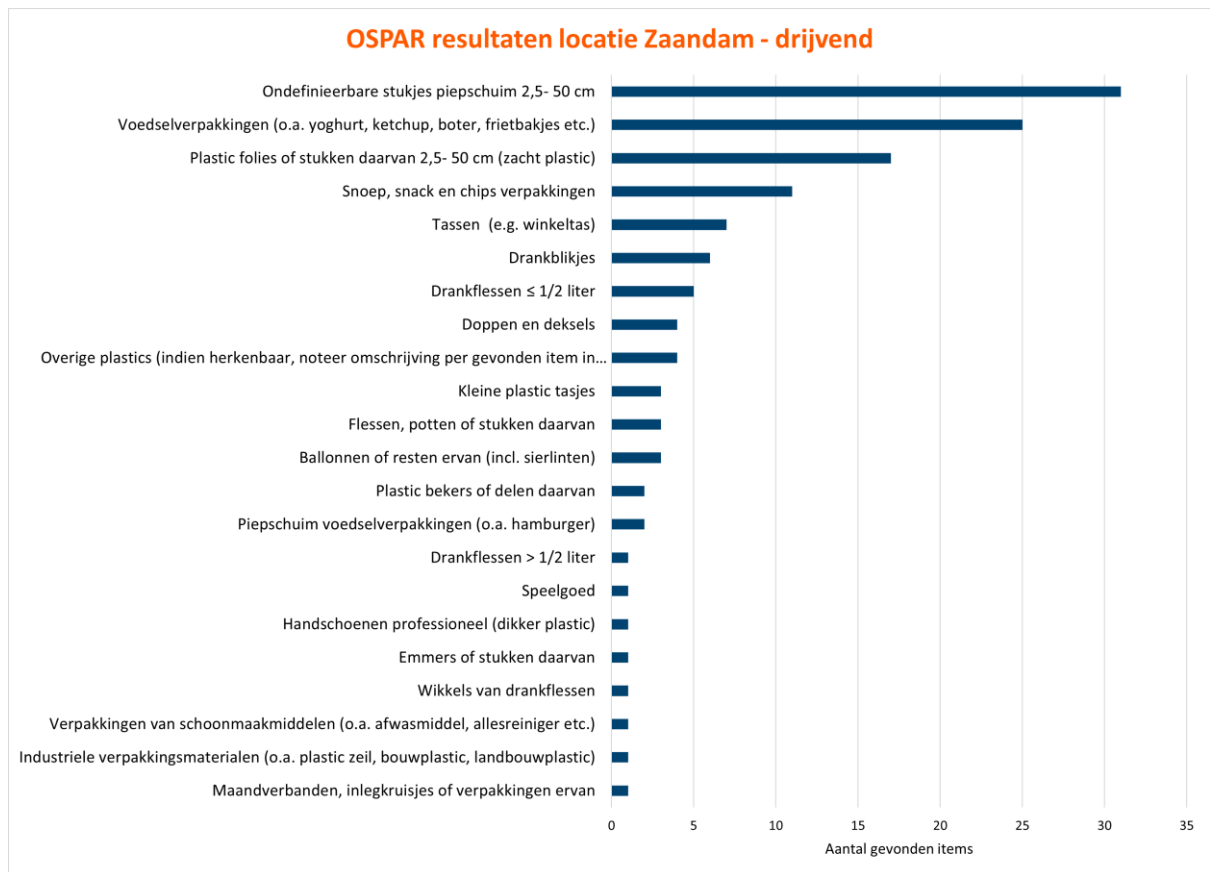
Figuur 14 OSPAR-resultaten van het zwerfvuil in bagger op locatie Wormerveer

4.2.2 Zaandam

In Zaandam is zowel drijvend zwerfafval verzameld als afval aanwezig op de kade. De exacte gegevens betreft de locatie en het veldwerk staan vermeld in Hoofdstuk 3. De informatie gegenereerd met de OSPAR-methode staat in deze paragraaf vermeld.

Drijvend zwerfafval

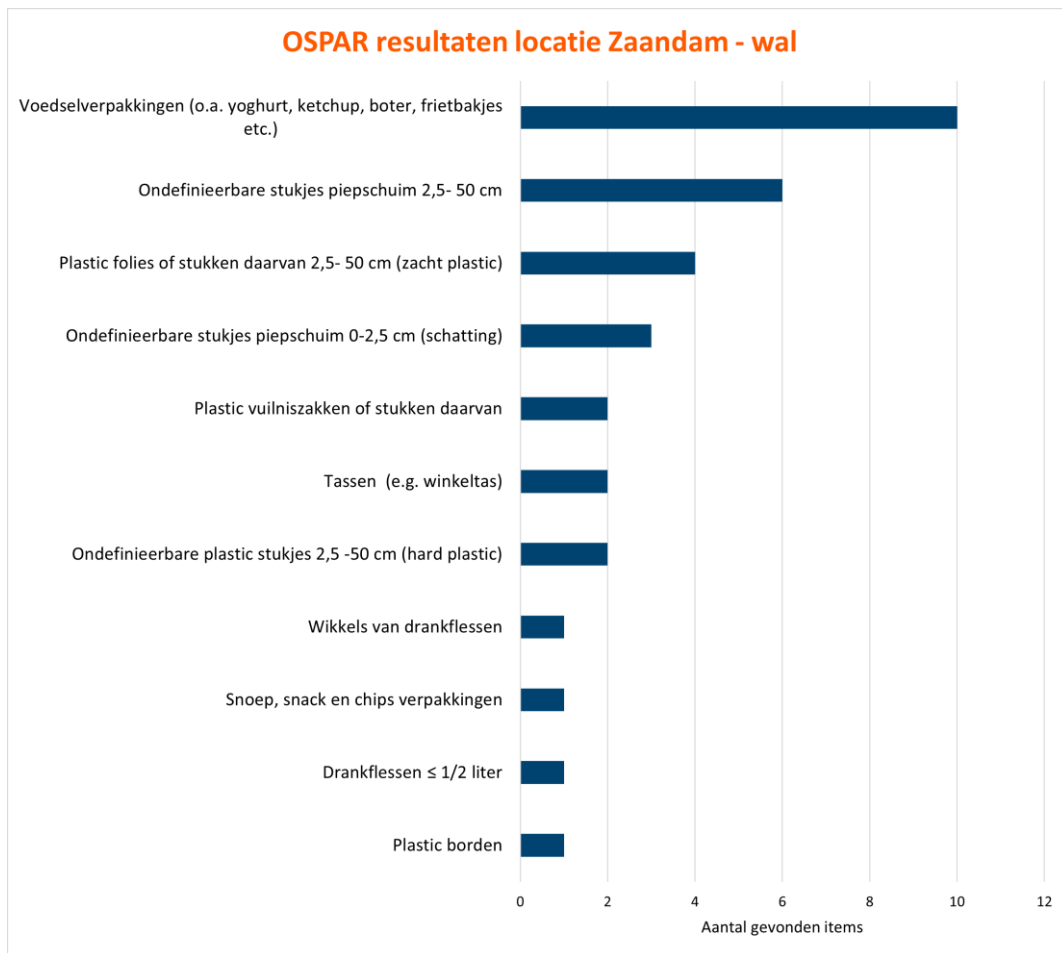
Tijdens de inspectie is op een route van 350 meter 131 zwerfafval objecten van de wateroppervlakte gehaald. Zoals te zien in [Figuur 15](#), zijn ondefinieerbare stukjes piepschuim (met een grootte van 2.5 tot 50 cm) het meest op het wateroppervlak aangetroffen. Het aandeel voedselverpakkingen staat op plek twee. Ten derde zijn plasticfolies of stukken daarvan (met een grootte tussen de 2.5 en 50 cm) het meest voorkomend.



Figuur 15 OSPAR-resultaten van het drijvend zwerfvuil op locatie Zaandam

Zwerfafval op de kade

Tijdens de inspectie van de kade in Zaandam is voor een stuk van 40 meter 33 zwerfafval objecten gevonden. Van de 33 gevonden items op de kade betrof het grootste deel voedselverpakkingen, geïllustreerd in [Figuur 16](#). Ondefinieerbare stukjes piepschuim (met een grootte van 2,5 tot 50 cm) en plasticfolies (of stukjes ervan) komen op plek twee en drie.



Figuur 16 OSPAR-resultaten voor het zwerfvuil op de kade op locatie Zaandam

4.3 Analyse OSPAR resultaten

Op basis van bovenstaande gegevens zijn de OSPAR-bevindingen geanalyseerd. Ten eerste zijn de OSPAR-resultaten van beide locaties (Wormerveer en Zaandam) met elkaar vergeleken. Wat hierbij opvalt is het verschil in aandeel plastic flesjes (kleiner dan 0,5 liter). Tijdens het onderzoek op locatie Wormerveer zijn er aanzienlijk meer plastic flesjes gevonden dan in Zaandam. Waar in het oppervlaktewater van Wormerveer 33 flesjes zijn aangetroffen, werden er maar 5 gevonden in het oppervlaktewater te Zaandam. Dit zou te verklaren kunnen zijn doordat het plastic transport bij Wormerveer voornamelijk gestuurd wordt door wind. Daarbij worden plastic flesjes over het algemeen vooral getransporteerd door wind en minder door stroming. Het zwerfvuil bij Zaandam bevat meer kleinere stukjes plastic, wat duidt op transport door stroming in plaats van wind. Deze uitspraken zijn gebaseerd op relatief een kleine hoeveelheid data, met behulp van nader onderzoek (waarbij bronnen worden geïdentificeerd) kan hierin te toekomst mogelijk meer inzicht in worden verkregen.

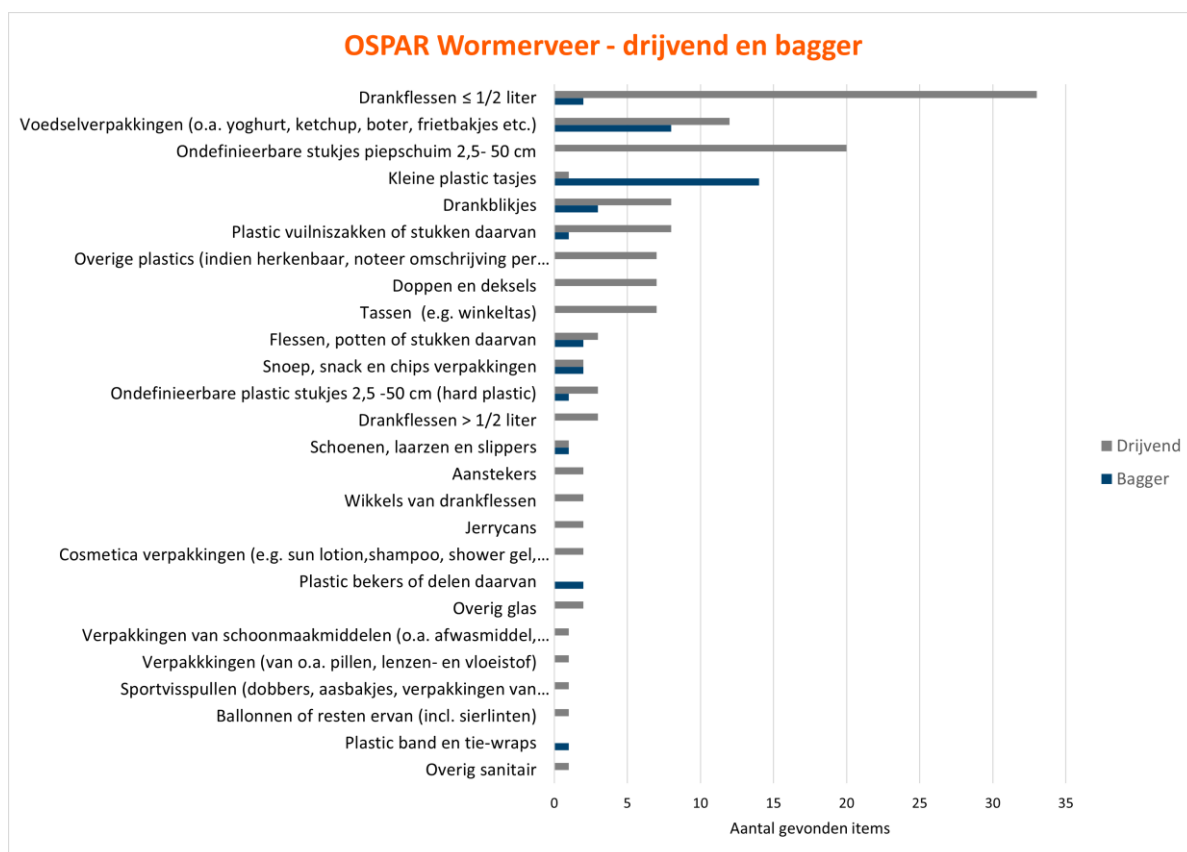
Verder staan, betreft het oppervlaktewater, voor beide locaties ondefinieerbare stukjes piepschuim en voedselverpakkingen hoog op de lijst. Het aandeel plasticfolies is daarentegen sterk verschillend voor beide locaties. In Zaandam staan de plasticfolies met 17 stuks op nummer drie van de meest gevonden items. In Wormerveer zijn deze folies nauwelijks

gevonden. Dit zou afhankelijk kunnen zijn van de plastic bronnen in het gebied maar ook de rol van de wind en het de waterstroming op verschillende plastic objecten (zie Figuur 4).

Wanneer er gekeken wordt naar het verschil tussen objecten gevonden aan het wateroppervlak en in de bagger (locatie Wormerveer) zien we een aantal duidelijke verschillen, zie [Figuur 17](#). De voornaamste verschillen zijn:

- Op het wateroppervlak is het aandeel plastic flesjes (kleiner dan 0,5 liter) het grootst. Het meest gevonden item in de bagger zijn fragmenten van plastic tasjes.
- Op het wateroppervlak worden vaak stukjes piepschuim gevonden, dit is in de bagger niet aanwezig.
- Voedselverpakkingen zijn beide aan het oppervlakte en in de bagger veel voorkomend. Ook het aandeel aan drankblikjes is voor beide groot.

Kijkend naar de items gevonden in de bagger vallen verder de volgende dingen op. Het betreft voornamelijk fragmenten van objecten. In sommige gevallen zijn de oorspronkelijke items nog te herkennen, maar vaak is de oorsprong niet meer duidelijk te herleiden. Vooral items met een hoge dichtheid worden nabij de bodem gevonden. Daarnaast is te zien dat objecten die gevuld kunnen worden met vloeistof, zoals drankblikjes, zich ook nabij de bodem kunnen bevinden. Ook was duidelijk te zien dat de gevonden objecten gevuld of sterk vervuild waren met bagger. Dit zorgt ervoor dat deze objecten op de bodem zullen blijven liggen en niet meer in de waterkolom terecht komen.



Figuur 17 OSPAR-resultaten voor drijvende plastics en plastics aanwezig in de bagger op locatie Wormerveer

5 Resultaten

In dit hoofdstuk is een overzicht van de resultaten gegeven. De resultaten zijn op te delen in de grootte van het probleem en verschillende methoden om het plastic afvalprobleem in kaart te brengen.

De volgende paragrafen geven antwoord op de twee hoofdvragen:

1. Wat is de grootte van het plastic afvalprobleem in het gebied van HHNK?
2. Wat zijn geschikte methoden om het plastic afvalprobleem periodiek in kaart te brengen?

5.1 In kaart brengen van grootte van het probleem

Uit de analyse van de OSPAR-resultaten komen een aantal zaken naar voren. Ten eerste, het gevonden zwerfafval indiceert dat de onderzochte gebieden (Wormerveer en Zaandam) vervuild zijn. Een verzameling van verscheidene plastic objecten is op deze locaties aangetroffen. Dit geldt zowel voor het oppervlaktewater, de kade en in de bagger.

Ten tweede, is naar voren gekomen dat de samenstelling van zwerfvuil sterk kan wisselen per locatie. Dit is te zien aan de resultaten voor locaties Wormerveer en Zaandam. Het verschil in samenstelling kan veroorzaakt zijn door vervuiling van verschillende bronnen maar ook door het verschil in dominantie van factoren als wind of stroming die de route van het plastic beïnvloeden. Om hier een beter beeld van te krijgen is verder onderzoek noodzakelijk. Verschil in de samenstelling van zwerfvuil maakt mitigatie locatie specifiek en dus maatwerk.

Verder, is er een eerste inzicht verkregen in de verhouding van zwerfvuil aan het oppervlakte en op de bodem. Op de bodem worden met name fragmenten van objecten gevonden en objecten met een hogere dichtheid. Echter geeft dit onderzoek alleen een eerste inzicht en zal dit op meerdere locaties onderzocht moeten worden om uitspraken over te doen.

Tijdens het onderzoek is gebleken dat er geen eenduidig antwoord te geven is op de vraag hoe groot het probleem is. De grootte varieert sterk per locatie alsook in tijd. Zo is gebleken dat de hoeveelheid plastic afval rondom stedelijke woonkernen vele malen groter is dan in gebieden die meer een landelijk karakter hebben. Echter waren er ook plekken buiten de stad waar mensen samenkwamen en geen afvalbakken aanwezig waren. Rondom deze locaties was ook sprake van significant meer afval dan op andere locaties rondom deze dorpen.

Uit deze steekproeven zijn voor de grootte van het probleem en causaliteit nog geen harde uitspraken te doen. Ook lijkt de hoeveelheid afval in de zomer hoger dan in de winter. Hiervoor lijken oorzaken zoals het buiten zijn van mensen in de lente en de zomer. Maar het kan ook goed zijn dat de bemaling of opening van stuwen na momenten van intensieve regenval hier een bepalende rol in speelt. Hierdoor kan de stroming toenemen of van richting veranderen waardoor het plastic afval zich anders gedraagt dan op andere momenten in het jaar. Het is zeer aan te bevelen om hier periodiek meer inzicht in te genereren om de patronen hierin te achterhalen. Daarom heeft bij de rest van het onderzoek de voornaamste focus gelegen op de zoektocht naar geschikte methoden om het probleem periodiek in kaart te brengen en te monitoren.

5.2 In kaart brengen van methoden

Voor het in de toekomst periodiek in kaart brengen van het probleem is gekeken naar verschillende methoden. Hierbij is de al uitgevoerde bureaustudie in GIS als vertrekpunt genomen, waarbij de potentiële hotspots al bekend zijn. Daarmee komen de methoden uit op twee niveaus. Ten eerste het in kaart brengen van het probleem in het veld en vervolgens methoden om het gevonden plastic te analyseren op herkomst.

5.2.1 Methoden om het plastic probleem in kaart te brengen in het veld

De methoden om het probleem in kaart te brengen in het veld kunnen opgedeeld worden in onderzoek vanaf de wal, vanaf het water en bodemonderzoek. Voor elke methode geven we aan hoe dit gedaan kan worden en wat de voor- en nadelen zijn om het op deze manier te doen.

Veldonderzoek vanaf de wal

Veldonderzoek vanaf de wal geeft de mogelijkheid om de hotspots vanuit de GIS-studie te valideren. Vervolgens kan met veldonderzoek vanaf de wal periodiek in kaart worden gebracht hoe deze hotspot zich ontwikkelt. Dit geeft inzicht in de grootte van het probleem op deze locatie. Neemt de hoeveelheid plastic in de tijd toe, of is het juist afgenomen. Door dit periodiek bij te houden en vervolgens te koppelen aan mogelijke oorzaken van toename of afname wordt het inzicht vergroot in hoe het probleem steeds dichterbij de bron opgelost kan worden.

De voordelen van het veldonderzoek vanaf de wal zitten met name in de toegankelijkheid en daarmee lagere kosten om dit periodiek te doen. Hier liggen kansen om dit (tijdelijk) in te bedden in het werkproces van de gebiedsbeheerders die periodiek al in het gebied aanwezig zijn. Het nadeel van het alleen uitvoeren van veldonderzoek vanaf de wal op zicht/ camera is dat er wel een beeld gevormd wordt van de grootte en locatie van het probleem (kwantitatief), maar nog geen kwalitatief beeld. Een tweede nadeel is dat plastic in een begroeide wal vaak niet (goed) zichtbaar is vanaf de wal.

Veldonderzoek vanaf het water

Het monitoren van het plastic probleem vanaf het water biedt min of meer dezelfde inzichten rondom de grootte van het probleem op deze locatie. Het voordeel van deze manier van monitoren is dat het zwerfvuil ook op de moeilijk zichtbare locaties zoals onder rietkragen inzichtelijk is te maken. Met deze manier van monitoren kunnen ook trends in kaart gebracht worden, en kan daarnaast door steekproeven ook objecten meegenomen worden voor verdere analyse.

Veldonderzoek vanaf het water is wellicht minder eenvoudig te integreren in de huidige werkzaamheden van de gebiedsbeheerders van HHNK. Om dit uit te voeren zijn materialen nodig zoals een boot en grijpers/schepnetten waardoor dit arbeidsintensiever en kostbaarder is. Daarnaast zijn er ook voorzorgsmaatregelen nodig voor het borgen van de veiligheid.

Veldonderzoek op de bodem/ vanuit baggerslib

Om plastic uit baggerslib te halen zijn er in theorie verschillende manieren mogelijk. Er kan op de locatie zelf gedoken worden en daarbij plastic van/ uit de bodem gehaald worden. Een

andere manier is om na baggerwerkzaamheden het plastic uit het baggerslib te halen en bij het baggerdepot te drogen om vervolgens te analyseren. De derde optie is om dit baggerslib te filteren met een trommel en de plastics hieruit te halen. Alle drie de methoden zijn mogelijk, maar zijn niet altijd op elke locatie inzetbaar. Daarbij zijn ze kostbaar om uit te voeren.

Tijdens het duiken is gebleken dat op locaties met troebel water het niet mogelijk is om op zicht onderzoek op de bodem uit te voeren. Mocht deze manier ingezet worden, dan is het een voorwaarde dat het helder water is. Voor het destilleren van het plastic vanaf de drooglocatie of vanaf de trommel spelen twee nadelen op. Ten eerste is het arbeidsintensief om dit periodiek te doen en daarmee kostbaar. Ten tweede is de betrouwbaarheid niet hoog doordat wat naar de baggerlocatie gebracht is mogelijk gemengd wordt met baggerslib van andere locaties.

5.2.2 Methoden om het plastic te analyseren

Als het plastic uit het water is gehaald door onderzoek vanaf het water of onderzoek op de bodem, dan kan het nader bestudeerd worden om inzicht in het plastic probleem te vergroten. Deze paragraaf geeft de resultaten welke inzichten hiermee gecreëerd kunnen worden.

River-OSPAR

De River-OSPAR geeft een goede basis voor het inzichtelijk maken van plastics die op een locatie zijn gevonden. Het geeft met staafdiagrammen op een visuele manier weer wat het meeste voorkomt en is daarmee geschikt om intern en extern mee te communiceren. Wel is uit dit onderzoek gebleken dat om betrouwbare uitspraken te kunnen doen er meer data nodig is. Ook voor het creëren van trends is het periodiek inmeten van deze data nodig.

Verschilanalyses

Met de inzichten vanuit de OSPAR-analyse is het mogelijk om verschilanalyses uit te voeren. Deze verschilanalyses zijn met name interessant om uit te voeren tussen de volgende twee datavelden. De eerste verschilanalyse is tussen locatie A en locatie B. Dit geeft inzicht in het verschil in probleem en daarmee mogelijk ook een verschillende benodigde preventiemaatregelen. Daarnaast is het mogelijk om een verschilanalyse uit te voeren op één locatie tussen het plastic dat drijft of zweeft in het water en het plastic dat gevonden is op/in de bodem. De verschilanalyses helpen om de meest geschikte correctieve maatregelen af te wegen.

Optimalisatiemogelijkheden OSPAR-methode

De River-OSPAR is al een grote stap die gezet is in het verbeteren van de Beach-OSPAR. Echter is de manier waarop het onderzoek wordt bijgehouden ook bepalend voor de waarden die het oplevert. Wanneer er over een heel jaar onderzoek wordt gedaan naar bijvoorbeeld locaties waar vaak plastic ligt, dan zou het de moeite waard zijn om te kijken of er een specifieke trend in de plastic objecten is te zien. Wanneer er bijvoorbeeld een bepaalde verpakking veel voorkomt kan worden gekeken van welke producent dit is, wat voor doelgroep dit product veelal gebruikt en of in de nabije omgeving een locatie is waar die doelgroep zich vaak begeeft.

Zowel bij de locatie als ook bij de doelgroep zouden maatregelen getroffen kunnen worden in de vorm van bijvoorbeeld afvalbakken of voorlichting. Hiervoor is het wel belangrijk om het plastic afval nog een niveau dieper te analyseren dan bij de River-OSPAR. Om dit niet te arbeidsintensief te maken is het aan te bevelen om automatische registratiesystemen en kunstmatige intelligentie hiervoor te ontwikkelen.

6 Wicked problem

Plastic afval is met betrekking tot probleemeigenaarschap een zogenaamd *wicked problem*. Een probleem zonder duidelijke probleemeigenaar. Om dichterbij een oplossing te komen is het noodzakelijk om zicht te hebben op de grootte van het probleem en op de relevante actoren. In dit hoofdstuk wordt het begrip *wicked problem* toegelicht. Vervolgens wordt door middel van een casus de complexiteit in het gebied van HHNK toegelicht. Het hoofdstuk eindigt met een korte beschrijving van een mogelijke oplossing hiervoor, de Serious Game.

6.1 Een probleem zonder een duidelijke probleemeigenaar

Het probleem van plastic afval in onze wateren kan gezien de situatie als een complex probleem worden gezien. Een zogenaamd *wicked problem*. Dit komt door het gebrek aan (aangewezen) probleemeigenaarschap. Op het moment dat er in Duitsland niets wordt gedaan stroomt het plastic rustig naar Nederland, wanneer er in Nederland niets aan wordt gedaan stroomt het zonder belemmering door naar de Noordzee. Eenmaal in de Noordzee geëindigd is het verwijderen van het plastic vele malen moeilijker en kostbaarder. Zo hebben we van groot naar klein vele actoren die iets kunnen doen: Europese overheid, landelijke overheid, Rijkswaterstaat, provincies, waterschappen, gemeenten, particulieren en producenten. Op dit moment kijkt iedereen naar elkaar bij het zoeken naar een oplossing en stroomt het plastic door.

Dit speelt op continentaal niveau tussen landen en binnen onze landgrenzen ook. Daar zijn de mogelijke verschillende actoren op dit moment Rijkswaterstaat, waterschappen, provincies en gemeenten.

6.2 Casus gebied Wormerveer

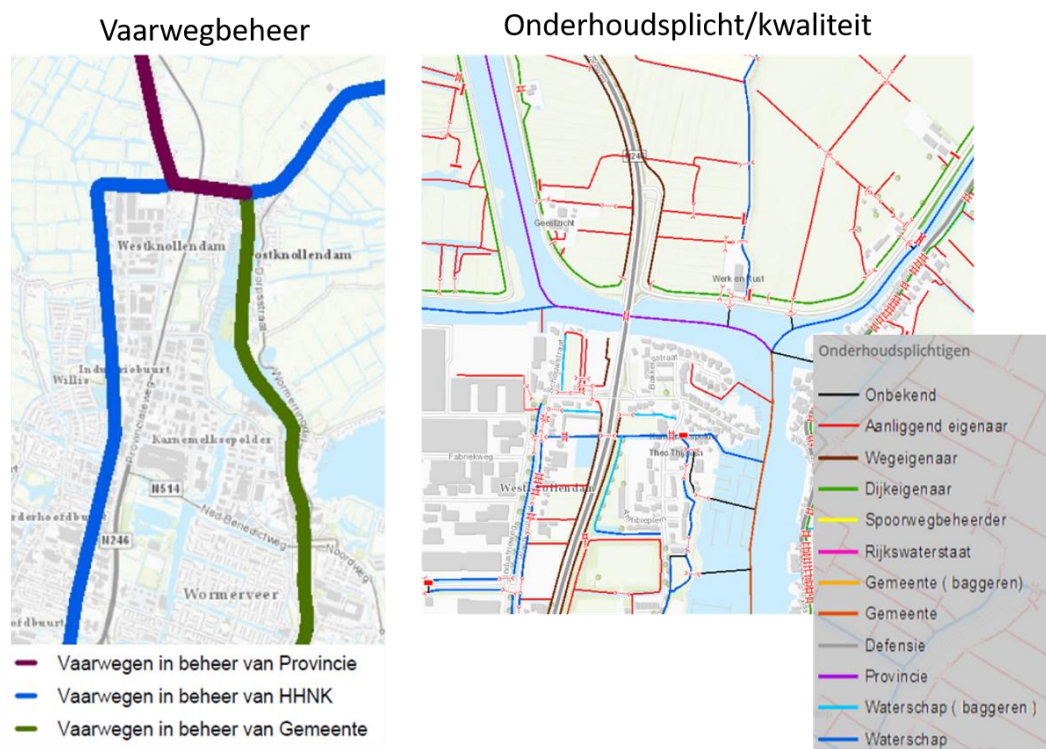
Binnen het gebied van het HHNK zijn er vele voorbeelden waar dit vraagstuk rondom eigenaarschap geïllustreerd kan worden. Een beeldend voorbeeld hiervan is rondom Wormerveer.

De eerste vraag is waaronder het plastic afvalprobleem nu en in de toekomst valt. Er zijn op het water drie verschillende vormen van beheer: vaarwegbeheer, waterkwantiteit en waterkwaliteit. Ten eerste moet duidelijk worden onder welk beheer het plastic afvalprobleem valt, of dat dit meerdere vormen van beheer raakt. Als dit vervolgens duidelijk is, dient gekeken te worden welke organisatie over welk deel welke vorm van beheer dient uit te voeren. In [Figuur 18](#) staat weergegeven hoe dit is vormgegeven in een gebied bij Wormerveer.

In deze casus kan de gemeente Wormerveer als verantwoordelijke actor gezien worden. Maar ook het HHNK en de provincie Noord-Holland hebben een deel in beheer. Als er lang genoeg niets tegen gedaan wordt eindigen deze plastics via het Noordzeekanaal uiteindelijk in de Noordzee die beiden in beheer van Rijkswaterstaat zijn.

Dit geeft meteen de complexiteit aan van het zoeken naar een verantwoordelijke en oplossingen voor het plastic afvalprobleem. Vraagstukken rondom verantwoordelijkheid,

samenwerking en ook de financiële verdeling zijn hierin soms lastig te bespreken. Een mogelijk hulpmiddel hierbij kan de inzet van een Serious Game zijn.

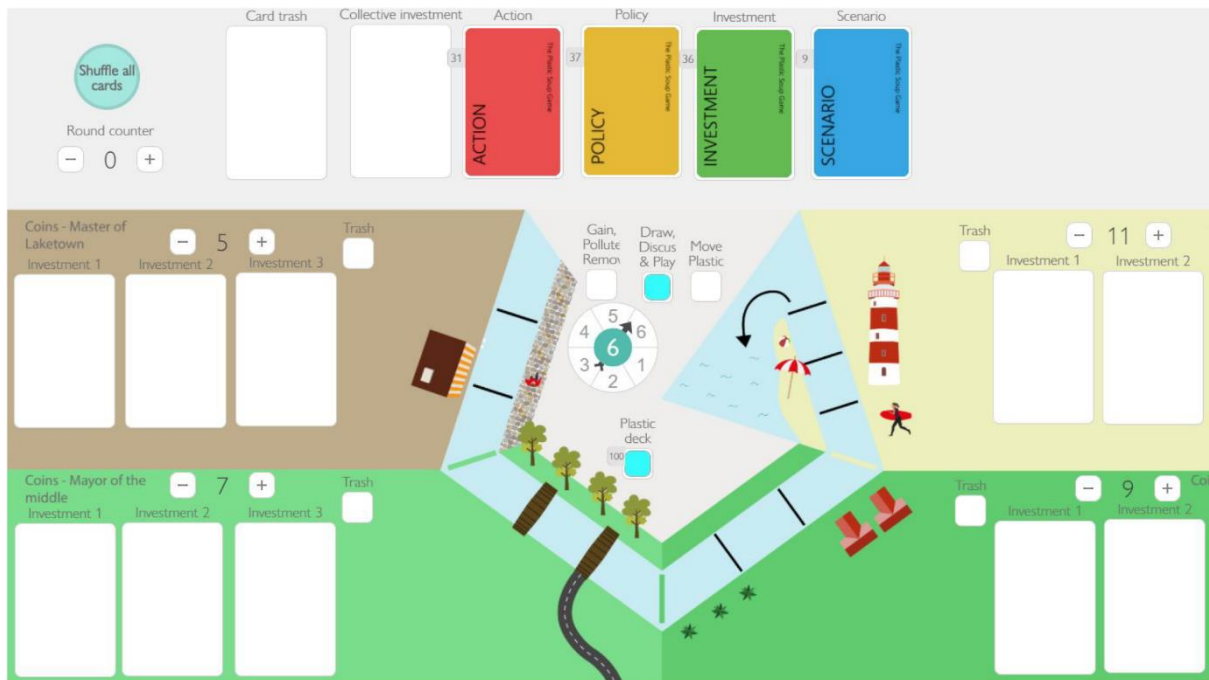


Figuur 18 Beheersituatie voor gebied Wormerveer

6.3 Serious Game

Serious games zijn games die een ander doel hebben dan entertainment. Ze worden gebruikt om te leren en gedragsverandering te bevorderen. Serious Gaming wordt gebruikt in verschillende gebieden zoals onderwijs, gezondheidszorg, marketing en andere bedrijven en industrieën. De kracht van Serious games is dat ze onderhoudend, boeiend en meeslepend zijn. Serious games combineren leerstrategieën, kennis, structuren en spelelementen om specifieke vaardigheden, kennis en houdingen aan te leren. Ze zijn in te zetten in verschillende gebieden en omvatten uitdagingen en beloningen. Hiermee wordt de speler gestimuleerd om verder te spelen en de materie tot zich te nemen.

Serious Game is in potentie een zeer krachtig instrument om in te zetten voor het vraagstuk rondom probleem-eigenaarschap van het plastic afvalprobleem. Zoals beschreven in paragraaf 6.2 is het tot op heden niet duidelijk waar de verantwoordelijkheid ligt. Het maken van een Serious Game waarbij de werkelijkheid van het plastic afvalprobleem van stad via de grotere wateren richting zee met de daadwerkelijke actoren nagebootst wordt helpt om hierin een stap verder te komen. Afhankelijk van de fase en de uitdagingen kan de Serious Game gemaakt worden met als insteek betere samenwerking, taken en verantwoordelijkheden of bijvoorbeeld de financiële verdeling van de oplossingen. Een voorbeeld van een Serious Game opzet voor het plastic probleem-eigenaarschap is weergegeven in [Figuur 19](#).



Figur 19 Voorbeeld Serious Game voor het plastic problemeigenaarschap

7 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk staan de conclusies als antwoord op de onderzoeksvragen van dit rapport. Daarnaast is er een aantal aanbevelingen gedaan voor mogelijke vervolgstappen.

7.1 Conclusies

De volgende conclusies zijn naar aanleiding van dit project getrokken:

1. Er zijn meerdere hotspots binnen het beheersgebied van HHNK gevonden waar plastic zich ophoopt. Dit zijn geschikte plaatsen om methoden te testen plastic ook uit het water te krijgen. Om uiteindelijk iets over de plasticbelasting in het gehele gebied te zeggen zijn meerdere opstellingen nodig die op verschillende plekken over langere tijd meten, zodat verschillende situaties over seizoenen beschikbaar zijn om te extrapoleren.
2. Er zijn diverse methoden die kunnen worden ingezet voor het genereren van inzicht in de hoeveelheid plastic afval in het water. Hierbij is het belangrijk om onderscheid te maken tussen drijvend, zwevend en afgezonken afval. De complexiteit van monitoring kan van eenvoudig en betaalbaar naar complex en duur als volgt worden gerangschikt:
 1. Drijvend afval
 2. Afval in de wal(beschoeiing)
 3. Zwevend afval in de waterkolom
 4. Afgezonken afval
3. Er zijn methoden om de categorie en in potentie ook de oorsprong van het plastic afval in kaart te brengen. Hiervoor is de OSPAR-methode een goede start. Zo kan met behulp van vershilanalyses per locatie achterhaald worden welke soort objecten veel voorkomen. Met deze informatie kan gekeken worden welk preventief of correctief beleid waarschijnlijk de meest effectieve en/of efficiënte oplossing biedt. De OSPAR-methode arbeidsintensief en is het dus aan te bevelen om hiervoor te kijken naar geautomatiseerde methoden om deze analyse uit te voeren. Om echt goed inzicht te krijgen in de bronnen zoals bij voorbeeld lokale markten, hangjongeren of fastfood restaurants is een diepere analyse dan de OSPAR nodig. Deze methode is nog in ontwikkeling.
4. Er lijkt een significant verschil te zitten in het type afval dat op verschillende hotspots wordt gevonden. Dit kan te maken hebben met de soorten bronnen in de lokale omgeving of de verschillende in externe factoren die het gedrag van het plastic beïnvloeden. Zo kunnen de dominante wind en dominante stroming in tegengestelde richting zijn waardoor verschillende afval categorieën ook in verschillende richtingen bewegen. Hiervoor zijn hypothesen op te stellen die nog wel extra validerend onderzoek vergen.

5. Het type wal (hard/kunstmatig of zacht/natuurlijk) speelt een essentiële rol in de vorming van hotspots. Hierbij is tijdens dit onderzoek gebleken dat hierover op dit moment bij HHNK onvolledig of achterhaalde data hierover aanwezig is.
6. Het plastic afvalprobleem is een *wicked problem* dat samenwerking tussen overheidspartijen vraagt. Hierdoor is het belangrijk om manieren te vinden om deze samenwerking constructief aan te gaan, indien mogelijk zonder een eindverantwoordelijke aan te wijzen.
7. Maatregelen als statiegeld op drankblikjes kunnen effect hebben op schoner bagger. Door plastic dicht bij de bron te onderscheppen, op de wal of in het water nabij de woonkernen, kan waarschijnlijk worden voorkomen dat plastic objecten vol lopen met water en op termijn afzinken naar de bodem. Dit kan op termijn resulteren in hogere kwaliteit van het baggerslib waardoor het voor meer doeleinden mag worden gebruikt.
8. De grootte van het plastic afvalprobleem binnen het gebied van HHNK is mede door seizoensinvloeden van zowel buitenrecreatie als ook waterafvoer niet met eenmalig onderzoek vast te stellen. Hiervoor zijn periodieke metingen nodig. Dit kan zoals benoemd in conclusie 1 met een vangstelsel, maar ook met monitoringstechnieken zoals camera's met kunstmatige intelligentie.

7.2 Aanbevelingen

Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Periodiek monitoringsprogramma opzetten met gebiedsbeheerders om een beter zicht te krijgen op hoeveelheden plastic in de waterkolom (drijvend, zwevend en sediment) over het hele jaar. Hierin wordt het aanbevolen om een monitoringsstandaard te ontwerpen waarmee de beelden die worden verzameld eenvoudig met elkaar vergeleken kunnen worden. Ook is het belangrijk om de gebiedsbeheerders goed mee te nemen in de reden waarom het wordt gedaan en waarom het op deze manier wordt gedaan. Het aantal keer is afhankelijk van het doel, voor seizoensinvloeden minimaal vier keer per jaar (ieder seizoen).
2. Het periodieke monitoringsprogramma uit aanbeveling 1 zou moeten worden aangevuld met een uitgebreide OSPAR-analyse op hoeveelheden plastic afval die gevonden zijn bij hotspot gebieden. In deze OSPAR kan gekeken worden naar de hoeveelheden op verschillende momenten in het jaar en de verschillende soorten die op verschillende locaties hoofdzakelijk voorkomen. Hierdoor kan in een later stadium gericht preventief beleid worden opgesteld.
3. Met uitkomsten van monitoringsprogramma zou HHNK in gesprek kunnen gaan met andere overheidspartijen in de nabije omgeving van hotspots om samen te kijken naar de beste (efficiënt en effectief) oplossing.
4. Als laatste wordt aanbevolen om het type walbeschoeiing voor locaties waar dit zeer waarschijnlijk niet meer up to date is opnieuw in te meten met drones of camera's

aan op andere voer/vaartuigen. Dit kan met behulp van en kunstmatige intelligentie zeer waarschijnlijk goed worden omgezet in de gewenste informatie voor wat betreft type walbeschoeiing. Deze kan vervolgens weer worden uitgelezen in de GIS-viewer.

Colofon

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Uitgave

Noria
Molengraaffsingel 12,
2629JD Delft

Telefoon

06 – 248 560 70

Auteurs

Rinze de Vries
Arnoud van der Vaart
Sophie Broere

Projectnummer

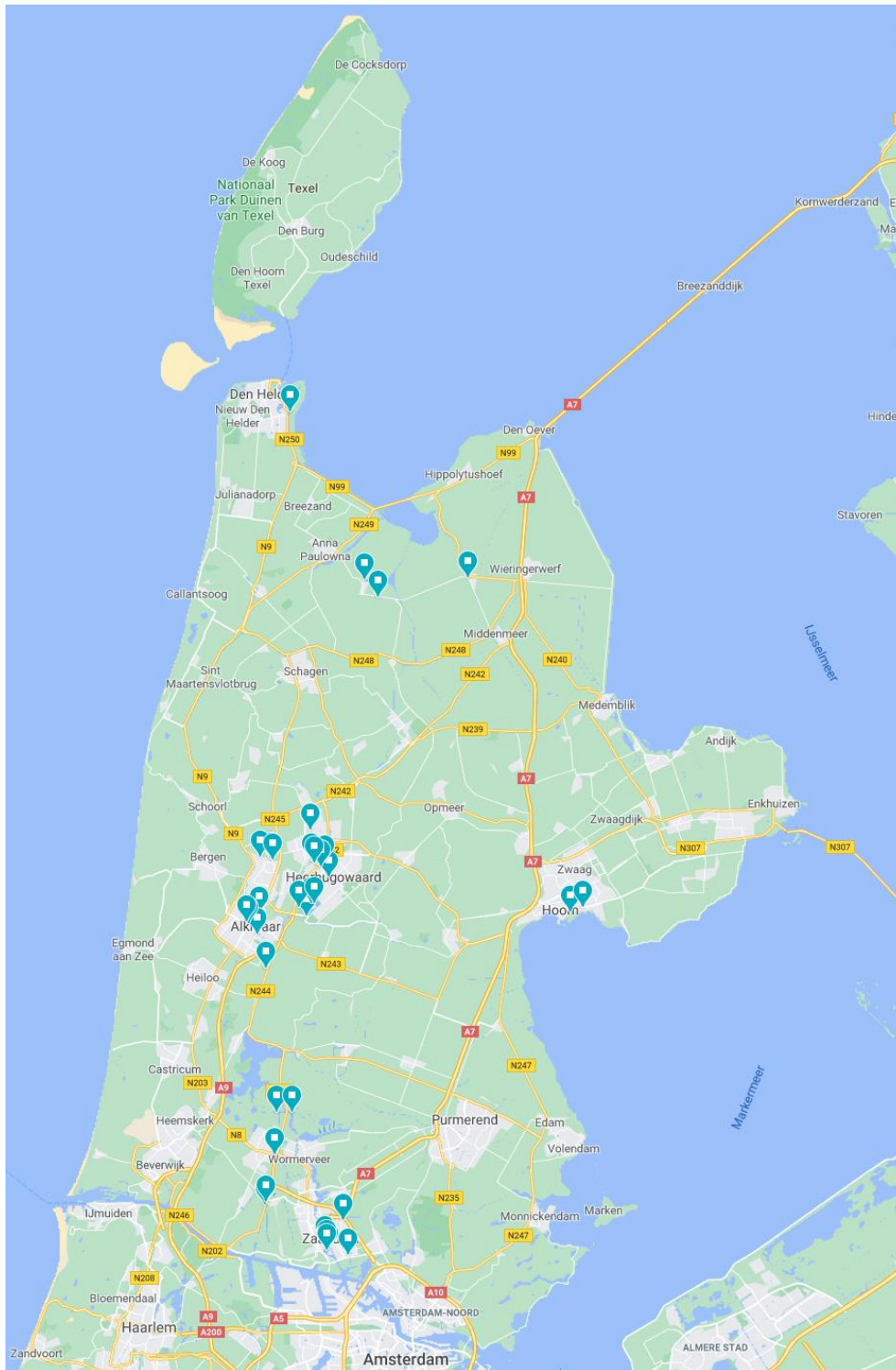
2019_CCC-HHNK001

Jaar van verschijnen

2021

Bijlage A impressie van het veldonderzoek

In deze bijlage wordt een impressie gegeven van het veldonderzoek dat tijdens dit project heeft plaatsgevonden. Alle blauwe puntjes in Figuur 20 zijn locaties waar veldonderzoek heeft plaatsgevonden. De foto's van dit onderzoek zijn samen met de foto's van de OSPAR-analyse los op USB-stick aangeleverd.



Figuur 20 Overzicht met bezochte locaties voor het veldonderzoek



Figuur 21 Foto's uit veldonderzoek in Zaandam



Figuur 22 Foto's uit veldonderzoek in Zaandam



Figuur 23 Foto's uit veldonderzoek in Assendelft



Figuur 24 Foto's uit veldonderzoek in Hoorn



Figuur 21 Foto's uit veldonderzoek in Slootdorp. Bij de rode pijl zit een hotspot



Figuur 22 Foto's uit veldonderzoek in Alkmaar