

## Onderwerp : onderzoek naar plastics in rivieren



Figuur 1. Ontspanning en contacten leggen.

Het NouW-programma start om 12:00u in het fraai gelegen Villa Westend, Velsbroek bij Haarlem. Wilco heet iedereen welkom. Geen wandel-activiteit op deze Rijp&Groendag, maar wel veel tijd voor contacten leggen. Na een voortreffelijke lunch doet Wilco zijn verhaal over zijn master-onderzoek naar microplastics. Aansluitend vertelt Gijsbert Tweehuysen over zijn onderzoek naar macroplastics in zoet water. Daarna worden we om 18:00 u in Haarlem bij Plastic Free Rivers Makathon verwacht voor de presentatie van een aantal ontwerpen.

## MicroPlastics onderzoek door Wilco Urgert

Wilco legt uit wat plastics eigenlijk zijn: lange ketens van koolstofatomen. De atomen die de zijtakken vormen bepalen het soort plastic. In tegenstelling tot andere koolstofverbindingen kan je plastics niet eten; ze verteren nauwelijks. Wilco heeft zijn MSc afstudeeropdracht bij Rijkswaterstaat (RWS) gedaan. De centrale vraag is: ontwerp een monitoring systeem voor MicroPlastics (MP) in rivieren. Het onderzoek is tot 1,5 jaar uitgelopen gelukkig zonder problemen. Hij is nu bezig met de laatste cursus van de Master: het schrijven van een artikel.

Onderzoek naar MP (plastics met afmetingen tussen 0,1 en 5 mm) bestaat uit de volgende onderdelen:

1. monsters uit het water halen;
2. monsters beoordelen en bewerken;
3. elementen tellen en afmetingen bepalen;
4. soorten plastics bepalen.

MP zijn op te delen in:

- primaire plastics, plastics die bewust in deze afmetingen gemaakt zijn b.v. voor scrubs.
- secundaire plastics, verwerde of gescheurde delen van grotere stukken plastic.

Als MP worden opgenomen door levende organismen kunnen ze de darmstelsels blokkeren en kunnen geadsorbeerde contaminanten zoals bestrijdingsmiddelen, PCB's en dioxinen in het



Figuur 2. Principale componenten analyse. Een fraaie statische methode voor omvangrijke datasets.

organisme dringen. Apolaire stoffen hechten zich makkelijker aan plastics, dan dat ze in het water opgelost blijven. Omgevingscondities bepalen waar deze stoffen zich aan hechten en er is nog veel onderzoek nodig om de risico's van MP goed te kaderen. Gezien het feit dat MP via voeding ons lichaam binnen kunnen dringen, zou hier het voorzorgsbeginsel gehanteerd moeten worden. Dus voorkom de emissie van MP naar het milieu.

De Kader Richtlijn Water 2000/60/EC verplicht EU-landen om de kwaliteit van het binnenwater te waarborgen. RWS zal moeten gaan monitoren als de kwaliteit aantoonbaar in gevaar komt. Maar hoe kunnen we monitoren? Wel, dat is de vraag die Wilco bij de start meekrijgt van Rijkswaterstaat. De eerste uitdaging is het nemen van een representatief monster. De Rijn is op sommige plekken 300 meter breed en 10 meter diep: waar neem je monsters?



Figuur 3 De geïnteresseerde groep is bij aanvang nog wat afgeleid.

RWS heeft o.a. meetstations in de Maas bij Eijsden en in de Rijn bij Lobith; hier zijn lange reeksen van monsters genomen.

## Onderzoeksvragen

- Is het mogelijk om de hoeveelheid MP in een rivier vast te stellen?
- Zijn de gekozen bestaande locaties geschikt voor het monitoren van MP?
- Waarin verschillen Maas en Rijn?
- Wat is de variatie van MP in de tijd? (er is door Wilco 17 weken lang gemeten)
- Is het debiet van de rivier van invloed op de hoeveelheid MP?

## Methode

In de meetstations wordt het water uit de rivier gezogen op 0,8m. onder het wateroppervlak. Gedurende 72 uur wordt het water over drie zeven geleid: 1mm, 0,25mm en 0,125 mm. In deze 72 uur gaat er in totaal 45-60 m<sup>3</sup> water door de zeven. Het uitgezeefde materiaal wordt in kunststof flessen verzameld; de fracties 1mm en 0,25mm worden bij elkaar gevoegd omdat er maar weinig deeltjes in de 1mm fractie aanwezig zijn.

De MP deeltjes worden gereinigd met tot 90°C verwarmd 35% waterstofperoxide. Zand en resterend organisch materiaal wordt afgescheiden in zout water met een dichtheid van 1.2 gram/cm<sup>3</sup>.

Het schone materiaal wordt vervolgens gerangschikt naar uiterlijke kenmerken:

- sheets;
- witte ondoorzichtige bolletjes;
- transparante bolletjes;
- scrubs;
- overige MP;
- geen MP, maar daar wel op gelijkend: vliegvas van een kolencentrale.

Dunne vezels zijn buiten het onderzoek gehouden, omdat ze lang en dun zijn verdwijnt een onbekende fractie door de zeven. Alle MP-delen worden geteld naar afmetingen ingedeeld.

De plasticsoort wordt met Raman-spectroscopie bepaald, een laser beschijnt het MP-onderdeel, de energie daarvan laat atomen in de plasticmoleculen bewegen. Hierdoor heeft het weerkaatste licht een kenmerkend eigen spectrum. Van bekende kunststoffen zijn kenmerkende spectra opgeslagen in een database. Het gemeten spectrum van MP wordt m.b.v. Principale Componenten Analyse (PCA) vergeleken met de standaardspectra. Software komt dan met de meest waarschijnlijke plasticsoort voor de MP.

## Resultaten

MP komen overal voor en er is niet direct een relatie tussen het rivierdebiet en de hoeveelheid MP gemeten. Vergelijking Maas – Rijn:

	Fractie 0,125 – 5,0 mm
Maas bij Eijsden	0,03 – 0,38 mg/m <sup>3</sup>
Rijn bij Lobith	0,22 – 1,05 mg/m <sup>3</sup>
Rijn bij Bimmen	0,29 – 0,70 mg/m <sup>3</sup>

Bronnen voor MP zijn moeilijk aan te wijzen. Uit de literatuur zijn bekende run-off's: plastic-deeltjes die met regen van land naar de rivier gaan en slip/spil, plastic granulaat dat wordt gemorst bij verwerking.

Onzekerheden:

- de monsters zijn genomen op op 0,8m. onder het wateroppervlak, wat is het verschil bij hogere of lagere inname?
- wat is het verschil als in een ander seizoen gemonsterd wordt?
- meten is erg arbeidsintensief, dit beperkt het meetprogramma's en de mogelijkheid onzekerheden te reduceren.
- het onderscheid tussen plastics en niet-plastics is niet altijd duidelijk.

## Varia

Verschillende technieken om MP te onderzoeken zijn reeds voorhanden, deze volgen echter nog weinig samenhangende methoden. Een passend apparaat dat automatisch MP kan tellen en detecteren is er nog niet. Mogelijk dat uit de medische hoek een oplossing te kopiëren is voor het automatisch tellen en identificeren van MP. Bekend is de Flowcytometer die in langsstromend bloed rode en witte bloedcellen afzonderlijk telt. Er is een app. waarmee je consumenten-merkproducten kunt checken op de aanwezigheid van MP. Na het scannen van de productcode geeft de app de hoeveelheid en soort MP aan. Ziet het programma [“beat the microbead”](#).

## Monitoren

Monitoren is bij RWS nog niet aan de orde. Er moet eerst normering komen voordat er iets aan maatregelen bedacht zal worden. Een groot deel van de emissie is diffuus. Mogelijk dat hier de geschiedenis zich naar analogie met de fijnstof-problematiek in langlopende vorm zal herhalen.

## Gijsbert Tweehuysen, oprichter van 'Waste Free Waters'

Gijsbert heeft bij DSM gewerkt als verpakkingsdeskundige. In die functie heeft hij meegewerkt aan het Convenant Verpakkingen. Vijf jaar geleden is hij met de Foundation Waste Free Waters (WFW) gestart. Hij is lid van het EU Technical Group Marine Litter. Eind Juni wordt in Berlijn het Riverine Litter Monitoring Guidance Report gepresenteerd.

Plastic in zee komt daar voornamelijk via rivieren. Met WFW heeft Gijbert onderzoek gedaan in de rivieren: Donau, Dalålvén, Rijn, Maas en Po. Samen met de Ocean Cleanup (Boyan Slat) heeft hij ook onderzoek gedaan in Japan en Indonesië. De situatie in Japan lijkt overigens verrassend veel op die in Nederland.

## Plastic in rivieren

Karakteristieke eigenschappen van een rivier zijn:

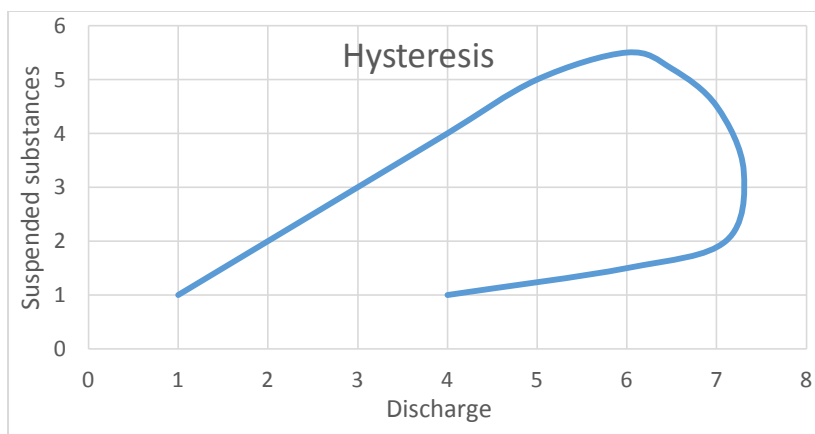
- stroming
- turbulentie
- beslotenheid
- beïnvloed door menselijke factoren (kribben, kanalisering).

Turbulentie komt in rivieren altijd voor, laminaire stroming is eerder een uitzondering. In bochten van de rivier is er een circulaire waterbeweging haaks op de stromingsrichting, deze zorgt onder andere voor de afzetting van zand in binnenbochten.

De resultaten van metingen hangen samen met plaats en tijd van de monsternamen of meting. Effecten van regenval in het stroomgebied spelen mee, de Maas is een echte regenrivier, de Rijn voert ook veel smeltwater af.

De wind heeft effect, net als eddies (draaikolken in het water) en de instroom van zijrivieren. Dammen en kribben in de rivier beïnvloeden de monsternamen sterk. Het nemen van monsters moet om die reden altijd vanaf het water gebeuren, nooit vanaf de oever. Opslag op oevers geeft de laatste hoogste waterstanden aan. De resten van voorgaande hoogste waterstanden worden er door weggespoeld.

Het Hysterese-effect:



Figuur 4. Hysterese in een rivier: een niet-relatie tussen debiet en zwevend stof.

Ten gevolge van een toenemende afvoergolf van de rivier wordt voor de piek een extra grote hoeveelheid plastic door de rivier meegevoerd. Als na de piek de afvoerhoeveelheid weer afneemt is de hoeveelheid plastic veel lager dan bij vergelijkbaar debiet gemeten wordt.

Zoutwatertong:

Een ander bijzonder effect, in het onderzoek bij de Waalhaven geconstateerd, is het voorkomen van zoutwater tot nabij Dordrecht. Bij hoogwater stroomt vlak boven de rivierbodem het zwaarder zout zeewater binnen en veroorzaakt een onvoorspelbaar turbulentie-effect in de rivier.

## Gegevens verzamelen.

Gijsbert beschrijft zijn sample-installatie: op een bestaande motorboot is een boom bevestigd die een zeef-unit meetrekt. De unit bestaat uit een oppervlakte-zeef en een onderwaterzeef, beide één meter breed, de laatste 0,2-0,7 m. onder het oppervlak. De zeef-unit hangt in een catamaran die met een kabel aan de boom bevestigd is, op deze manier volgt de unit het wateroppervlak goed. De zeven zijn van roestvaststaal-draad met een maaswijdte #3,2 mm. Kleinere openingen verstoppert te snel. Van de verzamelde plastics worden alleen de deeltjes > 5mm, de macro plastics, gebruikt in het onderzoek.

	Size [mm]	Compartiment	Unit
Compact	< 25	Drijvend	Aantal/dag [-/d]
Flat	> 25	Zwevend	Gewicht/dag [kg/d]
Long			

De gevonden plastics worden op de volgende punten onderscheiden:

- Grootte: kleinere macroplastics van 5 – 25 mm en grotere macroplastics > 25 mm en
- Drijfvermogen: schuim, hol, film
- Oppervlakte / volume ratio= de vormfactor: bepalend voor de snelheid in turbulentie. Een relatief klein nat-oppervlak draagt bij aan een hoge snelheid.
- Vormen: compact, vlak, lang

Compacte vorm	Drie dimensies van ongeveer dezelfde grootte orde, voelen hard, bros of schuimig aan
Flat of sheets	Eén dimensie is significant kleiner dan de andere , voelt flexibel aan;
Long	Twee dimensies zijn significant kleiner. Voelt flexibel, soft en harig aan.

Enkele bevindingen:

- Er zweven meer kleinere deeltjes dan grotere;
- Compacte deeltjes drijven meer;
- De vormfactor is bepalend voor de opstijgsnelheid bij in het water;
- Deeltjes met een relatief klein 'nat-oppervlak' zijn sneller naar het oppervlak gestegen, dus drijvend.

Aantallen fragmenten afgevoerd door de rivier	totaal	compact	lang	vlak	>25	<25
	100%	47%	3%	50%		
drijvend	74%	44%	2%	27%	8%	26%
zwevend	26%	32%	1%	23%	1%	65%



Figuur 5. Bij de ingang van Ward's Lake park in Shillong, Meghalaya, India; eendjes voeren vanuit een zakje gevouwen uit een oude krant.

De 8% drijvende deeltjes > 25 mm zijn verantwoordelijk voor 72% van het gewicht van het door de rivier meegenomen plastic. Flexibele vlakke plastic-sheets worden gemakkelijk in sedimentlagen opgenomen en afgedekt, Gijsbert heeft dit o.a. in Indonesië waargenomen.

Bij hoge stroomsnelheden en barre weersomstandigheden kunnen de metingen niet met een boot gedaan worden, terwijl juist dan grote hoeveelheden plastic worden afgevoerd. Mogelijk worden er cameratechnieken doorontwikkeld waarmee de plasticafvoer in rivieren continue gemeten kan worden.

Algemeen advies van Gijsbert: Voorkom dat plastics in zee terecht komen en begin met het opruimen van de rivieroever en voorkom natuurlijk ook dat plastics van het land in het water terecht komen. Voorkomen is beter dan genezen



## Het avondprogramma: de Makathon

Het avondprogramma speelt zich af bij de 3DMAKERSZONE in Haarlem. Daar zijn al een aantal dagen scholieren, studenten en experts creatief aan de slag op zoek naar nieuwe ideeën om onze rivieren van plastic te ontdoen. Een niet geringe uitdaging die de deelnemers aangegaan zijn. Alle ideeën zijn welkom en krijgen begeleiding van de ,experts' uit het vakgebied. Experts die ook maar op zoek zijn naar mogelijk hét nieuwe idee, het ei van Columbus. Met name Rijkswaterstaat is als grote nieuwsgierige sponsor op zoek naar frisse ideeën van buiten

Wij komen binnen in de grote hall van 3D MAKERS ZONE in Haarlem als het denk- en knutselwerk al gedaan is en de jury klaar zit om de drie minuten pitches van de MAKATHON-deelnemers aan te horen. De winnaars krijgen toegang tot de volgende uitwerk-ronde en daarna mogelijk een locatie en budget voor het bouwen van een prototype. <http://www.plasticfreerivers.com/>

In de categorie “in the shipping lane” worden gepresenteerd:

### The Sweeping Willow:

Dit concept heeft een treurige wilg als voorbeeld genomen; de boom die na dat de rivier buiten zijn oevers getreden plastic tussen zijn takken vangt. Het ontwerp is een mat van wilgentenen met aan één kant een gesloten buis als drijver en aan de andere kant twee ankerlijnen. De mat wordt aan de rand van de rivier gelegd. Water gaat er langs en door, waarbij plastic zich vast haakt aan de wilgentakken. Bij hoger water wordt de mat door de lijnen voor een groter deel onder water getrokken waardoor het doorstroom-oppervlak groter wordt. Na verloop van tijd raakt de mat verzadigd met plastic. De mat wordt dan uit het water gehaald en op de kant gedroogd en daarna versnipperd en verbrand om energie te produceren. Uitgevoerd met sensoren kan de mat via LoRa, via het internet, de hoeveelheid aangehecht plastic en de locatie doorseinen. De ontwerpers vragen € 180.000,- om een proefproject met tien matten te runnen.



### The Plastic Fisher

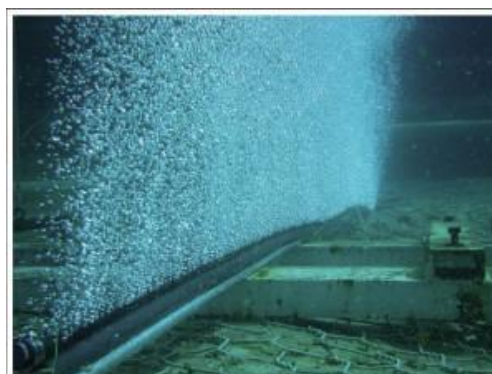
Plastic moet je vangen voor het in zee kan komen. De plastic-visser bestaat uit een lopende band tussen twee drijvers die het plastic uit het water tilt en verwerkt. Aan de visser kunnen vangarmen bevestigd worden ter verbreding van het vangoppervlak. De plastic-visser is ontwikkeld, gebouwd en getest op de Maas in Rotterdam door ISI, Investment in Sustainable Innovations. De plastic-visser is voor € 30.000,- /jaar te huur en verbruikt 30 kWh/d.

### The River Robot

De river-robot bestaat uit een flexibele vangarm die op het water drijft en 30 cm in het water steekt. Wanneer er geen schip vaart, kan de arm over het wateroppervlak getrokken worden en het plastic meenemen naar de kant, waar het in een vangtrechter stroomt. Boten kunnen normaal doorvaren, sensoren zorgen ervoor dat de vangarm dan aan de kant blijft. Vissen zwemmen er makkelijk onderdoor.

### The Bubble Barrier

De bubble-barrier bestaat uit een bellenscherm dat schuin op de oever staat en het drijvende en zwevende plastic naar de kant manipuleert. De opkomende bellen nemen het plastic mee, aan het wateroppervlak voeren de bellen het plastic af. Doordat het scherm schuin op de oever staat, beweegt het plastic zich naar de oever. Daar wordt het met een lopende band uit het water getild. Door twee schermen te gebruiken, één vanaf elke oever, die elk net iets meer dan de halve rivier bestrijken, wordt continu het hele breedte van plastic ontdaan. Schepen passeren ongehinderd het



bellenscherm. Als de schermen een aantal meters achter elkaar geplaatst zijn, ontstaan er openingen voor de vissen. Het ontwerp is robuust, bomen die door de rivier meegenomen worden, kunnen het bellenscherm niet beschadigen.

Bijkomend voordeel is dat de bellen zuurstof in het water brengen. Het bellenscherm is een bestaande techniek; bij de sluisen van Terneuzen wordt een bellenscherm gebruikt om zout en zoet water gescheiden te houden.

Een beweeglijk rivierbed zou een probleem kunnen zijn; de buis die de bellen produceert zou begraven kunnen raken.

De groep heeft nog geen duidelijk beeld van de kosten voor een prototype, daarvoor moet eerst nog onderzoek gedaan worden aan bubble grootte, benodigde druk etc..

## The Water Donut

De waterdonut bestaat uit een skimmer die aangedreven wordt door een venturie. Ze kunnen zodanig in de rivier gelegd worden dat schepen niet gehinderd worden. In de opening van de skimmer zit een net dat door pleziervaarders geleegd kan worden. Wanneer de inhoud ingeleverd wordt bij een havenmeester krijgt de schipper er bijvoorbeeld een dag gratis havengebruik voor.

In de categorie **“outside the shipping lane”** worden gepresenteerd:

### The Plastic Pinball.

De plastic pinball bestaat uit een net dat als een transportband op zijn kant plastic uit het water filtert en naar de kant brengt waar een andere band het op de kant brengt. De plastic pinball kan scharnieren, zodat hij uit de vaargeul gedraaid kan worden als schepen passeren.

### Catch Rings

De catch-rings vangen het drijvend plastic af. Samengesteld uit afwisselend drijvers en haken, die als kralen op een lijn zitten, vormen ze een gesloten cirkel. De haken kunnen één richting op draaien; wanneer een golf met daarin plastic over de lijn stroomt, dan draaien de haken mee en laten zo het plastic in de ring. Wanneer het water weer terug stroomt, dan blijven de haken staan en houden het plastic tegen.

### The Soup Scoop

De soup-scoop is een kantelbaar net dat in een buitenbocht, de kant waar het meeste plastic passeert, van een rivier geplaatst wordt. Het net vangt of filtert het plastic uit het water. Wanneer het net vol is, kiepert of kantelt het net het verzamelde plastic uit het water op de oever in een verzamelbak. Direct daarna wordt het net weer in de rivier gelaten om meer met plastic te vangen.

### The Plasticception

De plasticception bestaat uit een trechtervormig net, een ring waarin een rondgebreid net opgeslagen zit en een stuk van het rondgebreide net dat aan het eind dichtgebonden is en zo een netzak vormt. Het plastic komt door de trechter binnen en blijft in de netzak hangen. Wanneer die netzak vol zit, wordt hij dichtgebonden en naar de wal gebracht. Uit de ring komt direct een volgende netzak die meteen aan de achterzijde dichtgebonden wordt en dan gaat filteren. De plasticception ligt aan de kant van de rivier zodat schepen kunnen passeren. Om het rendement te verhogen kan met een gerichte spuitmond de bovenste laag rivierwater naar de trechter gestuurd worden.



## The Recycled Park

Het recycled park is een park in de haven dat drijft op uit het water gevist plastic. Om dat plastic te verzamelen is een soort drijvend dok bedacht: het water stroomt aan één kant het dok in, aan de andere kant zit eerst een rooster dat het grove plastic vangt en daarachter een zeef voor de kleinere plastic delen. Bij kerend tij wordt er aan de voorzijde een klep gesloten om te voorkomen dat het plastic weer uit het dok stroomt. Aan de instroomzijde kunnen vangarmen aangebracht worden om het rendement te verbeteren.

### De laatste vier concepten in de categorie “Micro Plastics Meting”:

#### The MACO

De MACO, Measure, Analyse, Clean & Observe, is een robot “vis” met sensoren en aandrijving. De MACO speurt met UV licht en een camera naar plastics van 1-5 mm; wanneer de robot een stukje plastic ziet, dan wordt het soort plastic geanalyseerd. Vervolgens worden afmetingen, soort en locatie doorgegeven aan een centraal punt. Vanuit dat centrale punt kan dan actie genomen worden om het plastic op te ruimen.



#### The Micro Beads

Micro Beads - een bijdrage van vier-havo van het Kaj Munk college- verwijdert micro plastics uit water door de plastic deeltjes in een bad met ijzerdeeltjes te brengen. Met een magneet ontstaat gelaagdheid waarna de plastic deeltjes naar samenstelling kunnen worden afgevangen en gefilterd met apolaire filters. Wilco Urgert was als mentor-deskundige aan deze groep verbonden.

#### Micro Plastic Vrij Waterland.

Dit idee is bedoeld om data te verzamelen en awareness te kweken voor de plasticvervuiling. Het bestaat uit een opzetstuk op een smart phone of tablet waarmee de hoeveelheid microplastics gemeten kan worden. Deze gegevens worden met locatie doorgestuurd naar een centraal punt, zodat de verspreiding van micro plastics in beeld gebracht kan worden. Mensen met een sensor maken vrienden en kennissen nieuwsgierig en bekend met het micro-plastics-probleem.

#### The Doom Prepper Sailors, the game

Ook dit idee is bedacht om gegevens te verzamelen en algemeen bewustzijn te verhogen. Het spel begint met het 3D-printen van bootjes waarmee data verzameld worden. Met alle data van de bootjes kan een spel, een game, gespeeld worden. Met het spelen van de game worden de hotspots van MP in de rivieren in kaart gebracht.

## Juryberaad

---

Na uitvoerig beraad van de deskundige jury wordt onder groot applaus en met veel complimenten een zevental winnaars aangewezen:

- ✓ **SweepingWillow,**
- ✓ **MicroBeads,**
- ✓ **BubbleBarrier,**
- ✓ **PlasticSsafe,**
- ✓ **WaterDonut,**
- ✓ **CatchingRing,**
- ✓ **DoomsPrepperSailors**

Zij krijgen een ticket voor de volgende ronde. De andere zeven krijgen elk een set van vier drones, om met een helicopterview hun voorstel nog eens te bezien.

Een schitterend en bruisend feest vol van Rijk&Groen innovativiteit om plastic rommel uit de rivieren te vissen.

Terugblikkend : een zeer geslaagde en informatieve NOUW-Rijk&Groen-dag, complimenten aan de organisatie van NOUW en Makaton.

Verslag: Pieter Jan Koole en Martien Voegelzang, 17 jun 2016