



Onderzoek camera's en AI bij de stuw van Borgharen



Inhoud

1. Doel van dit project
2. Vraag 1
3. Vraag 2
4. Conclusie
5. W.v.t.t.k. / vragen?

De beantwoording van de volgende twee vragen:

1. Wat is de beste **cameralens** voor het monitoren van plastic afval dat onder kunstwerken doordrijft?
2. Hoe goed kan een camera gecombineerd met **AI-algoritmes** het transport van plastic afval vaststellen?

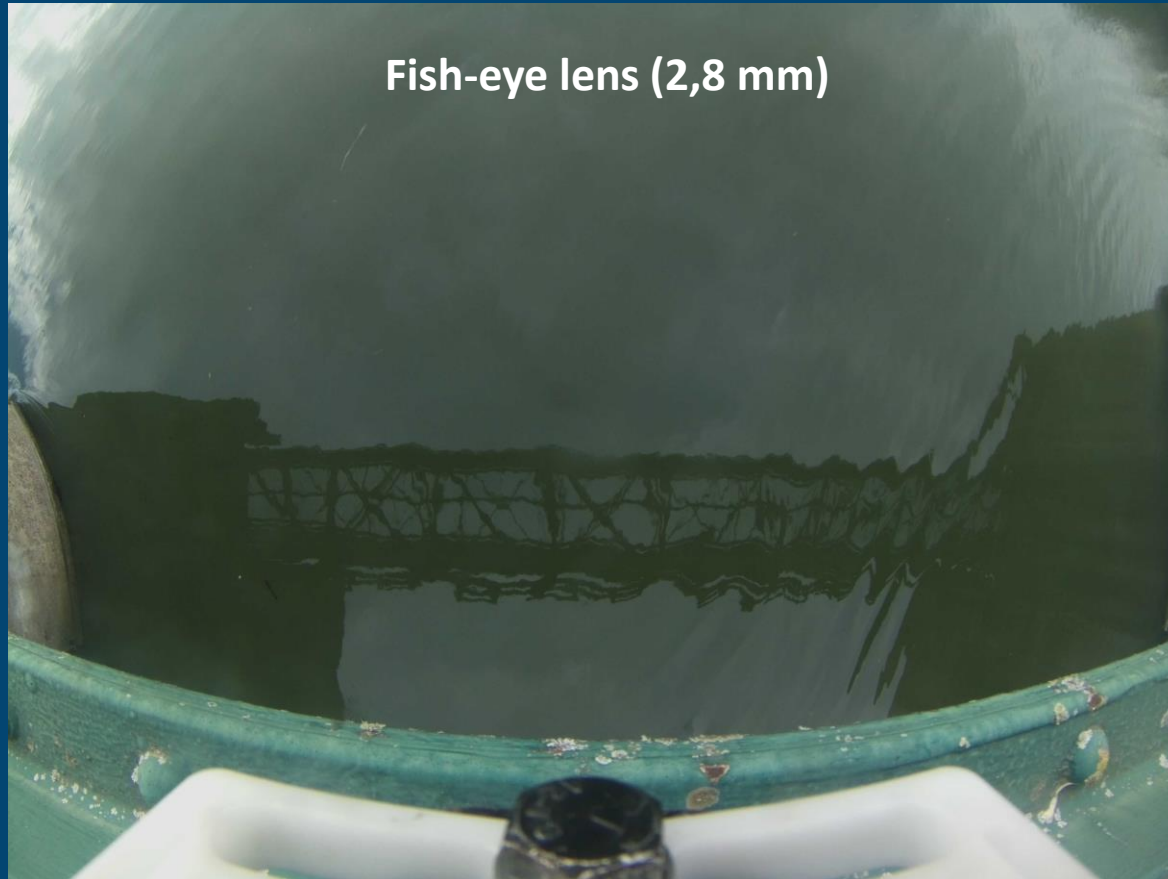
Wat is er gedaan?

- 4 camera's geïnstalleerd bij de stuw in Borgharen
 - 2 verschillende lenzen (lineair en fish-eye)
- Getest met vaste stroomvoorziening & zonne-energie
- Data verzameld tussen januari en mei

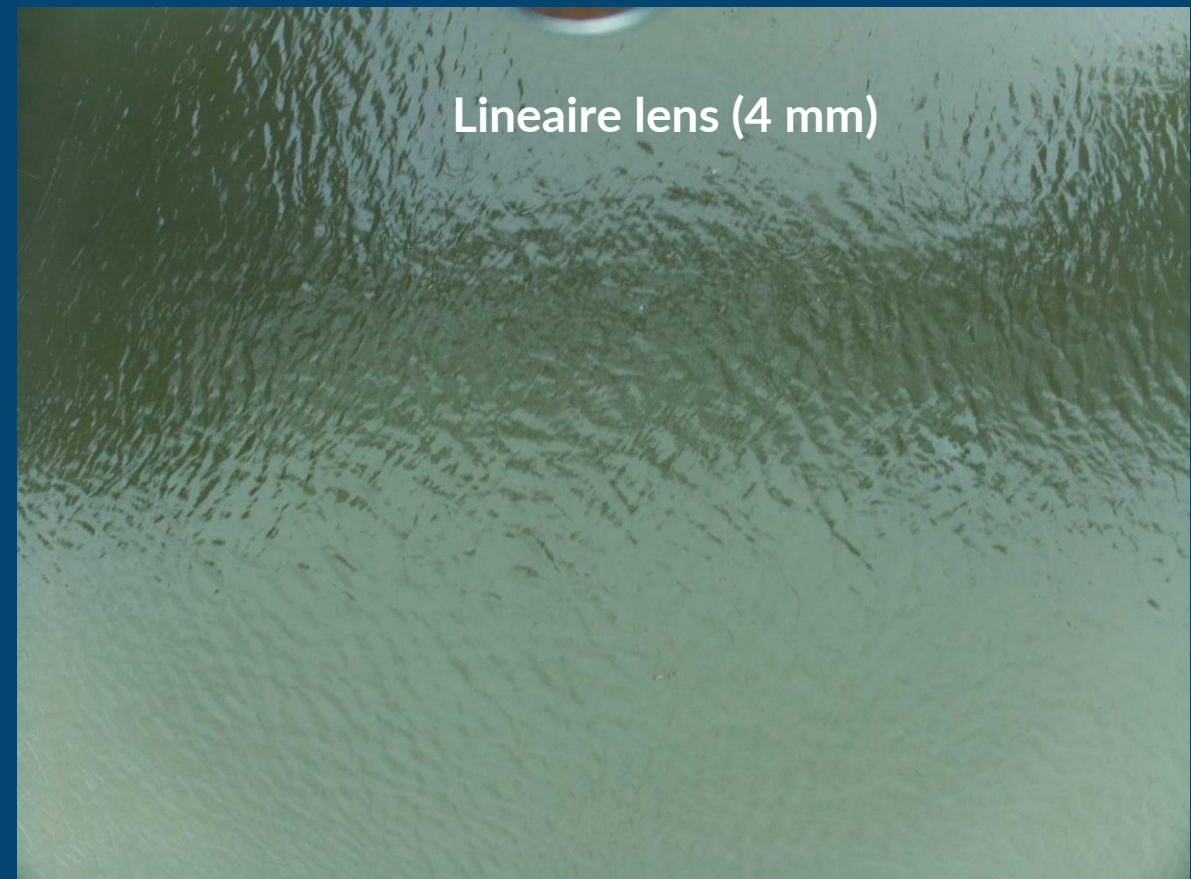


- + Groter filmoppervlak → minder camera's nodig om meer breedte te filmen
- Lagere resolutie per meter → zwerfvuil objecten zullen kleiner zijn
- Vervorming aan de zijkant van het beeld

- Kleiner filmoppervlak → meer camera's nodig om meer breedte te filmen
- + Hogere resolutie per meter → zwerfvuil objecten zullen groter zijn
- + Geen vervorming



Fish-eye lens (2,8 mm)



Lineaire lens (4 mm)

Wat is de beste cameralens om te gebruiken voor het monitoren van plastic afval dat onder kunstwerken doordrijft?

- Lineaire lens is het meest geschikt om zwerfvuil te monitoren
- De cameralens dient afgestemd te worden het type kunstwerk. Variabelen die daarin een rol spelen zijn:
 - Brughogte
 - Breedte waterstroming
- Uiteindelijk dient er altijd een afweging gemaakt te worden tussen de hoeveelheid breedte die je wilt filmen en de resolutie van de beelden
- Goede maatstaf om vanuit te gaan hiervoor is een lens die zorgt voor een resolutie van **> 0.25 cm / pixel**. Hiermee kunnen individuele objecten nog herkend worden. Lens indicaties voor verschillende brughogtes:

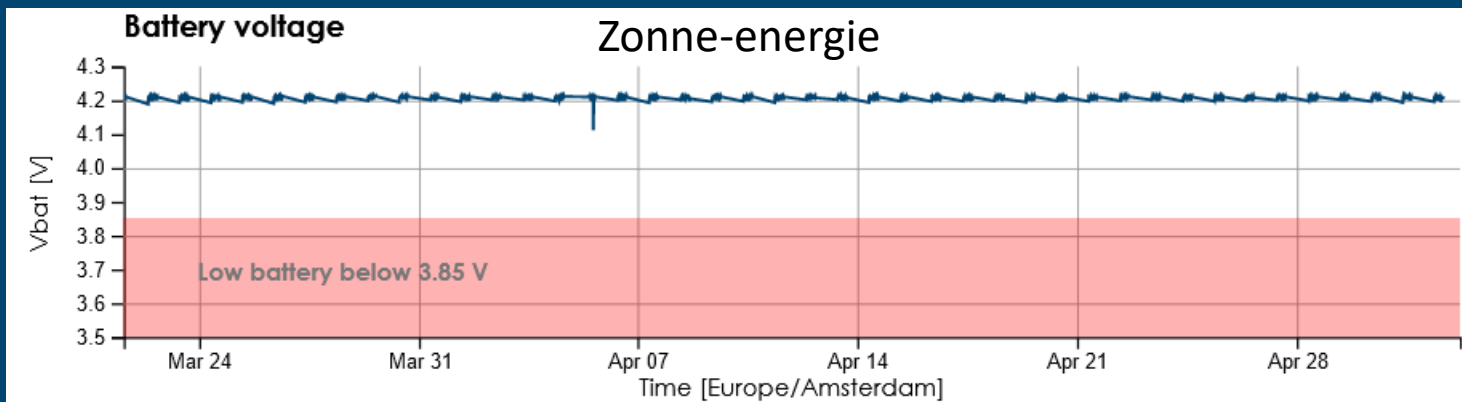
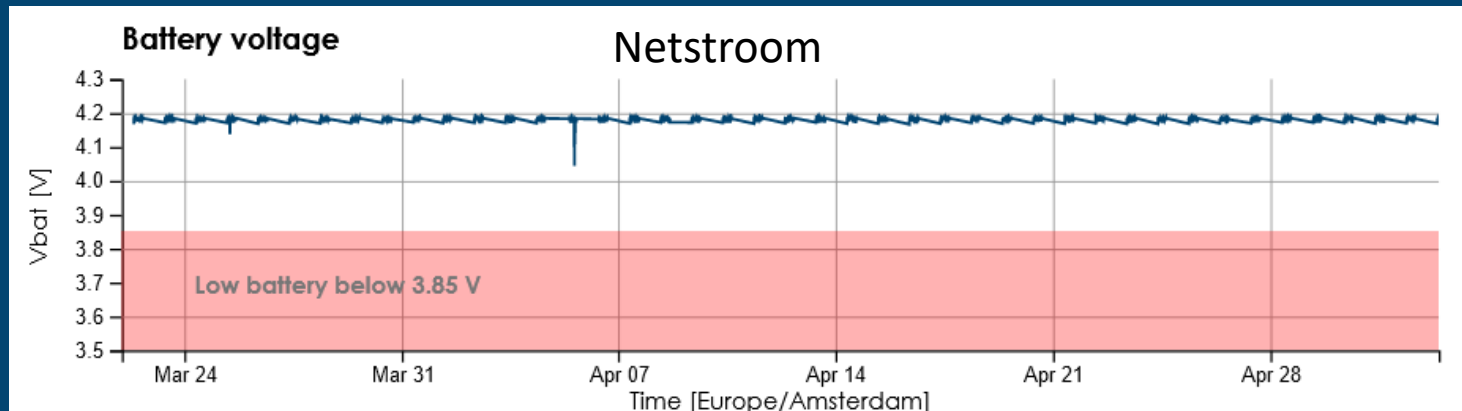
Brughogte (m)	Lensvoorkeur
6	4 mm
10	6 mm
14	8 mm



- **Advies Noria:** Wanneer kosten/baten afweging gemaakt moet worden: Kwaliteit beelden belangrijker dan hoeveel breedte je bedekt.

Camera's Borgharen

Getest met vaste stroomvoorziening & zonne-energie



- Zowel via netstroom als zonne-energie zijn de camera's in staat 7 uur per dag opnames te maken
 - Meetfrequentie: 6 seconden (= 600 foto's per uur)
- Door (relatief) grote batterijopslag/capaciteit van het Noria zonnepaneel, ook voldoende energie voor een aantal dagen met weinig zonne-uren

Datum	Zonne-uren
20240322	0,2
20240323	5,9
20240324	2,5
20240325	10
20240326	2,5
20240327	2,5
20240328	4,2
20240329	2,4
20240330	0,1
20240331	4
20240401	3,3
20240402	0,2
20240403	1,8
20240404	4,3
20240405	1,6
20240406	9,4
20240407	2,1
20240408	6,9
20240409	3,7
20240410	11
20240411	0,2
20240412	2,8
20240413	10,9
20240414	4,5
20240415	5,3
20240416	1
20240417	2,1
20240418	4
20240419	3,2
20240420	2,2
20240421	6,3
20240422	4,9
20240423	9,3
20240424	5,6
20240425	2,7
20240426	0,9

Netstroom

- + Niet afhankelijk van weer (ook in wintermaanden voldoende stroom)
- Niet meer "onafhankelijk", aansluiting op bestaande infrastructuur nodig
- Meer montagetijd nodig



Zonne-energie

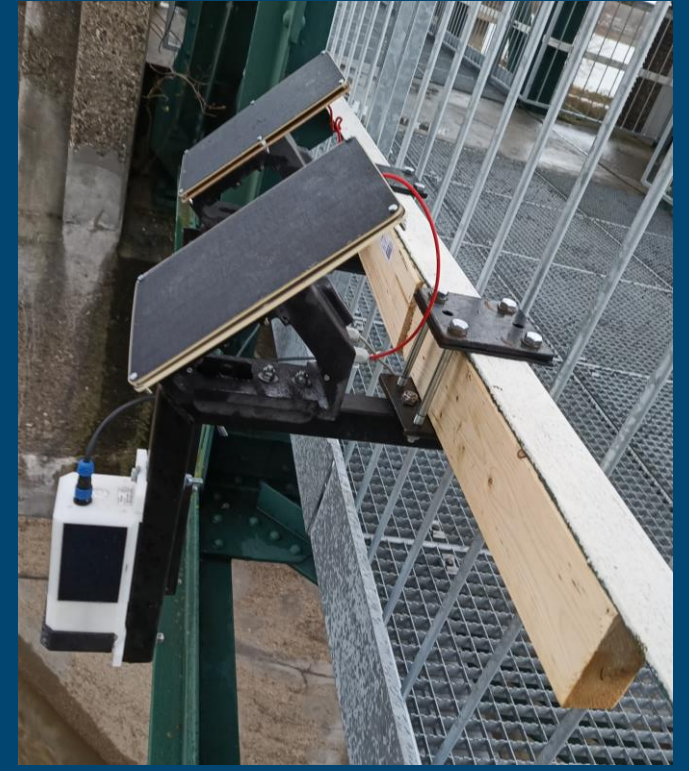
- Afhankelijk van het weer (in wintermaanden wellicht minder meet-uren mogelijk)
- + Systeem werkt autonoom en kan overal gemonteerd worden
- + Snellere montage (vergeleken met kabels aanleggen)



Getest met vaste
stroomvoorziening &
zonne-energie

Advies Noria:

- Zonnepaneel geeft voldoende energie voor langdurige monitoring in voorjaar/zomer maanden.
- In de wintermaanden wellicht netstroom nodig om langdurig te kunnen monitoren (> 3/4 uur per dag)
- Maar is dit nodig? Volgens Noria **niet noodzakelijk**, zeker in vergelijking met de huidige status quo van brugtellingen (1 tot enkele uren per maand monitoring)



De beantwoording van de volgende twee vragen:

1. Wat is de beste **cameralens** om te gebruiken voor het monitoren van plastic afval dat onder kunstwerken doordrijft?
2. Hoe goed kan een camera gecombineerd met **AI-algoritmes** het transport van plastic afval vaststellen?

Hoe goed kan een camera gecombineerd met **AI-algoritmes** het transport van plastic afval vaststellen? (PhD-onderzoek Tianlong Tjia van de TU Delft)

Wat is er gedaan?

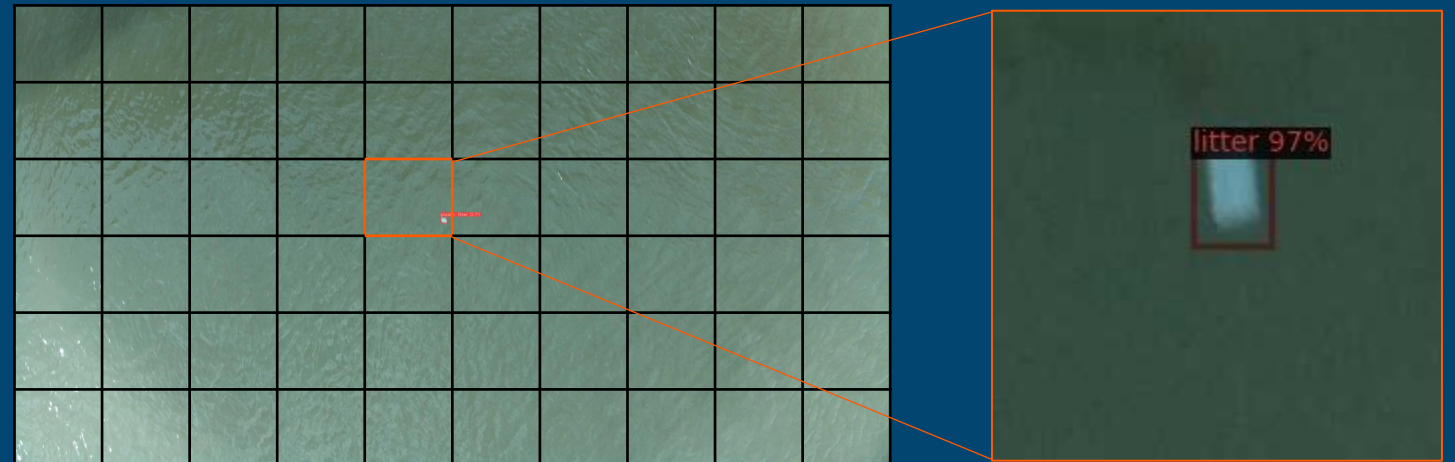
- 3000 afbeeldingen zijn geanalyseerd, zowel handmatig als met het huidige model van Tianlong



Hoe goed kan een camera gecombineerd met **AI-algoritmes** het transport van plastic afval vaststellen?
(PhD-onderzoek Tianlong Tjia van de TU Delft)

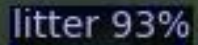
Hoe gaat het proces in zijn werking?

- Afbeeldingen worden vanuit de camera verplaatst naar een pc/werkstation
- Afbeeldingen worden in “tiles” opgedeeld (zodat de datakwaliteit bewaart blijft)
- Semi-supervised learning model van Tianlong (Jia et al., 2024 [1]) is gebruikt om data te analyseren
 - Zonder “finetuning” laag
 - Zonder gelabelde data van Borgharen



Door hoge stroomsnelheid sluis, afbeeldingen soms wat "blurry". Met huidige stroomsnelheid geen probleem, maar met nog hogere snelheden iets om rekening mee te houden

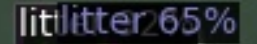




litter 93%



TP



litlitter 65%



FP

		Actual	
		Positive	Negative
Predicted	Positive	True Positive	False Positive
	Negative	False Negative	True Negative



FN



TN

Resultaten

		Actual	
		Positive	Negative
Predicted	Positive	True Positive	False Positive
	Negative	False Negative	True Negative

Afbeeldingen (zonder afval)

Dataset	Tiles zonder afval	Voorspelde tiles zonder afval (FP)	% "foutief" herkend (% FP)
testset 1	536	0	0,00
testset 2	12592	265	2,10
testset 2	12592	90	0,71

Conf = 0.5

Conf = 0.8

Afbeeldingen (met afval)

Dataset	Tiles met afval	Voorspelde tiles met afval (TP + FP)	TP (wel voorspeld, wel in het echt)	FP (wel voorspeld, niet in het echt)	FN (niet voorspeld, wel in het echt)	Precision (%) (TP / TP + FP)
testset 1	4	4	4	0	0	100
testset 2	188	129	94	33	97	24
testset 2	188	99	81	16	110	43

Conf = 0.5

Conf = 0.8



Klinkt vrij laag, maar ...

- Huidige model bevat nog geen finetune laag
- Huidige model is niet getraind met data van Borgharen
- Testen zijn gedaan met de fish-eye lens (om het worst case scenario te testen)

Wanneer dit wel wordt toegepast → grote kans op forse detectieverbetering

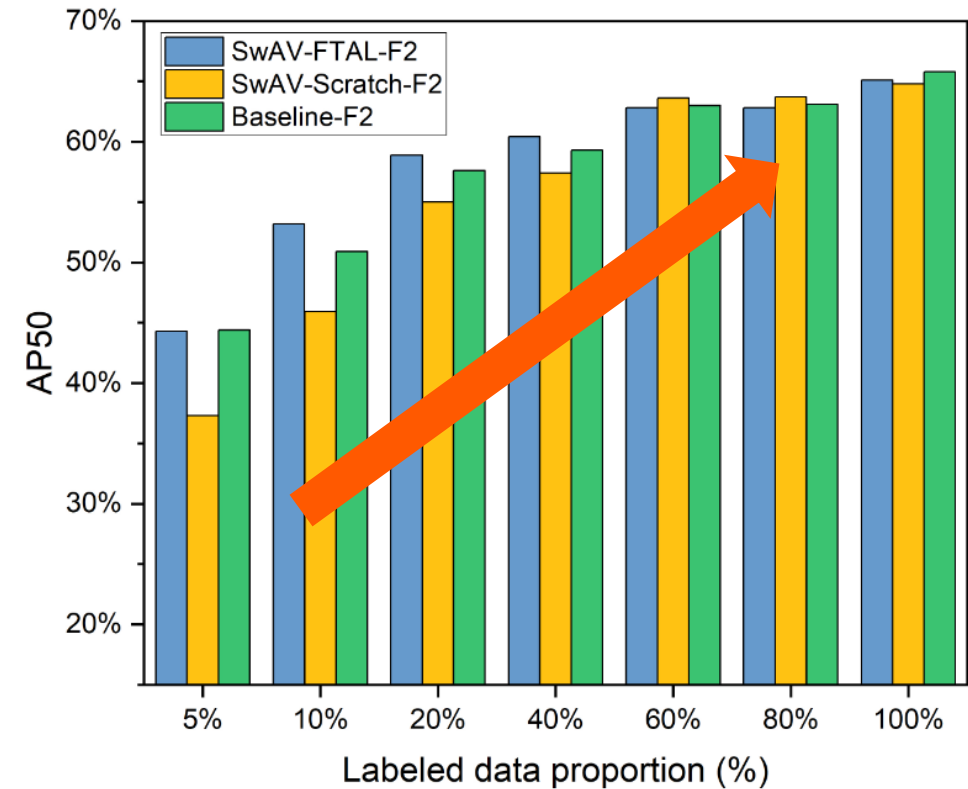


Figure 4: AP50 detection performance of the SwAV-FTAL-F2, SwAV-Scratch-F2 and Baseline-F2 methods on the Test subset with different proportion of labeled data for fine-tuning.

Voor de testdataset uit het paper van Tianlong [1] (Jakarta, Delft) zien we:

- Finetuning verbetert het model significant

Rekening houden met:

- Interpretatie data kan snel een vertekend beeld geven, bv:

Dataset	Testafbeeldingen (totaal)	Tiles zonder afval	Voorspelde tiles zonder afval	% "foutief" herkend (% FP)
testset 1	558	536	0	0,00
testset 2	1837	12592	265	2,10
testset 2	1837	12592	90	0,71

2.1% en 0.7% foutieve herkenningen lijken laag, maar op een dataset van 1 uur per dag per maand geeft dit (met extrapolatie):

Foutieve herkenningen (1) = $600 * 24 * 30 * 0.021 = 9072$ foutieve herkenningen

Foutieve herkenningen (2) = $600 * 24 * 30 * 0.0071 = 3068$ foutieve herkenningen

Advies Noria:

Wees voorzichtig met **data extrapolatie** en **foutmarges**

Hoe goed kan een camera gecombineerd met AI-algoritmes het transport van plastic afval vaststellen?

- Het huidige model is in staat om plastic afval transport vast te stellen, maar er zijn nog wel zaken waar rekening mee gehouden moet worden
 - Snelle waterstroming kan zorgen voor “blur” in de afbeelding
 - Finetuning met beelden op locatie (enkele honderden tot duizend annotaties) zal zorgen voor sterke verbetering van het model
 - Juiste lens setup per brug is nodig, om te zorgen voor beelden waarin het zwerfvuil groot genoeg in beeld is

Advies Noria:

Techniek lijkt geschikt voor het doel van RWS, mogelijke vervolgstappen:

- Testen opzetten waarbij RWS bruggen uit de huidige monitoring met camera's getest kunnen worden
- Vergelijking maken (zowel kwaliteit als kosten) met huidige meetmethode

Hardware

- Camera's monteren met de juiste lens voor de hoogte van de brug
- Camera's op zonne-energie (snel implementeerbaar)

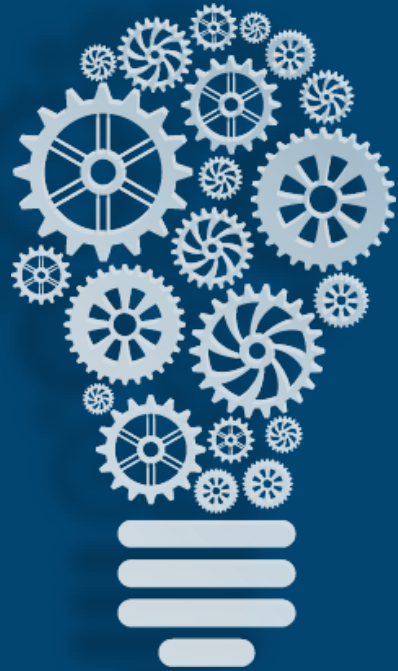
Software

- Eerste maand gebruiken om data te verzamelen voor het finetunen
- Vervolgens het model trainen en finetunen met "lokale" data
- Opvolgende maanden simultane dataverzameling en analyse

Berekening voor zwerfvuil flux per uur/dag/maand



NORIA
SUSTAINABLE
INNOVATORS



“Creativity is
thinking up new
things,
innovation is
doing new
things”

- Theodore Levitt

www.noria.earth