

A dark, high-contrast aerial photograph of a river, showing a dense accumulation of white and light-colored litter floating in the water. The river flows from the top right towards the bottom left.

Large-scale remote monitoring of riverine litter to evaluate effectiveness of clean-up technologies

Els Knaeps, Liesbeth De Keukelaere, Robrecht Moelans, Klaas Pauly, Daniel Iordache, Sam Oswald



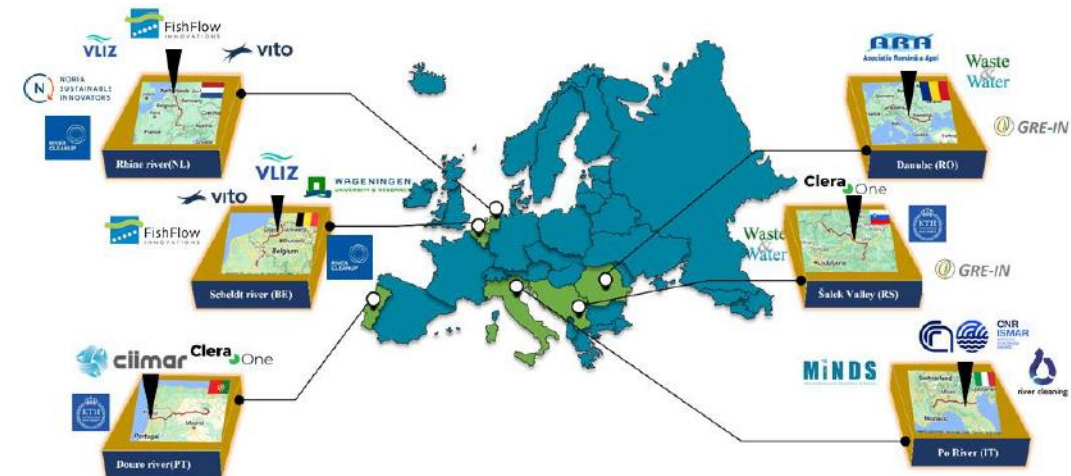
INSPIRE



INSPIRE will contribute to the drastic reduction of litter, macro and microplastics in European rivers

The solution of INSPIRE is a holistic approach conceptualized in the “DCP concept”:

- DETECTION of the pollution present in the river and at the riverbank;
- COLLECTION of litter and macroplastics at the riverbank; and litter, macro- and microplastics in the river;
- PREVENTION of litter, macro and microplastics to enter the river by:
 - Collecting it from its waste stream before it can enter the river
 - Developing biodegradable alternatives for non-degradable polluting products



realizing 20 technologies and actions

remotesensing.vito.be



WASTE WATCHERS: DRONES OPSPOREN ZWERFVUIL

Wiebe de Jager 26 juli 2023

62 SHARES

PROJECT WIL OEVERS IN KAART BRENGEN VOOR GERICHTERE ZWERFVUILACTIES

Zwerfvuil opsporen met de inzet van drones en AI is niet nieuw, maar het is wereldwijd wel de eerste keer dat daarvoor massaal burgers worden ingeschakeld. Door kunnen wetenschappers veel meer data verzamelen. Dat is ook het idee achter Waste Watchers van de nieuwe project van VITO en River Cleanup.

Help met je drone mee afval opsporen langs de Schelde

Annelin Maeren

Het Waste Watchers-project schakelt burgers in om met drones foto's te maken van de oevers van de Schelde, die daarna worden geanalyseerd door een wereldprimeur: het is de eerste keer dat het grote publiek met drones mee op zoek gaat naar zwerfvuil.

Maeren is projectleider Waste Watchers en heeft het goede voorbeeld. Ze wil graag dat er meer mensen betrokken worden bij het project. Het is een belangrijke expertise in huis, maar we hebben ook van burgers. Het is niet in de eerste plaats om de oevers van de Schelde in kaart te brengen, maar om de zwerfvuilacties te gerichten. Het is een belangrijke expertise in huis, maar we hebben ook van burgers. Het is niet in de eerste plaats om de oevers van de Schelde in kaart te brengen, maar om de zwerfvuilacties te gerichten.

Oorlog tegen zwerfvuil nu ook vanuit de lucht

WASTE WATCHERS
Drones en AI brengen vervuiling langs Scheldeoevers in kaart

Wie al eens met een drone heeft vliegen en in z'n met vliegen in de klap slaan. De non-profiteur Rijkswaterstaat River Cleanup van de Schelde afsporen nog vrijwel alle piloten. Het barbaars project is een wereldprimeur.

Rijkswaterstaat is de aanvoerder van de wereldwijd grootste opruimacties langs rivieren. Het project wordt geleid door de Rijkswaterstaat, met name door de afdeling Water en Afval. Het project wordt geleid door de Rijkswaterstaat, met name door de afdeling Water en Afval.



Waste Watchers

Vlieg mee naar propere rivieren

Met je eigen drone aan de slag

Geweldig dat je een vlucht wil uitvoeren voor Waste Watchers! Om je vlucht correct en vlot te laten verlopen, neem je deze richtlijnen best grondig door.

Wettelijk in orde

- Als je een drone met een camera aanschaft moet je je bij de FOD Mobiliteit **registreren als exploitant**, ook als hobbyist. Dat kan gratis op het online [dronesPortal FOD Mobiliteit en Vervoer](#). Je krijgt dan een **exploitatie nummer** dat je zichtbaar moet **aanbrengen** op je drone(s).
- Bij je registratie geef je een polisnummer op die burgerlijke aansprakelijkheid voor je drone activiteiten dekt. Is het enkel voor je hobby, dan volstaat meestal je **familiale polis**.
- Om te vliegen met een drone van minder dan 250 g volstaat het in principe om de **handleiding te lezen**. Een opleiding is niet verplicht, maar het **theoretisch Open AI certificaat halen, kan eenvoudig, gratis en online**. We raden dit sterk aan.
- Het is jouw verantwoordelijkheid als piloot om een **veilige en legale dronevlucht** uit te voeren. Het Waste Watchers project voorziet op geen enkele manier in onthefingen voor de geldende regels en beperkingen.

Welke drone?

- Voor Waste Watchers kan je gebruikmaken van de **DJI Mavic Mini, Mini 2, Mini 2 SE, Mini 3 en Mini 3 Pro**. Heb je een **Parrot ANAFI, DJI Mavic Air** (niet de Air 2 of Air 2S), **DJI Mavic 3 Classic, Mavic 3** of **Mavic 3 Cine** (als je voor beide laatste types een C1-label hebt aangevraagd) kun je ook aan de slag, maar vlieg dan niet recht boven de jaagpaden. Het is met deze drones niet toegestaan boven voorbijgangers te vliegen.

zwerfvuil liggen. Het is fijn om op deze manier mee te helpen aan de opruiming van de Schelde. Het is een belangrijke expertise in huis, maar we hebben ook van burgers. Het is niet in de eerste plaats om de oevers van de Schelde in kaart te brengen, maar om de zwerfvuilacties te gerichten.



Technologies

Riverbank litter using drones



Plastic flux monitoring with fixed camera





Riverbank litter - Dataset



MAPEO Field Software 1.1.14

220 participants
100 flights
80 photos per flight
40 KM river banks

Mission name	Flight date	Platform	Camera	No images	Session date	Upload OK?
Schellebelle_GertVaesen_01	2023-07-12	DJI FC3582	FC3582	93	2023-07-13 11:02:39	<input checked="" type="checkbox"/>
Henriksem_DennisDeMeyer_02	2023-07-14	DJI FC3582	FC3582	393	2023-07-17 12:17:42	<input checked="" type="checkbox"/>

Word Waste Watcher!

Bij Waste Watchers zetten we drones en artificiële intelligentie in om te weten te komen waar het zwerfafval aan de Schelde zich verzamelt. De drones vliegen langs de rivieroeveren en hun beelden worden geanalyseerd door artificiële intelligentie die het zwerfafval herkent. Die informatie wordt dan omgezet in een handige kaart.

IK HEB GEEN DRONE

IK HEB EEN EIGEN DRONE



- + (Zoom In)
- (Zoom Out)
- 🌐 (Global/Reset)
- 📖 (Layers)
- 📍 (Location)
- 📄 (Info)
- ⬇️ (Download)

< Back to project details



Space bar Ctrl +/-

Ctrl+Z Ctrl+Shift+Z

Label tools



Size: [slider] Bpx

Apply

Classes

- ◆ a1 bottle 1
- ◆ a2 sheet 2
- ◆ a3 bag 3
- ◆ a4 caps lids 4
- ◆ a5 fishing line monofilament 5
- ◆ a6 fishing line entangled 6
- ◆ a7 synthetic rope 7
- ◆ a8 fishing net 8
- ◆ a9 cable ties 9
- ◆ a10 strapping band 0
- ◆ a11 crates and containers
- ◆ a12 other
- ◆ a12 other plastic
- ◆ b1 diapers



Labelers(6)

- > DL
- > DL
- > RK
- > DL
- > DB
- > DL

Your labels(0)

No items

Disable

997 / 1383

Skip

Submit



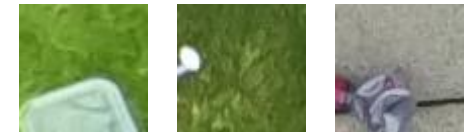
AI Model

- Different types of litter manually labelled.
- Converted to patches of 64-pixels, class of 'litter' or 'no litter'.
- Resnet-50 model trained with equal number of patches with and without litter.
 - Prediction accuracy of 91.6%
- Benefits of approach include:
 - Fast and simple to train.
 - Can easily include more labelled data.
 - End product easy to look at.

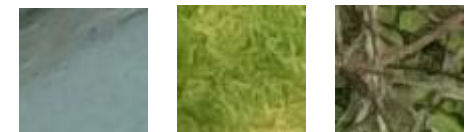
Labelled



Litter patches



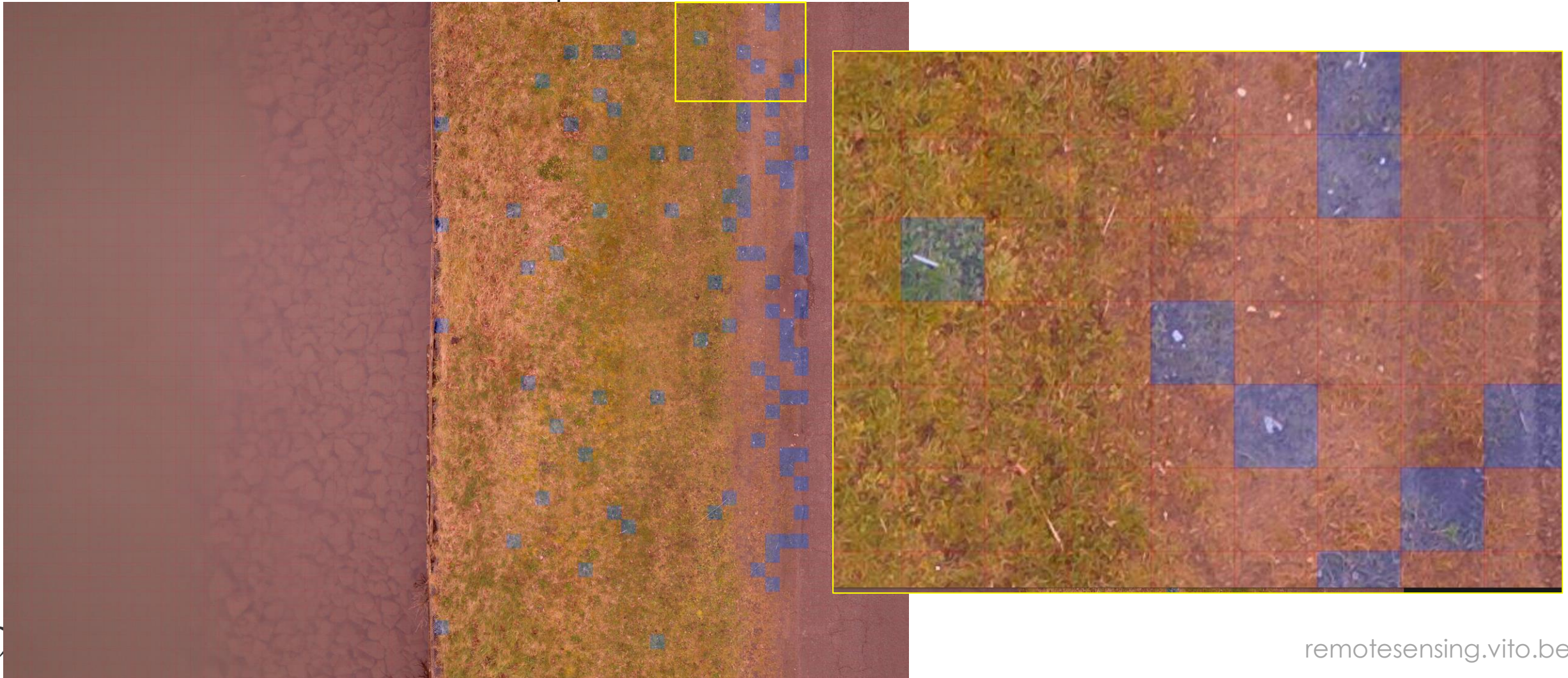
No Litter Patches

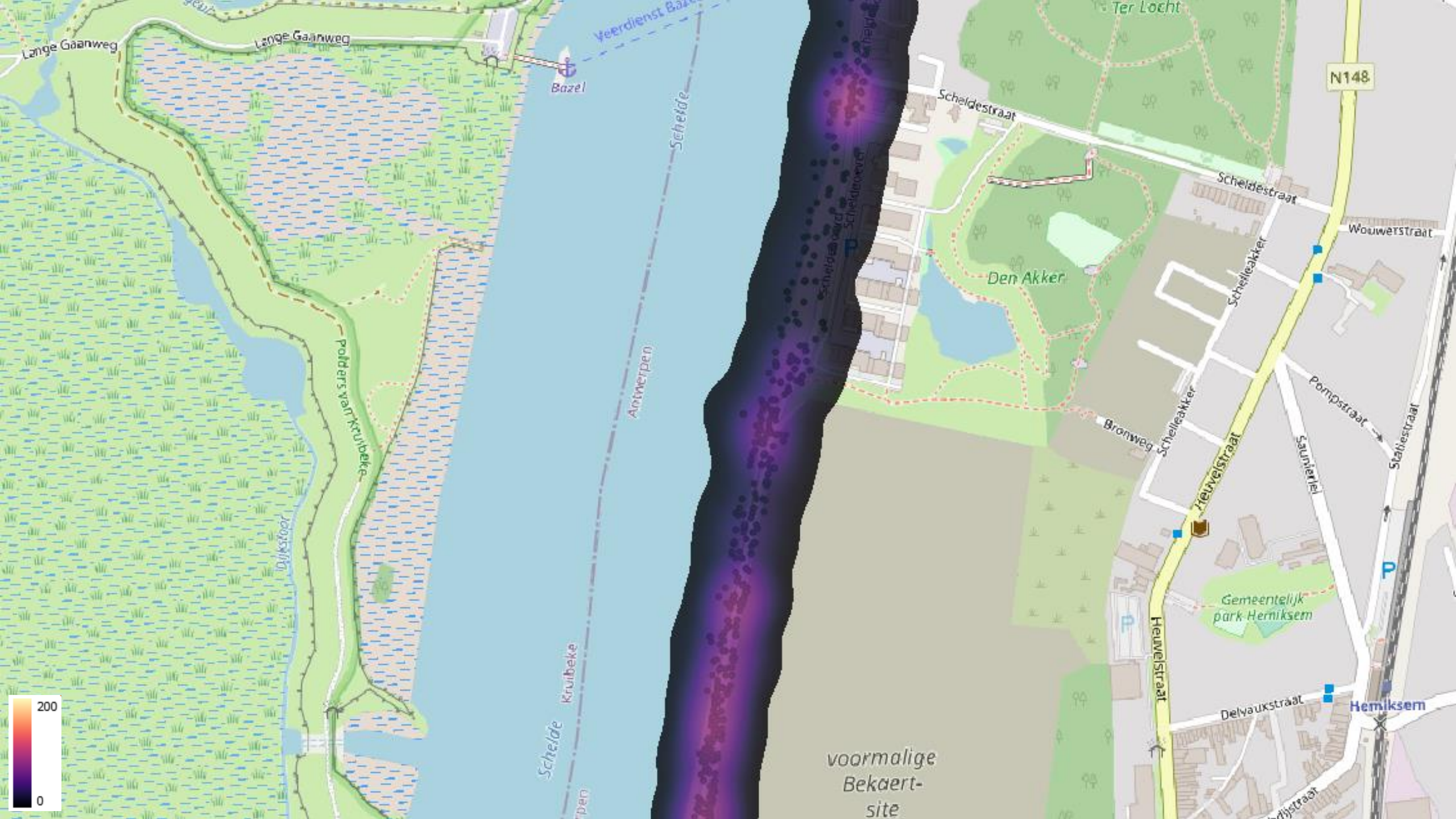




AI Model

- Blue = Litter detected in patch.
- Red = No litter detected in patch.





Lange Gaanweg

Lange Gaanweg

Bazel

Veerdienst Bazel

Schelde

Antwerpen

Schelde
Kruibeke
Antwerpen

Scheldestraat

N148

Den Akker

Scheldestraat

Wouwerstraat

Schelleakker

Pompstraat

Stalstraat

Bronweg

Schelleakker

Heuvelstraat

Saunierijel

Gemeentelijk park Hemiksem

Heuvelstraat

Delvauxstraat

Hemiksem

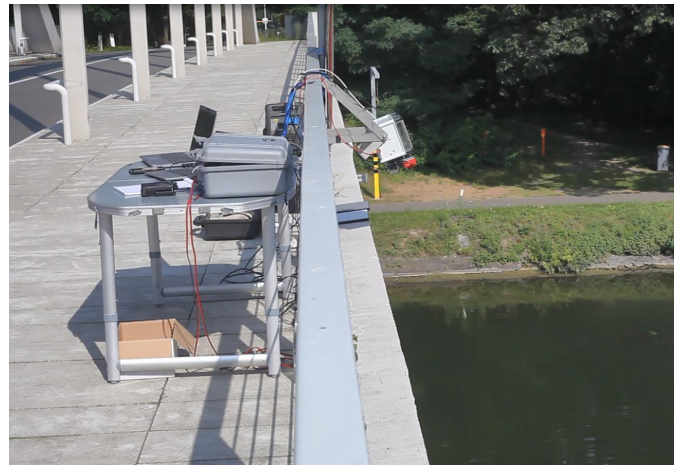
voormalige
Bekaert-
site



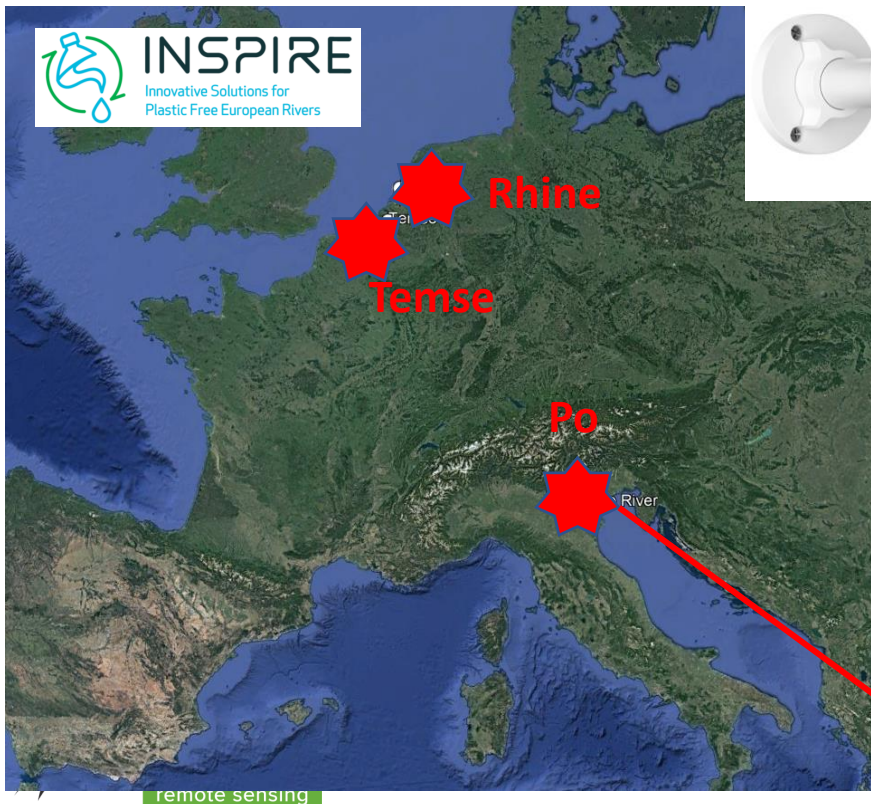


Plastic flux

Test and develop set-up



Operational set-up



camera = RLC-1212a

River Cleaning technology



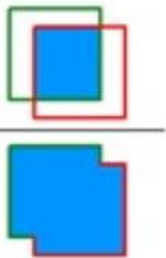
CLEAN TRASH collection cage

remotesensing.vito.be



AI model for RGB data to detect floating litter

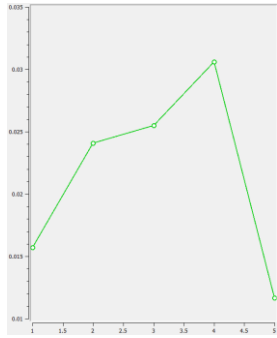
- Faster RCNN (Region-Based Convolutional Neural Network) was selected (Faster, 2015)
- average precision 50 obtained at 89.88% for IOU at 50

$$IOU = \frac{\text{area of overlap}}{\text{area of union}} = \frac{\text{area of overlap}}{\text{area of union}}$$






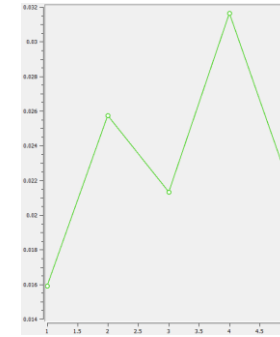
AI Model for Multispectral Data



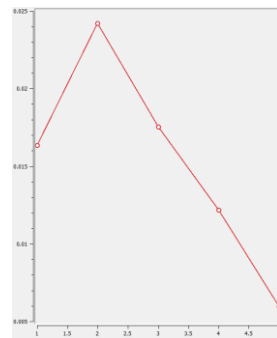
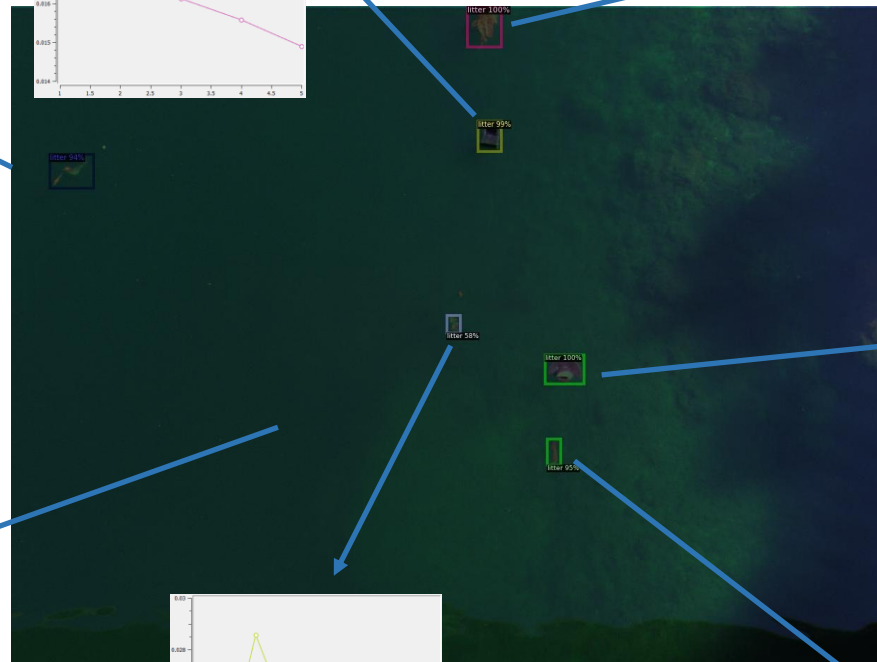
floating
(vegetation) residual



painted foil

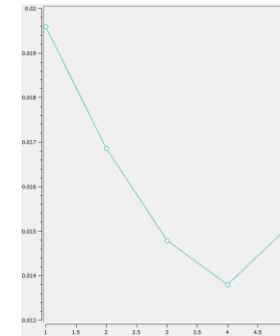
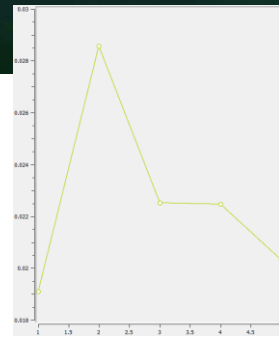


water plant

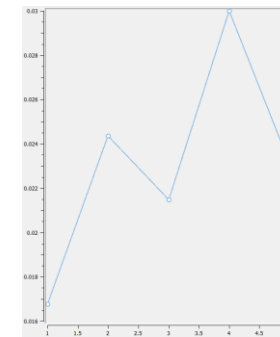


water

(submerged)
water plant



plastic



water plant

Bio-litter 85 cm²



Plastic 171 cm²



Bio-litter 47 cm², 30 cm²



Plastic 561 cm²



Small Object 3 cm²

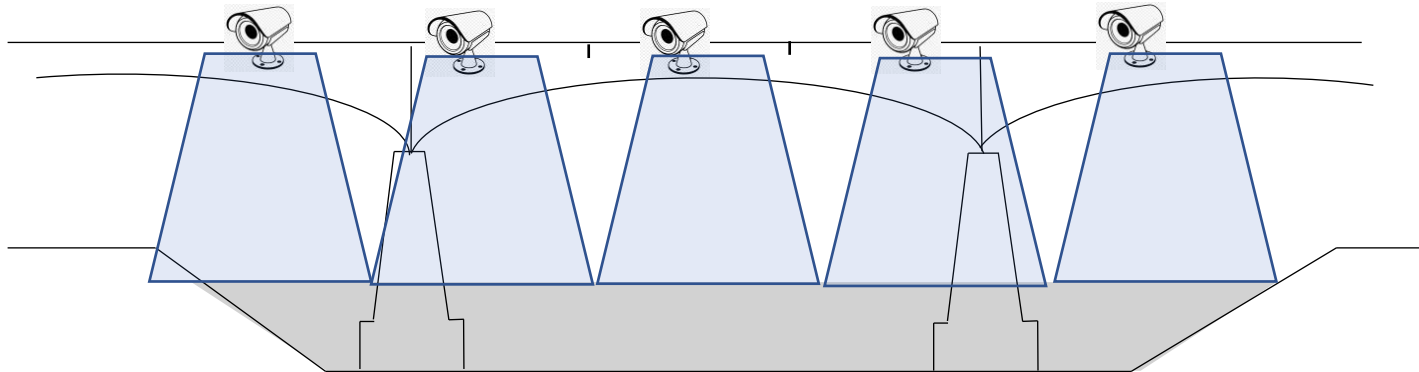
Plastic 86 cm²

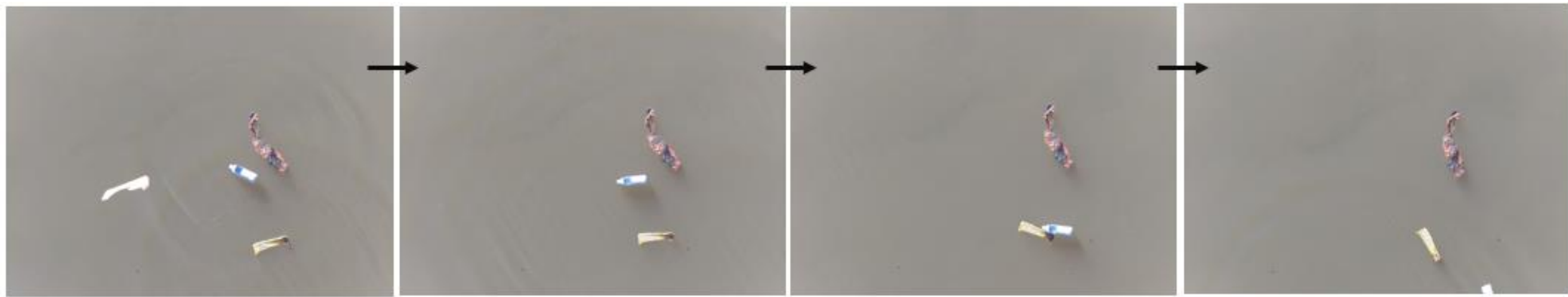




From detecting objects to plastic flux

- How much objects per unit of time
- Cover complete cross section of the river: add more cameras, extrapolation...
- We need unique counts but doubles due to frame rate, tide, wind...

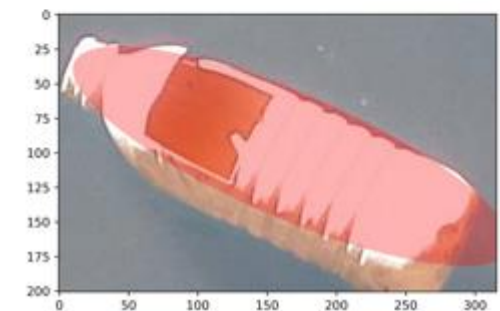
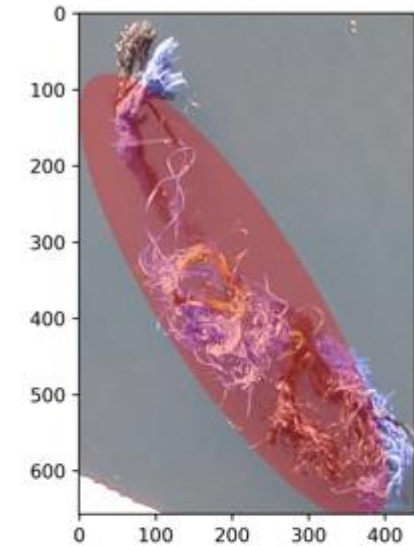






Add intelligence

- Use:
 - From bounding box to shape
 - Colour: via transformation (RGB => HSV or LAB)
 - Eccentricity of ellipse
 - Solidity ($\#pixels_{region} / \#pixels_{convex\ hull}$)
 - Area
 - Perimeter
 - Axes of ellipse
- Example: rope vs bottle
 - $solidity_{rope} \ll solidity_{bottle}$
 - $perimeter_{rope} \gg perimeter_{bottle}$





Comparison score

	ImageDire	ImageName	LitterIdInr	EpochTimeAcq	HueSaturation_x	HueSaturation_y	Eccentricity	Solidity	Area	Perimeter	AxisMajorLength	AxisMinorLength	LitterIdUnique	ComparisonSc
0	P:\code\pl	20220308T132004Z.064425.jpg	idii_0	1646742004	0.0	0.0	0.9827353566	0.6953381	39377	1665	611	113	id_000000001	-1
0	P:\code\pl	20220308T132006Z.463676.jpg	idii_1	1646742004	0.07330386971025	0.0803807775028	0.9531148787	0.6080410	19101	2292	355	107	id_000000002	-1
0	P:\code\pl	20220308T132009Z.064425.jpg	idii_2	1646742004	0.0	0.0	0.9652265632	0.6739971	16550	1367	342	89	id_000000003	-1
0	P:\code\pl	20220308T132009Z.064425.jpg	idii_3	1646742004	0.14133737556981	0.0024864244620	0.9464425372	0.1336085	13786	8202	544	175	id_000000004	-1
0	P:\code\pl	20220308T132006Z.463676.jpg	idii_0	1646742006	0.15533980582524	1,94E-01	0.9528838513	0.1495009	15234	8785	576	174	id_000000004	3.5
0	P:\code\pl	20220308T132009Z.064425.jpg	idii_1	1646742006	0.0	0.0	0.9716386347	0.6629007	15549	1319	349	82	id_000000003	4.5
0	P:\code\pl	20220308T132006Z.463676.jpg	idii_2	1646742006	0.08500295907978	0.0813346629519	0.9557375336	0.7202333	21486	1894	347	102	id_000000005	-1
0	P:\code\pl	20220308T132009Z.064425.jpg	idii_0	1646742009	0.15859030837004	0.0	0.9493147934	0.1679957	15969	9035	555	174	id_000000004	4.5
0	P:\code\pl	20220308T132009Z.064425.jpg	idii_1	1646742009	0.0	0.0	0.9709794195	0.7380136	16147	1062	343	82	id_000000006	-1

20220308T132004Z.064425.jpg

20220308T132006Z.463676.jpg

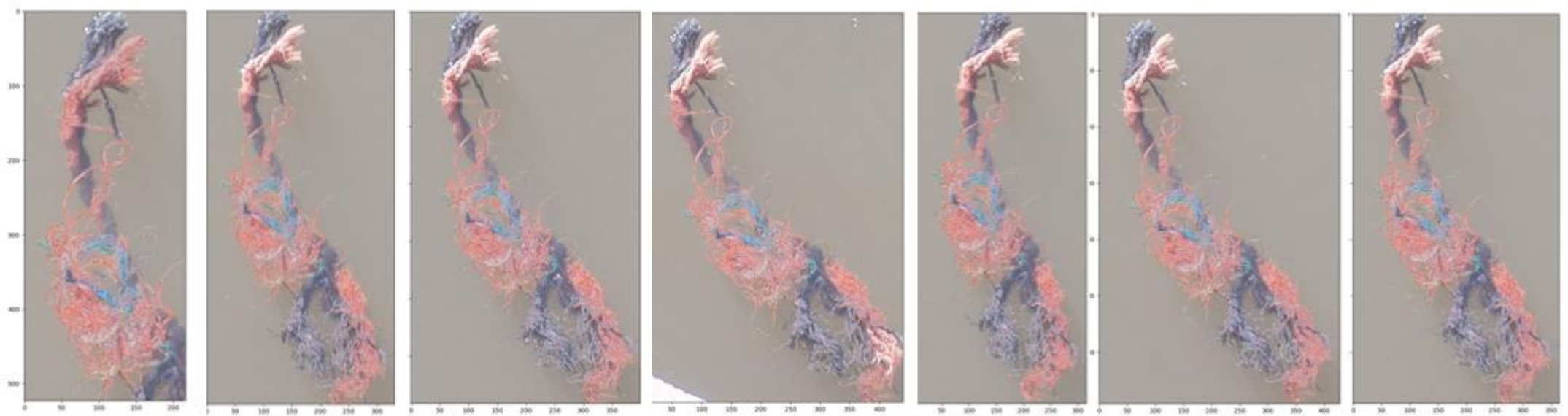


- Identifying all objects in previous images
- Calculate metrics
- Then compare in next image



Comparison score

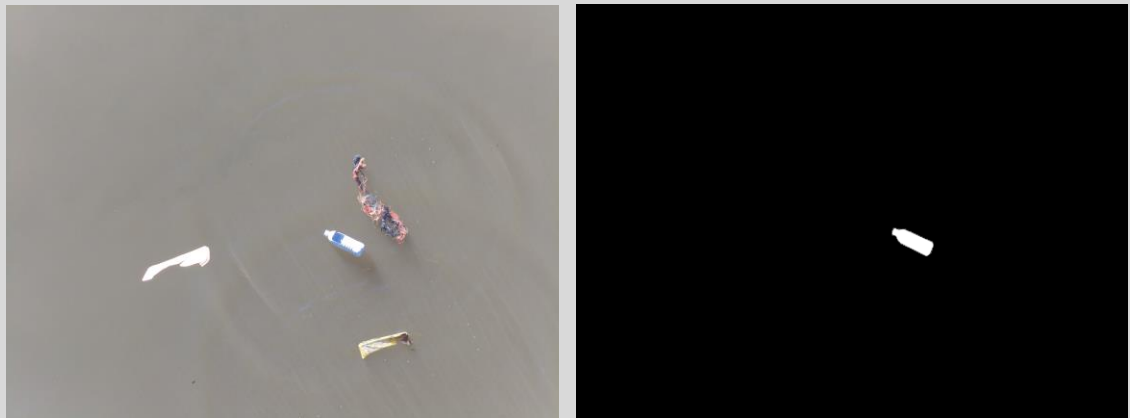
7 matches for the rope





Personalize SAM with One Shot

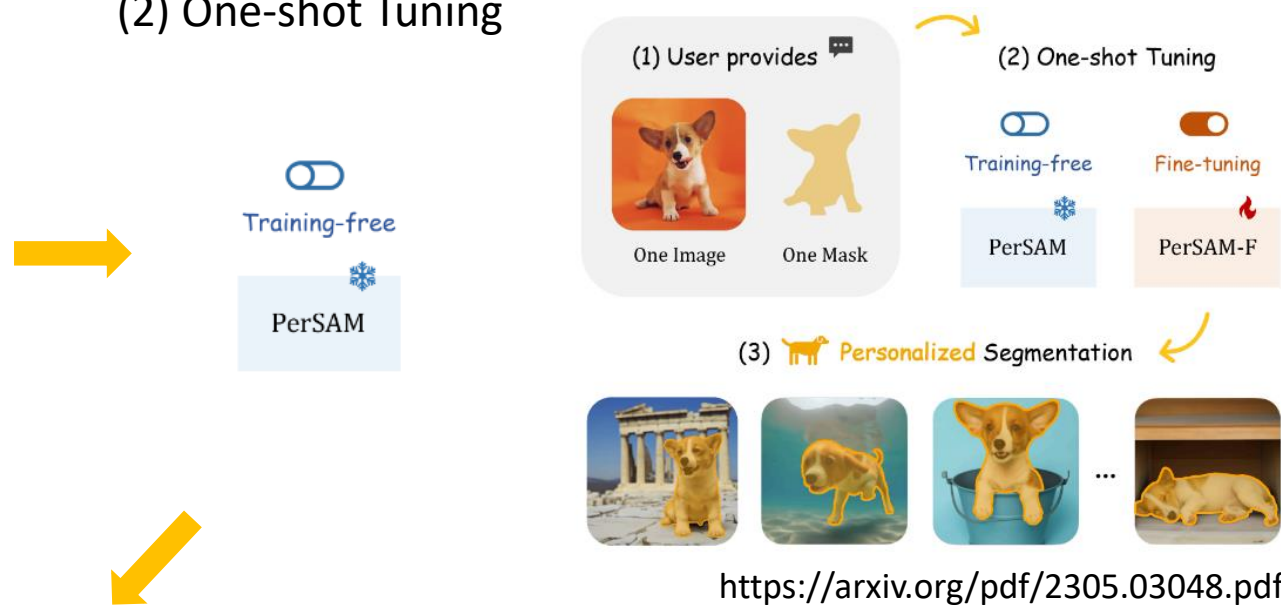
(1) User provides



One Image

One Mask

(2) One-shot Tuning



(3) Personalized Segmentation



Based on Segment Anything (Meta AI)
segment-anything.com/



Outlook

Riverbank litter

- More diverse backgrounds, more training

Plastic flux

- Long term monitoring
- Use ellipse to derive the size of the object
- Improve object detection model to better distinguish objects that are connected.
- Use multispectral data to distinguish different types of litter and application types

THANK YOU



RIVER CLEANUP

Questions?
els.knaeps@vito.be



INSPIRE
Innovative Solutions for
Plastic Free European Rivers

