



This project has received funding from the European Union's LIFE programme under grant agreement No 000339

EIND RAPPORT

RIJKSWATERSTAAT PILOTPROJECT - ZWERFAFVAL AFVANGEN IN DE NIEUWE MAAS BIJ VIJFSLUIZERHAVEN



Rev.	Datum	Revisie details	Auteur	Check	Akkoord
1	22/07/2021	Concept rapport	EBL	AVC/KVV	PWE
2	08/09/2021	Eindrapport	EBL	AVC	PWE

© Copyright Allseas

This document is the property of Allseas and may contain confidential and proprietary information. It may not be used for any purpose other than that for which it is supplied. This document may not be wholly or partly disclosed, copied, duplicated or in any way made use of without prior written approval of Allseas.

INHOUDSOPGAVE

AFKORTINGEN EN DEFINITIES	5
1.0 SAMENVATTING	6
2.0 INLEIDING	8
2.1 Aanpak zwerfafval in rivieren	8
2.2 Doelstelling pilot & aanvullende opdracht	8
2.3 Project beschrijving	8
2.4 Projectorganisatie	8
2.5 Planning	9
2.6 Project resultaten	10
3.0 BESCHRIJVING GEÏNSTALLEERDE VANGSYSTEEM	11
3.1 Functionele beschrijving	11
3.2 Vangarmen	11
3.3 Drijvend frame	15
3.4 Opvangbak	17
4.0 RESULTATEN WERKING VANGSYSTEEM	19
4.1 Passief systeem	19
4.2 Weerbestendigheid	23
4.3 Gevangen vuil	23
4.4 Optimalisaties	24
5.0 EFFECTIVITEIT VANGSYSTEEM	26
5.1 Inleiding	26
5.2 Traceeranalyse	26
5.3 Netmetingen	34
5.4 Conclusies	38
6.0 ANALYSE GEVANGEN AFVAL	39
6.1 Inleiding	39
6.2 Behandeling proces	39
6.3 Monsterneming	42
6.4 Rivier-OSPAR-methodiek	42
6.5 Analyse voor verwerking	43
7.0 RESULTATEN GEVANGEN AFVAL	46
7.1 Inleiding	46
7.2 Algemene resultaten	46
7.3 Resultaten rivier-OSPAR	47
7.4 Maandelijkse variaties en effect van de weercondities	50
7.5 Resultaten verwerkingsmogelijkheden	52
7.6 Opmerkingen	56
8.0 EFFECTEN	57
8.1 Maatschappelijke effecten	57
8.2 Milieueffecten	57
9.0 REFERENTIES	59
APPENDIX A. PLANNING VAN HET PILOTPROJECT	60

APPENDIX B. ONDERAANNEMERS	62
APPENDIX C. WEERCONDITIES	64
APPENDIX D. LOG VAN DE OPTIMALISATIES AAN HET VANGSYSTEEM	73
APPENDIX E. RESULTATEN NETMETINGEN – MEETCAMPAGNE VOOR DE EFFECTIVITEIT VAN DE PLASTICVANGER	81
APPENDIX F. TEMPLATES VAN DE LOGSHEETS VOOR DE ANALYSE VAN HET AFVAL	86
APPENDIX G. RESULTATEN GEVANGEN AFVAL PER MAAND	91
APPENDIX H. TEST HERKENNING PLASTIC POLYMEREN MET IR SPECTROMETRIE	103

AFKORTINGEN EN DEFINITIES

AEEA	Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparatuur
EPS	Geëxpandeerd Polystyreen (Expanded Polystyrene)
HDPE	Hoge Dichtheid Polyetheen (High Density Polyethylene)
LDPE	Lage Dichtheid Polyetheen (Low Density Polyethylene)
NAP	Normaal Amsterdams Peil
OSPAR	Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (Oslo Paris convention for the protection of the marine environment of the North-East Atlantic)
PET	Polyethyleentereftalaat (Polyethylene Terephthalate)
PLA	Polymelkzuur (Polylactic acid)
PS	Polystyreen (Polystyrene)
PVC	Polyvinylchloride
RWS	Rijkswaterstaat
Bathymetrie	Topografische hoogte van de zee- of rivierbodem
Macro-plastics	Plastics groter dan 5 mm
Micro-plastics	Plastics kleiner dan 5 mm
Granulaat	Micro-plastics in korrelvorm; in dit document plastic pellets en piepschuim korrels
Spudpaal	Een stalen paal die langs het vangstelsel loopt waardoor zij op één plek blijft drijven, maar wel op en neer kan meebewegen met het getij.

1.0 SAMENVATTING

Plastic zwerfafval is een wereldwijd groeiend (milieu-)probleem. Jaarlijks komt er tussen 4.8 en 12.7 miljoen ton plastic in onze oceanen terecht (zie Ref. [1]). Een groot deel daarvan wordt door rivieren getransporteerd. Echter, er is nog weinig kennis over de omvang van het probleem. Hoeveel plastic wordt er door een bepaalde rivier naar de zee getransporteerd, wat voor objecten zijn er en waar komt de vervuiling vandaan? Verder is de vraag hoe het afval op een kost-effectieve manier uit water kan worden gevangen?

In de zomer van 2020 heeft Allseas in opdracht van Rijkswaterstaat (RWS) het vangstysteem *Catchy* geïnstalleerd in de Nieuwe Maas in het kader van het pilotproject "Zwerfafval afvangen in de Nieuwe Maas bij Vijfsluizerhaven". Tussen augustus 2020 en juli 2021 is zwerfafval afgevangen met het systeem en geanalyseerd. Er is voornamelijk gekeken naar de samenstelling en de hoeveelheid van het afval. Daarnaast is het soort afval geïndexeerd door middel van de OSPAR-rivier methodiek. Ook is er gekeken naar verwerkingsmogelijkheden van het gevangen afval. In een aanvullende opdracht voor RWS heeft Allseas de effectiviteit van het vangstysteem onderzocht door een meetcampagne uit te voeren in de Vijfsluizerhaven. Er is gekeken welk deel van het (plastic) afval, dat in de Vijfsluizerhaven terecht komt, door het systeem wordt afgevangen.

Dit rapport presenteert de resultaten van het project. Dit zijn de belangrijkste bevindingen van het onderzoek:

- Het vangstysteem functioneert als verwacht. Onder de invloed van wind en stroming vangt het systeem zowel drijvend vuil als zwevend vuil. Macro-plastics (> 5 mm) and micro-plastics (< 5 mm) zijn gevangen.
- Er is in totaal 462 kg (droog gewicht) afval gevangen gedurende het project, d.w.z. gemiddeld 42 kg per maand.
- Er is veel biomassa gevangen (bijv. taken, bladeren, riet, etc.) met een aandeel van ongeveer 45 % van het gevangen gewicht.
- Plastic vertegenwoordigt 27 % van het niet organisch afval gewicht. De rest is verwerkt hout 44 % (d.w.z. planken, balken, pallets etc.) en overig afval 29 % (d.w.z. glas, metaal, etc.).
- Er zijn in totaal 10,210 niet-organisch afval objecten gevangen tijdens de duur van het project. Plastic vertegenwoordigt 89 % van het aantal niet-organisch afval objecten. De meest gevonden items zijn plastic folies of stukjes ervan. In het algemeen zijn stukjes plastic vaker gevonden dan hele objecten. Verwerkt hout en wegwerpplastics zijn ook vaak gevonden.
- Door het extrapoleren van het aantal gevonden micro-plastics in monsters, wordt er geschat dat rond 166,000 stuks granulaat – met name plastic pellets en piepschuim korrels – gevangen zijn tijdens het pilotproject. Pellets zijn het meest gevonden.
- 69 % (in gewicht) van de plastic objecten vallen in de categorie *Verpakking* of *Niet Verpakking*. Ze zijn groter dan 25 mm en ze zijn gemaakt uit hard materiaal (bijv. PE en PP). Deze objecten kunnen in principe gerecycleerd worden met bestaande technologie.
- Een onderzoek van plastic objecten uit de vangst van januari heeft laten zien dat deze plastics herkenbaar zijn door Infra-Rood (IR) spectrometers, zelfs als ze oud of vuil zijn. Dit is belangrijke informatie voor het sorteer proces.
- De meest gevonden polymeren zijn PE en PP. Deze polymeren zijn in principe mechanisch goed te recyclen.
- Echter, de kleine hoeveelheden afval en de "vervuiling" door biomassa blijven een beperkende factor voor het recyclen van rivierplastic op een kosten-effectieve manier. Meer onderzoek hierover wordt in de komende maanden gedaan door Allseas.
- De monitoringscampagne ter bepalen van de effectiviteit van het vangstysteem laat zien dat wind een groot effect heeft op het transport van drijvende objecten van de rivier naar de Vijfsluizerhaven. Met wind uit het zuidwesten worden tracers naar de haven getransporteerd, meer dan 60 % ervan is door het vangstysteem opgevangen. De vanger is dus aardig efficiënt. Met wind uit de tegenovergestelde richting drijven alle tracers weg en wordt er niets door het systeem gevangen. De netmetingen hebben laten zien dat er in de Vijfsluizerhaven meer afval is op het wateroppervlak dan dieper in de waterkolom. Ook blijkt er meer afval te zijn bij de Vijfsluizerhaven dan bij de Brienenoordbrug waar Allseas een andere meetcampagne heeft uitgevoerd in 2018-2019. De op basis van deze metingen berekende

concentraties van afval zijn echter veel hoger dan verwacht. Vermoedelijk omdat er bij toeval een paar zware objecten zijn gevonden. Meer testen zijn aangeraden om accuratere data te verkrijgen.

- RWS heeft de taak om inzicht te geven óf en hoe een vangststelsel kosteneffectief ingezet kan worden, óf en hoe het afval kan worden afgevangen, afgevoerd en verwerkt - én of een sluitend business model mogelijk is. In dat kader kan opgemerkt worden dat, onafhankelijk van de aanbestedingssom, de kosten voor de pilot van Allseas binnen de marges van de vooraf gestelde begroting zijn gebleven.

2.0 INLEIDING

2.1 Aanpak zwerfafval in rivieren

Rivieren vormen een belangrijke transportroute voor plastic afval van land naar zee. Wereldwijd wordt jaarlijks 0.8 tot 2.7 miljoen ton plastic afval door rivieren naar de zee getransporteerd (zie Ref. [2]). In 2019 is RWS gestart met het programma "Intensivering aanpak (plastic) zwerfafval rivieren" als onderdeel van het beleidsprogramma microplastics. Het programma richt zich op drie pijlers: opruimen en verwerken, bronaanpak en monitoring. Onder de pijler opruimen en verwerken wordt er onder anderen gekeken naar methodes om zwerfafval uit het water te halen en worden pilots met vangsystemen uitgevoerd.

2.2 Doelstelling pilot & aanvullende opdracht

Het doel van het pilotproject "Zwerfafval afvangen in de Nieuwe Maas bij Vijfsluizerhaven" (zie Ref. [4]) is om een vangstelsel te testen in een ongestuwde getijde rivier, en om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van een dergelijk stelsel voor het monitoren en het vangen van plastic afval. Ook wordt er onderzocht wat voor soort afval gevangen wordt, en hoe het afval afgevoerd en verwerkt kan worden. Het project is in juli 2020 begonnen en in juli 2021 geëindigd.

In het kader van een aanvullende opdracht (zie Ref. [5]) werd de effectiviteit van de plasticvanger onderzocht, d.w.z. dat er gekeken werd hoe goed het stelsel functioneert in de Vijfsluizerhaven. Dit werd gedaan door middel van een meetcampagne die in juli en augustus 2021 door Allseas werd uitgevoerd.

2.3 Project beschrijving

Allseas heeft voor het pilotproject een passief vangstelsel ontworpen wat macro- en grote micro-plastics vangt, zowel op het wateroppervlak als in de bovenste deel van de waterkolom. Het stelsel bestaat uit twee drijvende armen die het drijvend en zwevend afval naar het vangstelsel geleiden onder invloed van wind en stroming.

Elke maand – in totaal 11 keer tussen augustus 2020 en juli 2021 – werd het stelsel geleid, en werd het gevangen afval geanalyseerd. Zo is inzicht ontstaan in de oorzaak en omvang van het zwerfafvalprobleem in de Nieuwe Maas. Dit geeft waardevolle informatie voor de bronaanpak. Bij voorbeeld door middel van nieuwe maatregelen. Ook zijn er aanbevelingen gedaan over hoe het opgevangen zwerfafval duurzaam en kosteneffectief verwerkt kan worden.

Tijdens het project werd er ook gekeken naar de werking van het vangstelsel. Aanpassingen of verbeteringen van het stelsel werden gelogd.

Door middel van een meetcampagne in juli en augustus 2021 werd de effectiviteit van het vangstelsel onderzocht. Door middel van netmetingen en een traceeranalyse werd er onderzocht welk deel van het (plastic) afval dat in de rivier Nieuwe Maas stroomt in de Vijfsluizerhaven terecht komt en welk deel daarvan door het stelsel afgevangen wordt.

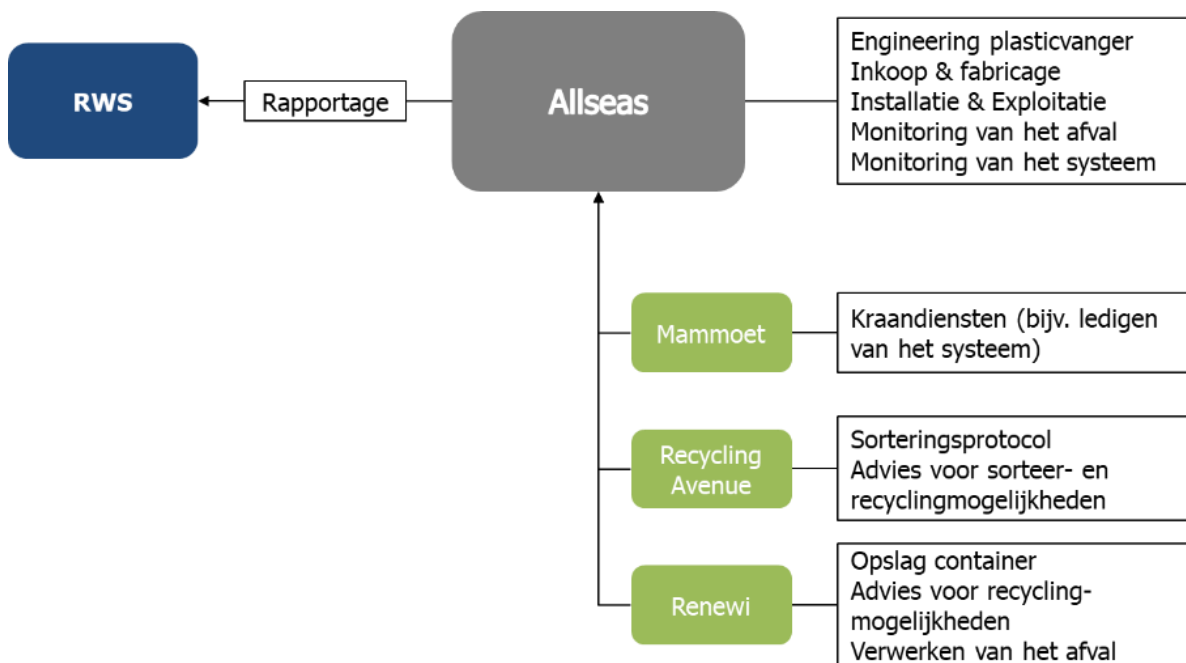
2.4 Projectorganisatie

Allseas was als hoofdaannemer verantwoordelijk voor het ontwerp, de fabricage, installatie en exploitatie van het vangstelsel. Eveneens monitorde zij het stelsel en het opgevangen afval, en aan het eind van het project, de afvoer van het afval. Om de verschillende scopes van het project het best te kunnen uitvoeren en de beste resultaten te verkrijgen, heeft Allseas samen gewerkt met geselecteerde onderaannemers (zie Figuur 2-1 en Appendix B):

- Het bedrijf Mammoet, gespecialiseerd in heavy-lift operaties, heeft gedurende de hele duur van het pilotproject kraandiensten aangeboden. Zowel voor de installatie van het stelsel, als ook voor de maandelijkse lediging van het stelsel. Mammoet heeft ook vrije toegang gegeven tot hun

parkeerterrein om daar werkzaamheden te kunnen uitvoeren. Alle diensten van Mammoet werden gratis verstrekt als bijdrage aan het goede doel.

- Voor de analyse voor verwerkingsmogelijkheden van het opgevangen afval, heeft Allseas gespecialiseerd advies ontvangen van Recycling Avenue en Renewi. Recycling Avenue heeft onder andere geholpen met het opzetten van een sorteerprotocol voor het kunststofdeel van het gevangen afval. Renewi heeft advies gegeven over de verwerkbaarheid van het (plastic) afval met huidige technologie.
- Renewi heeft ook containers geleverd voor het opslaan van het afval tijdens het project. Renewi zal uiteindelijk het afval afvoeren en verwerken als Allseas klaar is met alle analyses op het afval.



Figuur 2-1: Project organisatie

2.5 Planning

De ontstane coronacrisis had niet alleen gevolgen voor Allseas zelf, maar ook voor de levertermijnen van haar leveranciers. Desondanks heeft Allseas het vangstelsel, conform de opdracht, in de Vijfsluizerhaven geïnstalleerd en werkend gekregen. Om het stelsel op tijd te kunnen installeren heeft Allseas het risico genomen om met de fabricage van het stelsel te beginnen alvorens het contract met RWS te hebben getekend.

Het vangstelsel werd op 07 augustus 2020 volledig geïnstalleerd. Dit was met slechts 1 week vertraging ten opzichte van de geplande datum, zoals aangegeven in het contract. Deze vertraging heeft geen gevolgen gehad op het tijdschema van het hele pilotproject (zie Tabel 9-1 in Appendix A). Het monitoren is conform de opdracht op 31 augustus 2020 begonnen. Het stelsel is 11 keer geledigd tussen 7 augustus 2020 en 1 juli 2021 (zie Tabel 9-2 in Appendix A).

2.6 Project resultaten

De projectresultaten zijn in dit document gepresenteerd:

- Sectie 4.0 beschrijft de werking van het vangstelsel, d.w.z. hoe goed werkt het stelsel en wat zijn de aanpassingen die aan het stelsel zijn uitgevoerd om het te verbeteren;
- In het kader van een aanvullende opdracht is de effectiviteit van het vangstelsel onderzocht, d.w.z. hoeveel van het afval dat in de Vijfsluizerhaven stroomt wordt door het stelsel afgevangen. De resultaten zijn gepresenteerd in sectie 5.0.
- Sectie 7.0 beschrijft de resultaten van de analyse van het opgevangen afval, d.w.z. wat is de samenstelling en hoeveelheid van het gevangen zwerfafval, wat zijn de variaties in de samenstelling en hoeveelheden, wat zijn mogelijke bronnen van de vervuiling en wat zijn de mogelijkheden voor het verwerken van het afval;
- Sectie 8.0 presenteert de effecten van het stelsel op de maatschappij en op het milieu.

3.0 BESCHRIJVING GEÏNSTALLEERDE VANGSYSTEEM

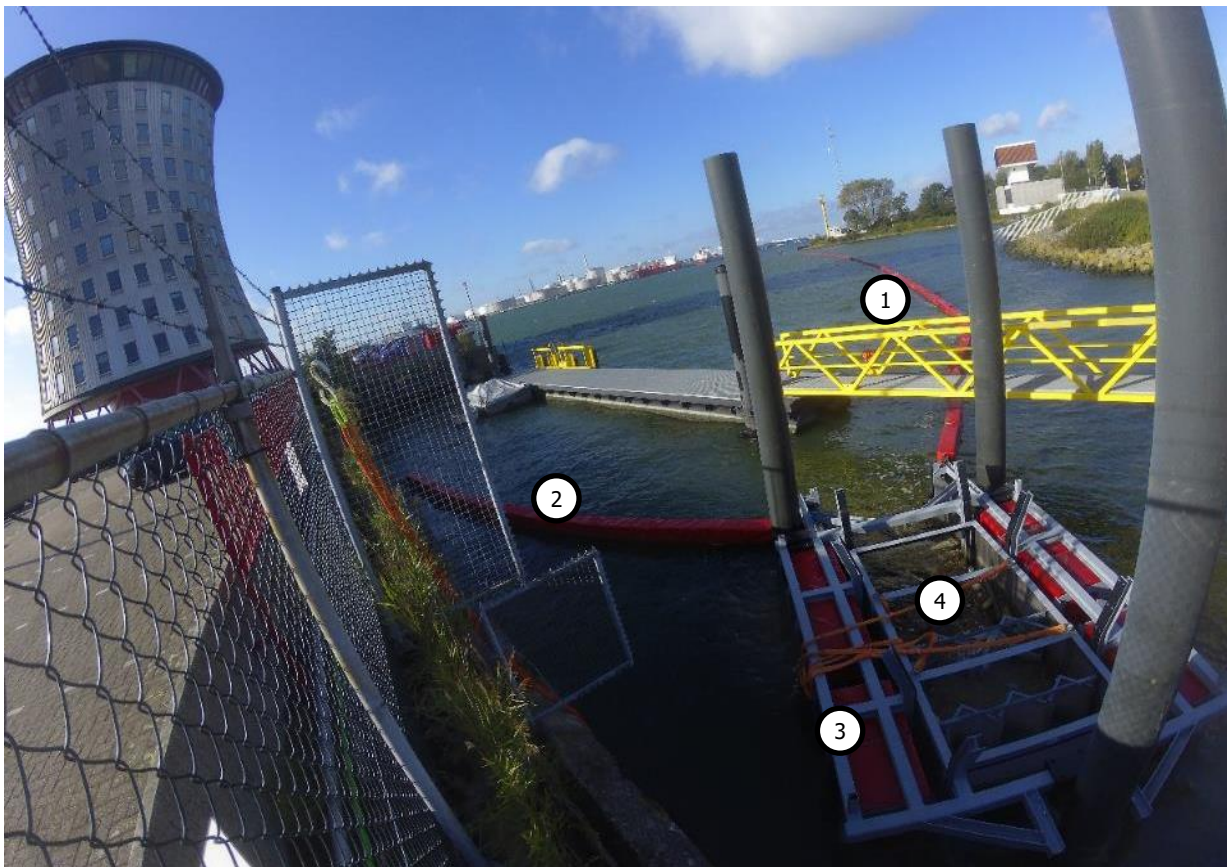
3.1 Functionele beschrijving

Het vangstelsel is een passief stelsel dat volledig werkt op wind en stroming. Het stelsel vangt zowel macro-plastics (> 5 mm) als grote micro-plastics (3-5 mm) op van het wateroppervlak en tot één meter onder het wateroppervlak.

Het stelsel bestaat uit 3 modules:

- Twee vangarmen (Ref. (1) en (2) in Figuur 3-1) die het afval geleiden naar het opvangstelsel met behulp van wind en stroming;
- Een drijvend frame (Ref. (3) in Figuur 3-1) dat de opvangbak ondersteunt; het frame is aan drie spudpalen afgemeerd waardoor het stelsel verticaal kan meebewegen met het getij;
- Een opvangbak (Ref. (4) in Figuur 3-1) die het vuil vasthoudt tot dat hij gehesen wordt om geleeft te worden.

Deze modules zijn in de volgende secties in detail beschreven.



Figuur 3-1: "Catchy" in de Vijfsluizerhaven – Foto met de webcam die het stelsel bekijkt.

3.2 Vangarmen

Twee drijvende afleiders van 200 m en 12 m lang geleiden het vuil naar het opvangstelsel door wind en stroming. De afleiders bestaan uit een drijvend deel en een onderwaterscherp dat tot 1 m waterdiepte reikt (zie Figuur 3-3). Door de positie en oriëntatie van de afleider goed te kiezen ten opzichte van de hoofd wind/stroom richting, wordt het vuil (zowel het drijvend vuil op het wateroppervlak als het zwevend vuil in de bovenste deel van de waterkolom) naar het opvangstelsel geleidt waar het zich concentreert.

De 200 m afleider bestaat uit 10 secties van 20 m die aan elkaar verbonden zijn. De 12 m afleider is gemaakt uit een unieke sectie. Elke sectie van beide afleiders is opgebouwd uit blokken van gerecycleerd EPS, individueel verpakt in een geotextiel hoef, vervolgens per 3 blokken verpakt in een geotextiel hoef en vervolgens in een PVC buitenhoef (zie Figuur 3-3). Een geotextiel (onderwater) scherm is aan elke sectie van de vangarm verbonden. De secties van het onderwaterscherm zijn verzwaard door middel van een ketting. De secties van de afleider zijn aan elkaar verbonden door middel van een rits in de PVC hoef en een rits in het onderwaterscherm. Daartussen bevindt zich iets onder de waterlijn een trekband in de secties, die door middel van soft-shackles (d.w.z. een touwverbinding) met elkaar verbonden zijn.

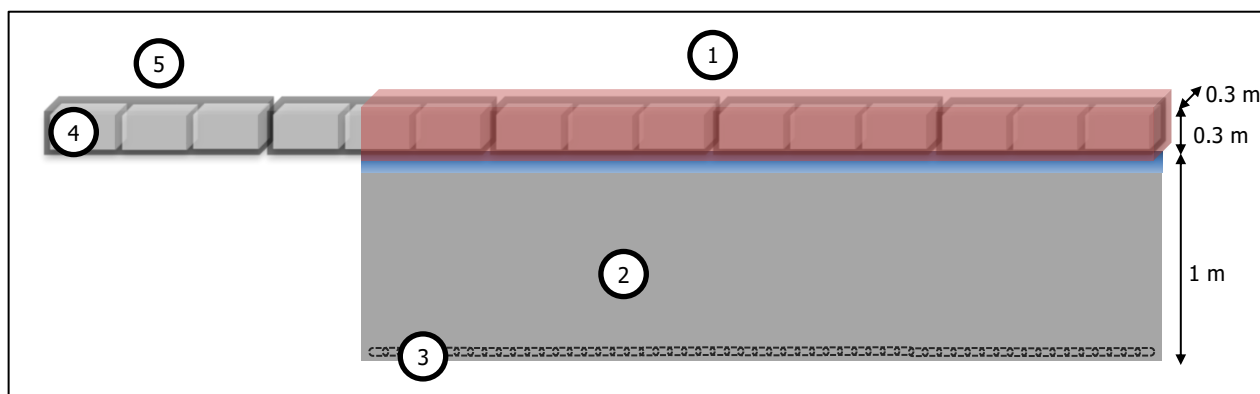
De 200 m afleider is aan de Zuidwestelijke kant van de haven aan een paal van het bedrijf DFDS Seaways afgemeerd. Hij is aan de Noordoostelijke kant van de haven aan een bolder op de kade van Mammoet afgemeerd, en aan een spudpaal (zie Figuur 3-2). De connectie met de spudpaal is zo ontworpen dat de afleider verticaal mee kan bewegen met het getij (zie Figuur 3-4).

De trekkracht in de 200 m afleider wordt overgedragen door een achterliggende Dyneema kabel. De Dyneema kabel bestaat ook uit 10 delen die aan elkaar en aan de vangarm zijn gekoppeld (zie Figuur 3-2). Een flexibel scherm van geotextiel vormt de afdichting tussen de afleider en het opvangsysteem (zie Figuur 3-6). De 200 m afleider is voorzien van lampen die werken op zonne-energie zodat de afleider 's- nachts zichtbaar is voor vaartuigen (zie Figuur 3-7); dit was een eis van het Havenbedrijf Rotterdam.

De 12 m afleider is aan de kademuur van Mammoet afgemeerd en aan het vangstelsel. De connectie met de kademuur van Mammoet is zo gemaakt dat de 12 m afleider mee kan bewegen met het getij (zie Figuur 3-5). Fenders zijn geplaatst tussen de afleider en de kademuur zodat de PVC-buitenhoef van de afleider niet beschadigd wordt door wrijving met de kademuur. Een flexibel scherm van geotextiel vormt de afdichting tussen de afleider en het opvangsysteem (zie Figuur 3-6).



Figuur 3-2: De 200 m afleider (1) bestaat uit 10 secties van 20 m die aan elkaar en aan een Dyneema lijn verbonden zijn (2). Hij is afgemeerd aan een paal van DFDS Seaways (3), aan een bolder van RWS bij de kade van Mammoet (4) en aan één van de spudpalen waar het vangstelsel is afgemeerd (5). De 12 m afleider (6) is gemaakt uit een unieke sectie. Hij is afgemeerd aan de vangst (4) en aan de kademuur van Mammoet (7).



Figuur 3-3: Constructie van afleider met (1) drijvend deel, (2) onderwaterscherm, (3) ballast ketting voor het onderwaterscherm. Het drijvend deel van de afleider is gemaakt uit 15 EPS blokken die individueel verpakt zijn (4) en daarna per drie blokken in geotextiel binnenhoezen (5), en in de PVC buitenhoezen.



Figuur 3-4: Connectie tussen de 200 m afleider en de spudpaal via een verticale lijn (1) gespannen tussen twee ogen op de spudpaal (3) en connectie met het opvangsysteem via een uitbreidbaar scherm (3).



Figuur 3-5: Connectie tussen de 12 m afleider en de kademuur van Mammoet via een verticale lijn (1) gespannen tussen 2 metaal platen (2) gelast aan de kademuur. Fenders (3) zorgen ervoor dat de afleider de kademuur niet raakt.



Figuur 3-6: Twee schermen met rek (1) en (2) zijn gebruikt om de afdichting te maken tussen de afleiders en het opvangsysteem.



Figuur 3-7: Verlichting op de 200 m afleider.

3.3 Drijvend frame

Het drijvend frame is vervaardigd uit stalen profielen en voorzien van drijvers die het frame ondersteunen (zie Figuur 3-8). Het frame is 3.4 m breed, 5.8 m lang en 2.5 m hoog. Het frame is geplaatst tussen 3 spudpalen zodat het vangstelsel mee kan bewegen met het getij (zie Figuur 3-9). Daardoor blijft het systeem operationeel zowel met vloed als eb. Een stopper met demper op elke spudpaal zorgt ervoor dat het systeem niet de bodem raakt met laag water.

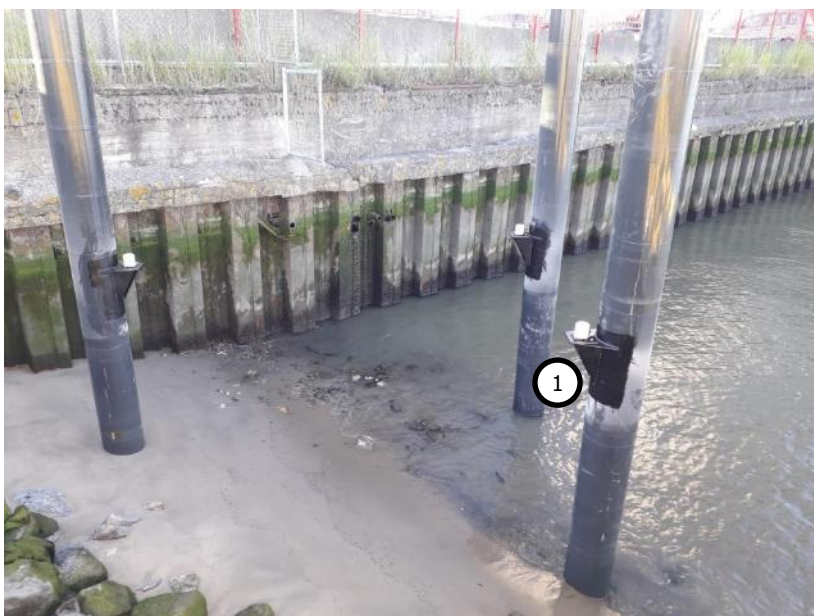
De ingang van het frame is voorzien van een terugslagklep (Ref. (3) in Figuur 4-2) welke open is bij normaal functioneren (voldoende wind en/of stroom uit het zuidwestelijke richting), maar sluit bij lage windsnelheden of wind en/of stroom uit tegengestelde richting. Daardoor blijft het gevangen vuil opgeslagen binnen het systeem.

Het drijvende frame ondersteunt de opvangbak (zie sectie 3.4) waarin het afval verzameld wordt. De opvangbak wordt uit het frame gehesen voor lediging. HDPE geleiders op het drijvende frame (Ref (4) in Figuur 3-8) zorgen ervoor dat het hijsen en het terugplaatsen van de opvangbak in het frame soepel gaat.

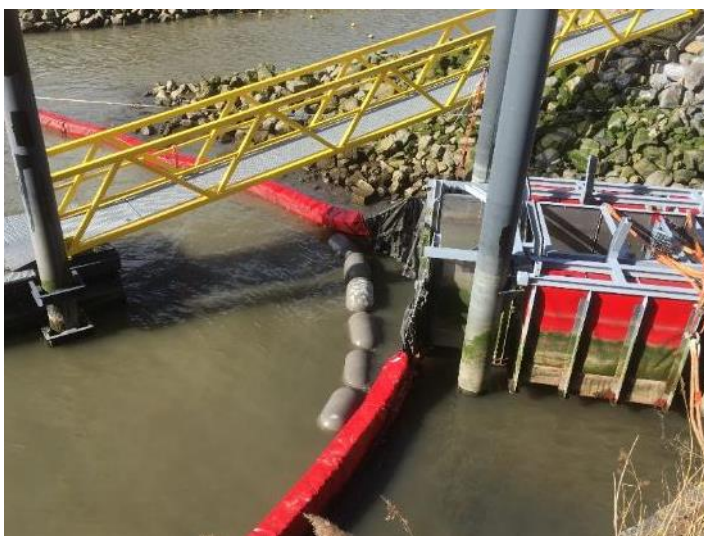
Om te voorkomen dat afval onder het systeem stroomt bij zeer laag water, zijn er op de bodem betonblokken voor het systeem geplaatst (zie Figuur 3-10).



Figuur 3-8: Drijvend frame – voor- en achterkant – bestaande uit een staal frame (1) en ondersteunt door drijvers (2). Het frame is voorzien met een terugslagklep (3) die sluit om te voorkomen dat het opgevangen vuil uit het systeem ontsnapt. HDPE geleiders (4) zorgen voor geleiding van de opvangbak naar zijn positie in het frame.



Figuur 3-9: Spudpalen voor het afmeren van de plasticvanger. Op de spudpalen zijn stoppers met dempers geplaatst (1) waarop het systeem rust bij laag water.



Figuur 3-10: Zes betonblokken (1) aan de voorkant van het systeem zorgen ervoor dat er geen afval onder het systeem geraakt bij zeer laag water.

3.4 Opvangbak

De opvangbak is een kooi bestaande uit een stalen frame en geperforeerde platen met gaten van 3 mm. De opvangbak is 1.8 m breed, 3.5 m lang en 1.5 m hoog. Als de opvangbak in het drijvende frame rust, is het vrijboord van de bak 0.5 m. De opvangbak vangt dan zowel afval op van het wateroppervlak als afval tot één meter diepte in de waterkolom.

De opvangbak is voorzien van schotten (Ref. (4) en (5) in Figuur 3-11) gemaakt van gaas en geperforeerd plaatmateriaal. Wanneer het water terug uit de opvangbak stroomt, blijft het vuil dat groter is dan de gaten achter de schotten hangen.

Aan de voorkant van de opvangbak zorgt een drempel (Ref. (3) in Figuur 3-11) ervoor dat het vuil niet uit het systeem ontsnapt bij het hijsen van de opvangbak tijdens het ledigen. Ook met laag water, of met hoog water in combinatie met de terugslagklep op het drijvend frame (zie Figuur 3-12), werkt de drempel als barrière tegen het verlies van afval. In de andere richting zorgt de flauwe hoek van deze drempel ervoor dat vuil wel gemakkelijk de opvangbak in stroomt.

De opvangbak wordt middels een viersprong uit het drijvend frame gehesen voor lediging en verwisseld voor een tweede lege bak. Vervolgens wordt de volle bak naar de Allseas' BOYS yard gebracht. Het opgevangen afval wordt dan geanalyseerd en de bak voorbereid voor de volgende lediging.



Figuur 3-11: Opvangbak met: (1) staalstructuur, (2) wanden en bodem uit geperforeerd plaatmateriaal, (3) een drempel die voorkomt dat het vuil uit het systeem ontsnapt tijdens het hijsen voor lediging, (4) en (5) schotten die voorkomen dat het vuil uit het systeem gaat als het water uit het systeem uitstroomt, (6) een viersprong voor lediging.



Figuur 3-12: In combinatie met de terugslagklep (1) aan het drijvende frame, zorgt de drempel (2) ervoor dat het vuil niet uit het systeem ontsnapt.

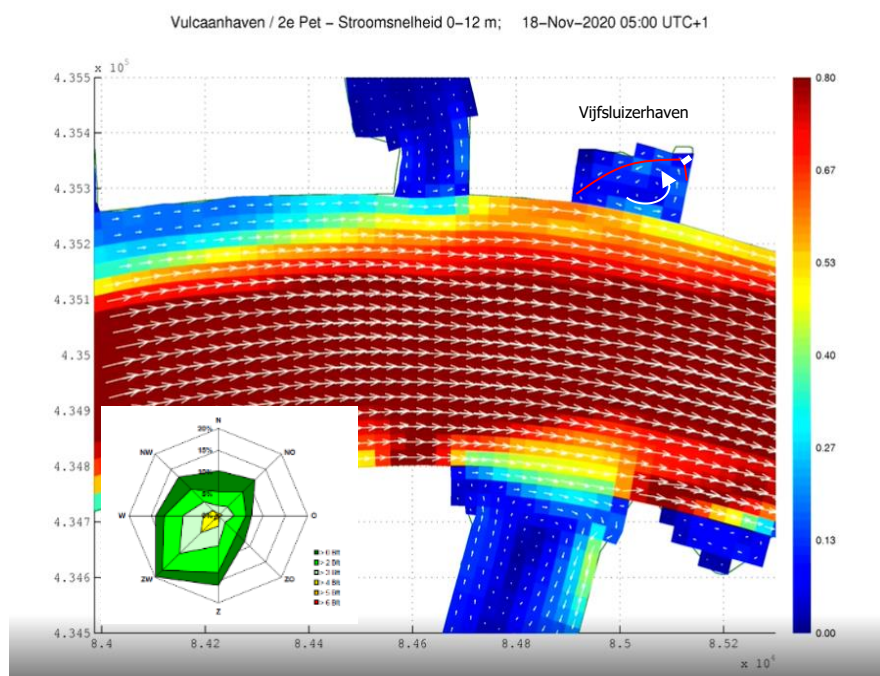
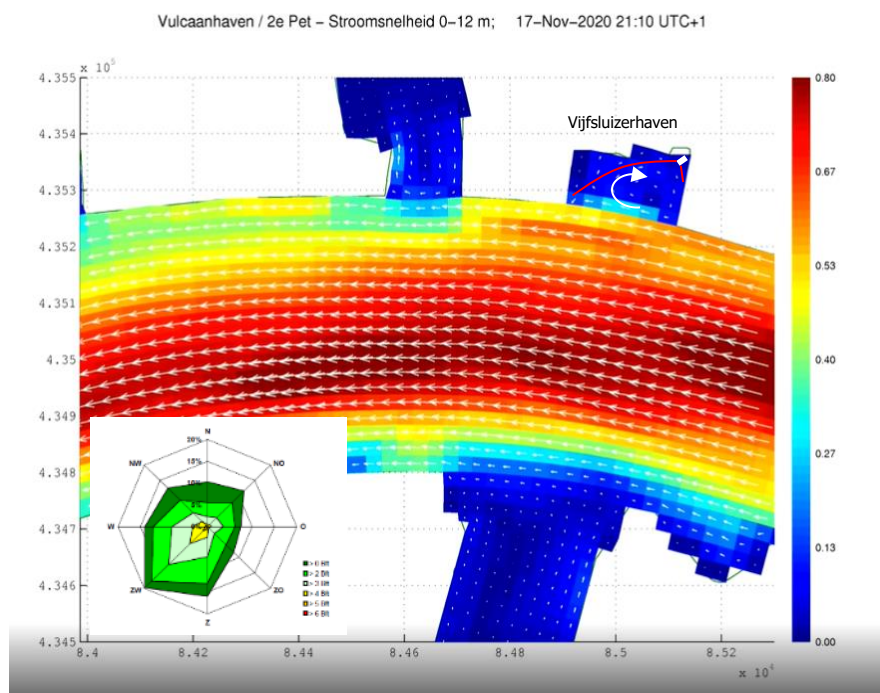
4.0 RESULTATEN WERKING VANGSYSTEEM

4.1 Passief systeem

Het vangstelsysteem is volledig passief en werkt alleen op wind en stroming. De positie van het systeem in de Noordoostelijke hoek van de haven is zo gekozen dat deze in de richting van de meest voorkomende wind is gesitueerd (Zuidwest), en in de veronderstelde richting van de stroming (zie Figuur 4-2). Bovendien is deze locatie als "hotspot" van zwerfafval aangemerkt waardoor op deze plek het vangstelsysteem is geïnstalleerd. In de praktijk blijkt de locatie van de plasticvanger, en de opzet met een lange vangarm die met behulp van wind en stroming het vuil naar het systeem geleidt, optimaal te werken (zie Figuur 4-1). Er is geen afval geobserveerd in het natuurgebied aan de Noordelijke kant van de haven, en ook niet achter het systeem.



Figuur 4-1: Het vuil wordt geleidt door de vangarmen naar het opvangstelsysteem, met behulp van wind en stroming.



Figuur 4-2: De locatie van het vangstelsel in de Noordoostelijke oever van de Vijfsluizerhaven is berekend naar de meest voorkomende windrichting (zie de windroos) en de stroomrichting door het Operationeel Stromingsmodel van het Havenbedrijf Rotterdam (boven eb, beneden vloed).

Het vangstelsel is voorzien van passieve elementen die ervoor zorgen dat het vuil niet uit het stelsel ontsnapt als het water uit het stelsel uitstroomt (zie sectie 3.0):

- Een terugslagklep op het drijvende frame is zo ontworpen dat deze bij voldoende wind en/of waterstroom vanuit ZW richting opengaat; de klep sluit bij andere wind- of stroomrichting (zie Figuur 4-3);
- Schotten in de opvangbak: zoals ontworpen blijft het vuil dat groter is dan de maaswijdte van de schotten achter de schotten hangen (zie Figuur 4-4);
- Een drempel op de opvangbak: het vuil blijft achter de drempel liggen bij laag water en tijdens het hijsen van de opvangbak voor het legen.



Figuur 4-3: Links: terugslagklep in open toestand bij voldoende wind en/of waterstroom uit het ZW – Rechts: terugslagklep in dicht toestand bij lage windsnelheden of wind en/of stroom uit tegengestelde richting.



Figuur 4-4: Links: klein formaat vuil komt achter de micro-schotten en blijft daar vast hangen – Midden: groter formaat vuil komt achter de gaas schotten en blijft daar hangen – Rechts: het grootste formaat vuil blijft in de voorkant van de opvangbak liggen.

4.2 Weerbestendigheid

Tijdens het pilotproject zijn er meerdere stormen waargenomen met windstoten tot boven 10 Bft, de ontwerp windsnelheid, in de richting WZW tot ZZW, (zie Tabel 4-1 en Appendix C). Er is geen schade ontstaan aan het vangststelsel als gevolg van deze stormen.

Verder heeft het stelsel de wisselingen van het waterniveau door het getij goed kunnen weerstaan dankzij het gebruik van spudpalen voor het afmeren van het opvangstelsel en de specifieke connecties voor de afleiders met de kade en het opvangstelsel. Gedurende de testperiode zijn er vijf pieken geweest van het waterniveau waar de maximale waterstand boven 190 cm is gekomen (zie Tabel 4-2 en Appendix C). Deze waarde wordt genomen als ondergrens voor een "licht verhoogde" toestand van de waterstand bij Vlaardingen (zie de RWS Waterinfo website, metingen bij Vlaardingen).

Tabel 4-1: Maximale geobserveerde windsnelheden (meetpunt Rotterdam luchthaven)

Datum	Max. uurgemiddelde windsnelheid	Max. windstoot	Windrichting
26 augustus 2020	14 m/s (7 Bft)	25 m/s (10 Bft)	WZW
27 december 2020	14 m/s (7 Bft)	25 m/s (10 Bft)	ZZW
21 januari 2021	13 m/s (6 Bft)	27 m/s (10 Bft)	ZW
11 maart 2021	18 m/s (8 Bft)	32 m/s (12 Bft)	ZZW
13 maart 2021	14 m/s (7 Bft)	25 m/s (10 Bft)	WZW
04 mei 2021	15 m/s (7 Bft)	25 m/s (10 Bft)	WZW
21 mei 2021	15 m/s (7 Bft)	26 m/s (10 Bft)	ZW

Tabel 4-2: Maximale geobserveerde waterhoogte (meetpunt Vlaardingen)

Datum	Max. waterniveau (t.o.v. NAP)
25 september 2020	192 cm
02 november 2020	205 cm
19 november 2020	219 cm
01 december 2020	214 cm
13 maart 2021	215 cm
05 april 2021	210 cm

4.3 Gevangen vuil

Het stelsel vangt zowel drijvend vuil als zwevend vuil: er zijn stukjes glas, stenen en metaal gevangen. Er zijn veel micro-plastics (> 3 mm) gevangen, zowel pellets als piepschuim korrels.

Er in totaal zijn er in de periode van 7 augustus 2020 en 1 juli 2021, d.w.z. 328 dagen, 462 kg zwerfafval (droog gewicht) gevangen, waaronder 68 kg plastic. Dit is gebeurd waarbij het stelsel niet altijd helemaal operationeel was (zie sectie 4.4).

Deze hoeveelheden zijn in dezelfde orde van grootte - en zelfs meer - dan de hoeveelheden zwerfafval die in de Lekhaven door de Shoreliner werd gevangen in 2017. In de periode van 9 December 2016 tot 12 September 2017, d.w.z. 277 dagen, waren er 311 kg zwerfafval door de Shoreliner opgevangen (nat gewicht) waarvan 61 kg plastic, zie Ref. [6]. Deze hoeveelheid, geëxtrapoleerd op 328 dagen en gecorrigeerd voor vocht, geven een vangst van 295 kg zwerfafval (droog gewicht) waarvan 63 kg plastics.

Meer details over de effectiviteit van de plasticvangst zijn gegeven in sectie 5.0 van dit rapport.

4.4 Optimalisaties

In de eerste maanden na de installatie van de plasticvanger werden er een aantal aanpassingen gedaan aan het systeem. Een oorzaak voor deze optimalisaties of herstelwerkzaamheden was de beperkte kennis over het gebied en vooral over de bathymetrie van het gebied. Een andere oorzaak is dat dit het eerste systeem van Allseas is dat in een getijdegebied werd geïnstalleerd, waardoor een aantal kinderziekten opgelost moesten worden. In maart 2021 is een laatste optimalisatie gedaan aan het systeem om de effectiviteit van het systeem te verbeteren bij zeer laag water.

Alle aanpassingen aan het systeem zijn beschreven in Tabel 4-3 zowel als de mogelijke effecten op de effectiviteit van het vangstelsysteem. Een gedetailleerd logboek van de aanpassingen aan het systeem met foto's is gegeven in Appendix D.

Tabel 4-3: Optimalisaties aan het vangstelsysteem

Datum voltooid	Beschrijving optimalisatie	Mogelijke consequentie op de effectiviteit van de vanger
Opvangstelsysteem		
02/09/20	De vanger is omlaag geplaatst om meer effectief te zijn bij laag water. Daarvoor is de zone rond en onder de vanger uitgegraven. Ook zijn de stoppers op de spudpalen omlaag verplaatst.	Na Augustus werd het systeem efficiënter.
17/09/20	De trimhoek van de vanger is gecorrigeerd met ballasten.	De trimhoek was zo klein dat dit geen effect heeft gehad op de effectiviteit van de vanger
09/10/20	Verstevigers op het drijvend frame zijn deels afgeslepen zo dat ze de verticale beweging van het systeem met het getij niet verhinderen.	Met laag water is het systeem op de spudpalen blijven hangen. Dit was alleen maar gedurende 1 dag. Tijdens het afslijpen van de verstevigers is het systeem uit het water gehesen en kon geen afval vangen gedurende 1 dag. Dit heeft dus weinig effect gehad op de vangst.
09/11/20	De vanger is losgekoppeld van de eerste sectie van de 200 m afleider zodat hij niet meer onder een hoek komt te staan vanwege de trekkracht op de afleider.	Geen effect.
05/03/21	Betonblokjes zijn geplaatst op de grond voor de ingang van de plasticvanger om ervoor te zorgen dat geen afval onder de vanger stroomt met zeer laag water.	Het systeem werd in principe meer efficiënt bij zeer laag water na maart 2021.
Afleidings		
13/09/20	De afleidings zijn zo gespannen dat ze de vanger of het ponton van de Watertaxi niet met raken met veranderingen door het getij.	Tussen midden-augustus en midden-september was er geen afsluiting van geotextiel tussen de vanger en de 200 m afleider. Er was dus wat verlies van afval in deze maanden.
13/09/20	Elastiekjes zijn gespannen aan de bovenkant van de geotextiel doeken die de afdichting maken tussen de afleidings en de vanger. Zo blijven deze strak bij hoog water.	Geen effect.
06/10/20	De zone onder de eerste sectie van de 200 m afleider is vrij van stenen gemaakt zodat het onderwaterscherp niet meer over de stenen schuurt.	Geen effect.
09/11/20	De eerste sectie van de afleider is aan de spudpaal bevestigd.	Geen effect.

Datum voltooid	Beschrijving optimalisatie	Mogelijke consequentie op de effectiviteit van de vanger
20/11/20	De ballastketting van het onderwaterscherp van de eerste sectie van de 200 m afleider is door contact met stenen op de bodem uit het scherm losgetrokken. De ketting is opnieuw bevestigd.	Het onderwaterscherp was gedurende de maand september omhoog getrokken waardoor het zwevend vuil misschien onder de afleider heeft kunnen ontsnappen.
20/11/20	De trekbanden op de 200 m afleider waar D-ringen bevestigd zijn voor het koppelen van 2 secties met elkaar en met de Dyneema lijn die de kracht op de afleider opneemt zijn hersteld en beschermd met rubber tegen slijtage; de gegalvaniseerde D-ringen zijn vervangen door touw.	Geen effect.
04/09/20	Fenders zijn geplaatst tussen de 12 m afleider en de kademuur van Mammoet zodat de afleider door het contact met de kademuur niet beschadigd wordt.	Geen effect.
10/11/20	Door het plaatsen van een grote fender is het verlies van afval tussen de afleider en de kade vermindert.	Weinig effect.

5.0 EFFECTIVITEIT VANGSYSTEEM

5.1 Inleiding

Om de effectiviteit van het vangstelsel te bepalen heeft Allseas in juli en augustus 2021 een monitoringscampagne in de Vijfsluizerhaven uitgevoerd. Deze monitoringscampagne onderzoekt:

- Hoe effectief is de Vijfsluizerhaven voor het vangen van (plastic) afval of hoeveel van het zwerfafval stroomt vanuit de Nieuwe Maas in de Vijfsluizerhaven.
- Hoe effectief is het vangstelsel of hoeveel van het afval in de Vijfsluizerhaven wordt gevangen door het vangstelsel.

Tijdens de monitoringcampagne werd er onderzocht wat het effect van het weer, en voornamelijk de windrichting, is op de effectiviteit van de Vijfsluizerhaven en het vangstelsel voor het capteren van zwerfafval.

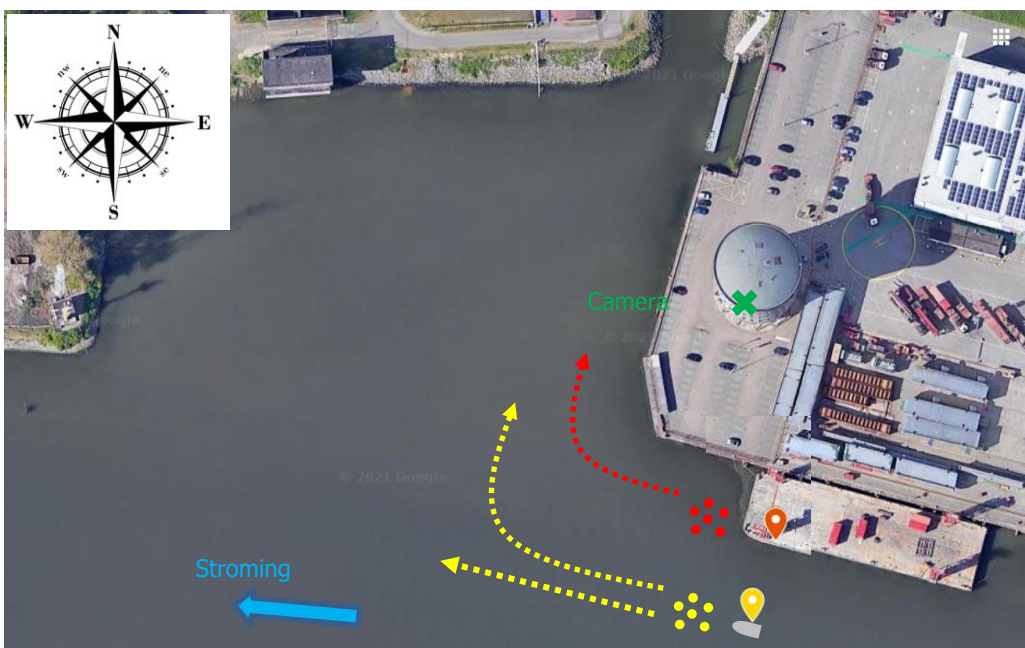
Twee methodes werden gebruikt om de hierboven gestelde vragen te beantwoorden, een traceeranalyse en netmetingen met de Allseas' sampler. Beide meetmethodes werden in juli en augustus 2021 herhaald. De resultaten van de testen zijn in de volgende secties beschreven.

5.2 Traceeranalyse

5.2.1 Test beschrijving

De bemanning van de werkboot (Baby Lady) laat tracers in de rivier de Nieuwe Maas los en stelt deze zo aan de lokale wind en stroming bloot. Tracers bestaan uit objecten met verschillende maten, vormen en dichtheden. (zie Figuur 5-2 en Tabel 5-1). Deze zijn allemaal drijvend en biologisch afbreekbaar. De tracers zijn gekleurd om hun traject beter te kunnen monitoren.

Rode tracers werden op ongeveer 15 m van de kade van Mammoet losgelaten (zie Figuur 5-1). Gele tracers werden op ongeveer 30 m van de kade losgelaten. Hun traject werd gefilmd vanaf de 9^{de} verdieping van het Mammoet gebouw. Ook werden foto's genomen vanaf de ponton van de Watertaxi en vanaf het parkeerterrein van Mammoet. Het aantal door de plasticvanger gevangen tracers is gefotografeerd en geteld.



Figuur 5-1: Traceranalyse bij eb: rode en gele tracers worden vanaf de Baby Lady in de rivier losgelaten op ongeveer 15 m en 30 m van de kade. Hun traject wordt gevolgd door middel van een camera in het Mammoet gebouw en vanaf het parkeerterrein van Mammoet.



Figuur 5-2: Overzicht van de gebruikte tracers

Tabel 5-1: Gegevens van de gebruikte tracers

Vorm	Afmetingen [mm]	Materiaal	Dichtheid [g/cm ³]
Rechthoek	45x65x100	Pijnhout	0,46
Rechthoek	45x45x100	Pijnhout	0,46
Rechthoek	90x25x100	Teakhout	0,87
Schrijf	Ø80x20	Berkenhout	0,66
Kurk/cilinder	Ø20x	Kurk	0,25
IJsstokjes	115x12x2	Berkenhout	0,66
Rechthoekige oppervlak	500x500	Bamboe	0,60
Rechthoekige oppervlak	250x250	Bamboe	0,60
Bol	Ø80	Sinaasappel	0,75

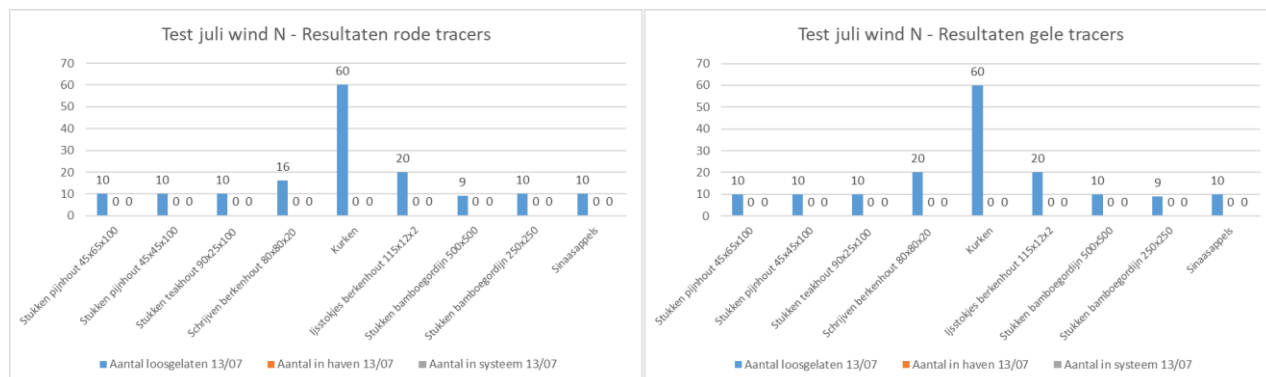
De traceeranalyse vond eenmaal plaats in juli 2021 en eenmaal in augustus 2021. De test dagen en test momenten zijn zodanig gekozen dat de stroomcondities gelijkaardig zijn (eb), maar de wind in tegenstelde richtingen woei. Daardoor is het mogelijk om het effect van de windrichting te onderzoeken op het afgelegde traject van de tracers. De weercondities tijdens de testcampagne zijn in Tabel 5-2 weergegeven.

Tabel 5-2: Stroom- en wind condities tijdens de testen met tracers (data van het Havenbedrijf Rotterdam)

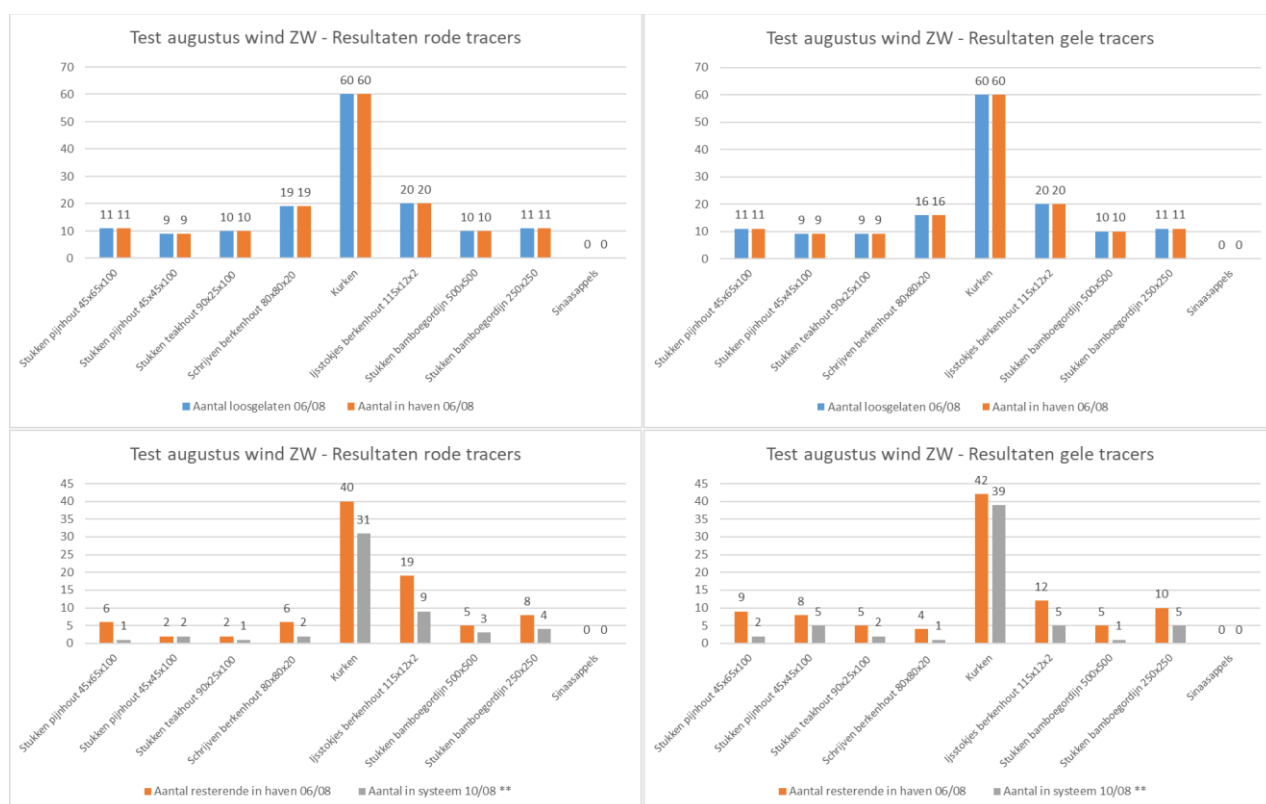
Test datum	Tracers	Test tijd	Wind-richting	Wind-snelheid	Getij	Stroom-snelheid	Water-stand
[-]	[-]	[hh:mm]	[Deg]	[m/s]	[eb/vloed]	[m/s]	[cm NAP]
13/07/21	Rood	11:39	353 (N)	6	eb	0.3	-13
13/07/21	Geel	11:59	354 (N)	6	eb	0.3	-10
06/08/21	Rood	8:26	206 (ZW)	7	eb	0.7	-14
06/08/21	Geel	9:02	205 (ZW)	8	eb	0.7	-17

5.2.2 Resultaten

De testen van 13 juli zijn met noorderwind uitgevoerd. Dit blijkt niet optimaal voor de locatie Vijfsluizerhaven (Figuur 5-1) omdat alle tracers wegdrijven van de plasticvanger, zie ook Figuur 5-3. Geen enkele tracer stroomde richting de Vijfsluizerhaven. Enkele rode tracers (i.e. kurken en stukken hout) zijn achter de kade van Mammoet blijven hangen. Een dag later waren ze ook weg, niet achter de kade en ook niet in de plasticvanger. Een andere observatie leert dat de stukjes bamboegordijn tijdens deze testen sneller afdreven dan de overige kleinere tracers.



Figuur 5-3: Resultaten van de traceeranalyse van juli 2021 met wind uit het Noorden.



Figuur 5-4: Resultaten van de testen van augustus 2021 met wind uit het Zuidwesten.

De testen op 6 augustus zijn met zuidwestenwind uitgevoerd. Alle tracers zijn in de Vijfsluizerhaven gestroomd, ongeacht de startpositie. Figuur 5-4 illustreert dit. Het traject van de rode en gele tracers was ongeveer hetzelfde (zie Figuur 5-5). Tijdens deze testen gingen de stukjes bamboegordijn minder snel dan de andere tracers. De gele bamboe stukjes namen een grotere bocht dan de andere tracers richting de Vijfsluizerhaven.

Bij laag water vangt de plasticvanger niet, het waterniveau staat dan immers onder de plasticvanger. De tracers konden zo ook niet meteen de kooi in (zie Figuur 5-6). Sommige tracers dreven dus terug wat weg van de plasticvanger (zie Figuur 5-7). Er is beslist om een deel van deze tracers weer uit het water te vissen. De concentratie van tracers voor de vanger was meer dan voldoende. Later op de dag werd er gekeken of er tracers in de kooi aanwezig waren. Nog niet allemaal waren ze in de kooi, maar de vangst van tracers kwam op gang (zie Figuur 5-8).

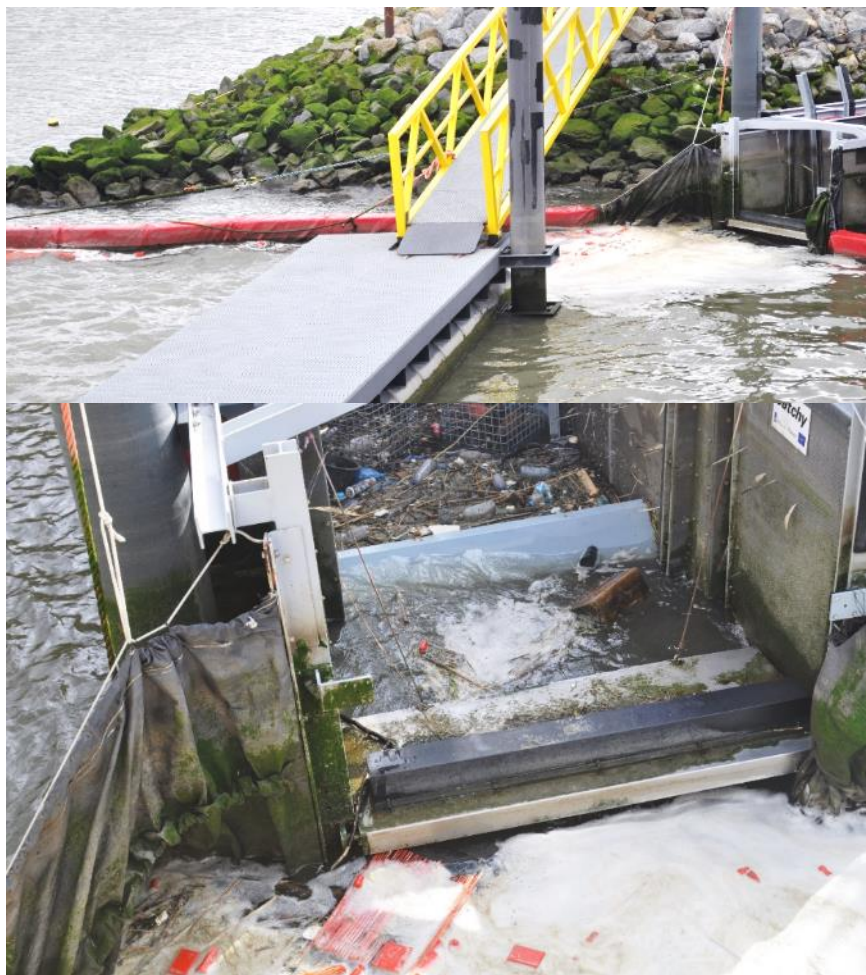
Op 10 augustus, vier dagen na de testen, werd de kooi geleegd. De kooi werd naar de Allseas' BOYS yard getransporteerd voor een handmatige lediging. De tracers werden geteld. Van de 187 tracers achtergelaten in de haven zijn 101 tracers in de kooi geteld (zie Figuur 5-4). Er is alleen maar een stuk bamboegordijn gevonden, maar wel veel losse takken gekleurde bamboe. De bamboe gordijnen zijn in stukjes uit elkaar gevallen, maar ze zijn wel door het systeem afgevangen. Hoewel het onmogelijk was om de afgevangen stukken bamboe gordijnen exact te tellen, is er ingeschat dat de helft van de stukken in het systeem zat. De conclusie dat dus dat meer dan 60 % van de tracers door het systeem afgevangen zijn.

Tussen 6 en 10 augustus blijft de windrichting zuidwest (zie Figuur 5-10). De webcam toont aan dat tracers in beeld ook effectief in de haven blijven. Dit is echter niet met zekerheid te stellen voor alle tracers. Andere tracers zijn mogelijks ook in de rivier weggedreven.

Op de dag van de lediging lagen er nog een aantal tracers voor het systeem (zie Figuur 5-9). Deze tracers zijn in het water gebleven na het hijsen van de kooi. Op 17 augustus zijn er nog een paar tracers in de kooi gearriveerd. Slechts twee tracers zijn ontsnapt en kwamen achter het systeem. Op 31 augustus waren er geen tracers meer in de kooi, en één op de oever. Vanaf 23 augustus blaast de wind terug uit het noorden (zie Figuur 5-10). Dit verklaart dat er sinds die datum geen tracers meer werden gevangen.



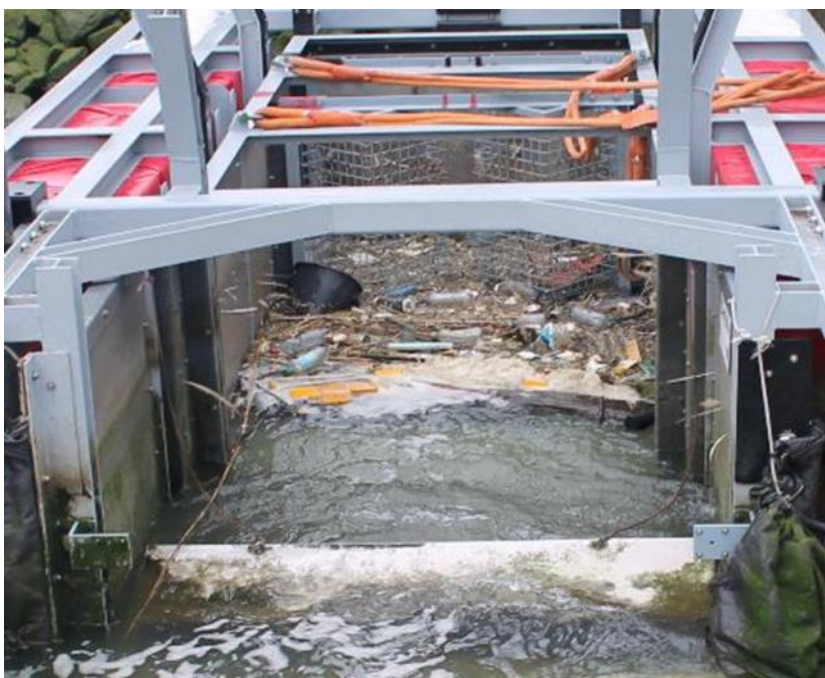
Figuur 5-5: De tracers vloeien langzaam richting plasticvanger. Het traject van de rode en gele tracers is gelijkaardig. Alleen de gele stukken bamboegordijn namen een bredere bocht omheen de kade van Mammoet en arriveren iets verder bij de afleider.



Figuur 5-6: De tracers worden naar het systeem geleidt, maar kunnen nog niet de kooi in wegens eb. Het waterniveau staat nog net onder de grijze drempel.



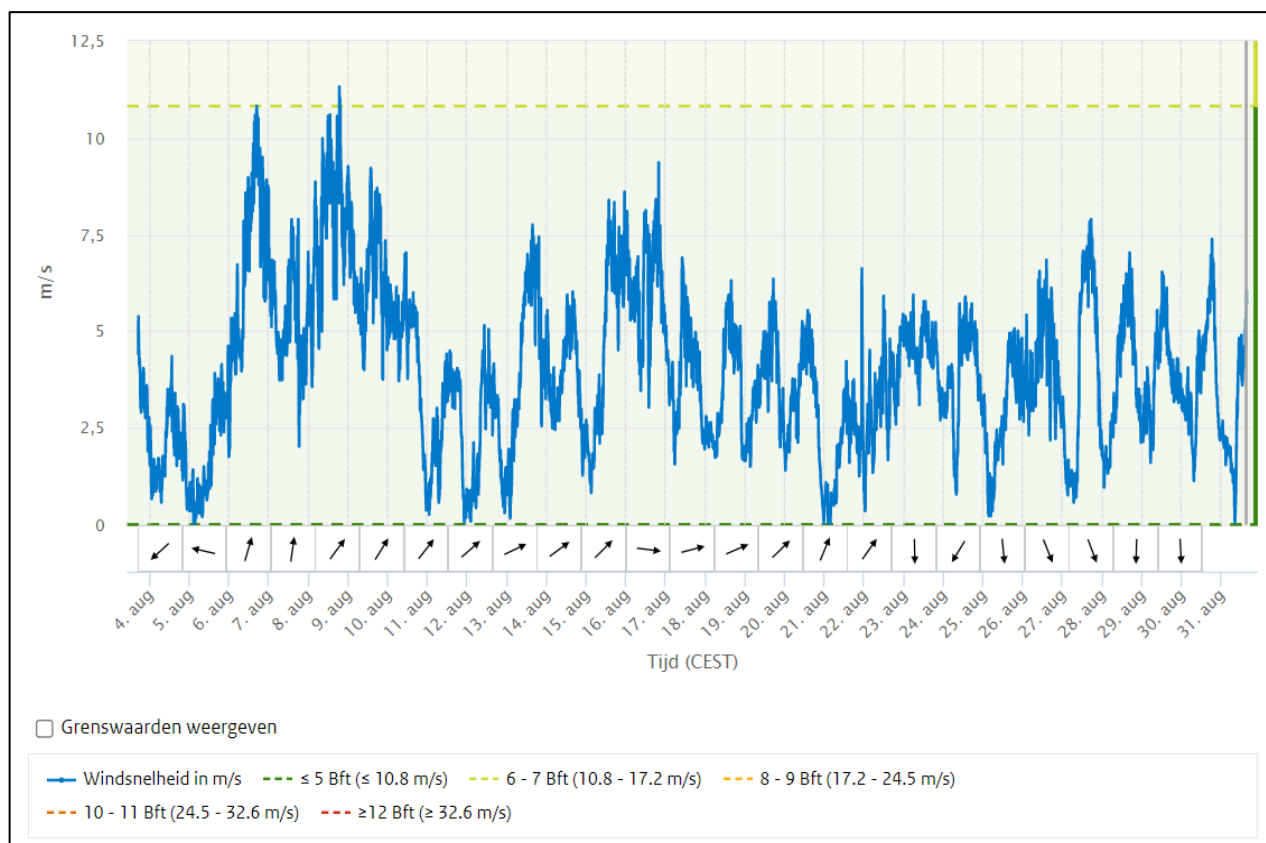
Figuur 5-7: Een deel van de tracers hoopt zich voor de plasticvanger op. Een deel van de tracers drijft een stukje weg langs de kade van Mammoet.



Figuur 5-8: Tracers in de plasticvanger op 06 augustus, vier uur na het begin van de testen. Het water staat terug hoger.



Figuur 5-9: Tracers voor en in de plasticvanger, op de dag van de lediging op 10 augustus.



Figuur 5-10: Windsnelheid en windrichting in augustus 2021. Meetpunt Rotterdamse haven.

5.3 Netmetingen

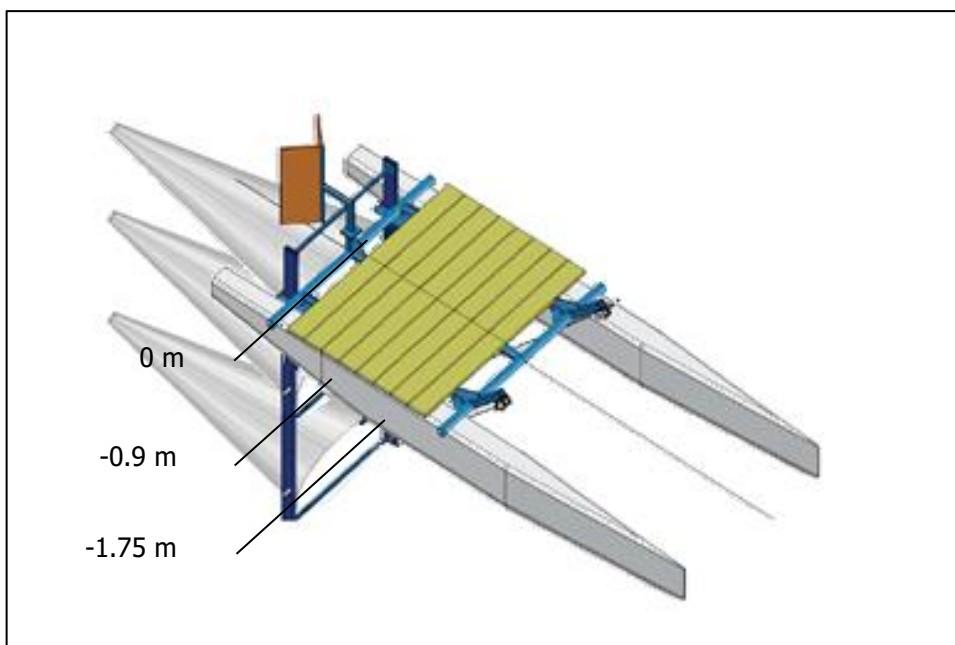
5.3.1 Test beschrijving

Op 12 juli en 12 augustus 2021 zijn er netmetingen uitgevoerd met de Allseas' sampler. De sampler is een catamaran met een stalen frame dat tot 2 m onderwater reikt (indien gewenst ook tot 5 m voor diepere wateren met een langer frame). Op het stalen frame zijn drie netten bevestigd die zwerfafval op drie verschillende waterdieptes afvangen (zie Figuur 5-11). De netten zijn 1.4 m breed, 0.5 m hoog en 2 m lang. De maaswijdte van de netten is 3 mm x 4 mm. Daardoor wordt (plastic) afval groter dan 5 mm gevangen.

De sampler wordt geduwd met behulp van de werkboot Baby Lady langs een 8-vorm traject (zie Figuur 5-12 en Figuur 5-13). Deze methode voorkomt verlies van afval door lokale turbulenties in de rivier. In totaal zijn er vier testen van één uur bij de ingang van de Vijfsluizerhaven uitgevoerd, bij eb. De testen van 12 juli zijn met oosterwind uitgevoerd, de testen van 12 augustus met zuidwestenwind. De weercondities tijdens de testen zijn in Tabel 5-3 weggegeven.

Tabel 5-3: Stroom- en wind condities tijdens de netmetingen (data van het Havenbedrijf Rotterdam)

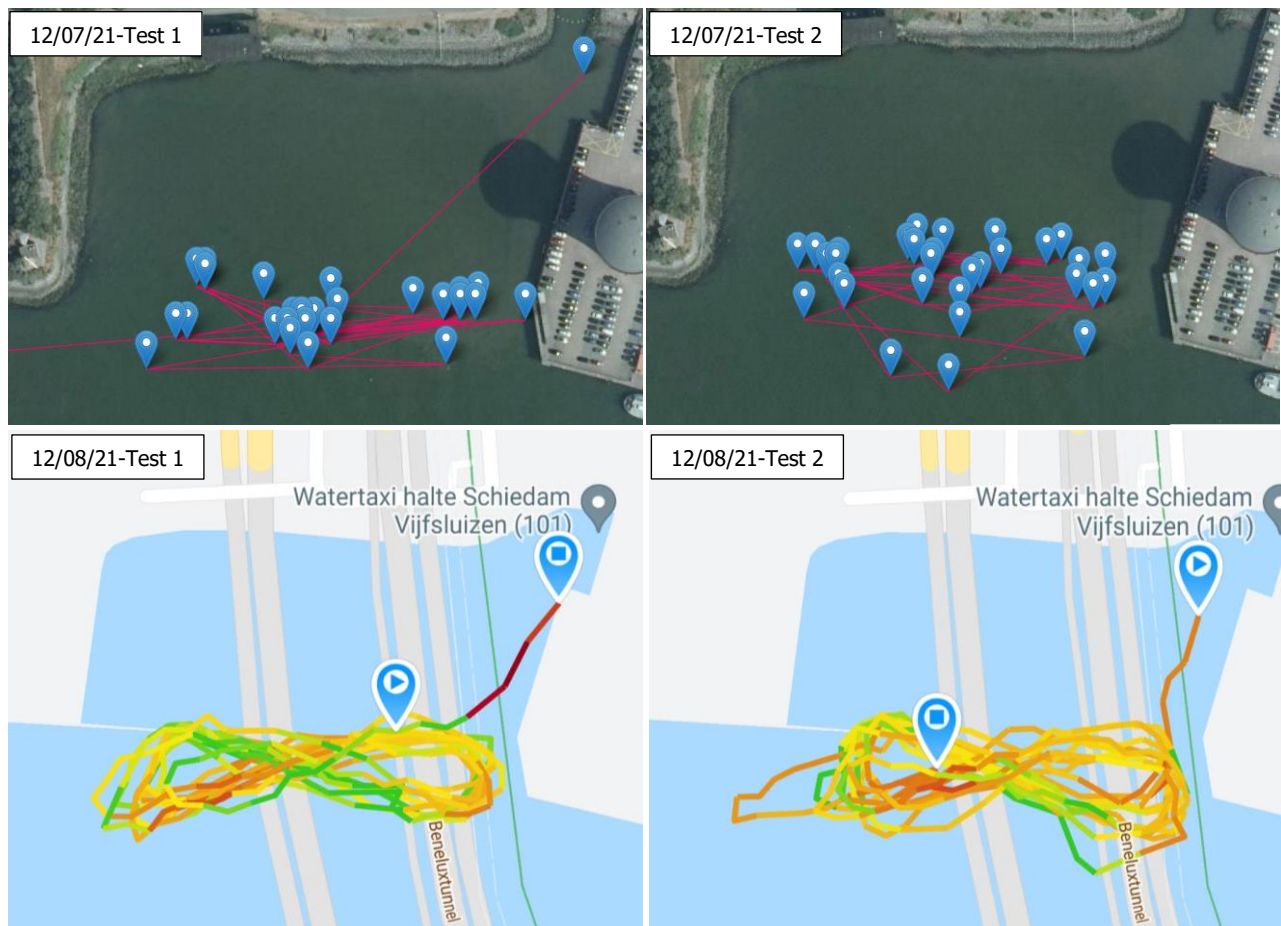
Test datum	Test tijd	Test duratie	Wind-richting	Wind-snelheid	Getij	Stroom-snelheid	Water-stand
[-]	[hh:mm]	[hh:mm]	[Deg]	[m/s]	[eb/vloed]	[m/s]	[cm NAP]
12/07/21	11:09	0:56	130 (SE)	3.1	Eb	0.3	-26
12/07/21	13:18	1:01	76 (ENE)	2.7	Eb	0.2	-24
12/08/21	10:10	0:59	230 (ZW)	3.4	Eb	0.9	+8
12/08/21	11:34	1:06	222 (ZW)	3.6	Eb	0.7	-19



Figuur 5-11: 3D rendering van de sampler met het 2 m frame



Figuur 5-12: Sampler geduwd door de Baby Lady.



Figuur 5-13: Trajecten tijdens de netmetingen.

5.3.2 Resultaten

De volledige test resultaten zijn gegeven in Appendix E. In Figuur 5-14 zijn de concentraties van afval per nethoogte afgebeeld. Deze concentraties zijn berekend met de formule hieronder:

$$C_{oppervlak} = \frac{m_{afval}}{U_b \cdot 0,5A_{net} \cdot t_{test}}$$

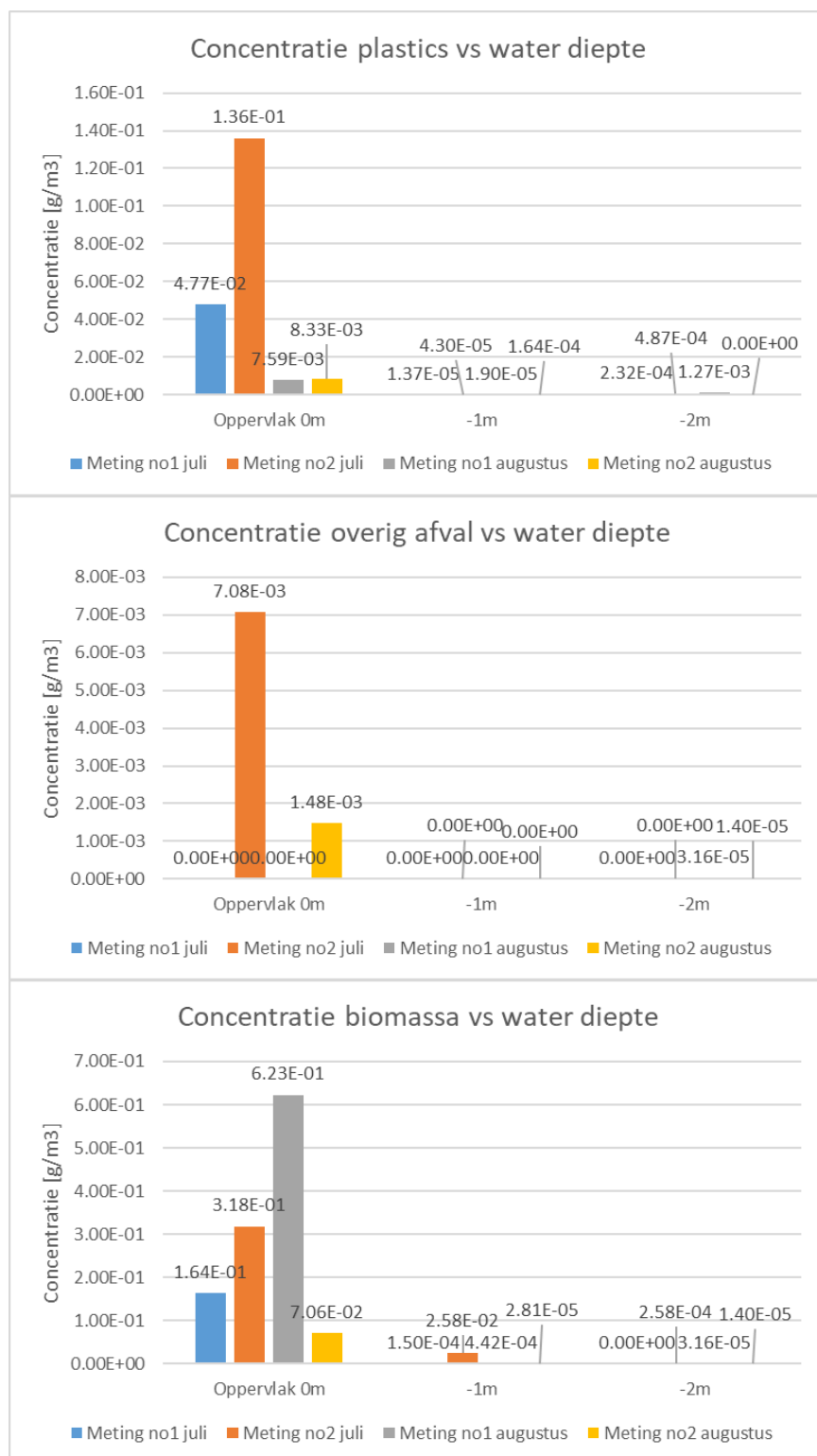
$$C_{onderwater} = \frac{m_{afval}}{U_b \cdot A_{net} \cdot t_{test}}$$

waar m_{afval} is het gewicht gevangen afval, U_b is de gemiddelde boot snelheid boven water tijdens de testen, A_{net} is het oppervlak van de mond van een sampling net, t_{test} is de test duur. Het oppervlakte net is alleen maar half onderwater. Daarom is alleen de helft van het oppervlak meegenomen in de berekening.

De volgende opmerkingen kunnen gedaan worden:

- Biomassa vertegenwoordigt het grootste deel van het gevangen gewicht (meer dan 95%);
- Plastic is het meest gevonden afval (meer dan 95% van het niet organisch afval gewicht);
- Er is veel meer afval gevonden aan het wateroppervlak, vergeleken met dieper in de waterkolom;
- In juli is er meer afval gevangen dan in augustus, terwijl de wind in augustus uit het zuidwesten woei;
- De gemiddelde concentratie plastic afval op het wateroppervlak is $2.14E-03 \text{ g/cm}^3$. Dit is 10 keer hoger dan de concentratie die Allseas in 2018-2019 gevonden had tijdens een uitgebreide meetcampagne van 65 testen in de Nieuwe Maas bij de Brienenoordbrug. De kans bestaat dat er meer afval drijft in de zone van de Vijfsluizerhaven dan bij de Brienenoordbrug: de Vijfsluizerhaven ligt in het midden van een dichtbevolkt en industrieel gebied terwijl de Brienenoordbrug bij de grens van het gebied ligt. Echter is

de concentratie vermoedelijk hoger wegens het treffen van een paar zware objecten tijdens de testen (zie Appendix E).



Figuur 5-14: Concentraties van afval per nethoogte.

Op basis van deze cijfers is een inschatting gemaakt van de hoeveelheid plastic afval die van de rivier Nieuwe Maas naar de Vijfsluizerhaven stroomt. De aannames voor deze berekening zijn:

- Het grootste deel van het afval is drijvend afval (op basis van de bovenstaande resultaten);
- Wind is de drijvende kracht die oppervlakte afval naar de Vijfsluizerhaven stuwt (resultaat van de traceer analyse);
- Drijvend vuil komt in de Vijfsluizerhaven als de wind uit het zuiden waait (resultaat van de traceer analyse, windrichting tussen 150 deg-240 deg); volgens de winddata tijdens het pilotproject blijkt dit gemiddeld 300 uren per maand te zijn;
- De gemiddelde windsnelheid voor wind uit het zuidwesten is 5 m/s (volgens de verzamelde data tijdens het pilotproject); dit creëert een stroming van 0.1 m/s op het wateroppervlak (2% van de windsnelheid, zie Ref. [10]) dat het drijvend vuil naar de Vijfsluizerhaven stuwt;
- De ingang van de Vijfsluizerhaven is 190 m breed.

Op basis van de gemeten plastic concentratie in de haven, geeft een theoretisch model aan dat er rond 300 kg plastic drijfvuil in de haven stroomt door zuidwestenwind. De onderstaande formule illustreert deze berekening:

$$M_{oppervlak} = C_{oppervlak} \cdot 0.02 U_{wind} \cdot L_{haven} \cdot t_z$$

waarbij $C_{oppervlak}$ de concentratie oppervlakte afval is in g/m², U_{wind} is de gemiddelde windsnelheid voor wind uit het zuiden of zuidwesten, L_{haven} is de breedte van de ingang van de Vijfsluizerhaven, t_z is de periode waarbij de wind uit het zuidwesten waait.

300 kg plastic afval per maand blijkt wat onrealistisch. Er is nooit zoveel afval in de Vijfsluizerhaven geconstateerd. Met de concentratie van oppervlakte plastic afval die tijdens Allseas' eerdere meetcampagne op de Nieuwe Maas bij de Brienenoordbrug is gevonden, geeft het theoretische model aan dat er maandelijks 4.4 kg plastic in de haven stroomt. Dit is veel realistischer, en ook vergelijkbaar met de gevonden hoeveelheden plastic in het vangstelsel tijdens dit pilotproject – gemiddeld 6.2 kg per maand, zie sectie 6.0.

5.4 Conclusies

De traceeranalyse onderzocht het traject van drijvende objecten vanaf de rivier Nieuwe Maas tot aan de Vijfsluizerhaven en vangstelsel. De testen zijn met gelijkaardige stroming uitgevoerd, maar met wind uit tegengestelde richting. Uit de testen blijkt wind de drijvende kracht voor het transport van drijvende objecten. Met noorderwind zijn immers alle tracers weggedreven van de Vijfsluizerhaven. Met wind uit het zuidwesten zijn alle tracers in de Vijfsluizerhaven gedreven. Meer dan 60 % ervan is door het stelsel opgevangen. Dit toont aan dat de plasticvanger aardig efficiënt is. Meer testen met bijvoorbeeld zwevende tracers en mogelijk ook GPS-zenders of akoestische tags om het traject van de tracers nauwkeuriger te kunnen volgen en op langere afstanden zullen meer inzicht brengen in het transport patroon van afval.

Ook illustreren de traceertesten het effect van wind op de afvangcapaciteit van de plasticvanger. Het op wind gebaseerde model geeft echter veel te hoge plasticconcentraties in de haven op basis van de slechts vier netmetingen. Aangezien de metingen ook een factor 10 hoger zijn dan de metingen in het verleden (Allseas 2018-2019), is de vraag of de metingen wel representatief zijn. Waarschijnlijk zijn door toeval een aantal grotere objecten in de netten beland, die de resultaten te sterk beïnvloeden. Er zijn meer testen nodig om gedetailleerdere resultaten te bekomen. Wel is het momenteel reeds mogelijk te stellen dat de hoeveelheid plastics in de Vijfsluizerhaven hoger zullen zijn dan eerder gemeten aan de Brienenoordbrug. Dit omdat de afgevangen plastics hoger liggen dan theoretisch voorspeld met data van de Brienenoordbrug.

6.0 ANALYSE GEVANGEN AFVAL

6.1 Inleiding

In deze sectie worden de methodes gepresenteerd voor de analyse van het door het vangststelsel opgevangen afval. Tussen augustus 2020 en juli 2021 is het systeem 11 keer geledigd, d.w.z. één keer per maand (zie Tabel 9-2 in Appendix A). Elke keer werd de opvangbak uit het drijvend frame gehesen en naar de Allseas' BOYS-yard in Rotterdam gebracht waar deze handmatig geleegd werd en het vuil verder geanalyseerd (zie sectie 6.2).

Twee soorten analyses werden uitgevoerd op het afval:

- Met behulp van de OSPAR-rivier methodiek (zie sectie 6.4) werd er gekeken naar de hoeveelheid en de samenstelling van het afval en naar de types objecten die gevonden zijn (bij voorbeeld een plastic fles, en stuk verwerkt hout, etc.). Daardoor is het mogelijk om meer inzicht te krijgen in de omvang van de vervuiling in de Vijfsluizerhaven en dan ook in de rivier Nieuwe Maas. Ook is het mogelijk om een beeld te krijgen van de oorzaak of mogelijke bron van deze vervuiling. Met deze waardevolle informatie kan gericht toekomstig beleid op lokaal, regionaal en nationaal niveau worden geformuleerd en uitgevoerd.
- Door een onderzoek over de eigenschappen – d.w.z. afmeting, stijfheid, soort polymeer – van het plastic afval wordt er gekeken of en hoe afval uit rivieren het best verwerkt kan worden met huidige technologieën. Tijdens dit pilotproject is een methodiek ontworpen door Allseas in samenwerking met Recycling Avenue, die gericht is op de verwerkingsmogelijkheden van het afval (zie sectie 6.5). Door het toepassen van deze methodiek werd het meest bruikbare en duurzame verwerkingsproces bepaald.

De resultaten van deze analyses zijn in sectie 7.0 van dit document gepresenteerd.

6.2 Behandeling proces

De vangst van het systeem wordt op de volgende manier behandeld:

Stap 1: lediging opvangbak

De opvangbak vol met afval wordt op een vrachtwagen getransporteerd naar de BOYS-yard van Allseas; daar wordt de bak in een loods opgeslagen en worden de schotten (zie Figuur 3-11) weggehaald. Vissen en andere ontbindende organismen worden uit de bak gehaald, geteld en gewogen; de rest van de vangst blijft gedurende twee weken in de kooi drogen.

Stap 2: sortering in de verschillende fracties en monsterneming

Na twee weken wordt een eerste handmatige sortering van de vangst uitgevoerd in de opvangbak zelf (zie Figuur 6-1 en Figuur 6-2). Het makkelijk te scheiden afval wordt gesorteerd per type materiaal (i.e. biomassa, plastics en overig afval) en gewogen. De rest van het afval – een mix van fijner biomassa en afval – is twee keer gezeefd met zeven van 25 mm en 5 mm (zie Figuur 6-3 en Figuur 6-4). Van de mix < 5 mm en 5-25 mm werden monsters genomen (zie Figuur 6-5). In dit stadium is het afval nog niet helemaal droog en wordt nog enige tijd te drogen gelegd.

Stap 3: OSPAR-rivier analyse en analyse voor verwerking

Het droge gewicht van de verschillende fracties van het afval en van de twee monsters van het mix afval worden geregistreerd. Daarmee worden vochtigheidsfactoren berekend (d.w.z. de ratio tussen nat en droog gewicht) en worden de gewichten van stap 1 gecorrigeerd voor vocht. De monsters van het mix afval worden verder handmatig gesorteerd per type materiaal (zie Figuur 6-6) vooral plastics en biomassa). De OSPAR-rivier analyse en de analyse voor verwerking worden uitgevoerd (zie Figuur 6-7). Deze analyses worden uitgevoerd op het afval > 25 mm en op de monsters van afval 5-25 mm en < 5 mm. De resultaten (d.w.z. gewichten/aantal objecten) die in de monsters zijn gevonden zijn dan geëxtrapoleerd naar de initiële mix van afval < 5 mm en afval tussen 5-25 mm.

Het volledige behandeling proces duurt drie dagen per partij met twee tot drie mensen. Specifieke protocollen werden gevolgd voor elke stap van het behandelingsproces en logsheets ingevuld. De logsheets voor de analyse van het afval zijn gegeven in Appendix E.



Figuur 6-1: Stap 2 van het behandeling proces – Handmatig sortering van het afval in de opvangbak.



Figuur 6-2: Stap 2 van het behandeling proces – Het afval wordt gesorteerd in verschillende types materiaal. Van links naar rechts: plastics, overig, biomassa, mix.



Figuur 6-3: Stap 2 van het behandeling proces – De mix wordt twee keer gezeefd.



Figuur 6-4: Stap 2 van het behandeling proces – Mix afval na zeven – Links < 5 mm, rechts 5-25 mm



Figuur 6-5: Stap 2 van het behandeling proces – Monsterneming van de < 5 mm mix afval.



Figuur 6-6: Stap 3 van het behandeling proces – De < 5 mm en 5-25 mm mix afval worden gesorteerd per type materiaal.



Figuur 6-7: Stap 3 van het behandeling proces – De OSPAR-rivier analyse en de analyse voor verwerking worden uitgevoerd.

6.3 Monsterneming

Om efficiënt te werken, wordt de analyse van het afval kleiner dan 25 mm uitgevoerd op monsters. Zoals afgebeeld op Figuur 6-5 worden monsters genomen van:

- Het gezeefde afval met een afmeting tussen 5 – 25 mm;
- Het gezeefde afval met een afmeting kleiner dan 5 mm.

Om een homogeen monster te nemen, wordt de methodiek van P. Gy toegepast (zie Ref. [8]). De parameter met de hoogste variabiliteit in de twee fracties van het gezeefde afval is de dichtheid van de afval deeltjes. Om het effect van dichtheid te minimaliseren tijdens de monsterneming, wordt het afval vlak verspreid in een ronde vorm. Een kwart van het verkregen schijf wordt als monster genomen.

De gewichten/aantallen objecten die in de monsters zijn gevonden zijn dan terug geschaald naar het initiële mix van afval < 5 mm en afval tussen 5-25 mm.

6.4 Rivier-OSPAR-methodiek

Het River-OSPAR protocol (zie Ref. [7]) is een gedetailleerd protocol voor het karakteriseren van het type en de samenstelling van zwerfafval. De methode maakt gebruik van een itemlijst, met 10 hoofdcategorieën – plastic en piepschuim, textiel, papier, hout, metaal, glas, sanitair afval, medisch afval, granulaat – en meerdere items per categorie.

De Rivier-OSPAR-methode is initieel gebruikt voor het karakteriseren van zwerfafval op rivieroeveren en is ontwikkeld op basis van het OSPAR-beach protocol. Deze methode wordt in dit project ook toegepast voor de analyse van de vangst van het vangststelsel, d.w.z. voor rivier zwerfafval. De tijdens dit pilotproject verzamelde gegevens kunnen in de toekomst mogelijk worden gebruikt voor een directe vergelijking van het type en de samenstelling van het zwerfafval tussen rivieren en rivieroeveren.

De resultaten van de OSPAR analyse zijn gepresenteerd in sectie 7.3 van dit document.

De gegevensverzameling volgens de OSPAR-rivier methode is geschikt voor identificatie van de bron van de vervuiling. Toch is er voor de verwerking van het afval op industriële schaal een andere soort karakterisering nodig. Dit wordt in sectie 6.5 beschreven.



Figuur 6-8: Sortering van het afval volgens de OSPAR-rivier methodiek. Hier is het gedeelte plastic van het afval te zien.

6.5 Analyse voor verwerking

Er zijn twee grote stromen van plastic afval verwerking: industrieel afval en verpakkingen. Afval verwerken, en met name afval recycleren kost geld. Recyclingbedrijven zijn dus zeer selectief in de kwaliteit en het type plasticafval dat ze recycleren. Een nieuwe stroom van plastic afval afkomstig van plasticvangers met een mix van biomassa en verschillende type plastic polymeren, met objecten die heel waarschijnlijk gedegradieerd zijn door water en zonlicht, is heel uitdagend, vooral als de hoeveelheden klein zijn.

Zolang de hoeveelheden klein blijven kan het verwerken van een nieuwe stroom van afval niet tot een nieuwe markt komen. Daarom is het belangrijk dat de karakteristieken van het vuil binnen de specificaties van bestaande verwerkingsinstallaties vallen. Het wordt vooral gekeken naar:

- De plastic polymeren (PET, HDPE, LDPE, etc.) ;
- De oorsprong van het afval en de gerelateerde eigenschappen van de objecten (afmeting, stijfheid);
- Hoe verontreinigd het afval is door andere materialen, maar ook door andere types plastics;
- De mechanische eigenschappen van de objecten (bijv. zijn de mechanische eigenschappen gedegradieerd door lange blootstelling aan UV-licht, etc.).

De plastic items die momenteel de meeste waarde hebben voor mechanische recycling zijn verpakkingen van hard materiaal (dus geen plasticfolies). PE, PP en PET hebben vergelijkbare waarden, afhankelijk van vraag en aanbod van deze materialen. Qua afmetingen hebben grote objecten meer waarde voor recycling dan kleine – moeilijk te sorteren – items.

Het door het vangstelsel opgevangen plastic afval wordt gesorteerd volgens de volgende categorieën (zie Tabel 6-1 en Figuur 6-9):

- Plastic verpakking / plastic anders dan verpakking / overige items (bijv. multicomponenten verpakking, composteerbaar verpakking of items die moeilijk zijn te recycleren omdat de componenten eerst gescheiden moeten worden, of omdat ze niet recyclebare componenten bevatten zoals rubber of thermoverharde hars);
- Zacht materiaal / hard materiaal / overig (bijv. schuimmateriaal);
- Klein afval (< 5 mm & 5 - 25 mm) en groot afval (25 -500 mm & > 500 mm).

Een analyse naar de soorten plastic polymeer is uitgevoerd op de 6^{de} vangst door middel van Infra rood spectrometers van RWS. Een handheld scanner (zie Figuur 6-10) en een tafelmodel (zie Figuur 6-11) werden

gebruikt. De resultaten van deze analyse werden gecombineerd met de bevindingen van het sorteren. Zodoende werd bepaald in welke mate het plastic afval in een bestaand recycling proces kan worden opgenomen.

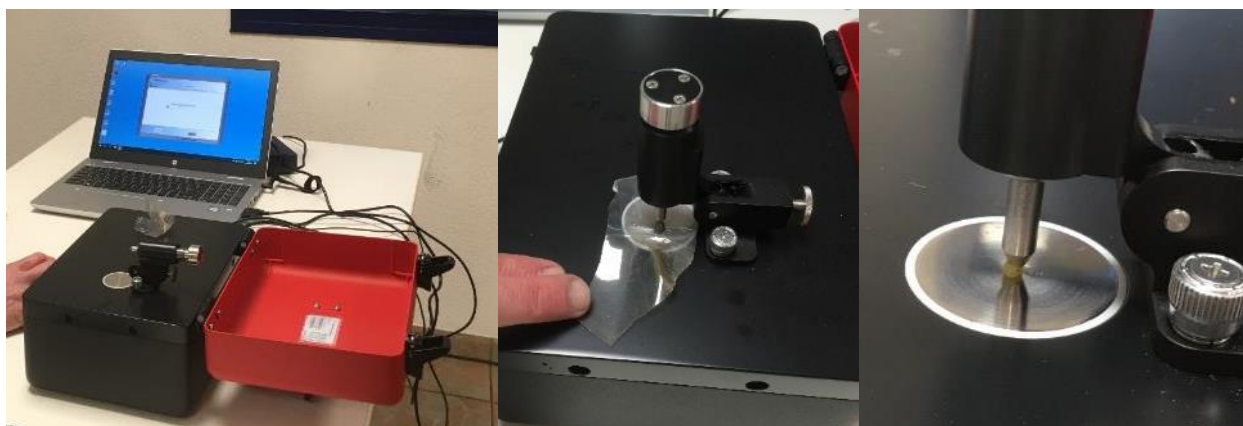
De resultaten van de analyse naar verwerkingsmogelijkheden zijn gepresenteerd in sectie 7.5 van dit document.



Figuur 6-9: Folies of zachte verpakkingen van verschillende afmetingen.



Figuur 6-10: Handheld NIR-spectrometer. ThermoScientific microPHAZIR.



Figuur 6-11: Work bench NIR-spectrometer. Agilent Technologies - 4500 FTIR

Tabel 6-1: Categorieën voor de analyse van het afval voor verwerkmogelijkheden

Maat	Soort plastics	Stijfheid/ Vorm	Voorbeeld
<5 mm	Overig	Pellets	Pellets
		Overig	EPS korrels, fragmenten, etc.
5-25 mm	Overig	Zacht	Kleine stukjes folie
		Hard	Flessendoppen, deksels, stukjes harde verpakking
		Overig	Fragmenten van harde plastics inclusief fibers & touw; schuimmateriaal
25-500 mm	Verpakking	Zacht	Verpakking op basis van film & folie
		Hard	Stijve verpakking
	Niet verpakking	Zacht	Ander foliemateriaal dan verpakking
		Hard	Plastic producten of fragmenten of plastic producten anders dan verpakking
	Overig	Overig	Consumenten- of industriële producten die uit elkaar gehaald moeten worden voor de verwerking van de afzonderlijke componenten, zoals AEEA, textiel, etc.
			Schuimmateriaal
>500 mm	Verpakking	Zacht	Verpakkingen op basis van foliemateriaal
		Hard	Containers, jerrycans, etc.
	Niet verpakking	Zacht	Foliemateriaal anders dan verpakking
		Hard	Stijve plastic items
	Overig	Overig	Consumenten- of industriële producten die uit elkaar gehaald moeten worden voor de verwerking van hun componenten, zoals AEEA, textiel, etc.
			Schuimmateriaal
			Composteerbare verpakkingen (bijv. PLA) zoals folies, dienbladen, etc.

7.0 RESULTATEN GEVANGEN AFVAL

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de bevindingen beschreven van het onderzoek naar het door het systeem gevangen rivierafval. Tussen de installatie van het systeem op 07 augustus 2020 en de laatste lediging op 01 juli 2021 is het systeem 11 keer geleegd. In Tabel 7-1 staat het overzicht van de datums van lediging en van de dagen tussen de verschillende ledigingen. Er was geen constant aantal dagen tussen twee ledigingen. Dit kwam doordat er met Mammoet moest worden afgestemd voor het meest geschikte moment voor het gebruik van de kraan. Af en toe werd de lediging met werkzaamheden gecombineerd.

Elke keer werd de vangst naar het Allseas' lab op de BOYS-yard gebracht voor analyse. In deze sectie worden de resultaten gepresenteerd van de elf partijen afval die tijdens dit project verzameld zijn. Er werd gekeken naar de samenstelling en gewichten van de vangst (zie secties 7.2) en de types en aantal objecten die gevonden zijn volgens de OSPAR-rivier analyse (zie sectie 7.3). Er werd ook gekeken naar de maandelijkse variaties van de hoeveelheid afval en het effect van de weercondities (zie sectie 7.4) en naar mogelijkheden voor recycling (zie sectie 7.5).

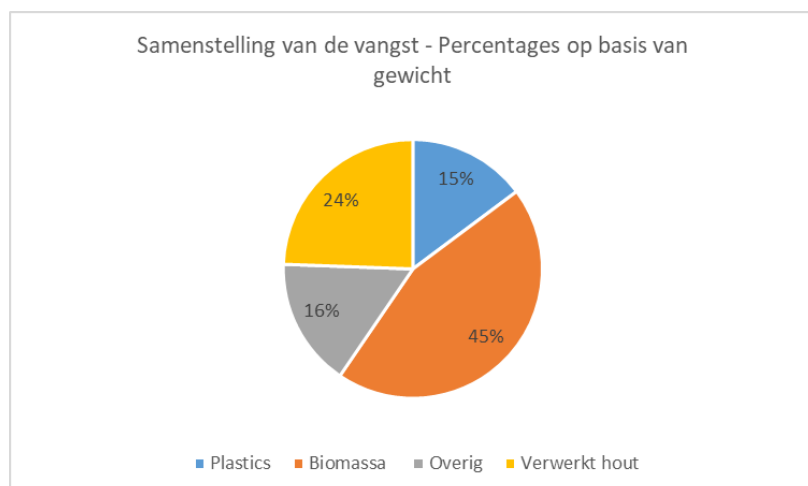
In Appendix G zijn de resultaten per partij gepresenteerd.

Tabel 7-1: Datum van de elf ledigingen en aantal dagen tussen twee ledigingen.

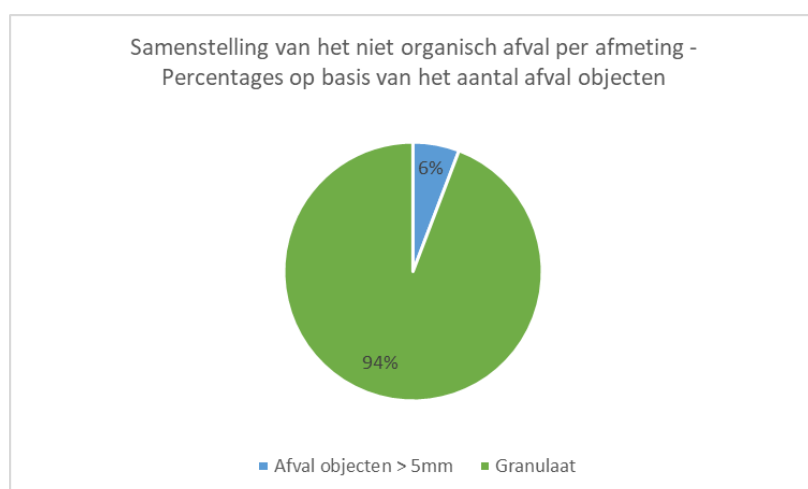
Partij	Datum van lediging	Aantal dagen vangst
Start project	07-08-20	n.a.
1	31-08-20	24
2	09-10-20	39
3	06-11-20	28
4	04-12-20	28
5	08-01-21	35
6	05-02-21	28
7	05-03-21	28
8	01-04-21	27
9	07-05-21	36
10	10-06-21	34
11	01-07-21	21

7.2 Algemene resultaten

In de periode van 7 augustus 2020 tot 1 juli 2021, 328 dagen, is er in totaal 462 kg afval (droog gewicht) gevangen. Biomassa (takken, bladeren, riet etc.) vertegenwoordigd 45 % van het gevangen gewicht (zie Figuur 7-1). Zwerfafval, d.w.z. wat niet in de rivier hoort, vertegenwoordigd 55 % van het gevangen gewicht. Dit is verdeeld in 10,210 afval objecten groter dan 5 mm (waaronder verwerkt hout, glas, textiel, etc.) en 165,945 granulaat, met name plastic pellets en piepschuim korrels (zie Figuur 7-2). Verwerkt hout – planken, balken, pallets etc. – vertegenwoordigt het grootste deel van het gevangen afval gewicht. Dat zijn ook zware objecten. Plastic en overig afval – metaal, glas, papier, etc. – zijn in vergelijkbare hoeveelheden gevonden.



Figuur 7-1: Samenstelling van de vangst – Percentages op basis van gewicht.



Figuur 7-2: Samenstelling van het niet organisch afval per afmeting – Percentages op basis van het aantal objecten.

7.3 Resultaten rivier-OSPAR

7.3.1 Samenstelling en hoeveelheid

De OSPAR-rivier analyse (zie sectie 6.0 en Appendix E) betreft alleen het niet-organisch afval, d.w.z. wat niet in de rivier hoort te zijn. De afvalsamenstelling te zien in Figuur 7-3 laat zien dat het meeste afval plastic is met 89 % van de gevonden afval objecten. Andere materialen leveren een bijdrage van 9 % (glas) of minder (hout 1 %, rubber, textiel, metaal, sanitair en medisch onder de 1 %). Deze samenstelling is weinig verandert met de seizoenen (zie Figuur 7-7). Plastic blijft het meest gevonden afval. In de winter maanden is er meer verwerkt hout gevangen dan in de zomermaanden.

7.3.1 Top 15 gevonden objecten

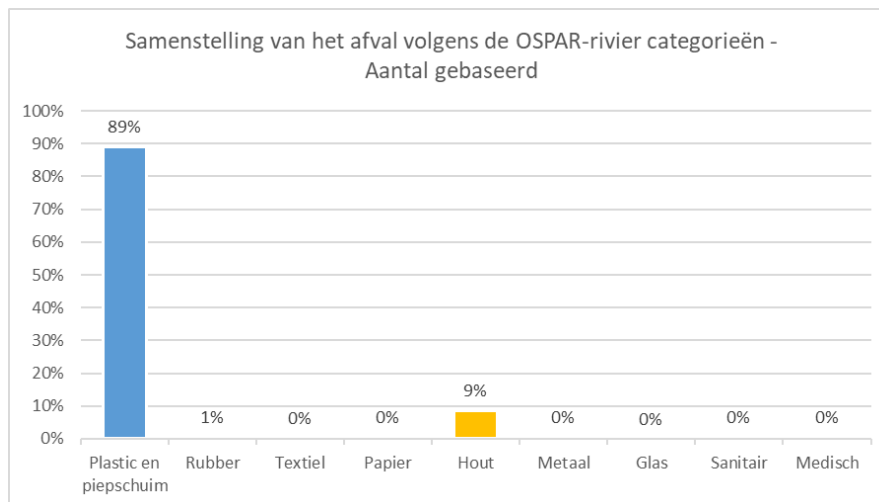
In totaal zijn er tijdens dit project 10,210 afval objecten gevonden groter dan 5 mm. In Tabel 7-22 zijn de top 15 meest gevonden afvalitems weergegeven en is een indicatie van bronnen gegeven op basis van waarschijnlijkheidsbenadering (zie Ref. [9]).

Figuur 7-4 toont de meest gevonden afval objecten. De meest gevonden items zijn plasticfolies en stukjes ervan. In het algemeen zijn stukjes plastic (zacht, hard, schuim) vaker gevonden dan hele objecten. Het is soms lastig om te bepalen of deze items stukjes van verpakking zijn of niet, en of ze afkomstig zijn van industriële of consumentenafvalstromen. Het tellen van het aantal stukjes schuim is lastig omdat de stukjes afbreken tijdens het sorteerproces.

Verwerkt hout komt qua aantal op de vierde positie; er zijn vaak houten balken of pallets gevonden.

Een groot aantal wegwerpplastics is gevonden, met name flesdopjes, deksels en flesringen, snoep, snack en chips verpakkingen, rietjes en plastic bekens. Ook zijn veel kleine plastic zakjes gevonden, vooral drugs verpakkingen zoals gripzakjes of buisjes.

In elke partij zijn tie-wraps, container seals en stukken gesmolten plastic aangetroffen.



Figuur 7-3: Samenstelling van het niet organisch afval volgens de OSPAR-rivier categorieën – Percentages op basis van het aantal objecten groter dan 5 mm.



Figuur 7-4: De meest gevonden items zijn stukjes plastics, stukjes schuimmateriaal, doppen en deksels (foto's van de vangst van oktober).

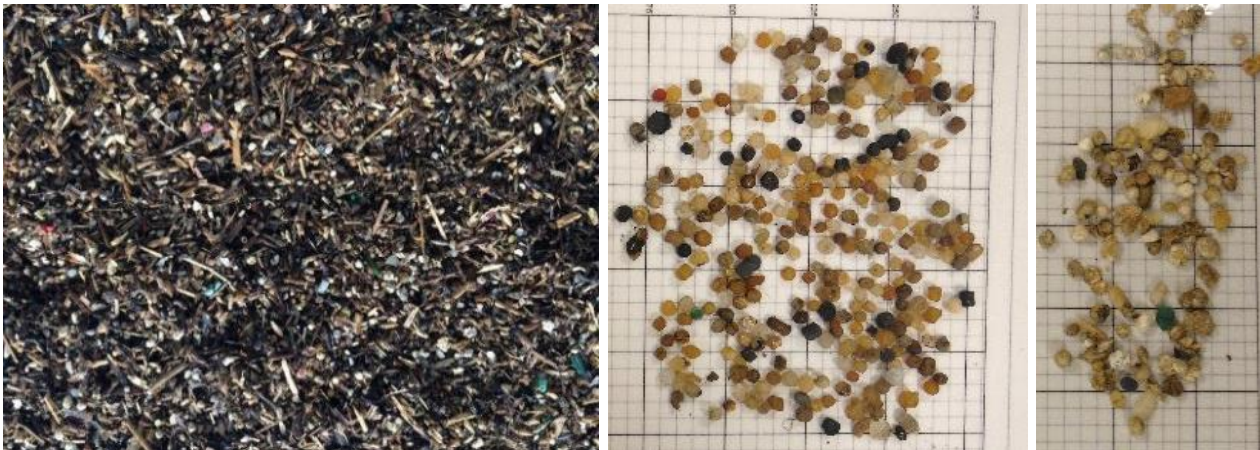
Tabel 7-2: Top 15 meest gevonden afval objecten – Licht blauw: plastic objecten, donker blauw: verwerkt hout.

#	Ospar ID	Beschrijving	Aantal objecten	Indicatie bron
1	46.2	Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	3040	Diverse bronnen
2	46.1	Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	1128	Diverse bronnen
3	462	Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	1008	Diverse bronnen
4	74	Overig hout <50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)	845	Industrie
5	15	Doppen en deksels	871	Recreatie/industrie
6	19	Snoep, snack en chipsverpakkingen	627	Recreatie/industrie
7	117.2	Plastic folies of stukken daarvan 0-2.5 cm (zacht plastic)	443	Diverse bronnen
8	1172	Ondefineerbare stukjes piepschuim 0-2.5 cm (schatting)	254	Diverse bronnen
9	6	Voedselverpakkingen (o.a. yoghurt, ketchup, boter, frietbakjes etc.)	252	Recreatie/ industrie
10	32	Touw en koord diameter < 1 cm	246	Recreatie (e.g. sportvisserij)/ industrie
11	48	Overige plastics (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)	127	Diverse bronnen
12	22.1	Rietjes	113	Recreatie
13	21	Plastic bekertjes of delen daarvan	111	Recreatie/ industrie
14	3	Kleine plastic tasjes	107	Recreatie/ industrie
15	39	Plastic band en tie-wraps	105	Recreatie (e.g. klussen)/ industrie

7.3.2 Granulaat

In elk partij is er granulaat gevonden, d.w.z. plastics kleiner dan 5 mm in korrelvorm. In dit document verwijst granulaat naar plastic pellets en piepschuim korrels. Na opschaling van de aantallen verkregen doormiddel van een monster van het afval < 5 mm, zijn er in totaal rond 165,000 pellets en PS-korrels gevonden tijdens dit project (zie Figuur 7-5). Meer pellets – 58 % – dan PS-korrels – 42 % – zijn gevonden.

De maandelijkse variatie in de hoeveelheid gevangen granulaat volgt de variatie van de hoeveelheid gevangen macro-afval (zie Figuur 7-7 en Figuur 7-8). Pellets en PS-korrels zijn vaak gemixt met het organisch materiaal en blijven op het organisch materiaal plakken.



Figuur 7-5: Links: de pellets zijn duidelijk te zien in het monster van mix afval < 5 mm. Rechts: pellets en PS-korrels na sortering van het < 5 mm mix afval.

7.4 Maandelijks variaties en effect van de weercondities

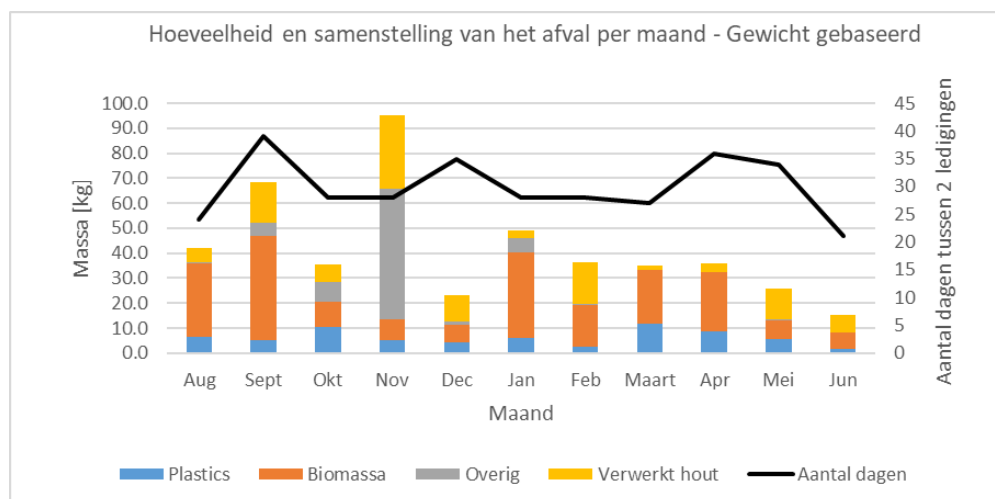
Afhankelijk van de menselijke activiteiten rond de rivier en afhankelijk van de weercondities zoals wind en rivierafvoer, kunnen de samenstelling en hoeveelheden gevangen afval verschillen per dag, week of seizoen. Deze sectie onderzoekt mogelijke effecten op de maandelijkse vangst van *Catchy*.

Van de analyse van Figuur 7-6, Figuur 7-7 en Figuur 7-8 wordt het volgende geconstateerd:

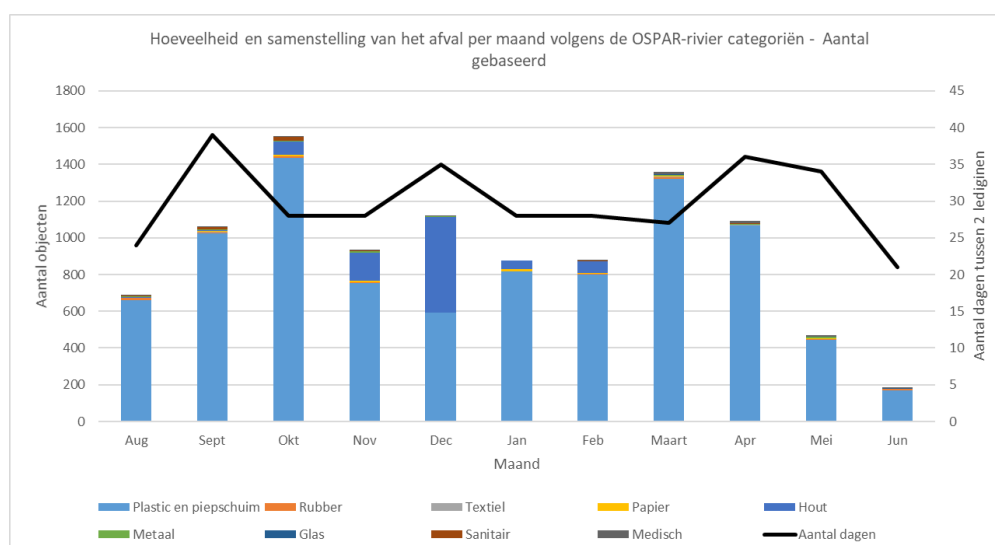
- Er blijkt een correlatie te zijn tussen het aantal dagen tussen twee ledigingen en de hoeveelheid materiaal die door het systeem werd gevangen. Vooral in Juni is er weinig afval gevangen en was het de laagste aantal dagen tussen twee ledigingen. Maar dit is niet voldoende om de verschillen per maand te verklaren; bij voorbeeld is er in December minder afval gevangen dan in Januari terwijl er meer vangdagen waren in December.
- Er is geen duidelijke correlatie gevonden tussen de rivierafvoer en de vangst. Er werd gemiddeld minder afval gevangen in de winter maanden terwijl de rivierafvoer veel hoger is dan in de zomer.
- Zoals afgebeeld in Figuur 7-6 werd er in de wintermaanden gemiddeld even veel biomassa gevangen als in de zomer maanden (op basis van gewicht).
- Plastic vertegenwoordigt in elke partij de grootste hoeveelheid (in aantal objecten) rivier afval, d.w.z. wat niet in de rivier hoort te zijn. Echter werd er in de winter maanden gemiddeld een kleinere hoeveelheid van plastic objecten gevonden (zie Figuur 7-6 op basis van het aantal objecten): 33 %, tegenover 67 % in de rest van het jaar. Dit kan het gevolg zijn van minder achtergelaten recreatieafval in de winter, en de lockdown periode vanwege Covid-19.

Met behulp van winddata werd per batch gekeken naar het verband tussen zuidenwind en een verhoogde vangst. Zuidenwind is gedefinieerd als een windrichting in het interval [100 graden, 260 graden], zoals afgebeeld in Figuur 7-9. De figuur illustreert de bevindingen. Hierbij is zowel de vangst als wind dimensie loos, door het delen van de maximale gevonden waarde per batch. Helaas is er met bovengenoemde strategie geen direct verband ontdekt tussen de vangst en de windrichting. Er is niet altijd meer afval gevangen met langere periodes van zuidwestenwind. De vangst is ook beïnvloed door lokale waterstroom of door een niet constante afvalstroom in de rivier.

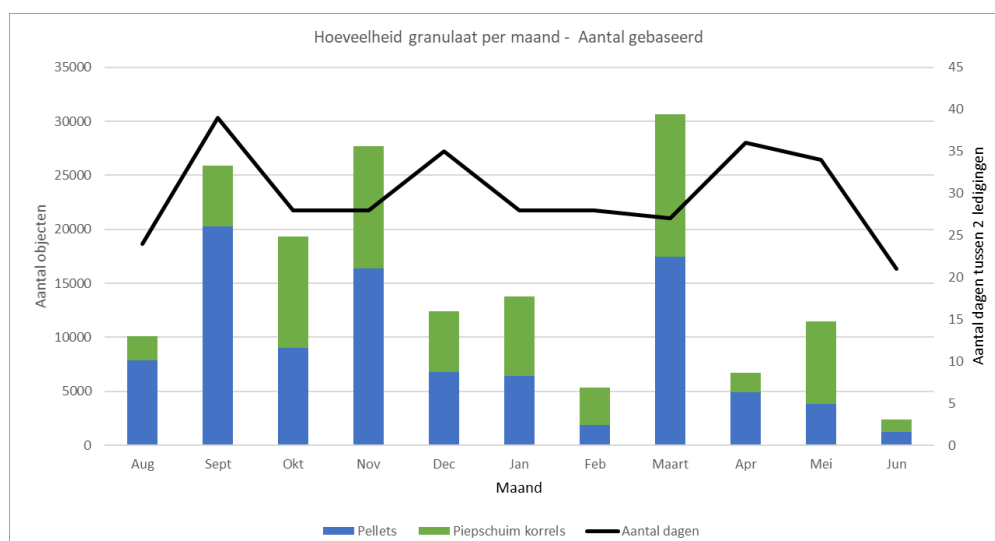
Tot slot is er gekeken naar het effect van de waterhoogte op de hoeveelheid afval die gevangen is door het systeem. Zoals weergegeven in Figuur 9-13 in Appendix C en in Tabel 4-2 zijn er in september, november en december 2020, januari, maart en april 2021 pieken geweest in de waterhoogte hoger dan 190 cm. In deze maanden is er ook gemiddeld meer afval gevangen dan in de rest van het jaar – 60 % van het gewicht afval en 63 % van het aantal afval objecten. De waterhoogte blijkt dus invloed te hebben op de hoeveelheid afval die gevangen is.



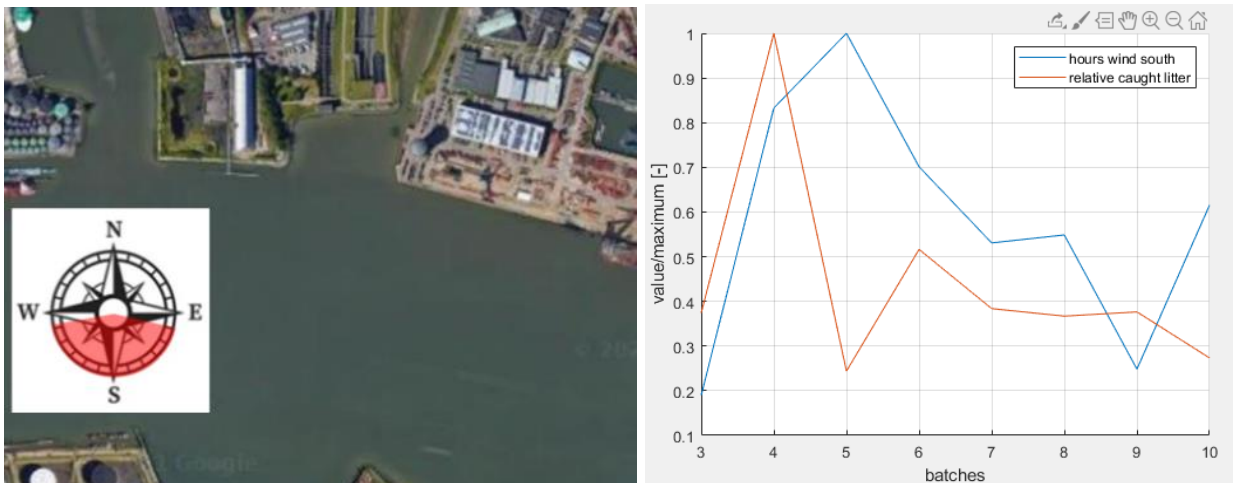
Figuur 7-6: Hoeveelheid en samenstelling van de vangst per maand – Resultaten gebaseerd op gewicht.



Figuur 7-7: Hoeveelheid en samenstelling van het macro-afval per maand volgens de OSPAR-rivier categorieën – Resultaten gebaseerd op het aantal objecten.



Figuur 7-8: Hoeveelheid granulaat (pellets en PS-korrels) gevangen per maand – Resultaten gebaseerd op het aantal objecten.



Figuur 7-9 : Correlatie tussen vangst en wind uit het zuiden. Oktober tot mei.

7.5 Resultaten verwerkingsmogelijkheden

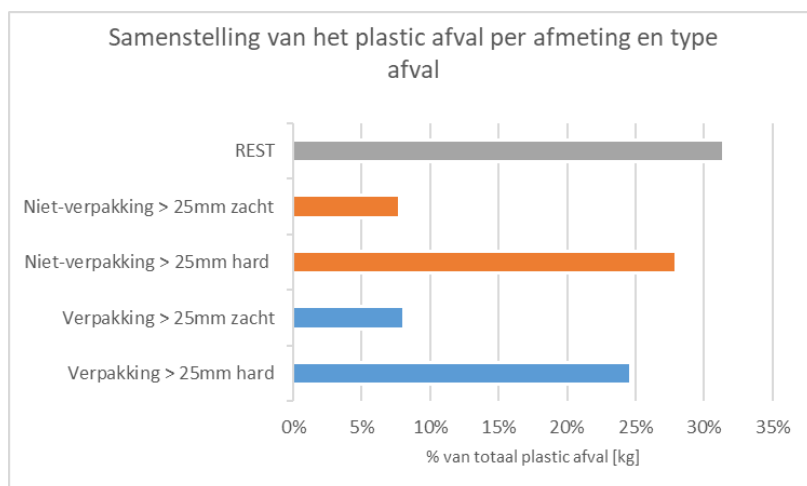
7.5.1 Theoretische recyclebare fractie van het plastic afval

Zoals uitgelegd in sectie 6.5 is het plastic afval gesorteerd op afmeting, stijfheid (zacht, hard, schuim) en type afval (verpakking, niet verpakking, overig) om de toepasbaarheid te onderzoeken van het afval voor verwerking/recycling. Dit onderzoek is in samenwerking gedaan met Recycling Avenue (zie Appendix B).

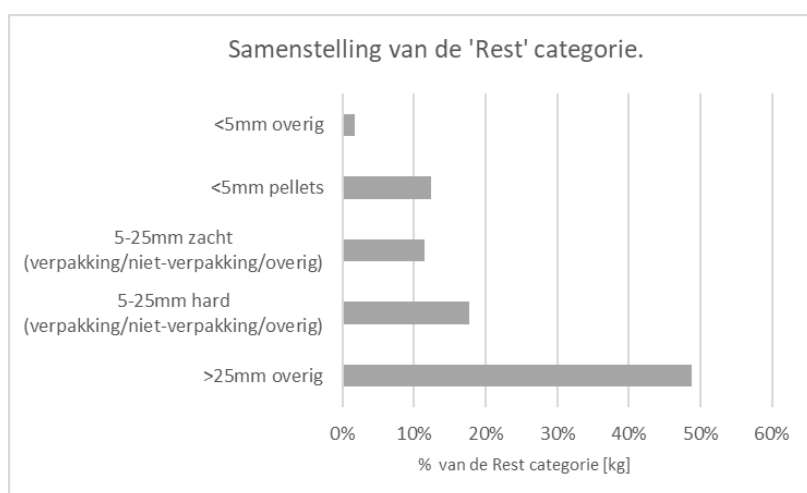
In principe zijn grote afval objecten, d.w.z. groter dan 25 mm, van hard of zacht materiaal goed te scheiden en te recyclen. Voor verpakkingen zijn sommige sorteerinstallaties alleen gericht op het sorteren van objecten groter dan 40-50 mm. Kleinere objecten of objecten van andere materiaal zoals schuim of multicomponent zijn moeilijk te scheiden en/of te recyclen:

- Schuim wordt alleen maar in speciale afvalstromen gerecycleerd. Bovendien zijn de tijdens dit project gevonden schuim objecten klein, gemaakt van verschillende soorten schuim en ze komen van verschillende afvalstromen. Dit maakt het lastig voor recycling.
- Multicomponent plastics zijn gemaakt van verschillende materialen, die eerst uit elkaar gehaald moeten worden voordat ze gerecycled kunnen worden, of bevatten niet recyclebare componenten. De aanwezigheid van zulke items is een groot nadeel in een afvalstroom voor mechanische recycling.
- Composteerbare plastics zoals PLA worden alleen maar in industriële composteerfaciliteiten verwerkt. De benodigde tijd voor zulke objecten om te composteren schilt per object of materiaal en is niet altijd compatible met het composteertijd van organisch materiaal. Bioplastics zijn voorlopig nog verstorend voor de afvalstroom.
- Kleine objecten zijn moeilijker van elkaar te scheiden. Hoewel pellets in theorie recyclebaar zijn, worden ze alleen gerecycleerd als ze van "post-industriële" afvalstromen komen. Dit zijn pellets die verloren zijn geraakt tijdens het proces van het maken van plastic objecten en bijvoorbeeld van de vloer worden verzameld. Deze pellets worden wel naar een sorteer- en verder recycling installatie gebracht. Echter worden pellets van "post-consumer" afvalstromen – in dit geval pellets die in de natuur zijn beland – niet gerecycleerd. Dit omdat ze van te lage kwaliteit zijn doordat zij bijvoorbeeld te lang in het water hebben gelegen of te lang door UV-licht zijn bloot gesteld.

Zoals afgebeeld op Figuur 7-10 vallen 69 % (in gewicht) van de plastic objecten in de categorie Verpakking/Niet verpakking van hard of zacht materiaal groter dan 25 mm. Deze objecten kunnen in principe gescheiden en gerecycleerd worden. De rest van het afval – 31 % in gewicht – bestaat uit stukjes afval kleiner dan 25 mm van overig materiaal en is minder goed te scheiden en te recyclen.



Figuur 7-10: Theoretische recyclebare plastics en Rest – Percentages op basis van gewicht.



Figuur 7-11: Samenstelling van de minder goed te recyclen plastics – Percentages op basis van gewicht.

7.5.2 Test polymeer herkenning door IR-spectrometrie

Het bepalen van de soorten plastic polymeren uit de afvangst geeft een indicatie over de recycleerbaarheid van de plastics. Alle plastics zijn in principe recyclebaar, maar vooral PE, PP, PET en PVC worden goed gerecycled. PS wordt weinig gerecycled omdat er in Nederland slechts een beperkt aantal faciliteiten bestaan vanwege de lage volumes PS afval.

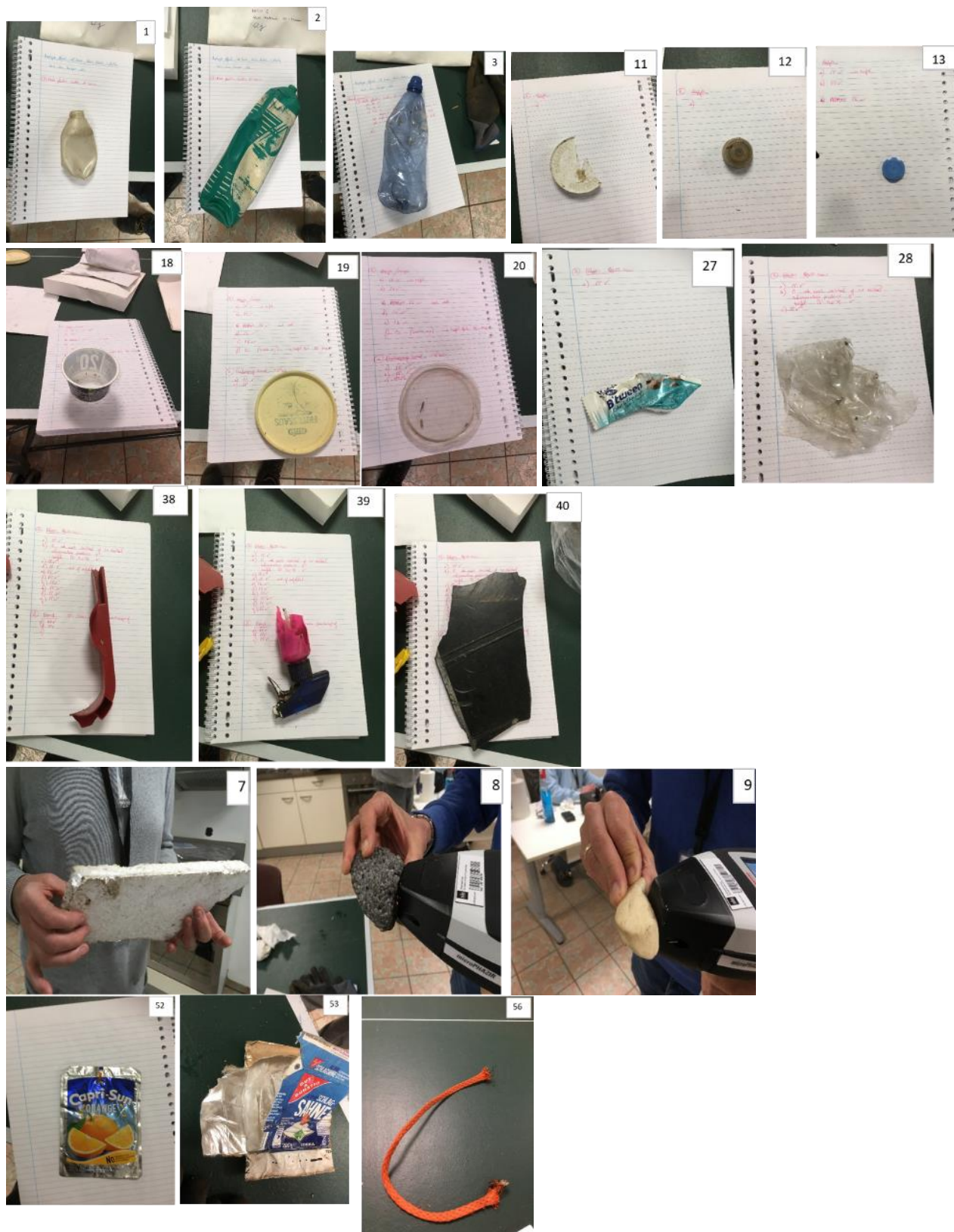
Het bepalen van de soorten plastic polymeren kan worden bereikt door gebruik te maken van spectrometers in het infrarood (IR)- of nabij-infrarood (NIR)-bereik. IR- en NIR-technologieën worden gebruikt in automatische sorteerinstallaties in combinatie met andere optische en mechanische processen om de plastics te sorteren per soort polymeer voor verdere recycling.

In samenwerking met RWS zijn er twee IR-spectrometers getest op verschillende plastic objecten die de gemiddelde plastic vangst van *Catchy* vertegenwoordigen. In totaal werden er 55 macro-plastic objecten gescand uit hard/zacht materiaal of schuim en van diverse kleuren (zie Figuur 7-12) en 8 micro-plastics van verschillende kleuren (zie Figuur 7-13). Het detail van de gescande objecten is gegeven in Appendix H.

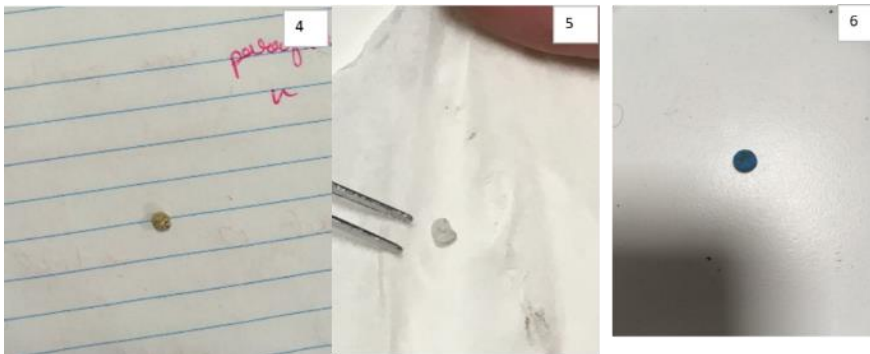
De toestellen die gebruikt werden, werden verstrekt door RWS:

- Een handheld NIR spectrometer (ThermoScientific microPHAZIR, zie Figuur 6-10);
- Een tafelmodel FTIR spectrometer (Fourier transform infrared, Agilent Technologies - 4500 FTIR, zie Figuur 6-11).

Op de meeste objecten was al een indicatie gegeven van het soort polymeer. Met deze informatie werden de door de spectrometers gegeven resultaten gecontroleerd.



Figuur 7-12: Voorbeeld gescande objecten.



Figuur 7-13: Voorbeeld gescande pellets.

De resultaten van deze analyse zijn samengevat in Tabel 7-3:

- In totaal werden er 93 % van de gescande macro-objecten herkend. 20 % van de objecten werden door de handscanner niet herkend; dit zijn zeer vuile transparante objecten, zwarte objecten waaronder zwart piepschuim, en rubber. Deze objecten worden vaak herkend door het tafelmodel. Alleen zwart piepschuim is niet herkend door allebei de toestellen.
- De meeste gescande objecten zijn gemaakt uit PE en PP, respectievelijk 33 % en 45 %. Dit zijn ook de meest geproduceerde plastic polymeren en ze zijn goed te recycleren. Bovendien drijven deze plastics en komen deze plastics makkelijker in het vangstelsel dan zware plastics zoals PVC wat zinkt.
- De handscanner is niet geschikt voor het scannen van pellets. Het grootste deel van de pellets zijn heel waarschijnlijk gemaakt uit PE. Echter werd alleen één pellet herkend door het tafelmodel. De andere werden herkend als parafine. Parafine en PE hebben een zeer vergelijkbare chemische samenstelling en zijn moeilijk te onderscheiden van elkaar.

Tabel 7-3: Samenstelling van de gescande objecten

Polymeer	Hard verpakking	Hard Niet verpakking	Zacht verpakking	Schuim	Overig	Totaal
	20 objecten	16 objecten	11 objecten	4 objecten	4 objecten	55 objecten
PE	40%	19%	36%	0%	75%	33%
PP	45%	50%	64%	0%	25%	45%
PS	0%	0%	0%	50%	0%	4%
PET	15%	0%	0%	0%	0%	5%
POM	0%	6%	0%	0%	0%	2%
PU	0%	0%	0%	50%	0%	4%
Niet herkend	0%	25%	0%	0%	0%	7%

7.5.3 Conclusies

Volgens de resultaten gepresenteerd in de secties hierboven is het grootste deel van het door *Catchy* gevangen plastic afval theoretisch goed te sorteren en te recycleren. Echter blijft de vraag hoe de plastics gescheiden kunnen worden van de aanwezige biomassa. Ook moet er worden gekeken wat voor soort objecten er met de recycleerde plastics kunnen worden gemaakt. Dit zal Allseas samen met het NTCP (Nationaal Test Center Circulair Plastics) verder onderzoeken in een toekomstig project. Het project zal de hele keten van mechanische recycling onderzoeken op het afval van *Catchy*, d.w.z. van afval naar product.

Er wordt tijdens het project met het NTCP ook gekeken naar de kost-effectiviteit van deze operatie. In Nederland worden er per jaar iets zoals 300,000 tons plastic afval gerecycleerd (orde van grote). Dit betekent ongeveer minimaal 10,000 tons plastics per jaar per recyclingbedrijf – deze plastics zijn dan al gesorteerd. Een plastic recycler handelt gemiddeld 20 tons plastic per keer, d.w.z. een volle vrachtwagen. Van een logistiek oogpunt is het niet rendabel om een kleinere hoeveelheid te processen. De vraag is dan hoe vangsystemen zoals *Catchy*, die veel kleinere hoeveelheden plastic verzamelen, in het proces passen. En wat de toegevoerde waarde is van het recycleren van deze kleine hoeveelheden afval.

Een oplossing zou zijn om het afval van vangsystemen te introduceren in een al bestaande verwerking keten. Gezien de grote hoeveelheden verwerkt hout die gevangen zijn met *Catchy* is het recyclingproces voor industriële afval misschien meer geschikt dan het proces voor huishoudelijk afval omdat het ook verwerkt hout behandelt. Het recyclingproces voor huishoudelijk afval heeft dat niet. Het handelt alleen composteerbare biomassa. Dit zou verder moeten onderzocht worden met bijvoorbeeld het bedrijf HVC in Alkmaar die een verwerking installatie heeft voor allebei industriële afval en huishoudelijk afval.

Een andere oplossing voor het verwerken van rivier afval is pyrolyse. Allseas is momenteel in gesprek met Renewi en Obbotec over de mogelijkheden voor het verwerken van rivier afval met de reactor van Obbotec. Het blijkt dat Obbotec het afval van *Catchy* kan verwerken zonder het afval te hoeven te sorteren, d.w.z. inclusief de biomassa. Dit wordt in de komende maanden verder onderzocht.

7.6 Opmerkingen

7.6.1 Vochtigheidsfactor

Een vochtigheidsfactor is berekend om het droog gewicht van het afval te kunnen bepalen. Dit is vanaf partij 2 gedaan, en met een nog verbeterd protocol voor partij 3. Er wordt aangenomen dat het afval van partij 1 droog was (partij 1 was in augustus genomen, en genoeg tijd heeft gehad om te drogen tijdens de warme dagen in september). Er is dus voor partij 1 geen correctiefactor toegepast voor vocht.

7.6.2 OSPAR-rivier methodiek

Bij het toepassen van de OSPAR-methodiek op de vangst van *Catchy* is het volgende geconstateerd:

- Sommige items zijn gevonden die niet in de lijst van de OSPAR-rivier items voorkomen; dit zijn voornamelijk drugs verpakkingen zoals gripzakjes of buisjes, stukjes van gesmolten plastic, die heel waarschijnlijk afkomstig zijn van afvalbedrijven, container seals. Aparte categorieën voor deze items zou helpen met het traceren van deze bron van vervuiling.
- In de OSPAR-rivier categorisatie wordt er geen verschil gemaakt tussen fragmenten van verpakkingen en fragmenten van overige plastic objecten. Echter, dit soort onderscheiding is belangrijk voor het traceren van de oorsprong van de vervuiling (industriële versus consumentenafvalstromen).
- Wat de "snoep & chips verpakking" categorie betreft, is het niet duidelijk of alleen hele objecten in de categorie vallen, of ook stukjes van verpakkingen.
- Kleine plastic items kunnen in meerdere categorieën vallen waardoor het moeilijk is om de meest toepasbare categorie te kiezen voor deze items. Om dit probleem te voorkomen wordt voorgesteld om deze items in grotere groepen te categoriseren, zoals verpakking versus niet verpakking.

7.6.3 Plastic afval weggenomen van het systeem

Belangrijk om te melden is dat een deel van het plastic afval is 'ontvreemd' uit het vangststelsel tijdens het project. In januari en maart 2021 heeft scholiere en kunstenaar Elin van de Putte plastic afval weggenomen uit de *Cathy* om hiervan kleding te maken voor een kunstproject (zie sectie 8.0). Elke keer is een significante hoeveelheid plastic weggenomen – d.w.z. in totaal iets zoals twee boodschappentassen. Helaas waren de hoeveelheden weggenomen afval niet geregistreerd. Dit heeft dus een effect op de resultaten en conclusies die in deze sectie zijn gepresenteerd.

8.0 EFFECTEN

8.1 Maatschappelijke effecten

Een belangrijk aspect van dit project is ook het communiceren en informeren over het project en de project resultaten. Daarmee hopen we het bewustzijn van het brede publiek te vergroten rond de problematiek van vervuiling van het milieu door plastic afval.

Hoewel het lastig is in deze Corona periode om evenementen te organiseren zoals bezoeken aan de plasticvanger of workshops en conferenties, heeft Allseas veel tijd gestoken in het genereren van publiciteit voor het project:

- Een informatiebord is geplaatst bij de toegang naar de ponton van de Watertaxi (zie Figuur 8-1). Het informatiebord wordt gezien door zowel fietsers als gebruikers van de Watertaxi, werknemers van het bedrijf Mammoet en van de bedrijven rondom de Vijfsluizerhaven. Op het informatiebord wordt het project uitgelegd en zowel als de werking van het vangstelsel.
- Naast de webpagina van RWS over het project heeft Allseas een speciale webpagina gemaakt voor dit project op de Allseas website. Alle projectupdates zijn op deze pagina gepubliceerd en ook op de Allseas LinkedIn pagina. Er zijn tot nu toe 2,283 bezoekers geweest op de webpagina van *Catchy*, en 24,230 mensen die het project via LinkedIn volgen.
- Voor de officiële ingebruikname van het stelsel zijn er op 28 Oktober 2020 artikels gepubliceerd in diverse kranten en tijdschriften.
- Er zijn ook in het magazine *Afval!* en in *Boegbeeld* artikelen gepubliceerd over *Catchy*.
- In samenwerking met Rijkswaterstaat zijn er YouTube video's gepubliceerd en is er een radio opname gedaan met *BNR Techniektour*.
- Er is een interview gedaan voor EUNOMIA in het kader van een advies rapport over plasticvangers voor de Schotse overheid.

Slecht drie maanden na zijn installatie in de Vijfsluizerhaven is *Catchy* genomineerd als derde beste Tech-idee van Nederland door stemmingen van lezers van het *Kijk magazine*.

Ook hier te noemen is de reeds gemerkte enthousiasme en steun voor dit project uit de samenleving en het bedrijfsleven. Het bedrijf Mammoet leverde gratis kraandiensten voor het hele project als bijdrage aan het goede doel. Ook stelde zij ruimte op hun parkeerterrein ter beschikking voor het uitvoeren van werkzaamheden. Ook de *Watertaxi Rotterdam* en *DFDS Seaways* werken mee aan het project door het vrijmaken van de ponton in de Vijfsluizerhaven en het open stellen van een afmeerpaal voor de 200 m afleider.

Tot slot waren Allseas en RWS zeer blij verrast en onder de indruk van het kunstproject van Elin van de Putte, scholiere van de Rotterdamse artistieke middelbare school. Elin heeft kleding gemaakt met het door *Catchy* gevangen plastic afval en gefotografeerd (zie Figuur 8-2). De foto's zijn tentoongesteld in Shanghai op een daktuin en maken onderdeel uit van een project waarbij de scholieren een kunstwerk maken over de stad Rotterdam en duurzaamheid. Dit initiatief is precies wat we graag willen bereiken: belangstelling geven aan het vele zwerfafval dat zich in ons mooie water bevindt.

8.2 Milieueffecten

Hoewel het nog te vroeg is om de positieve effecten te inschatten van het stelsel op de lokale fauna en flora, en op het milieu in het algemeen, door het verminderen van plastic afval, kunnen de volgende verklaring worden gedaan:

- De CO₂-emissies zijn verminderd door het inzetten van een passief stelsel en het verminderen van transport door het gebruik van lokale leveranciers en fabricage werven; ook de kraan voor het leggen van het stelsel is ter plekke beschikbaar;
- Er zijn geen emissies geobserveerd van verontreinigende stoffen;
- Er zijn geen negatieve effecten geobserveerd op de lokale fauna;
- Er is geen hinder van de waterstroming geobserveerd of verhoging van golven;
- Er is geen geluidsoverlast geobserveerd door de werking van het stelsel.



Figuur 8-1: Informatiebord en bezoeker die het informatiebord leest.



Figuur 8-2: Foto van Elin van de Putte, scholier van de Rotterdamse artistieke middelbare school met zelf gemaakte plastic kleding afkomstig van de vangst van *Catchy*.

9.0 REFERENTIES

- [1] Jambeck J. R. et al (2015), Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347, 768–771.
- [2] Meijer L. J. J. et al (2021), More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean, *Science Advances* Vol. 7, no. 18, eaaz5803, DOI: 10.1126/sciadv.aaz5803, 30 April 2021.
- [3] Galgani et al. (2013), Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas, EUR 26113 EN, Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability, Marine Strategy Framework Directive Technical Subgroup on Marine Litter, 128 pp.
- [4] Kooring W. (2020), Programma van Eisen en Wensen voor Procedure Prijsvraag WNZ, Document behorende bij pilotproject zwerfafval afvangen in het water van de Nieuwe Maas bij Vijfsluizerhaven, Versie 5, 30 Januari 2020, Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- [5] Kooring W. (2021), Uitvraag Monitoring campagne naar effectiviteit vangststelsel Catchy, Versie 2, 18 juni 2021, Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- [6] De Waele, M. & Pikaar, R. (2017), Rapportage De Shoreliner, Tauw BV, R001-1233052MWA-nnc-V02-NL, 8 november 2017.
- [7] Van Emmerik, T., Vriend, P., Roebroek, P., (2020), An evaluation of the River-OSPAR method for quantifying macrolitter on Dutch riverbanks, Wageningen University, Report. 86 pp.
- [8] Gy, P.M. (1967), *Memoires du Bureau de Recherches Geologiques Minieres*, no. 56, (Chapitre 4, Theorie de l'echantillonnage equiprobable, pp. 42-51), Paris.
- [9] Schone Rivieren, 2019. Resultaten rivierafvalonderzoek 2018.
- [10] Koçyigit, M. B., and Falconer, R. A. (2004), Modelling of wind-induced currents in water basins, *Proc. ICE-Water* (2004): 197-210.

Appendix A. Planning van het pilotproject

Tabel 9-1: Project planning & belangrijke mijlpalen

Actie	Actor	Initiële datum	Werkelijke datum
Indienen Allseas offerte	Allseas	25/03/2020	25/03/2020
Notificatie gunningsbeslissing	RWS	02/04/2020	08/04/2020
Verkrijging benodigde vergunningen (inclusief bommenonderzoek)	RWS	23/04/2020	21/07/2020
Contract getekend	Allseas/RWS	23/04/2020	09/07/2020
Voltooiing installatie vangststelsel	Allseas	30/07/2020	07/08/2020
Voltooiing proefperiode vangststelsel	Allseas	31/08/2020	09/10/2020
Begin monitoring	Allseas	31/08/2020	31/08/2020
Tussendijrapportage	Allseas	30/11/2020	30/11/2020
Eind monitoring	Allseas	01/07/2020	01/07/2020
Eind rapportage	Allseas	31/07/2020	31/07/2020

Tabel 9-2: Planning voor de lediging van de plasticvanger

Lediging	Week	Dag
1	Week 36	Maandag 31/08/20
2	Week 41	Vrijdag 09/10/20
3	Week 45	Vrijdag 06/11/20
4	Week 49	Vrijdag 04/12/20
5	Week 01	Vrijdag 08/01/21
6	Week 05	Vrijdag 05/02/21
7	Week 09	Vrijdag 05/03/21
8	Week 13	Donderdag 01/04/21
9	Week 18	Vrijdag 07/05/21
10	Week 22	Donderdag 10/06/21
11	Week 26	Donderdag 01/07/21

Appendix B. Onderaannemers

B.1 Mammoet

Mammoet is een Nederlands bedrijf dat gespecialiseerd is in het hijsen en transporteren van zware voorwerpen.

Het bedrijf is actief in de petrochemische industrie, de energiesector, offshore, civiele techniek en de maritieme branche. Er werken wereldwijd ongeveer 4500 mensen, verspreid over circa 90 vestigingen. Het hoofdkantoor van de holding is gevestigd in Utrecht.

Het Europese hoofdkantoor is sinds 2001 gevestigd in Schiedam bij de Vijfsluizerhaven in de zo genoemde kantoorgebouw: De Bolder. Verder heeft het bedrijf kantoren in Noord-Amerika, Zuid-Amerika, het Midden-Oosten, Afrika en Azië.

B.2 Recycling Avenue

Recycling Avenue is een spin-off van de Technische Universiteit van Delft. Het is een ingenieursbureau dat oplossingen bedenkt voor de mechanische sortering van materialen, waaronder afval. De kernactiviteit van Recycling Avenue ligt in de terugwinning van waardevolle materialen zoals plastics uit vaste afvalstromen met behulp van geavanceerde mechanische verwerkingstechnieken.

Dr. Ir. Norbert Fraunholz, één van de twee oprichters van Recycling Avenue, heeft een aantal jaren met The Ocean Cleanup gewerkt om onder anderen de analyse uit te voeren van het gevangen marien zwerfvuil, en om mogelijkheden te bedenken voor het post-processen van het afval.

B.3 Renewi

Renewi is een afvalverwerker en recyclebedrijf. Het bedrijf is in 2017 ontstaan na een fusie van Shanks Group plc met Van Gansewinkel Groep BV.

Renewi zamelt afval in en recyclet het weer tot bruikbare materialen, zoals gerecycled papier, metaal, kunststof, glas, hout, bouwstoffen, compost en energie en draagt zo concreet bij aan een circulaire economie. Renewi telt ruim 8000 medewerkers die vanuit 198 vestigingen opereren, verspreid over negen landen in Europa en Noord-Amerika. België en Nederland zijn de twee belangrijkste markten, hier werd in 2018/19 zo'n twee derde van de totale omzet gerealiseerd.

Het bedrijf is opgedeeld in 5 divisies, met een aantal zusterbedrijven:

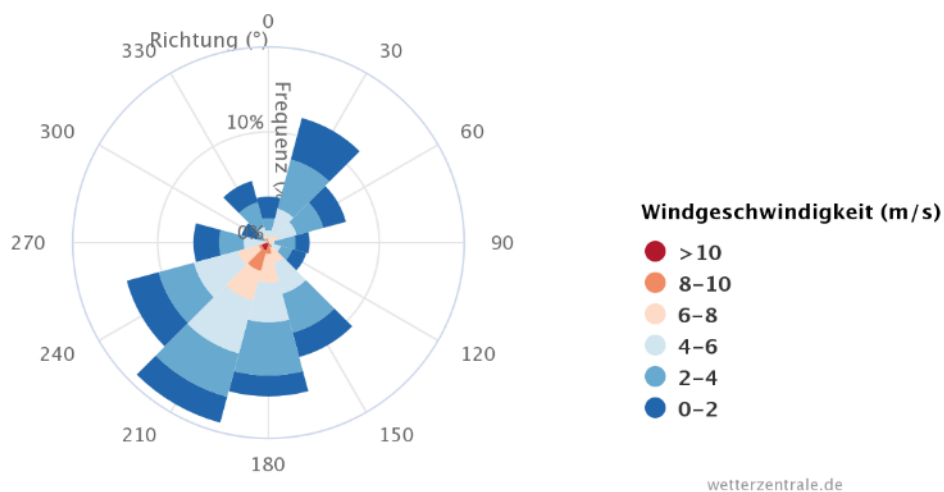
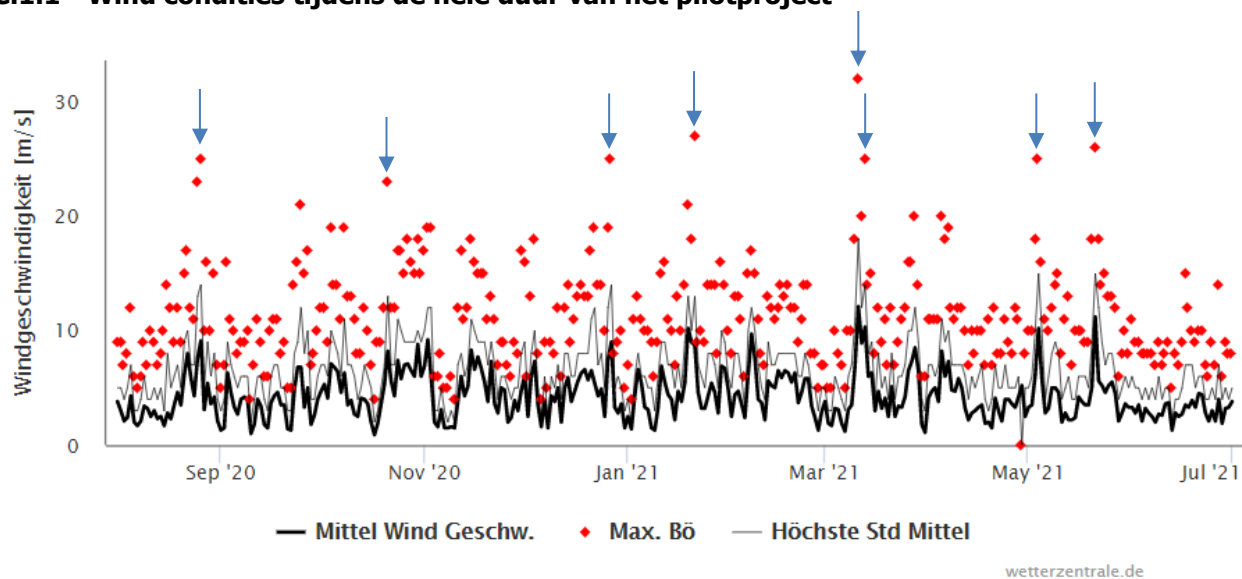
- Commercial Netherlands & Belgium
- Hazardous waste
- Mono-streams
- Municipal

Renewi investeert in ontwikkelde technologieën voor afvalverwerking.

Appendix C. Weercondities

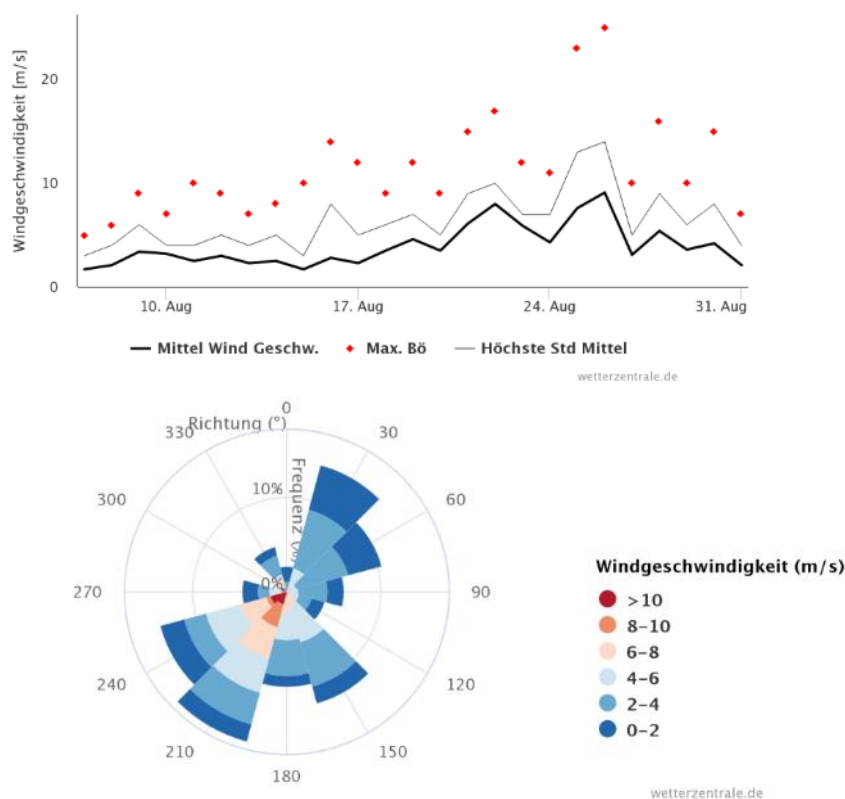
C.1 Wind condities – Meetpunt Rotterdam luchthaven

C.1.1 Wind condities tijdens de hele duur van het pilotproject

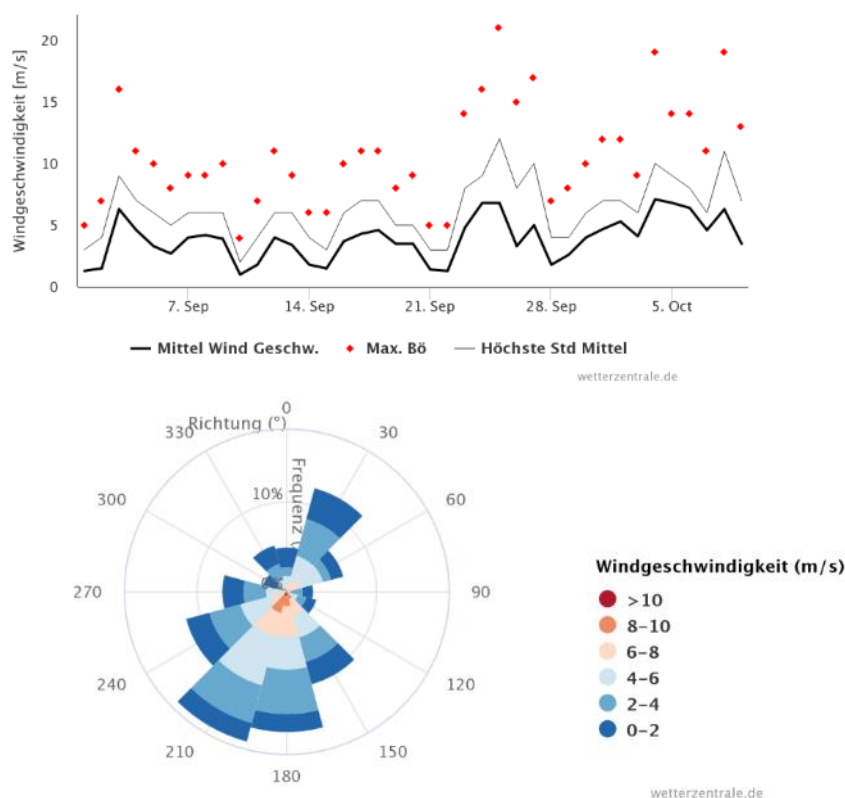


Figuur 9-1: Gemeten windsnelheid en windrichting bij de Rotterdamse luchthaven – 01 Augustus 2020 tot 01 Juli 2021

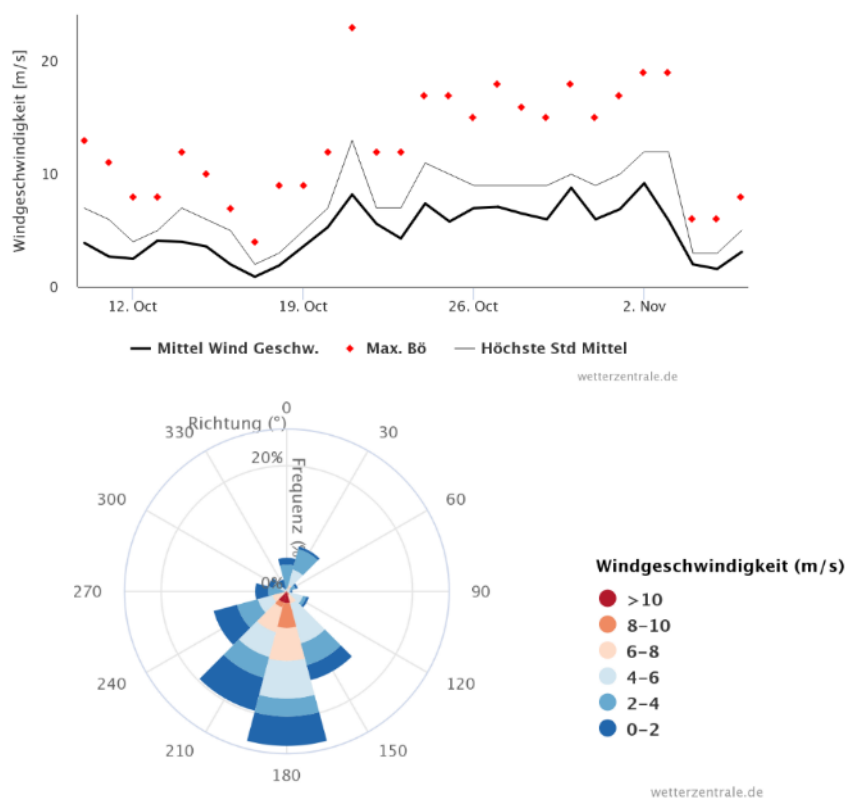
C.1.2 Wind condities per maand



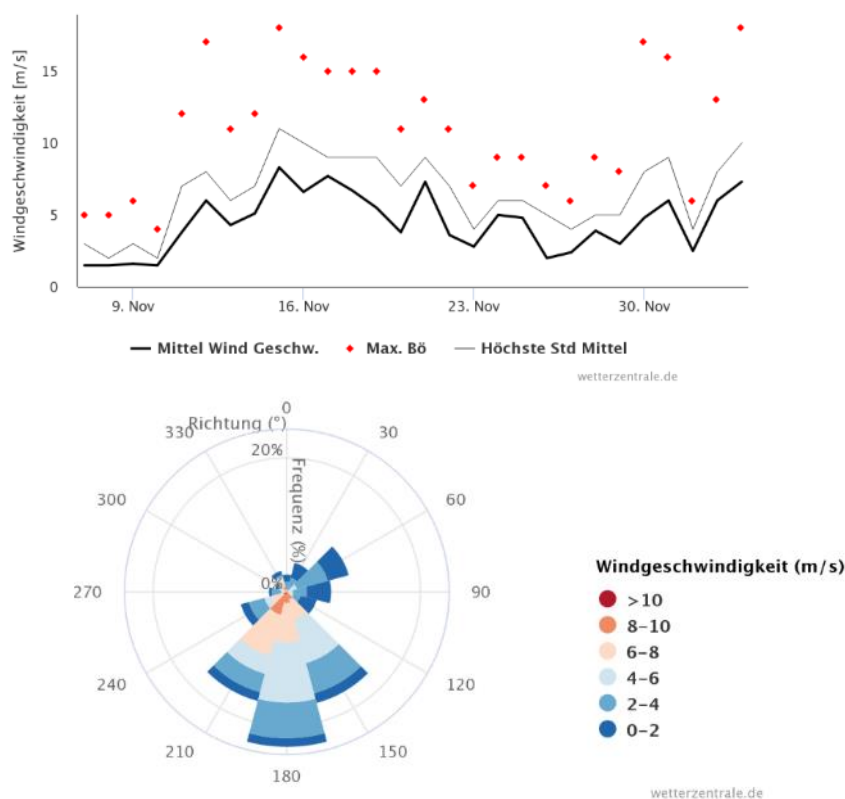
Figuur 9-2: Windsnelheid en windroos tussen 07-08-20 en 31-08-20 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



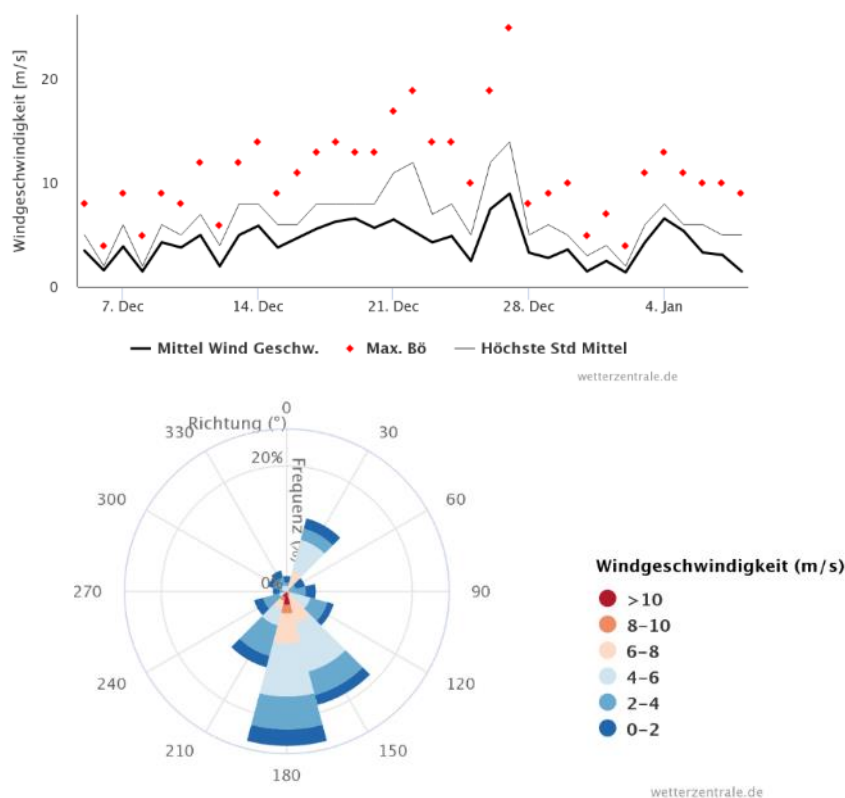
Figuur 9-3: Windsnelheid en windroos tussen 01-09-20 en 09-10-20 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



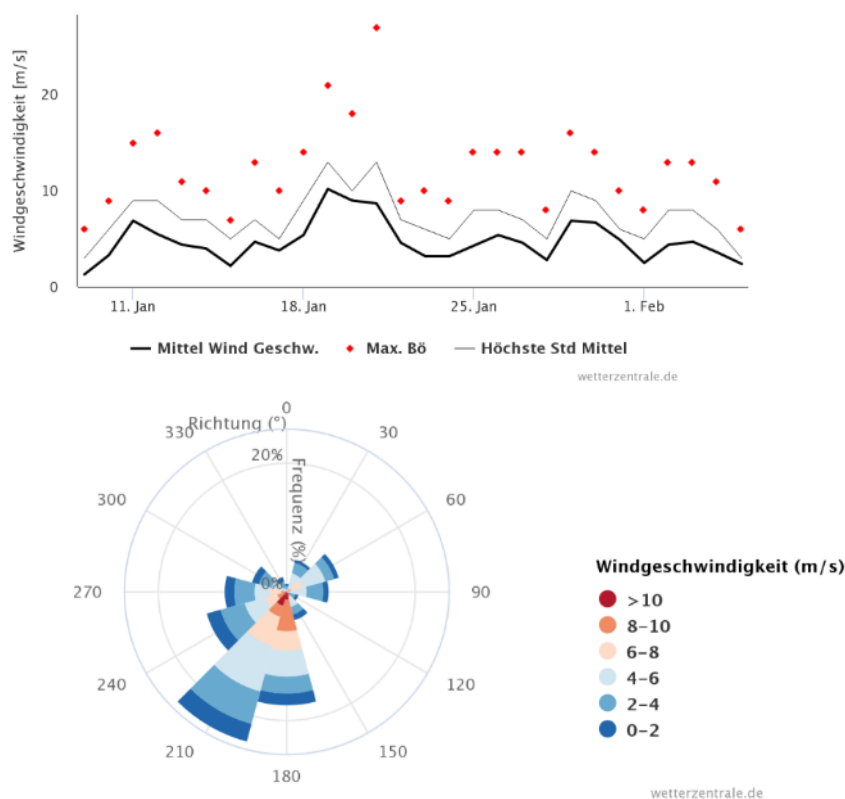
Figuur 9-4: Windsnelheid en windroos tussen 10-10-20 en 06-11-20 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



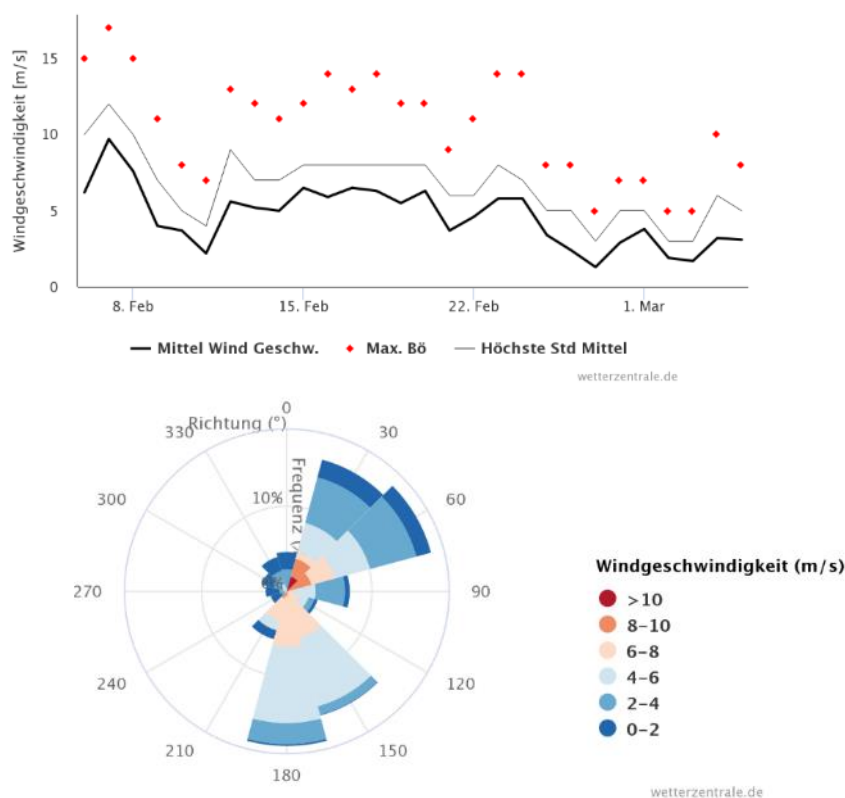
Figuur 9-5: Windsnelheid en windroos tussen 07-11-20 en 04-12-20 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



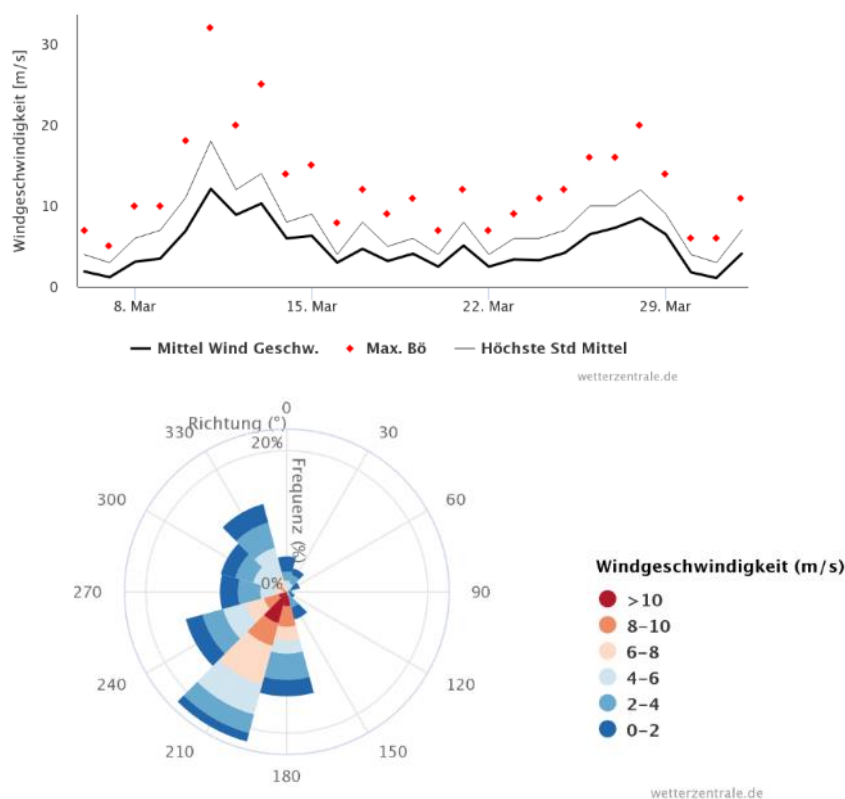
Figuur 9-6: Windsnelheid en windroos tussen 05-12-20 en 08-01-21 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



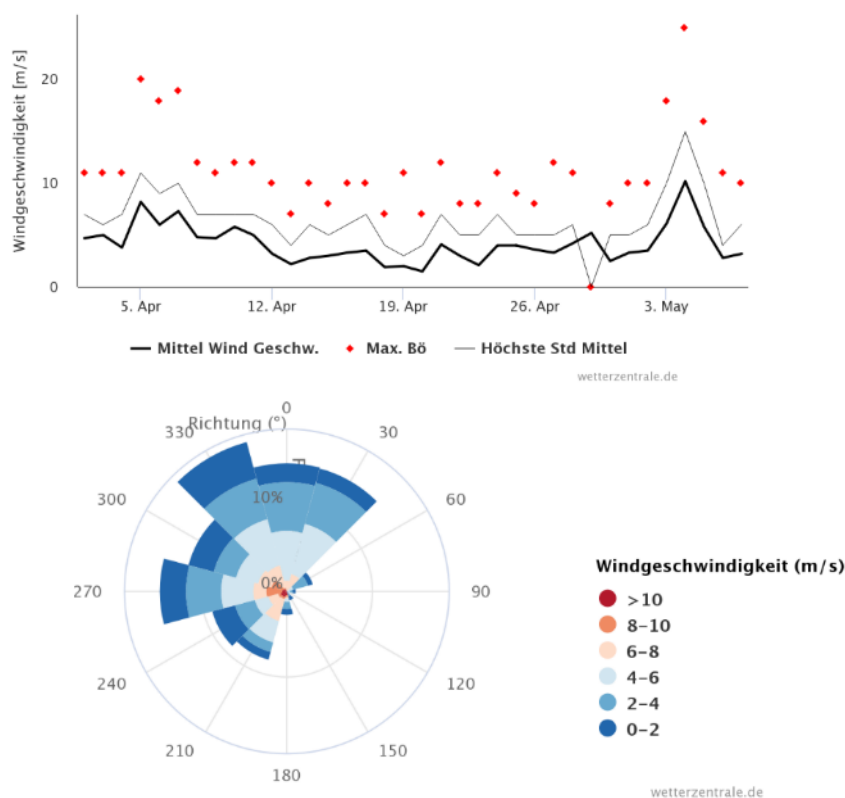
Figuur 9-7: Windsnelheid en windroos tussen 09-01-21 en 05-02-21 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



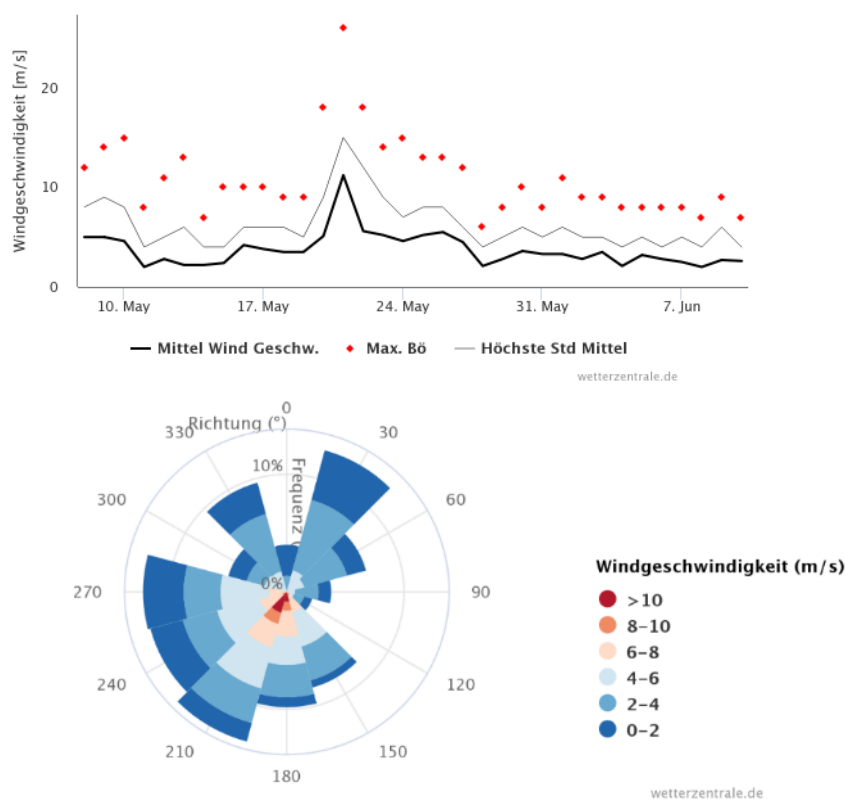
Figuur 9-8: Windsnelheid en windroos tussen 06-02-21 en 05-03-21 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



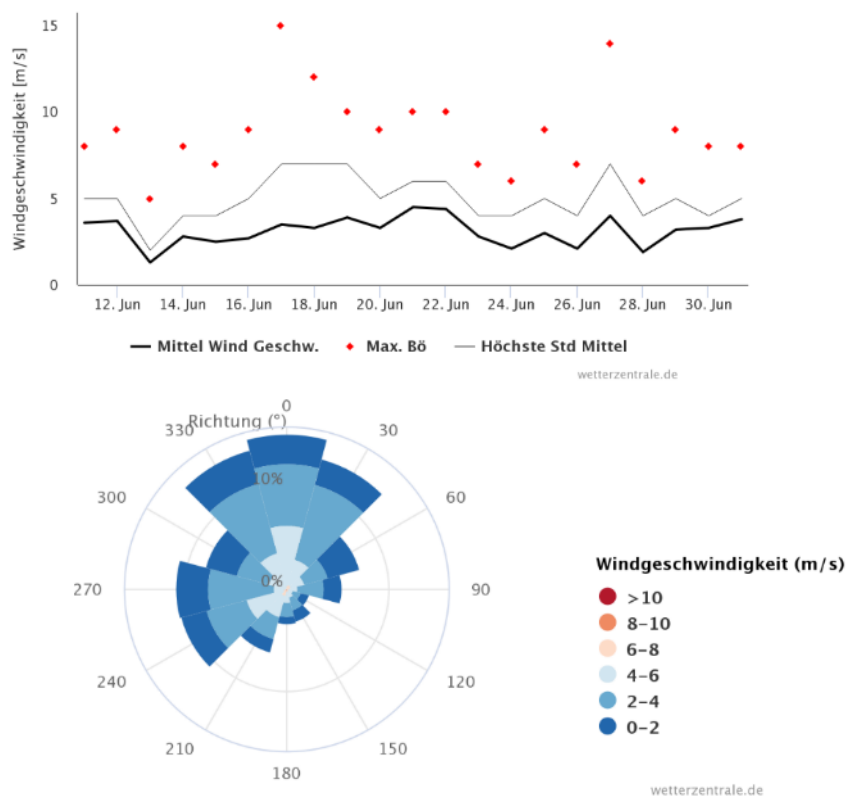
Figuur 9-9: Windsnelheid en windroos tussen 06-03-21 en 01-04-21 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



Figuur 9-10: Windsnelheid en windroos tussen 02-04-21 en 07-05-21 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven

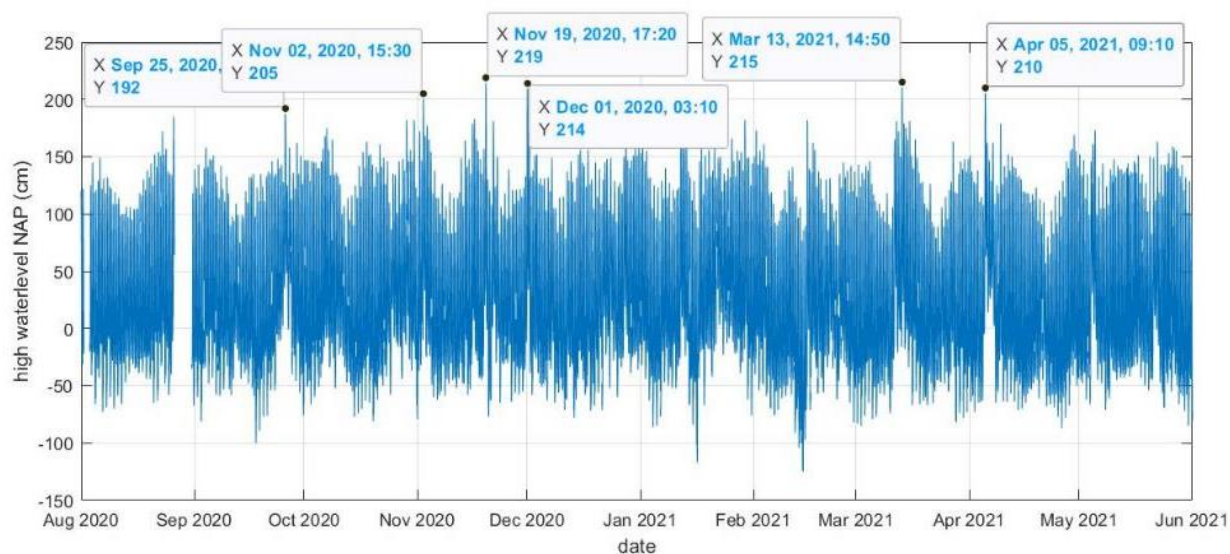


Figuur 9-11: Windsnelheid en windroos tussen 08-05-21 en 10-06-21 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven



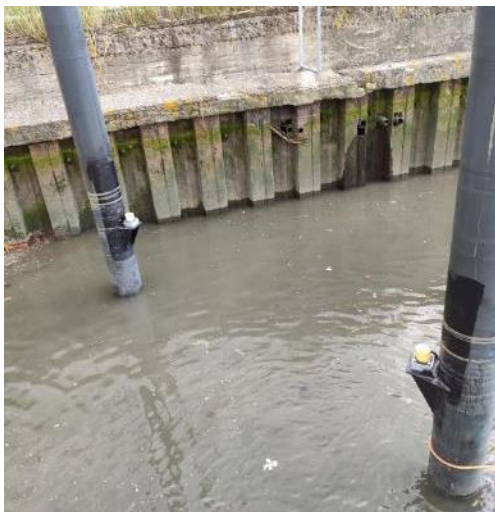
Figuur 9-12: Windsnelheid en windroos tussen 11-06-21 en 01-07-21 – Meetpunt Rotterdamse luchthaven

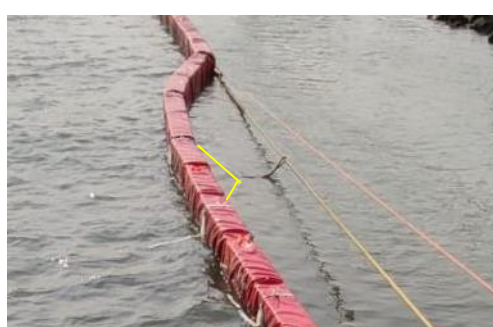
C.2 Waterstand – Meetpunt Vlaardingen



Figuur 9-13: Waterhoogte t.o.v. NAP – Meetstation Vlaardingen

Appendix D. Log van de optimalisaties aan het vangstelsysteem

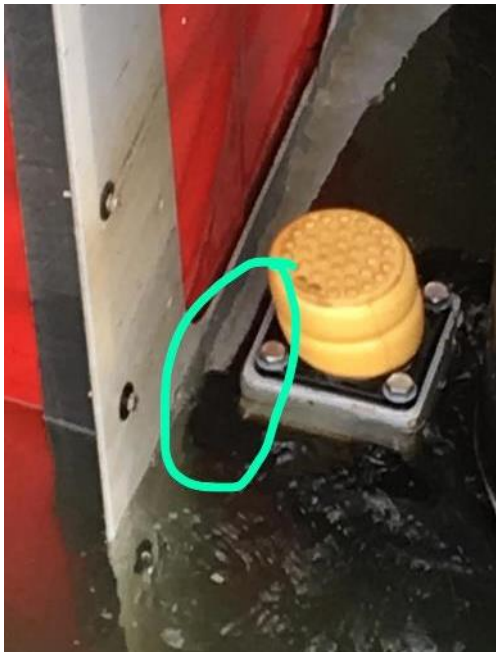
Datum	Bezorgdheid	Datum	Oplossing
10/08/20	De vanger komt niet laag genoeg in het water zitten; hij is te dichtbij gepositioneerd ten opzichte van de Noordelijke oever waar een strandhelling is; hij is minder effectief dan gepland met laag water  	31/08/20 & 02/09/20	De zone rond en onder de vanger is uitgegraven en de stoppers op de spudpalen omlaag gedaan zo dat de vanger 60 cm dieper komt staan; het zand en de stenen van het uitgraven zijn op de oever geplaatst; er zit plastic in het zand  
		07/10/20	Het vervuilde zand van het uitgraven is weggezogen 

Datum	Bezorgdheid	Datum	Oplossing
11/08/20	Het glasvezels profiel die de connectie maakt tussen het afsluitende geotextiel doek van de 200 m afleider en de vanger is na harde wind kapotgegaan 	04/09/20	Het glasvezel profiel is vervangen door een staal profiel met antislip strip 
11/08/20	De 200 m afleider komt te dichtbij van het ponton van de Watertaxi liggen met eb en zou door de scherpe hoeken van het ponton beschadigd worden 	11/08/20	Als eerste oplossing wordt de afleider in positie gehouden doormiddel van 3 lijnen verbonden aan de Dyneema lijn op de afleider en aan een paal op de oever 
		11/09	De 3 lijnen zijn vervangen door een unieke lijn de Dyneema lijn op de afleider en de afmeerlijn naar de bolder op de kade van Mammoet. 

Datum	Bezorgdheid	Datum	Oplossing
11/08/20	De 200 m afleider raakt het vangstelsel waardoor het PVC buitenhoes beschadigd kan worden. 	04/09/20	De afleider is verplaatst richting de paal van DFDS Seaways zo dat er meer ruimte komt tussen de afleider en de vanger. Een nieuw afsluitend geotextiel doek voor tussen de afleider en de vanger, wordt gemaakt. 
		13/09/20	Het afsluitende geotextiel doek is geïnstalleerd tussen de 200 m afleider en het systeem; elastiekjes zijn toegevoerd aan de bovenkant van het doek om minder slak te hebben in het doek tijdens eb. 
11/08/20	De speling tussen de 12 m boom en het systeem is ook niet voldoende.	09/09/20	Meer ruimte is ook gecreëerd tussen de 12 m afleider en de vanger door het spannen van een lijn tussen de afleider en de kademuur van Mammoet. 

Datum	Bezorgdheid	Datum	Oplossing
27/08/20	De 12 boom raakt de kademuur – het PVC buitenhoes is beschadigd 	04/09/20	Fenders zijn toegevoerd tussen de 12 m boom en de kademuur van Mammoet 
		10/11/20	Om verlies van afval te voorkomen tussen de kademuur en de 12 m afleider is een grotere fender gebruikt 
31/08/20 & 10/11/20	De ballast ketting van de eerste sectie van de 200 m afleider (bij de vanger) is uit het onderwaterscherp gekomen door slijtage van het scherm door stenen de bodem; het onderwaterscherp komt omhoog  Dit is een tweede keer geobserveerd in November	11/09/20	Het onderwaterscherp is hersteld en tijdelijk omhooggetrokken en aan de drijver vast gemaakt 

Datum	Bezorgdheid	Datum	Oplossing
		06/10/20	Stenen zijn weggehaald onder de afleider; daarna is het onderwaterscherp weer omlaag losgelaten 
		20/11/20	De ballast ketting is buiten het onderwaterscherp bevestigd
14/09/20	De vanger is niet horizontaal en heeft een trim hoek. Dit zou een storing van de terugslagklep kunnen veroorzaken Na onderzoek blijkt het dat de hoek ook veroorzaakt is door de trekkracht van de eerste sectie van de 200 m afleider die verbonden is aan de vanger.	17/09/20	Ballast zand zakjes zijn geplaatst op de vanger om te zorgen dat hij horizontaal blijft. 
		09/11/20	De eerste sectie van de 200 m afleider is verbonden aan de spudpaal die de kracht opneemt; door het gebruik van 2 ogen op de spudpaal en een verticale lijn gespannen tussen de 2 ogen kan de afleider verticaal mee bewegen met het getij.

Datum	Bezorgdheid	Datum	Oplossing
			
05/10/20	De vanger zit vast op de spudpalen; een versteviger op het drijvend frame komt op de stopper rusten waardoor het systeem niet meer naar beneden kan 	09/10/20	De versteviger is deels afgeslepen waardoor hij geen blokkade meer creëert 
06/11/20	De trekbanden op de 200 m afleider waar D-ringen bevestigd zijn die gebruikt worden om de verbinding tussen de secties van de afleider te maken en de verbinding tussen de afleider en de Dyneema lijn die de kracht op de afleider opneemt beginnen te schuren door roest op de D-ringen.	20/11/20	De trekbanden zijn hersteld en beschermd met rubber tegen slijtage; de gegalvaniseerde D-ringen vervangen door touw.

Datum	Bezorgdheid	Datum	Oplossing
			
16/02/21	Met zeer laag water stroomt het water en mogelijk het afval onder het systeem. 	05/03/21	Betonblokjes worden voor het systeem geplaatst zo dat afval geblokkeerd wordt met zeer laag water en niet onder het systeem ontsnapt; als het water weer omhoog gaat, komt het afval in de opvangbak.  

Appendix E. Resultaten netmetingen – Meetcampagne voor de effectiviteit van de plasticvanger

Sample analysis

12-07-21 11:09

Net 1		Position 0 m						Comments/remarks			
	<5mm		5mm-25mm		25mm-500mm		>500mm		TOTAL		
	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.	1	0.471					1	0.471	foam, tetrapack
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.	2	0.615					2	0.615	
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.			5	8.44			5	8.44	
Various pieces foil	n.a.	n.a.	68	1.46					68	1.46	
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0	
Other (Foam, PLA, multcomp, fibres&ropes)	n.a.	n.a.	37	1.77	2	22.112			39	23.882	
Pellets	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rubber	n.a.	n.a.							0	0	
Textile/ Cloth	n.a.	n.a.							0	0	
Glas/ Ceramic	n.a.	n.a.							0	0	
Metal	n.a.	n.a.							0	0	
Paper/ Cardboard	n.a.	n.a.							0	0	
Processed wood	n.a.	n.a.							0	0	
Other litter	n.a.	n.a.							0	0	
Wood/Vegetation	Only total weight is required									n.a.	120
Fish	Only total number is required									0	n.a.



Net 2		Position -1 m				TOTAL		
		<5mm	5mm-25mm	25mm-500mm	>500mm	Nber	g	
		Nber	g	Nber	g	Nber	g	
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.				0	0	
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.				0	0	
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.				0	0	
Various pieces foil	n.a.	n.a.	7	0.13	3	0.27		
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.				0	0	
Other (Foam, PLA, multcomp, fibres&ropes)	n.a.	n.a.	2	0.02		2	0.02	
Pellets	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rubber	n.a.	n.a.				0	0	
Textile/Cloth	n.a.	n.a.				0	0	
Glas/Ceramic	n.a.	n.a.				0	0	
Metal	n.a.	n.a.				0	0	
Paper/ Cardboard	n.a.	n.a.				0	0	
Processed wood	n.a.	n.a.				0	0	
Other litter	n.a.	n.a.				0	0	
Wood/Vegetation		Only total weight is required					n.a.	0.22
Fish		Only total number is required					0	n.a.



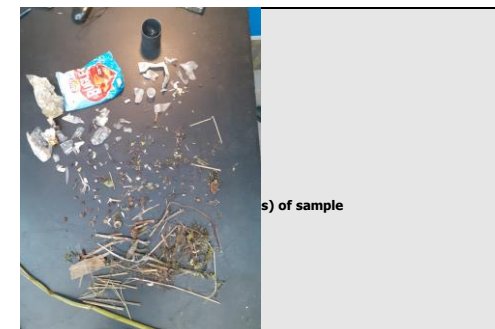
Net 3		Position -2 m				TOTAL		
		<5mm	5mm-25mm	25mm-500mm	>500mm	Nber	g	
		Nber	g	Nber	g	Nber	g	
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.				0	0	
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.				0	0	
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.	1	0.34		1	0.34	
Various pieces foil	n.a.	n.a.				0	0	
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.				0	0	
Other (Foam, PLA, multcomp, fibres&ropes)	n.a.	n.a.				0	0	
Pellets	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rubber	n.a.	n.a.				0	0	
Textile/Cloth	n.a.	n.a.				0	0	
Glas/Ceramic	n.a.	n.a.				0	0	
Metal	n.a.	n.a.				0	0	
Paper/ Cardboard	n.a.	n.a.				0	0	
Processed wood	n.a.	n.a.				0	0	
Other litter	n.a.	n.a.				0	0	
Wood/Vegetation		Only total weight is required					n.a.	0
Fish		Only total number is required					0	n.a.

Picture(s) of sample

Sample analysis

12-07-21 13:18

Net 1		Position		0 m								Comments/remarks
		<5mm		5mm-25mm		25mm-500mm		>500mm		TOTAL		
		Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	
Plastic hard - packaging		n.a.	n.a.			2	2.22			2	2.22	alufolie
Plastic hard - non-packaging		n.a.	n.a.	1	0.32	1	30.23			2	30.55	
Plastic soft - packaging		n.a.	n.a.	15	12.53					15	12.53	
Various pieces foil				78	1.22					78	1.22	
Plastic soft - non-packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)		n.a.	n.a.	15	0.37	3	0.61			18	0.98	
Pellets		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Other (PS beads, etc)		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rubber		n.a.	n.a.							0	0	
Textile/Cloth		n.a.	n.a.							0	0	
Glas/Ceramic		n.a.	n.a.							0	0	
Metal		n.a.	n.a.			1	2.47			1	2.47	
Paper/Cardboard		n.a.	n.a.							0	0	
Processed wood		n.a.	n.a.							0	0	
Other litter		n.a.	n.a.							0	0	
Wood/Vegetation		Only total weight is required								n.a.	111	
Fish		Only total number is required								0	n.a.	



s) of sample

Net 2		Position		-1 m								Comments/remarks
		<5mm		5mm-25mm		25mm-500mm		>500mm		TOTAL		
		Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	
Plastic hard - packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Plastic hard - non-packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Plastic soft - packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Various pieces foil				2	0.03					2	0.03	
Plastic soft - non-packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)		n.a.	n.a.							0	0	
Pellets		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Other (PS beads, etc)		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rubber		n.a.	n.a.							0	0	
Textile/ Cloth		n.a.	n.a.							0	0	
Glas/Ceramic		n.a.	n.a.							0	0	
Metal		n.a.	n.a.							0	0	
Paper/ Cardboard		n.a.	n.a.							0	0	
Processed wood		n.a.	n.a.							0	0	
Other litter		n.a.	n.a.							0	0	
Wood/Vegetation		Only total weight is required								n.a.	18	
Fish		Only total number is required								0	n.a.	



s) of sample

Net 3		Position		-2 m								Comments/remarks
		<5mm		5mm-25mm		25mm-500mm		>500mm		TOTAL		
		Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	
Plastic hard - packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Plastic hard - non-packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Plastic soft - packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Various pieces foil				2	0.31	1	0.03			3	0.34	
Plastic soft - non-packaging		n.a.	n.a.							0	0	
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)		n.a.	n.a.							0	0	
Pellets		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Other (PS beads, etc)		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rubber		n.a.	n.a.							0	0	
Textile/Cloth		n.a.	n.a.							0	0	
Glas/Ceramic		n.a.	n.a.							0	0	
Metal		n.a.	n.a.							0	0	
Paper/Cardboard		n.a.	n.a.							0	0	
Processed wood		n.a.	n.a.							0	0	
Other litter		n.a.	n.a.							0	0	
Wood/Vegetation		Only total weight is required								n.a.	0.18	
Fish		Only total number is required								0	n.a.	

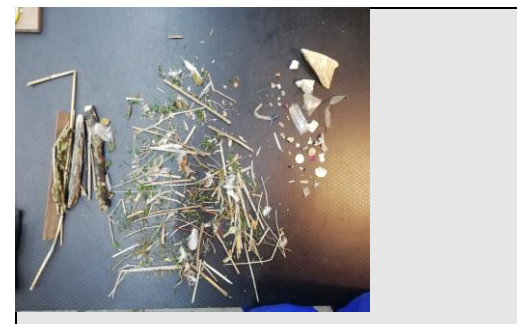


s) of sample

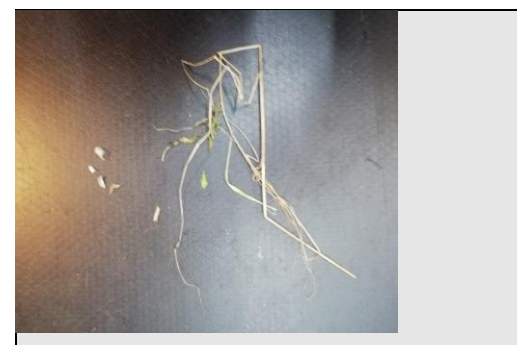
Sample analysis

12-08-21 10:10

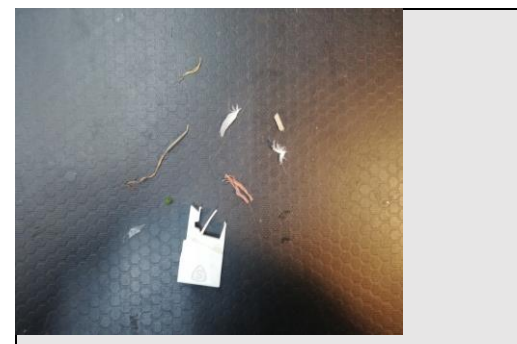
Net 1	Position		0 m						TOTAL	
	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.	5	0.41					5	0.41
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.	20	0.92	3	0.46			23	1.38
Various pieces foil	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)	n.a.	n.a.	13	0.41	2	6.21			15	6.62
Pellets	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rubber	n.a.	n.a.							0	0
Textile/Cloth	n.a.	n.a.							0	0
Glas/Ceramic	n.a.	n.a.							0	0
Metal	n.a.	n.a.							0	0
Paper/Cardboard	n.a.	n.a.							0	0
Processed wood	n.a.	n.a.							0	0
Other litter	n.a.	n.a.							0	0
Wood/Vegetation	Only total weight is required								n.a.	690
Fish	Only total number is required								0	n.a.



Net 2	Position		-1 m						TOTAL	
	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.	4	0.042					4	0.042
Various pieces foil	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)	n.a.	n.a.							0	0
Pellets	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rubber	n.a.	n.a.							0	0
Textile/Cloth	n.a.	n.a.							0	0
Glas/Ceramic	n.a.	n.a.							0	0
Metal	n.a.	n.a.							0	0
Paper/Cardboard	n.a.	n.a.							0	0
Processed wood	n.a.	n.a.							0	0
Other litter	n.a.	n.a.							0	0
Wood/Vegetation	Only total weight is required								n.a.	0.98
Fish	Only total number is required								0	n.a.



Net 3	Position		-2 m						TOTAL	
	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.			1	2.78			1	2.78
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.	1	0.01					1	0.01
Various pieces foil	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)	n.a.	n.a.	1	0.02					1	0.02
Pellets	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rubber	n.a.	n.a.							0	0
Textile/Cloth	n.a.	n.a.							0	0
Glas/Ceramic	n.a.	n.a.							0	0
Metal	n.a.	n.a.							0	0
Paper/Cardboard	n.a.	n.a.							0	0
Processed wood	n.a.	n.a.							0	0
Other litter	n.a.	n.a.							0	0
Wood/Vegetation	Only total weight is required								n.a.	0.07
Fish	Only total number is required								0	n.a.



Sample analysis

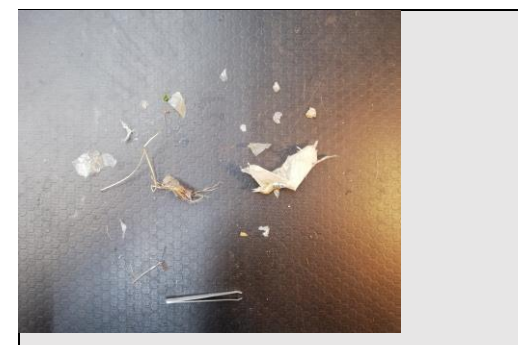
12-08-21 11:34

Net 1	Position		0 m							
			<5mm	5mm-25mm	25mm-500mm	>500mm	TOTAL			
	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.		5	0.15				5	0.15
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.		25	0.3	3	9.52		28	9.82
Various pieces foil	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)	n.a.	n.a.		11	0.41				11	0.41
Pellets	n.a.	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rubber	n.a.	n.a.			1	1.85			1	1.85
Textile/Cloth	n.a.	n.a.							0	0
Glas/Ceramic	n.a.	n.a.							0	0
Metal	n.a.	n.a.							0	0
Paper/Cardboard	n.a.	n.a.							0	0
Processed wood	n.a.	n.a.							0	0
Other litter	n.a.	n.a.							0	0
Wood/Vegetation	Only total weight is required								n.a.	88
Fish	Only total number is required								0	n.a.

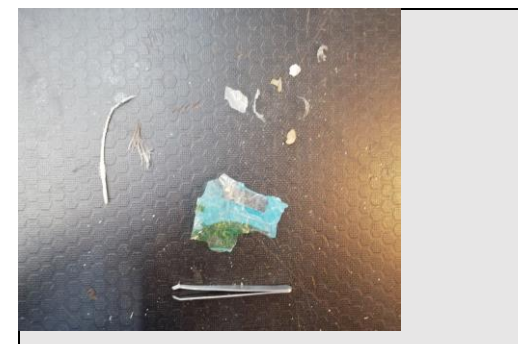


Balloon

Net 2	Position		-1 m							
			<5mm	5mm-25mm	25mm-500mm	>500mm	TOTAL			
	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.		14	0.15	1	0.26		15	0.41
Various pieces foil	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)	n.a.	n.a.							0	0
Pellets	n.a.	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rubber	n.a.	n.a.							0	0
Textile/Cloth	n.a.	n.a.							0	0
Glas/Ceramic	n.a.	n.a.							0	0
Metal	n.a.	n.a.							0	0
Paper/Cardboard	n.a.	n.a.							0	0
Processed wood	n.a.	n.a.							0	0
Other litter	n.a.	n.a.							0	0
Wood/Vegetation	Only total weight is required								n.a.	0.07
Fish	Only total number is required								2	n.a.



Net 3	Position		-2 m							
			<5mm	5mm-25mm	25mm-500mm	>500mm	TOTAL			
	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g	Nber	g
Plastic hard - packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic hard - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - packaging	n.a.	n.a.		6	0.023	1	0.06		7	0.083
Various pieces foil	n.a.	n.a.							0	0
Plastic soft - non-packaging	n.a.	n.a.							0	0
Other (Foam, PLA, multicom, fibres&ropes)	n.a.	n.a.							0	0
Pellets	n.a.	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Other (PS beads, etc)	n.a.	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rubber	n.a.	n.a.							0	0
Textile/Cloth	n.a.	n.a.							0	0
Glas/Ceramic	n.a.	n.a.							0	0
Metal	n.a.	n.a.							0	0
Paper/Cardboard	n.a.	n.a.							0	0
Processed wood	n.a.	n.a.							0	0
Other litter	n.a.	n.a.							0	0
Wood/Vegetation	Only total weight is required								n.a.	0.035
Fish	Only total number is required								0	n.a.



Appendix F. Templates van de logsheets voor de analyse van het afval

710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:

Event	Date	In charge
Swapping of the cages		
Emptying of the cage		
Sorting litter - lab		

Found fish in the cage (Y (amount) /N): + remarks if any

Status litter when emptying (dry/wet): + remarks if any

Components	Weight- wet (kg)	Weight- dry (kg)
Plastics		#DIV/0!
biomass		#DIV/0!
Others*		#DIV/0!
Mix 5-25mm: biomass+ plastics+ others		#DIV/0!
Mix 5mm: biomass+ plastics+ others		#DIV/0!
Processed wood		#DIV/0!

* Possible items that belong to the 'Others' category

Category	Type	Size
R	Rubber	>25 mm
I	Inorganic (glass, ceramic)	>25 mm
C	Cardboard/ paper	>150 mm
W	Processed wood	>150 mm
M	Metals	>25 mm
T	Textile	>25 mm

Subsamples	Weight- wet (kg)	Weight- dry (kg)
Plastics		
biomass (excl. processed wood)		
Others*		
Mix 5-25mm: soft biomass+ plastics+ others		
Mix 5mm: soft biomass+ plastics+ others		
Processed wood		

Sorting 5-25mm mix	Weight dry (g)
Biomass	
processed wood	
other	
foam, fibres, ropes	
hard plastics	
soft plastics	

Sorting 5mm mix	Weight dry (g)
Biomass	
Pellets	
Soft	

Recalculated fractions after sorting	Weight- dry (kg)
Plastics	#DIV/0!
biomass	#DIV/0!
Others	#DIV/0!
Processed wood	#DIV/0!
TOTAL (kg)	#DIV/0!

litter 0.000

Sub-category code	Size range	Type of plastics	Stiffness/ shape	Example items	Net weight (kg)	Reference/ Remarks
P1.1	<5 mm	Various- Packaging/ Non-packaging	pellets	Pellets	#DIV/0!	
P1.2			any	Foam beads, soft/ rigid fragments etc.	#DIV/0!	
P2.1	5-25 mm	Various- Packaging/ Non-packaging	soft	Fragments of small foils	#DIV/0!	
P2.2			rigid	Bottle caps, lids + fragments of rigid packaging	#DIV/0!	
P2.3			any	Fragments of other rigid plastics incl. fibres, ropes; foamed material	#DIV/0!	
P3.1	25-500 mm	Packaging	soft	Foil based packaging		
P3.2			rigid	Any rigid packaging; A distinction in this sub-category will be done for: PET bottles, milk/ juice cartons and Al cans (add separate weight in the remarks column)		
P3.3	25-500 mm	Non-packaging	soft	Foil material other than for packaging		
P3.4			rigid	Plastic items or fragments thereof other than packaging		
P3.5	25-500 mm	Various- Packaging/ Non-packaging	any	multicomponent	Consumer or industrial products that would require dismantling for processing its components, WEEE, textiles etc.	
P3.6				foam	Foamed material	
P3.7				compostable	 Compostable packaging (e.g. PLA): foils, trays, containers	
P3.8				fibres	Fibres, ropes, nets	
P4.1	>500 mm	Packaging	soft	Foil based packaging		
P4.2			rigid	Containers, Jerry cans etc		
P4.3	>500 mm	Non-packaging	soft	Foil material other than for packaging		
P4.4			rigid	Rigid plastic items		
P4.5	>500 mm	Various- Packaging/ Non-packaging	any	multicomponent	Consumer or industrial products that would require dismantling for processing its components, WEEE, textiles etc.	
P4.6				foam	Foamed material	
P4.7				compostable	Compostable packaging (e.g. PLA): foils, trays, containers	
P4.8				fibres	Fibres, ropes, nets	

Ospar ID	Plastic en piepschuim	Aantal	Opmerkingen	Reference
15	Doppen en deksels			
4.2	Drankflessen > < 1/2 liter			
4.1	Drankflessen > 1/2 liter			
40	Industriële verpakkingsmaterialen (o.a. plastic zell, bouwplastic, landbouwplastic)			
3	Kleine plastic tassen			
117.1	Ondefineerbare plastic stukjes 0-2.5 cm (hard plastic)			
46.1	Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)			
47.2	Plastic stukken > 50 cm (hard plastics)			
117.2	Ondefineerbare stukjes piepschuim 0-2.5 cm (schatting)			
46.2	Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)			
47.2	Piepschuim > 50 cm			
6.1	Piepschuim voedselverpakkingen (o.a. hamburger)			
21.2	Piepschuim bekertjes of delen daarvan			
21	Plastic bekertjes of delen daarvan			
117.2	Plastic folies of stukken daarvan 0-2.5 cm (zacht plastic)			
46.2	Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)			
47.1	Plastic folies of stukken daarvan > 50 cm (zacht plastic)			
22.1	Rietjes			
22.2	Roerstaafjes			
19	Snoep, snack en chipsverpakkingen			
6	Voedselverpakkingen (o.a. yoghurt, ketchup, boter, frietbakjes etc.)			
4.3	Wikkels van drankflessen			
5	Verpakking van schoonmaakmiddelen (o.a. afwasmiddel, afwasmiddel etc.)			
1.6	pack ringen			
16	Aanstekers			
14	Auto onderdelen			
22	Bestek			
22.1	Plastic borden			
48.1	Biofilm/ waterfiltertjes			
36	Breekstaafjes			
38	Emmers of stukken daarvan			
38.1	Plastic bloem/ plant potten, plantentrays of stukken daarvan			
43	Geweefpatronen en huizen			
25	Handschoenen huishoudelijk (zacht plastic)			
113	Handschoenen professioneel (dikker plastic)			
42	Helmen			
10	Jerry cans			
11	Kitspuiten			
13	Krachten of stukken daarvan			
39	Plastic band en tie-wraps			
39.1	Peelband/ schilders- ducttape of stukken daarvan			
19.1	Plastic lolly stokjes (iet op: met gaasje aan bovenkant)			
8	Motorolie verpakkingen < 50 cm			
9	Motorolie verpakkingen > 50 cm			
24	Netzakken (o.a. voor uien/ fruit)			
2.1	Plastic vuilniszakken of stukken daarvan			
17	Schrijfwaren (o.a. pennen)			
20	Speelgoed			
35	Sportvispullen (o.a. dobbers, aasbakjes, verpakkingen van sportvisproducten)			
2	Tassen			
31	Touw diameter > 1 cm			
32	Touw en koord diameter < 1 cm			
35.1	Vidraad (van nylon of gevlochten lijn)			
43.1	Vuurwerk of resten daarvan (alleen plastic of gecombineerd met karton)			
48	Overige plastics (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
37	Roets/ Buys			
Rubber				
49	Balonnen of resten van ballonnen (incl. sierlinten)			
52	Banden (o.a. auto/ fiets)			
53	Overig rubber (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
Textiel				
54	Kleding			
57/44	Schoenen, laarzen en slippers			
55	Vloerbedekking			
59	Overig textiel (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
Papier				
62.1	Drankkartons (o.a. sap, melk, yoghurtdrink)			
67.1	Ondefineerbare stukjes papier 0-50 cm			
64	Sigarettenfilters			
63	Sigarettenverpakking of delen daarvan (plastic verpakking hier ook turven)			
61	Karton (o.a. delen van verpakking)			
65	Kartonnen bekertjes			
66	Kranten			
60	Tassen			
67	Overig papier (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
Hout				
72	Ijsblokjes			
68	Kurken			
73	Kwasten			
69	Pallets			
74	Overig hout < 50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
75	Overig hout > 50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
Metaal				
81	Aluminium folies en verpakkingen			
81.1	Capsules (o.a. koffie/ chocola)			
78	Drankblikjes			
79	Electriciteitsdraden			
83	Industrieel oud ijzer (o.a. kabels, pijp, etc.)			
77	Kroonkurken & metalen doppen (o.a. bierdoppen)			

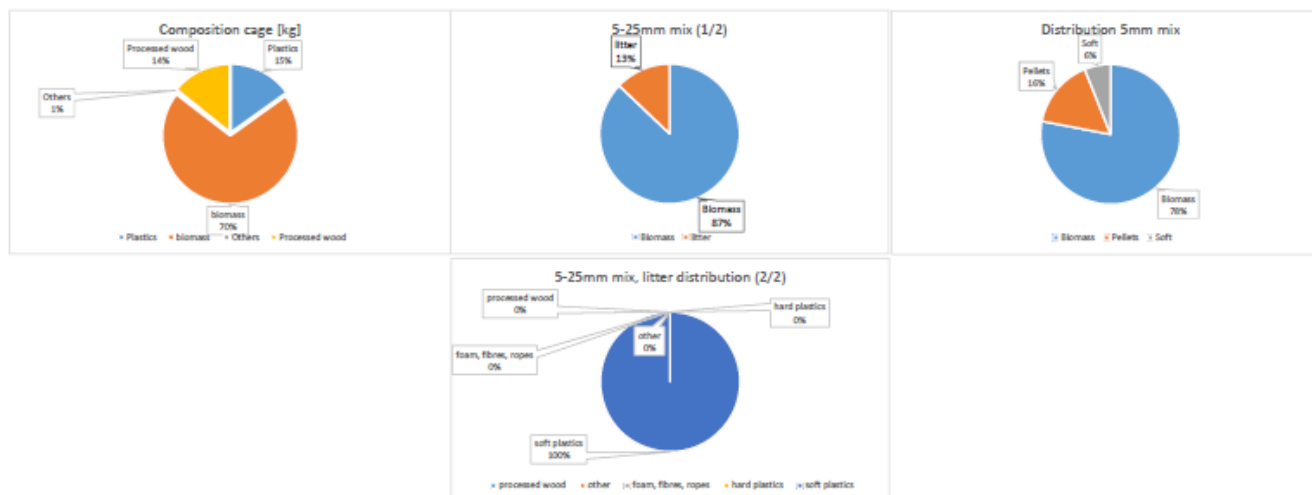
84	Oliedrums			
88	Omheiningdraad, prikkeldraad			
76	Spuilbussen			
86	Verfblikken			
80	Viskood			
82	Voedselblikken			
120	Wegwerp BBO's			
89	Overig metaal <50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
90	Overig metaal >50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
Glas				
91	Flessen, potten of stukken daarvan			
92	Lampen en TL lampen			
93	Overig glas (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
Sanitair				
7	Cosmetica verpakkingen (o.a. shampoo, deodorant, zonnebrand)			
98	Plastic wattenstaafjes (let op: ribbels aan beide zijden)			
982	Kartonnen wattenstaafjes			
102.2	Sanitaire / vochtige doekjes			
97	Condoms			
99	Maandverbanden, inlegkruisjes of verpakkingen ervan			
18	Plastic kam of borstel			
100	Tampons, tampon applicators of verpakkingen ervan			
102.3	Toiletpapier of stukken daarvan			
101	Toilet verfrissers			
102	Overig sanitair (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
Medisch				
103	Verpakkingen (van o.a. pillen, kruiden- en vloeistof)			
104	Injectiespuiten			
105	Overig medisch (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gevonden item in opmerkingen veld)			
Granulaat				
Detailmeting 50x50 cm x strooisellaag				
pellets				
pieces of foam				
		#DIV/0!		
		#DIV/0!		

Appendix G. Resultaten gevangen afval per maand

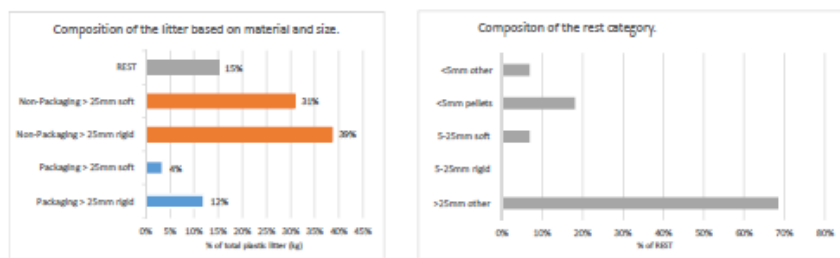
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	1
Date emptying:	31-08-20
Date sorting cage:	17-09-20
Date sorting litter:	22-10-20

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



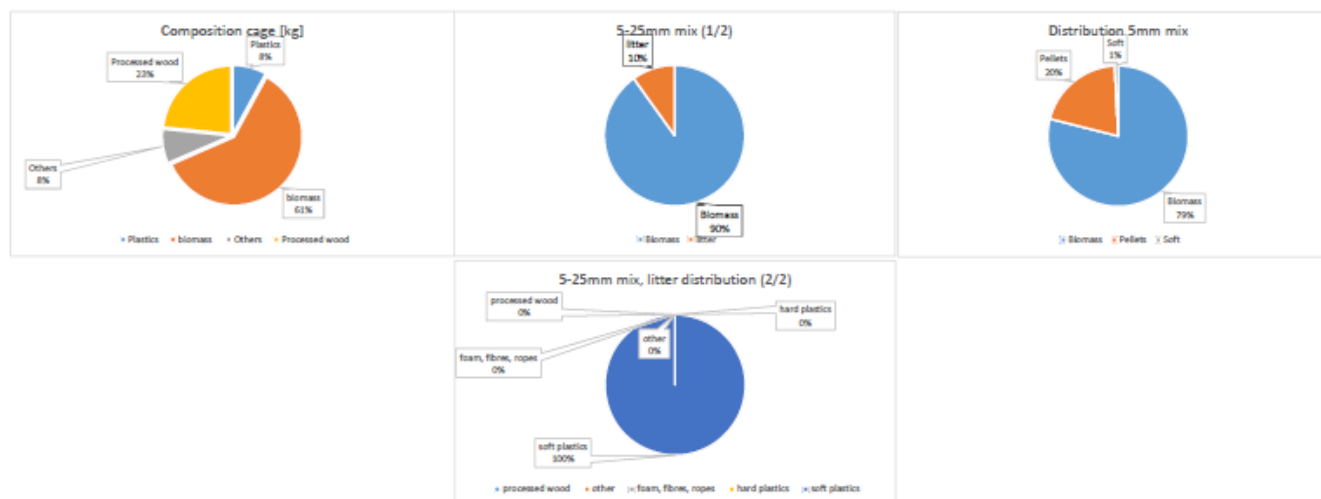
3 results OSPAR

TOP5 ospar	
1 pellets	7899
2 PS korrels	2234
3 Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	213
4 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	177
5 Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	96
6 Doppen en deksels	54
7 Snoep, snack en chipsverpakkingen	28
8 Drinkflessen >< 1/2 liter	15
9 Drinkflessen >< 1/2 liter	15
10 Industriële verpakkingsmaterialen (o.a. plastic zeil, bouwplastic,	10

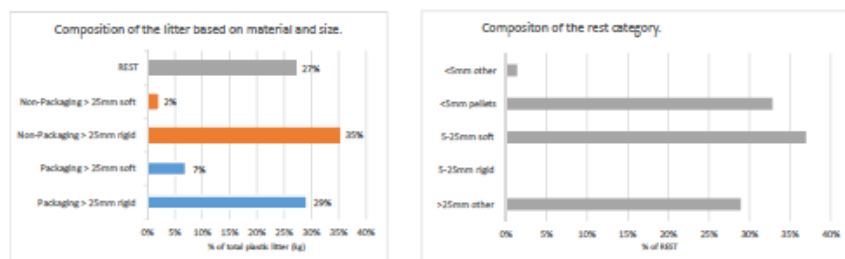
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	2
Date emptying	09-10-20
Date sorting cage	27-10-20
Date sorting litter	04-11-20

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



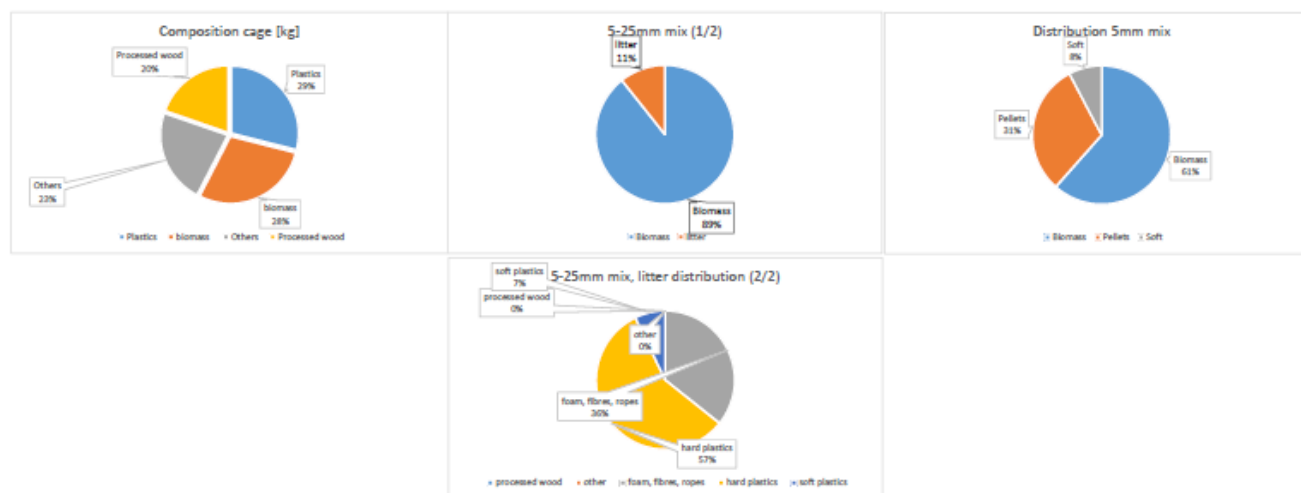
3 results OSPAR

TOP5 ospar	20265
1 pellets	5613
2 PS korrels	354
3 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	182
4 Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	136
5 Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	88
6 Doppen en deksels	59
7 Ondefineerbare stukjes piepschuim 0-2.5 cm (schatting)	41
8 Touw en koord diameter < 1 cm	30
9 Snoep, snack en chipsverpakkingen	16
10 Plastic band en tie-wraps	

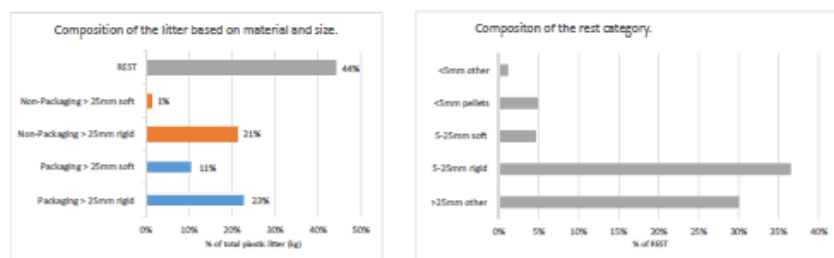
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	3
Date emptying	06-11-20
Date sorting cage	19-11-20
Date sorting litter	24/11/2020

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



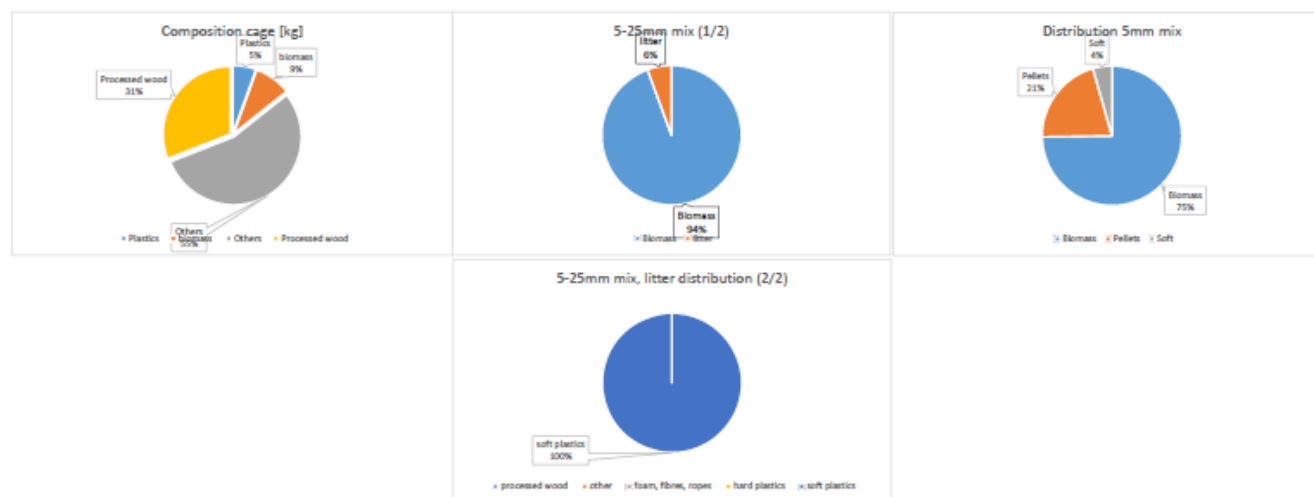
3 results OSPAR

TOPS ospar	
1 PS korrels	10308
2 pellets	9045
3 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	430
4 Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	259
5 Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	234
6 Doppen en deksels	177
7 Snoep, snack en chipsverpakkingen	80
8 Overig hout <50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per	70
9 Overige plastics (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gev	55
10 Touw en koord diameter < 1 cm	53

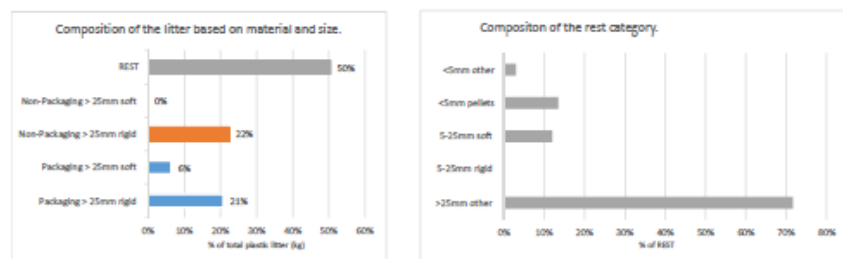
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	4
Date emptying:	12-04-20
Date sorting cage:	17/12/2020
Date sorting litter:	19/01/2021

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



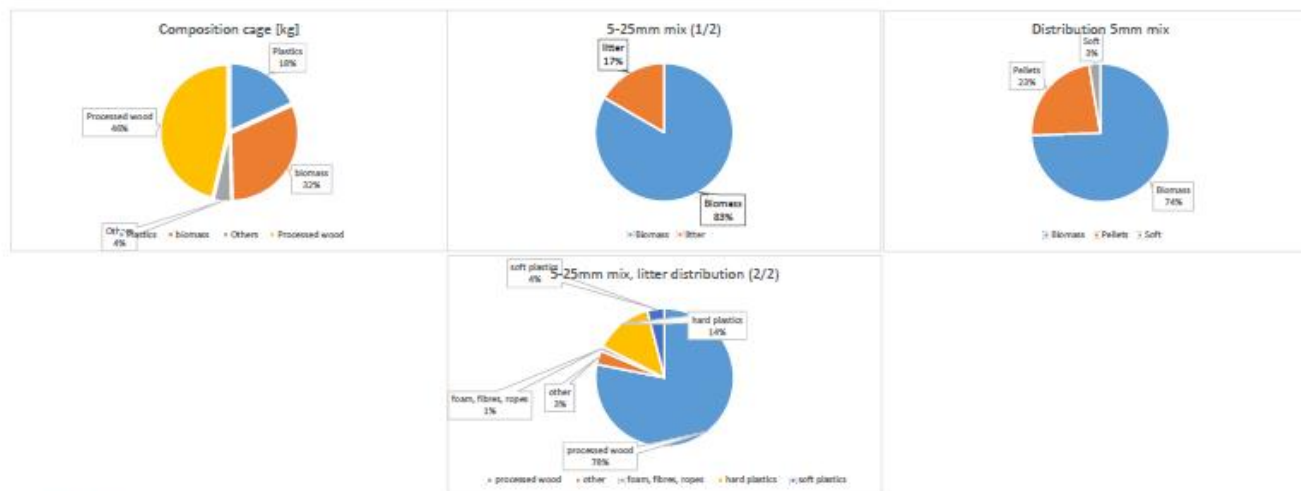
3 results OSPAR

TOPS ospar	
1 pellets	16343
2 PS korrels	11392
3 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	336
4 Overig hout <50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per	154
5 Doppen en deksels	82
6 Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	68
7 Ondefineerbare stukjes piepschuim 0-2.5 cm (schatting)	32
8 Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	31
9 Ondefineerbare plastic stukjes 0-2.5 cm (hard plastic)	30
10 Ondefineerbare plastic stukjes 0-2.5 cm (hard plastic)	30

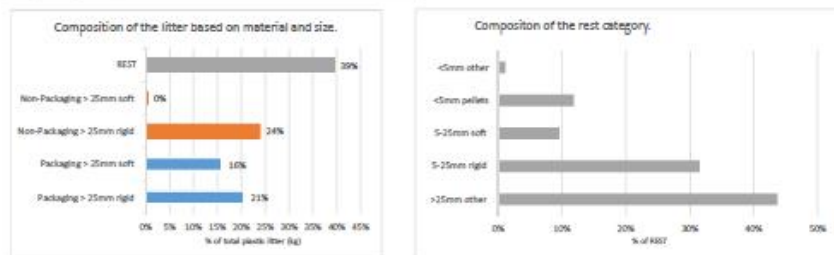
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	5
Date emptying:	01-08-21
Date sorting cage:	21-01-2021
Date sorting litter:	4/2/2021&10/3/2021

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



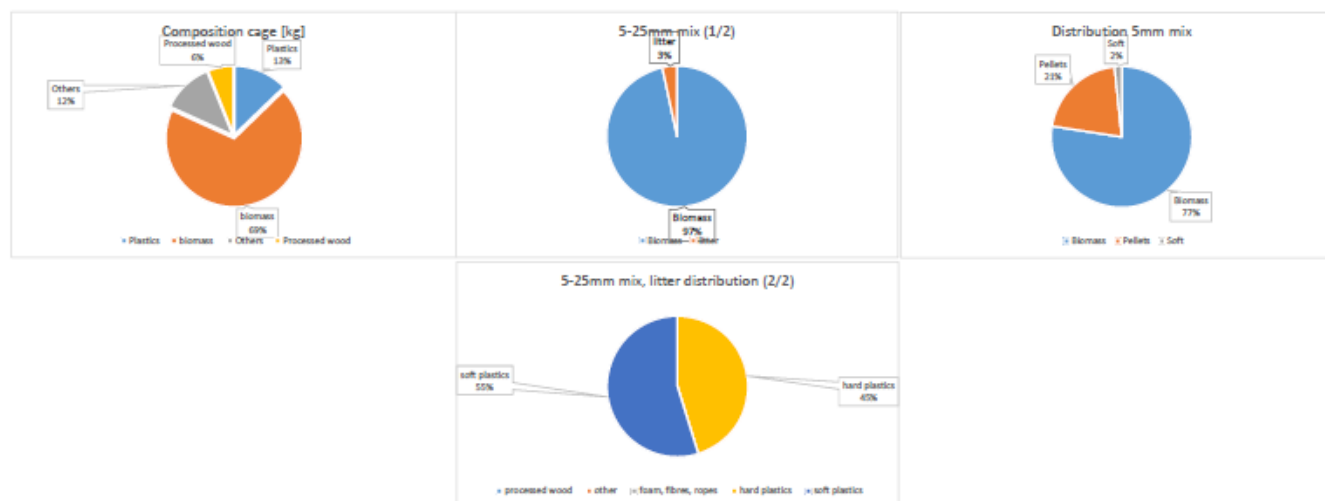
3 results OSPAR

TOP5 ospar	
1 pellets	6775
2 PS korrels	5671
3 Overig hout < 50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per	501
4 Plastic folies of stukken daarvan 0-2.5 cm (zacht plastic)	247
5 Doppen en deksels	52
6 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	44
7 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	44
8 Ondefineerbare stukjes piepschuim 0-2.5 cm (schatting)	36
9 Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	32
10 Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	32

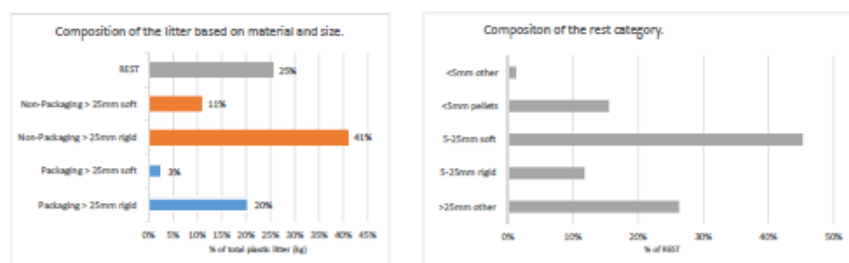
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	6
Date emptying:	02-12-21
Date sorting cage:	18/02/2021
Date sorting litter:	23/02/2021

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



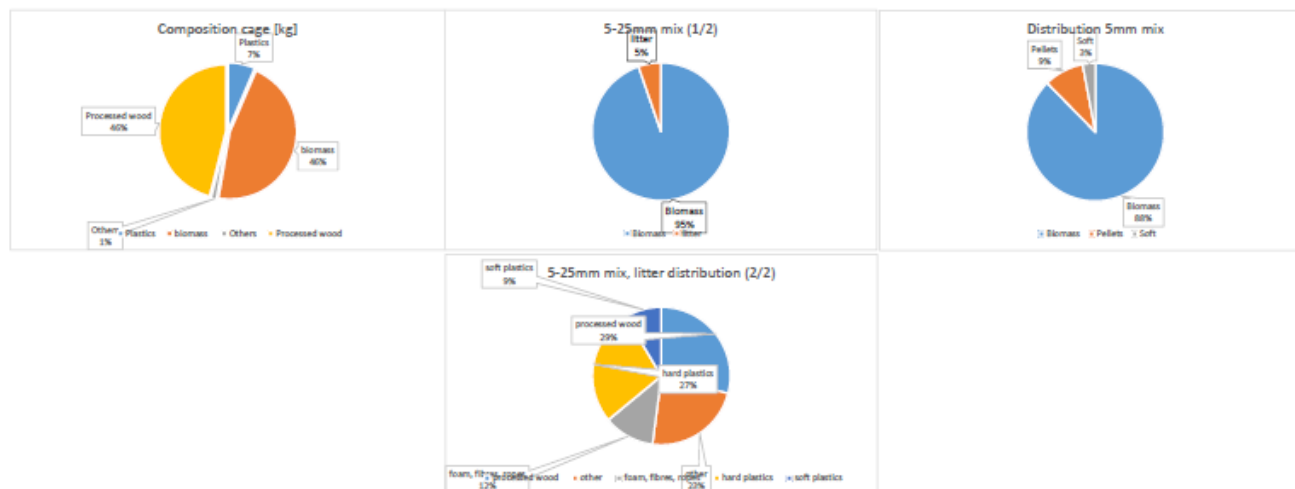
3 results OSPAR

TOPS ospar	
1 PS korrels	7397
2 pellets	6411
3 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	265
4 Plastic folies of stukken daarvan 0-2.5 cm (zacht plastic)	150
5 Ondefineerbare stukjes piepschuim 0-2.5 cm (schatting)	124
6 Doppen en deksels	88
7 Overig hout <50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per	50
8 Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	44
9 Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	35
10 Ondefineerbare plastic stukjes 0-2.5 cm (hard plastic)	25

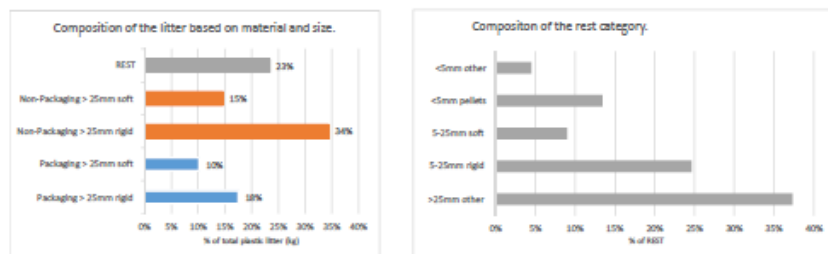
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	7
Date emptying:	3/05/
Date sorting cage:	18-03-21
Date sorting litter:	23/3/2021

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



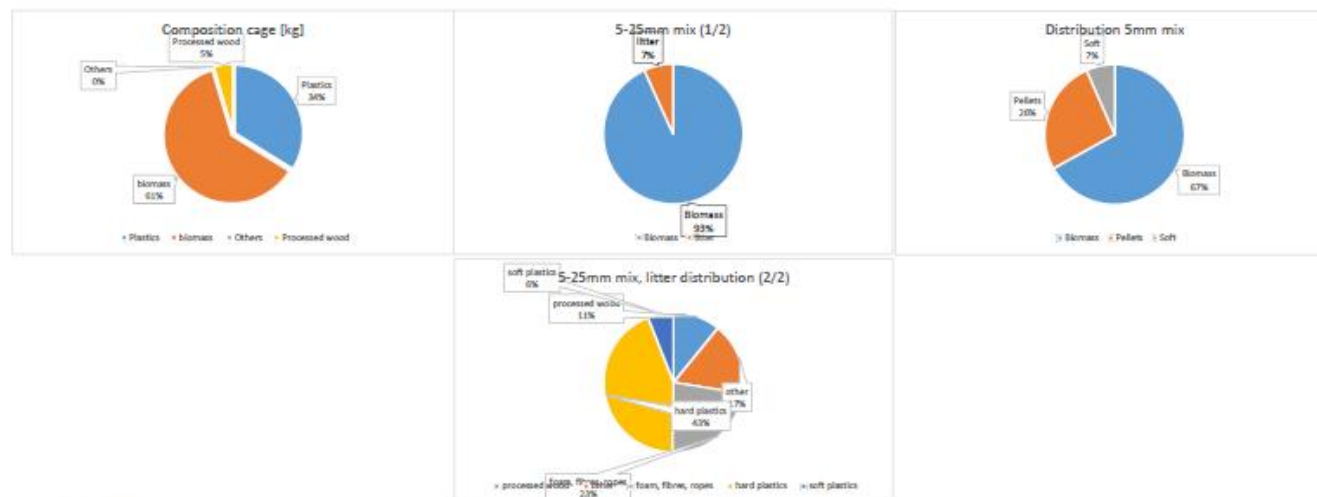
3 results OSPAR

TOPS ospar	
1 PS korrels	3480
2 pellets	1893
3 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	332
4 Snoep, snack en chipsverpakkingen	121
5 Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	93
6 Doppen en deksels	78
7 Overig hout <50 cm (indien herkenbaar, noteer omschrijving per	62
8 Touw en koord diameter < 1 cm	30
9 Industriële verpakkingsmaterialen (o.a. plastic zeil, bouwplastic,	17
10 Industriële verpakkingsmaterialen (o.a. plastic zeil, bouwplastic,	17

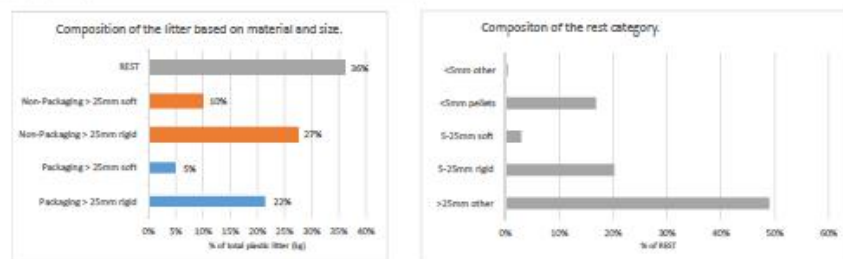
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	8
Date emptying:	04-01-21
Date sorting cage:	15/04/2021
Date sorting litter:	21-04-21

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



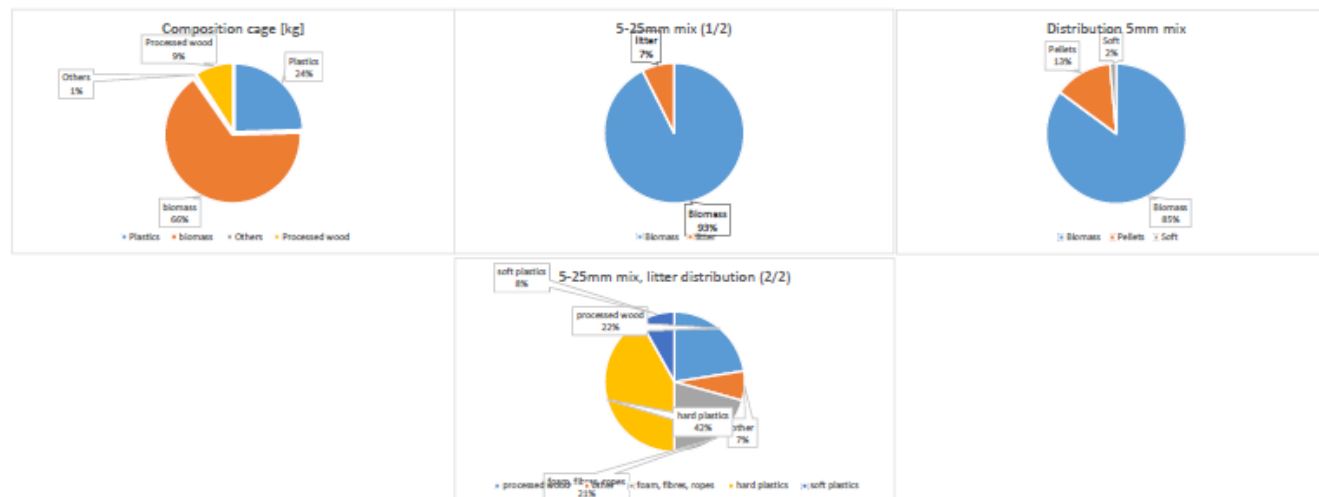
3 results OSPAR

TOPS ospar	
1 pellets	17449
2 PS korrels	13213
3 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	487
4 Snoep, snack en chipsverpakkingen	144
5 Ondefineerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	140
6 Doppen en deksels	134
7 Ondefineerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	94
8 Voedselverpakkingen (o.a. yoghurt, ketchup, boter, frietbakjes e	56
9 Kleine plastic tasje	33
10 Plastic bekens of delen daarvan	32

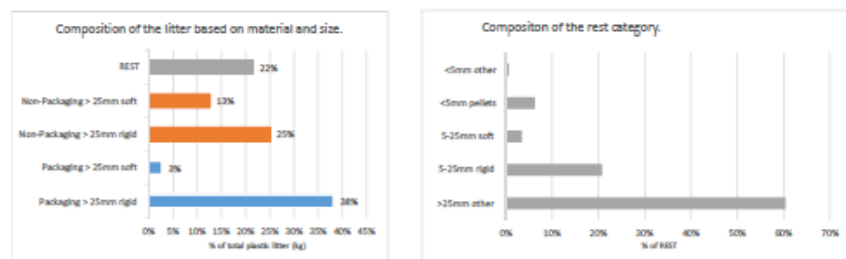
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	9
Date emptying:	05-07-21
Date sorting cage:	19/05/2021
Date sorting litter:	27/05/2021

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



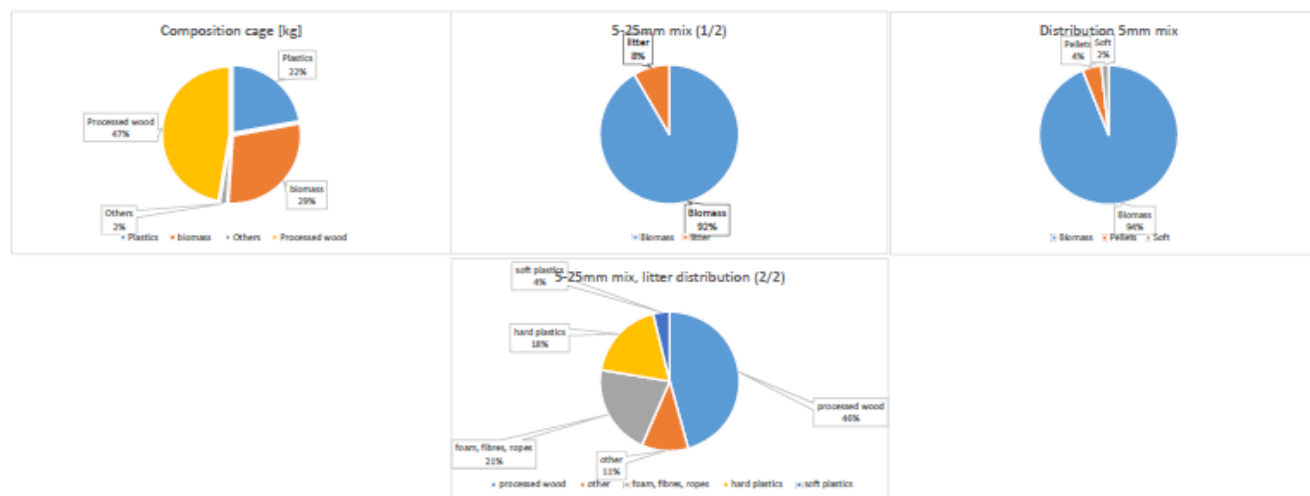
3 results OSPAR

TOPS ospar	
1 pellets	4884
2 PS korrels	1815
3 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	425
4 Ondefinieerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	151
5 Ondefinieerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	147
6 Snoep, snack en chipsverpakkingen	75
7 Doppen en deksels	72
8 Voedselverpakkingen (o.a. yoghurt, ketchup, boter, frietbakjes e	44
9 Touw en koord diameter < 1 cm	26
10 Plastic band en tie-wraps	22

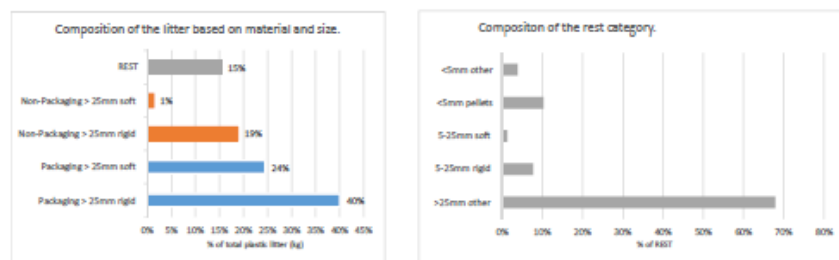
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	10
Date emptying:	10-06-21
Date sorting cage:	22/06/2021
Date sorting litter:	01-07-21

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



3 results OSPAR

TOP5 ospar	
1 PS korrels	7651
2 pellets	3850
3 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	162
4 Snoep, snack en chipsverpakkingen	56
5 Ondefinieerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	49
6 Ondefinieerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	48
7 Doppen en deksels	30
8 Voedselverpakkingen (o.a. yoghurt, ketchup, boter, frietbakjes e)	21
9 Kleine plastic tazjes	11
10 Kleine plastic tazjes	11

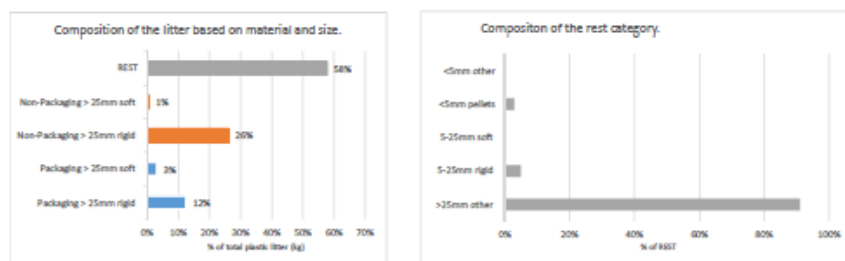
710339- Catchy Vijfsluizerhaven/ Analysis of the litter

Batch nr.:	11
Date emptying	07-01-21
Date sorting cage	07-08-21
Date sorting litter	13-08-21

1 Distribution of collected litter



2 Composition plastics



3 results OSPAR

TOPS ospar	
1 pellets	1211
2 PS korrels	1146
3 Ondefinieerbare plastic stukjes 2.5-50 cm (hard plastic)	33
4 Plastic folies of stukken daarvan 2.5- 50 cm (zacht plastic)	28
5 Ondefinieerbare stukjes piepschuim 2.5-50 cm (schatting)	26
6 Doppen en deksels	16
7 Snoep, snack en chipsverpakkingen	13
8 Piepschuim voedselverpakkingen (o.a. hamburger)	10
9 Plastic band en tie-wraps	8
10 Overige plastics (indien herkenbaar, noteer omschrijving per gev	5

Appendix H. Test herkenning plastic polymeren met IR spectrometrie

	Object No	Type plastic	Type object	Characteristics	State	Polymer on object	Result hand scanner	Result after cleaning	Result after simple folding	Result after double folding	Total hand scanner	Result table scanner	Result after cleaning	Result after folding	Result after double folding	Total table scanner	Conclusion	
MACRO	1	Hard plastic 25-500mm	Bottle-drink	Opaque white	Not new	PE	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a.	Opaque bottles are immediately recognized by the hand scanner Transparent bottles need to be folded or double folded + pressed between the hand scanner and a table to be recognized (a piece pof the bottle is cut out) To use the table scanner, a piece has to be taken from the object The table scanner has more nuanced results	
	2	Hard plastic 25-500mm	Bottle-detergent	Opaque green, old 30 years	Very old	PE	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a		
	3	Hard plastic 25-500mm	Bottle-drink	Transparent blue	Dirty	PET	0	0	0	PET	1	0	0	0	97% polyester fibre 96% PET	0.5		
	4	Hard plastic 25-500mm	Bottle-drink	Transparent	Old, dirty	PET	0	0	0	PET	1	n.a.	n.a.	98% polyester fibre, 97% PET	n.a.	0.5		
	5	Hard plastic 25-500mm	Bottle-drink	Transparent (part that was scanned)	Dirty	PET	0	0	n.a.	PET	1	n.a.	n.a.	PET	n.a.	1		
	6	Hard plastic 25-500mm	Bottle-oil	Opaque yellow	Not new, dirty, full of biomass	PE	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
	7	Foam 25-500 mm	Piece	White PS	Bit dirty	PS	PS	n.a.	n.a.	n.a.	1	PS	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	White PS is recognized by the hand scanner, not black; same thing for the table scanner PU is not recognized by the hand scanner; it is recognized by the table scanner but not very accurately	
	8	Foam 25-500 mm	Piece	Grey PS	OK	PS	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	Diethylamine polymer bound	n.a.	n.a.	n.a.	0		
	9	Foam 25-500 mm	Piece	Yellow PUR	OK	PU	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	86% polyamide based mixture, 83% PU	n.a.	n.a.	n.a.	0.5		
	10	Foam 25-500 mm	Piece	Old sponge?	Old, dirty	?	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	86% PU	n.a.	n.a.	n.a.	1		
	11	Hard plastic 25-500mm	Nutella jar lid	Opaque white	broken, dirty	PP	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Black objets are not recognized by the hand scanner	
	12	Hard plastic 25-500mm	Bootle cap	Transparent	Old, dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
	13	Hard plastic 25-500mm	Bootle cap	Transparent	Old, dirty	?	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
	14	Hard plastic 25-500mm	Bootle cap	Opaque blue	Old, dirty	?	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
	15	Hard plastic 25-500mm	Bootle cap	Opaque red	Old, dirty	?	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
	16	Hard plastic 25-500mm	Bottle ring	Black	OK	?	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	PE	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		1
	17	Hard plastic 25-500mm	Packaging	Transparent cup	OK	PP	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	HDPE is not identified as such, nor by the handscanner, nor by the table model Tranparent lids of PE/PP are recognized by the handscanner
	18	Hard plastic 25-500mm	Packaging	Opaque cup white	OK	PP	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	19	Hard plastic 25-500mm	Packaging	Opaque lid light yellow	old	HDPE	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	PE	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	20	Hard plastic 25-500mm	Packaging	Transparent lid	Dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	21	Hard plastic 25-500mm	Packaging	Transparent lid	Dirty	PP	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	22	Hard plastic 25-500mm	Packaging	Transparent lid	Dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	23	Hard plastic 25-500mm	Packaging	Opaque piece white	Old, dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	24	Hard plastic 25-500mm	Packaging	Transparent piece green	OK	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	25	Soft plastic foils 25-500mm	Packaging	Transparent	Old, folded	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	26	Soft plastic foils 25-500mm	Packaging	Opaque & transparen white	Germany	?	0	0	0	0	0	96% PE	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1	

27	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Opaque colored		PP	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Almost all foils recognized by the hand scanner apart from the one from Germany; this one was recognized by the table scanner. Transparent foils are not recognized if not folded; same as PET bottles
28	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Transparent	Old, dirty, folded	?	0	n.a.	PP	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
29	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Transparent & Opaque colored	Old cigarette, more flexible	?	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
30	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Opaque white	Old	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
31	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Transparent	Old, dirty, folded	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
32	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Transparent	Old, dirty, more flexible, bottle packaging, folded	?	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
33	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Transparent & opaque colored	Haribo OK	PP	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
34	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Opaque white	Etiquette, part without glue scanned	?	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
35	Soft plastic foils 25- 500mm	Packaging	Brown	Tape	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Rubber not recognized by the hand scanner; it is by the table model Black plastic not recognized by the hand scanner; sometimes is by the table model works for dirty items if water on item, does not work anymore
36	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque yellow	Old, dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
37	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque red	Old, dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
38	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque red	Old, dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
39	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque pink (part scanned)	Old, dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
40	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque black	OK	?	0	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	
41	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque black	OK, shoe	rubber	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
42	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque white	Dirty, straw	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
43	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque white & pink + transparent	Dirty	plastic & rubber	PP white & pink, rubber not recognized	n.a.	n.a.	n.a.	0.5	Rubber = silicone	n.a.	n.a.	n.a.	1	
44	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque	lighter, old	?	POM	n.a.	n.a.	n.a.	1	POM	n.a.	n.a.	n.a.	1	
45	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque	pen, dirty, old	?	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
46	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque white	Dirty	?	PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
47	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque yellow	Old, dirty	?	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
48	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque yellow	Old, dirty	plastic + rubber	PE, rubber not recognized	n.a.	n.a.	n.a.	0.5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
49	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque white	Old, dirty, spoon	?	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	80% polyamine	n.a.	n.a.	n.a.	0	
50	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque white	Very old, dirty	?	PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	
51	Hard plastic 25- 500mm	Other than Packaging	Opaque black	OK	PP	0	0	n.a.	n.a.	0	0	PP	n.a.	n.a.	1	
52	Other 25- 500mm	Packaging	Shiny	OK	PE	0, also not inner side	0	0	0	0	n.a.	98% polyester fiber 79% PET, inner side PE medium density	n.a.	n.a.	0.5	Very dirty + transparent is not recognized by the hand scanner even after washing and folding, but it is by the table model

	53	Other 25-500mm	Packaging	Carton + layer aluminium + layer plastic	Germany, Dirty	Multilayer	Carton not recognized, inner side not recognized	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	97% PE	n.a.	n.a.	1	
	54	Other 25-500mm	Rope	Opaque orange			PE	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
	55	Other 25-500mm	Rope	opaque green			PP	n.a.	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	





	Object No	Type plastic	Type object	Characteristic	State	Polymer on object	Result hand scanner	Result after cleaning	Result after simple folding	Result after double folding	Total hand scanner	Result table scanner	Result after cleaning	Result after folding	Result after double folding	Total table scanner	Conclusion
MICRO	1	Micro	Pellet	Transparent yellowish	Dirty	?	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	97% paraffine wax 96% PE	n.a.	n.a.	0.5	Most of the pellets are quite soft; supposedly PE
	2	Micro	Pellet	Transparent yellowish	Dirty	?	0	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	Paraffine wax	n.a.	n.a.	0	They are not recognized by the hand scanner (difficult to point, too small)
	3	Micro	Pellet	Black	OK	?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Paraffine wax	n.a.	n.a.	0	
	4	Micro	Pellet	White with black dots	Dirty	?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Beach shoes in China	n.a.	n.a.	0.5	No exact answer from the table model, apart from the supposed Ducor pellet; the pellets seem to have been polluted by paraffine wax; this creates a peak in the lowF and not much else to see; the table model gives several matches but no clear answer; <90%
	5	Micro	Pellet	Transparent cylinder, Ducor?	Dirty	PP if Ducor	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PP	n.a.	n.a.	1	
	6	Micro	Pellet	Opaque blue	Dirty	?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PE & paraffine wax	n.a.	n.a.	0.5	
	7	Micro	Pellet	Transparent yellowish flat	Dirty	?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PE	n.a.	n.a.	1	
	8	Micro	Pellet	Opaque red	Dirty	?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Beach shoes in China	n.a.	n.a.	0.5	a weird answer with some plastic used for beach shoes in China!
												0%				50%	

