

Innovatieve conditie- bepaling

Parallelsessie RIONEDdag 2020
zaal 2.17



Programma

1. Innovaties in onderzoekprogramma

- Ton Beenen, Stichting RIONED
- Francois Clemens (TU-Delft) is verhinderd



2. Automatische toestandsclassificatie

- Dirk Meijer, Universiteit Leiden



3. Discussie

Kennisontwikkelingsprogramma RIONED

- Kennis om de goede dingen, goed te doen
- Drie speerpunten (www.riool.net/nieuws/inhoudelijke-programma-s-stichting-rioned)
 1. Bedrijfsvoering: spullen op orde 
 2. Klimaatadaptatie: te veel en te weinig water
 3. Duurzaamheid: leefbare omgeving nu en straks

Bedrijfsvoering: spullen op orde

▪ Risicodatabank vullen

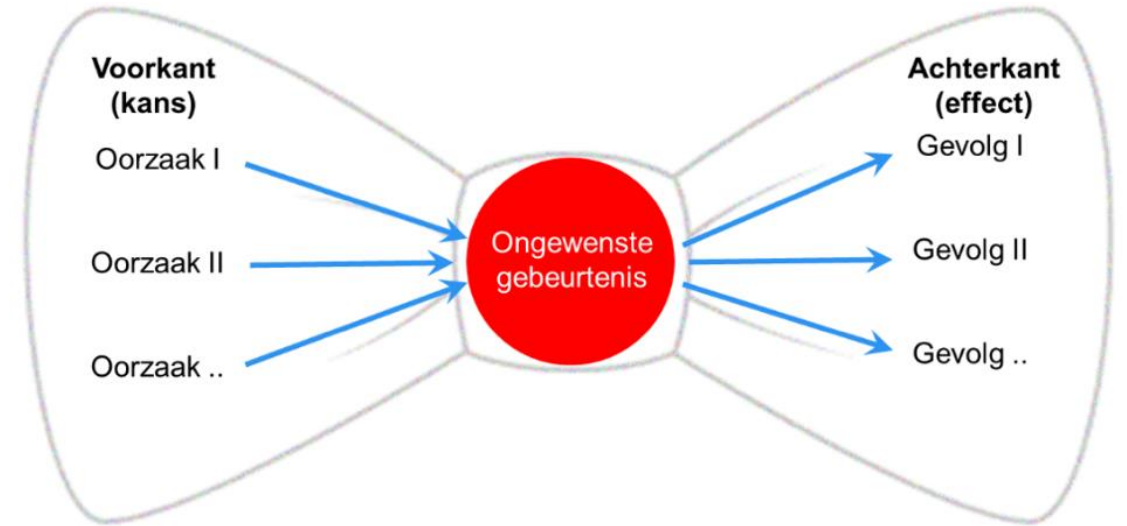
- Wat is een risico?
- Kleine risico's accepteren
- tijd en geld voor grote risico's
- ruim 2000 gebeurtenissen

▪ Faaloorzaken monitoren

- Visuele inspectie: globale informatie
- Nieuwe sensoren voor conditiemeting

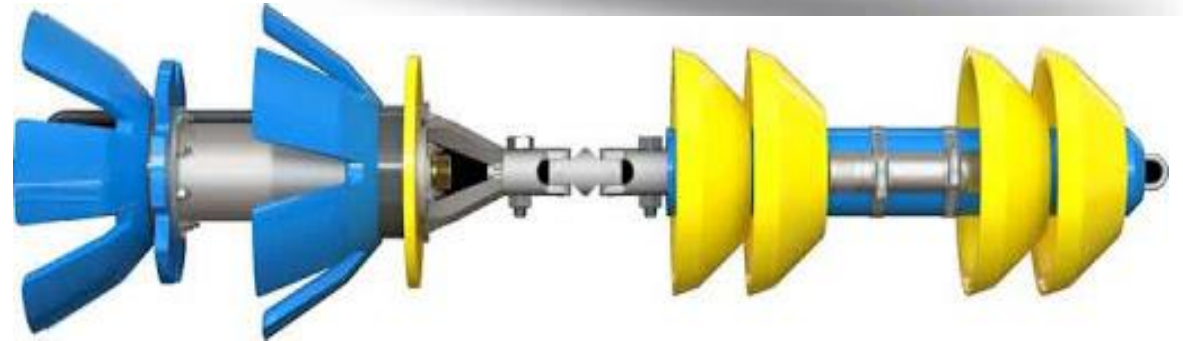
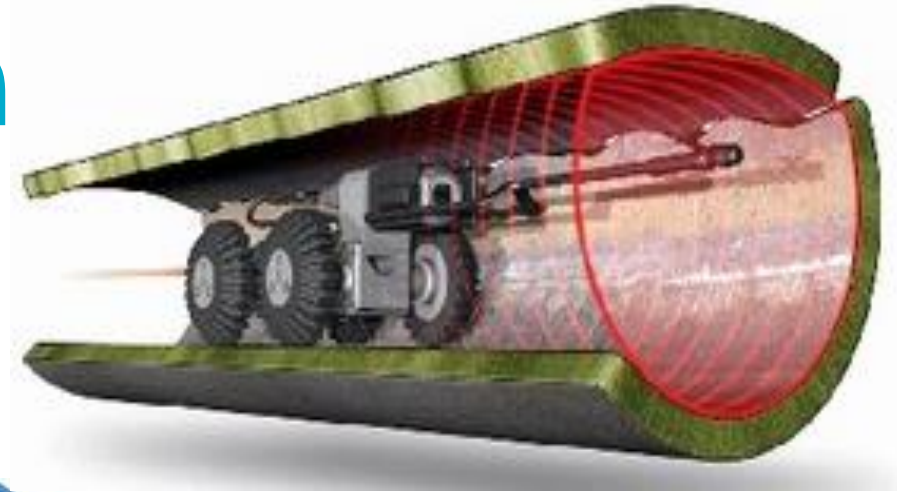
▪ Dataverwerking ondersteunen

- Van data, via gegevens naar informatie

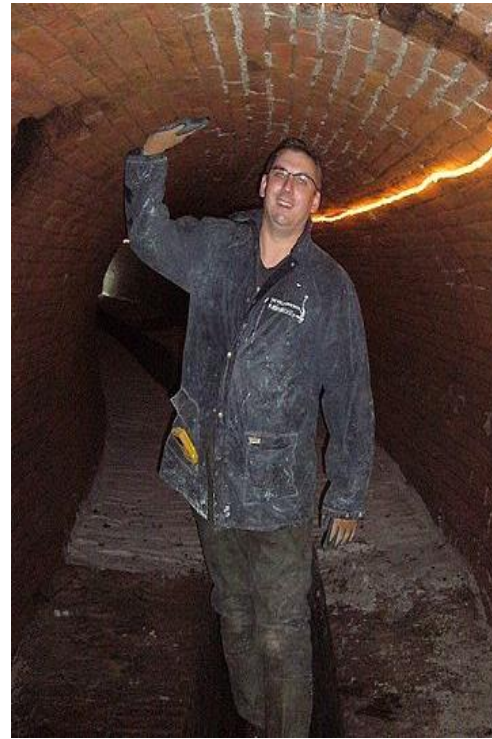


Nieuwe meettechnieken

- Laserprofieler, stereometrie
- Sonar, radar, akoestisch
- Multisensor apparaten
(*drone, pig, bal, bot's*)
- Remote sensing (*infrarood*)
- Geo-electrische lekdetectie



Theorie, Laboratoriumproeven en Praktijk!



Internationale Samenwerking

- Universiteiten Twente, Eindhoven, Delft, Leiden, Wageningen, ...
- Hogescholen Zeeland, A'dam, R'dam, Groningen, Zwolle, ...
- IWA, Joint Committee on Urban Drainage, ASCE, ...
- NWO, Deltares, TNO, KWR, ProRail, Kiwa, Wetsus, LIACS, ...
- IKT, Fraunhofer, EAWAG, Insa-Lyon, UKWIR, Wasser Berlin, ...
- Stowa, Stadswerk, Crow, Waterschapshuis
- Vlaro, UKWIR, GWRC, ...
- U

Slimme data verwerking

Doel

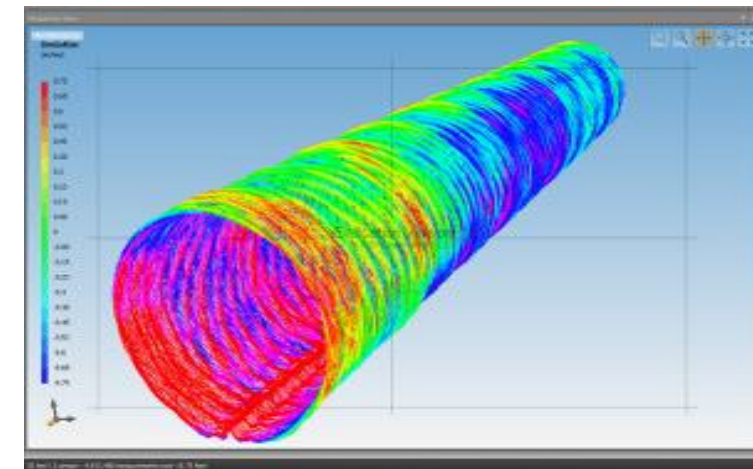
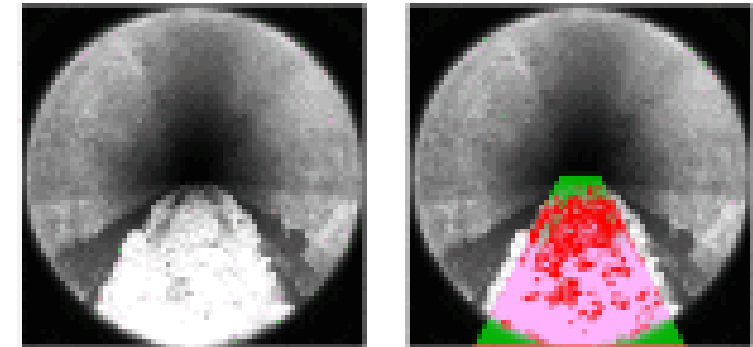
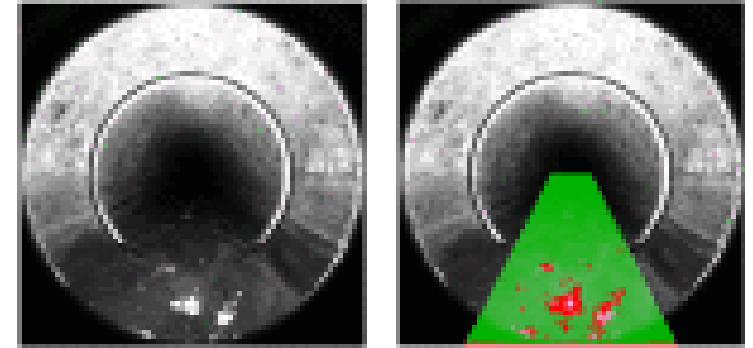
- Bepaling faalkans/restlevensduur
- Gebruik in vergelijkbare situaties

Maar

- Data is te veel en te complex voor het menselijk brein
- Datascience biedt oplossingen

Toepassingen

- Faalkansmodel persleidingen
- Scheurontwikkeling betonnen riolen



Slimme data verwerking

- Geschikte data
 - Harmonisatie van registraties (*GWSW, DAMO*)
 - Bron-onafhankelijke en uniforme bestanden
 - Linked data: enkele opslag, meervoudig gebruik
- Datascience:
 - inzichten onttrekken uit (on)gestructureerde data
 - Trendanalyses (verklaren, voorspellen)
 - Machine Learning (training van respons op input)
 - Kalibratie van rekenmodellen
 - Automatische interpretatie van inspectiefoto's



Innovatieve conditiemeting

- Speerpunt RIONED
 - Risicodatabank: belangrijkste faalgebeurtenissen
 - Validatie van nieuwe meettechnieken
 - Datascience voor interpretatie en praktisch gebruik
- Internationale samenwerking
 - Wetenschap en praktijk
- Zodat u op tijd de juiste maatregelen neemt
 - Beginnen met geschikte data!



*Ik heb het riool
geïnspecteerd en alles
is in orde!*

*Ja, ik weet het!
De sensoren hadden
dat al gemeten*

*Fijn te
horen*

SUVAAL
-2016-



Innovatieve Conditiebepaling

Dirk Meijer

RIONEDdag 2020



Toegepaste en
Technische Wetenschappen



Universiteit
Leiden

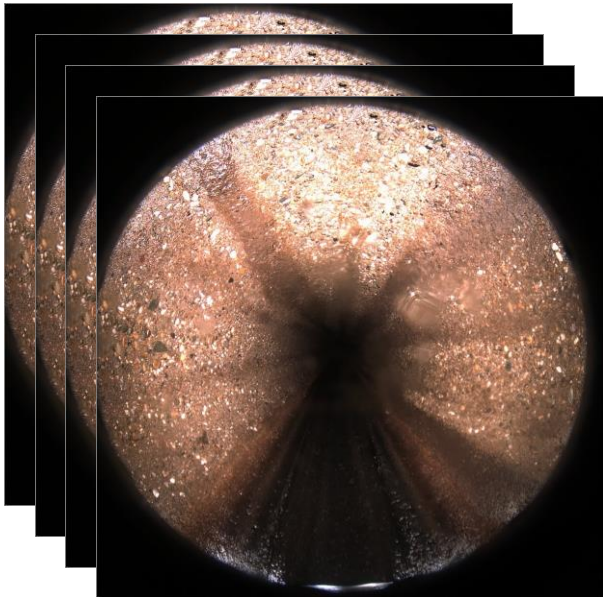


Innovatieve Conditiebepaling

- Hoe automatiseren we inspecties?
- Wat zijn de beperkingen?
- Wat wordt de rol van de inspecteur?
- Hoe kan het systeem verder verbeterd worden?

Hoe automatiseren we inspecties?

Ideale situatie:
Zonder menselijk ingrijpen



?



Rijdende camera

Algemene strenggegevens en waarnemingen

Rapportnummer :
Opdrachtgever [AAM] :
Plaats [AAN] :

Riool-ID [AAA] : 001

ALGEMENE GEGEVENS

Wijkkern [AAC] :
Straat [AAJ] :
Tekening :
Bemal gebied :
Riooltelsel [ACK] : Alleen afgestroomd hemelwater
Soort riool [ACJ] : Vrij verval afvoerleiding of riol
Datum [ABF] : 5-5-2014
Soort locatie [AAL] : In weg
Verharding [ACM] : Klinkers
Geroeid [ACM] : Geroeid
Voestofstr. [ADC] : Geen
Neerslag [ADA] : Geen
Temperatuur [ABE] : Boven vriespunt
Grondgegend [AAC] : Publiek
Operator [ABH] : MB/70.017

STRENGEGEVENS

Insp. richting [AAK] : Stroomopwaarts
Beginput [AAD] : R15
Eindput [AAF] : R17
Bodemhoogte beginput : m (l.o.v. putrand)
Bodemhoogte eindput : m (l.o.v. putrand)
Aksel rel.punt [ABC] : Midden van beginput
Strengte [ABG] : 71.50 m
Geïnsp. Lengte : 71.50 m
Jaar in gebruik. [ACN] : 2014

BUISGEGEVENS

Breedte [ACC] : 300 mm
Hoogte [ACB] : 300 mm
Vorm [ACA] : Cirkelvormig
Materiaal [ACD] : Beton
Lengte [ACG] : 2.40 m
Verbinding : Mof/spie
Liningmat. [ACF] :
Soort lining [ACE] :

VIDEOGEGEVENS

1e Videobestandsnaam : USB01
1e Begintelling : 000000
1e Eindtelling : 000020
2e Videobestandsnaam :
2e Begintelling :
2e Eindtelling :
Videomedium [ABK] : Anders (-> in algemene opmerking !)
Fotomedium [ABL] : Stilstaand beeld op de computer

INLATEN COMMENTAAR

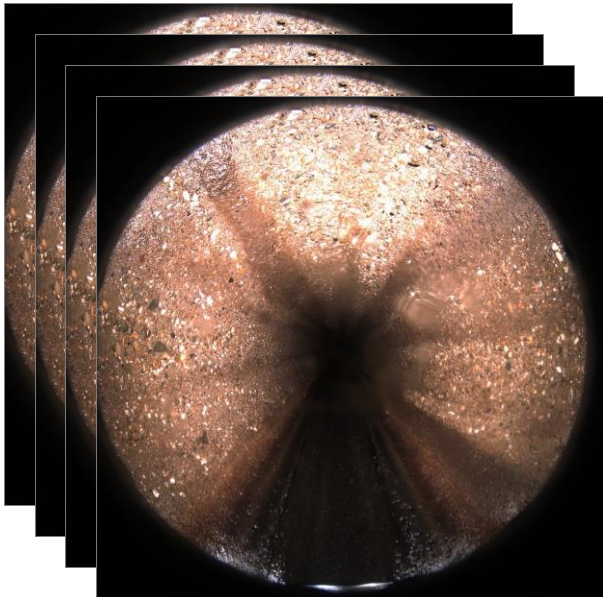
Aantal inlaten : 5
Commentaar :

Ag. Opm. [ADE] : "ABK: Panorama"

Foto nr.	Afst. [m]	Code	K1	K2	K3	KLS	V	Waarneming	Klok
	0.0	BDD	A					Begirnknooppunt, rioolput, R15	
	0.0	BDD	A	E	1			(0)Begin ->Waterpeil, helder afvalwater, waterdiepte in cm; h <= 10%	
	19.6	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
001	24.1	BDA						Algemene foto	
	24.5	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
002	41.1	BDA						Algemene foto	
	41.6	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
	58.6	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
	68.3	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
	71.5	BDD	A	E	1			(0)Eind ->Waterpeil, helder afvalwater, waterdiepte in cm; h <= 10%	
	71.5	BCE	A					Eindknooppunt, rioolput, R17	

Hoe automatiseren we inspecties?

- Is dit een redelijke verwachting?
- Is dit werkelijk ideaal?
- Hoe bereiken we deze situatie?



?



Rijdende camera

Algemene strenggegevens en waarnemingen

Rapportnummer :
Oprachtgever [AAM] :
Plaats [AAN] :

Riool-ID [AAA] : 001

ALGEMENE GEGEVENS

Wijkkern [AAC] :
Straat [AAJ] :
Tekening :
Bemal gebied :
Rioolstelsel [ACK] : Alleen afgestroomd hemelwater
Soort riool [ACJ] : Vrij verval afvoerleiding of riool
Datum [ABF] : 5-5-2014
Soort locatie [AAL] : In weg
Verharding [ACM] : Klinkers
Geringd [ACM] : Geringd
Voestofstr. [ADC] : Geen
Neerslag [ADA] : Geen
Temperatuur [ABG] : Boven vriespunt
Grondgeleid [AAC] : Publiek
Operator [ABH] : MB/70.017

STRENGEGEVENS

Insp. richting [AAK] : Stroomopwaarts
Beginpunt [AAD] : R15
Eindpunt [AAF] : R17
Bodemhoogte beginpunt : m (l.o.v. putrand)
Bodemhoogte eindpunt : m (l.o.v. putrand)
Aksel rel.punt [ABC] : Midden van beginpunt
Strengte [ABQ] : 71.50 m
Geïnsp. Lengte : 71.50 m
Jaar in gebruik. [ACN] : 2014

BUISGEGEVENS

Breedte [ACC] : 300 mm
Hoogte [ACB] : 300 mm
Vorm [ACA] : Cirkelvormig
Materiaal [ACD] : Beton
Lengte [ACG] : 2.40 m
Verbinding [ACE] : Mof/spie
Liningmat. [ACF] :
Soort lining [ACE] :

VIDEOGEGEVENS

1e Videobestandsnaam : USB01
1e Begintelling : 000000
1e Eindtelling : 000020
2e Videobestandsnaam :
2e Begintelling :
2e Eindtelling :
Videomedium [ABK] : Anders (-> in algemene opmerking !)
Fotomedium [ABL] : Stilstaand beeld op de computer

INLATEN COMMENTAAR

Aantal inlaten : 5
Commentaar :

Alg. Opm. [ADE] : "ABK: Panorama"

Foto nr.	Afst. [m]	Code	K1	K2	K3	KL5	V	Waarneming	Kloek
0.0	BDD	A						Beginknooppunt, rioolput, R15	
0.0	BDD	A	E	1				(0)Begin ->Waterpeil, helder afvalwater, waterdiepte in cm; h <= 10% Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
19.6	BCA	A	A					Algemene foto	
24.1	BDA	A						Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
24.5	BCA	A	A					Algemene foto	
41.1	BDA	A						Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
41.6	BCA	A	A					Algemene foto	
58.6	BCA	A	A					Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
68.3	BCA	A	A					Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12:00
71.5	BDD	A	E	1				(0)Eind ->Waterpeil, helder afvalwater, waterdiepte in cm; h <= 10% Eindknooppunt, rioolput, R17	
71.5	BCE	A							

Hoe automatiseren we inspecties?

Hoe leert het systeem van beschikbare data?

30 rapportages met 2.2 miljoen afbeeldingen

Rijdende camera

Algemene strenggegevens en waarnemingen

Rapportnummer :
Opdrachtgever [AAM] :
Plaats [AAN] :

Riool-ID [AAA] : 001

ALGEMENE GEGEVENS

Wijk/kern [AAC] :
Straat [AAJ] :
Tekening :
Bemal gebied :
Rioolstelsel [ACK] : Alleen afgestroomd hemelwater
Soort riool [ACJ] : Vrij verval afvoertleiding of riool
Datum [ABF] : 5-5-2014
Soort locatie [AAL] : In weg
Verharding : Klinkers
Gereinigd [ACM] : Gereinigd
Vloeistofstr. [ADC] : Geen
Neerslag [ADA] : Geen
Temperatuur [ADB] : Boven vriespunt
Grondeigend.[ACQ] : Publiek
Operator [ABH] : MB/70.017

BUISGEGEVENS

Breedte [ACC] : 300 mm
Hoogte [ACB] : 300 mm
Vorm [ACA] : Cirkelvormig
Materiaal [ACD] : Beton
Lengte [ACE] : 2.40 m
Verbinding : Mo/spie
Liningmat. [ACF] :
Soort lining [ACE] :

INLATEN/COMMENTAAR

Aantal inlaten : 5
Commentaar :

Alg. Opm. [ADE] : 'ABK: Panorama'

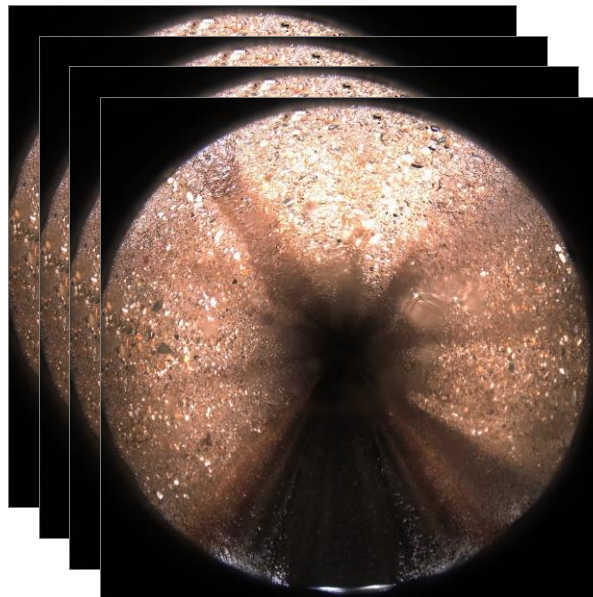
STRENGGEGEVENS

Insp. richting [AAK] : Stroomopwaarts
Beginput [AAD] : R15
Eindput [AAF] : R17
Bodemhoogte beginput : m (t.o.v. putrand)
Bodemhoogte eindput : m (t.o.v. putrand)
Axial refput [ABC] : Midden van beginput
Strenglengte [ABQ] : 71.50 m
Geïnsp. Lengte : 71.50 m
Jaar in gebruikn. [ACN] : 2014

VIDEOGEGEVENS

1e Videobestandsnaam : USB01
1e Begintelling : 000000
1e Eindtelling : 000020
2e Videobestandsnaam :
2e Begintelling :
2e Eindtelling :
Videomedium [ABK] : Anders (= > in algemene opmerking !)
Fotomedium [ABL] : Stilstaand beeld op de computer

Foto nr.	Afst. [m]	Code	K1	K2	K3	KLS	V	Waarneming	Klok
	0.0	BCD	A					Beginknooppunt, rioolput, R15	
	0.0	BDD	A	E	1			(0)Begin >Waterpeil, helder afvalwater, waterdiepte in cm, h <= 10%	
	19.6	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12-00
001	24.1	BDA						Algemene foto	
	24.5	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12-00
002	41.1	BDA						Algemene foto	
	41.6	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12-00
	58.6	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12-00
	68.3	BCA	A	A				Aansluiting, samenkomst, open, hoogte = 0mm, breedte = 0mm	12-00
	71.5	BDD	A	E	1			(0)Eind >Waterpeil, helder afvalwater, waterdiepte in cm, h <= 10%	
	71.5	BCE	A					Eindknooppunt, rioolput, R17	



Hoe automatiseren we inspecties?

Hoe leert het systeem van beschikbare data?

Versimpeling van gegevens

nummer :
over [AAM] :
[AAN] :

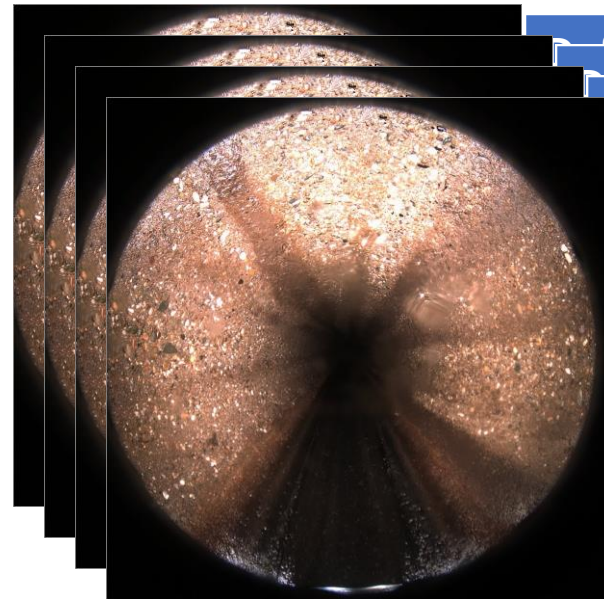
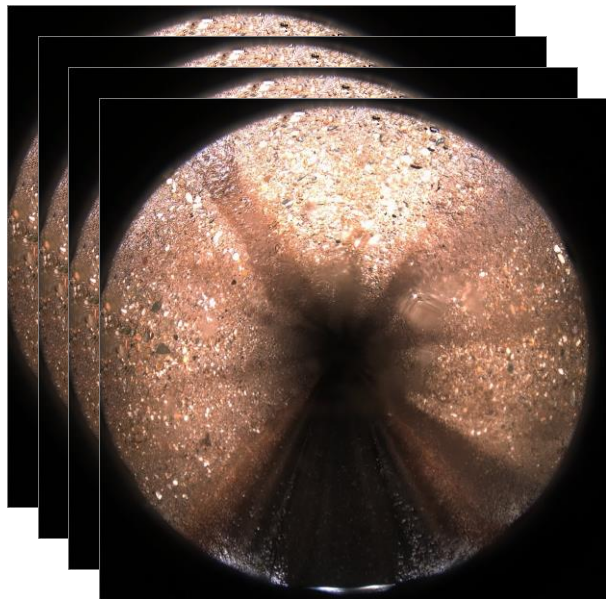
GEVENS
g [AAK] : Stroomopwaarts
[AAD] : R15
[AAF] : R17
g input : m (t.o.v. putrand)
g input : m (t.o.v. putrand)
nt [ABC] : Midden van beginput
e [ABO] : 71.50 m
ngte : 71.50 m
rukn. [ACN] : 2014

GEVENS
standsnaam : USB01
ing : 000000
ng : 000020
standsnaam :
ing :
ng :
m [ABK] : Anders (=> in algemene opmerking !)
m [ABL] : Stilstaand beeld op de computer

Klok

put, R15	
helder afvalwater, waterdiepte in cm., h	
omst, open, hoogte = 0mm, breedte =	12-00
omst, open, hoogte = 0mm, breedte =	12-00
omst, open, hoogte = 0mm, breedte =	12-00
omst, open, hoogte = 0mm, breedte =	12-00
omst, open, hoogte = 0mm, breedte =	12-00
helder afvalwater, waterdiepte in cm., h	
put, R17	

+

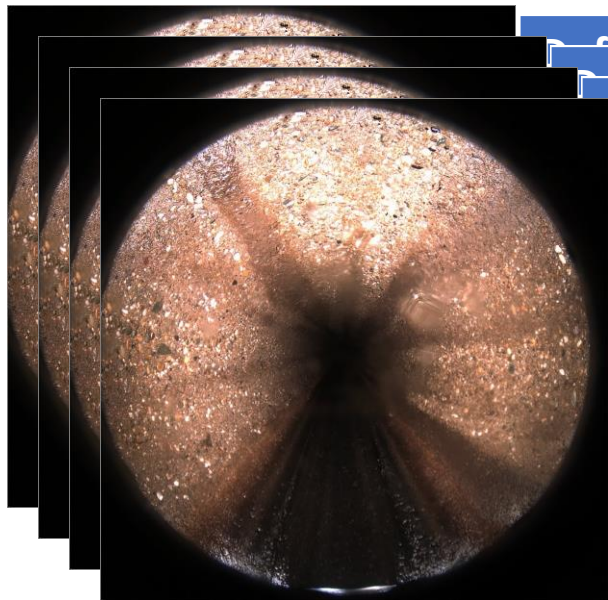


Defect	Zichtbaar?
Scheur	Nee
Corrosie	Ja, klasse 3
Sediment	Nee
...	...

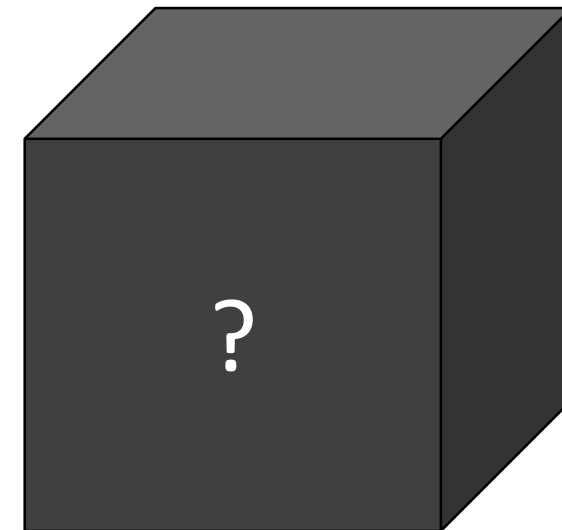
Hoe automatiseren we inspecties?

Hoe leert het systeem van beschikbare data?

Model voor afbeelding → classificering



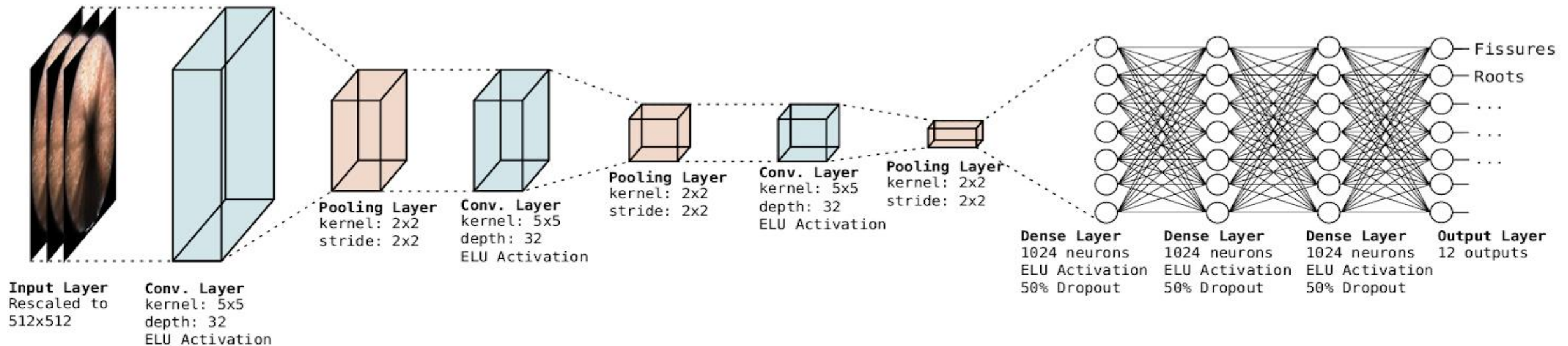
Defect	Zichtbaar?
Scheur	Nee
Corrosie	Ja, klasse 3
Sediment	Nee
...	...



Hoe automatiseren we inspecties?

Hoe leert het systeem van beschikbare data?

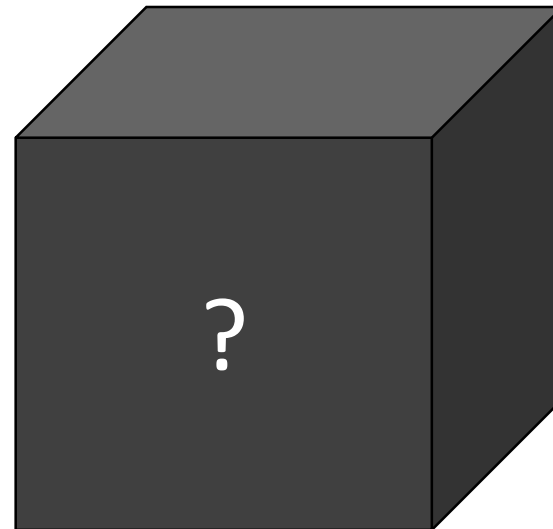
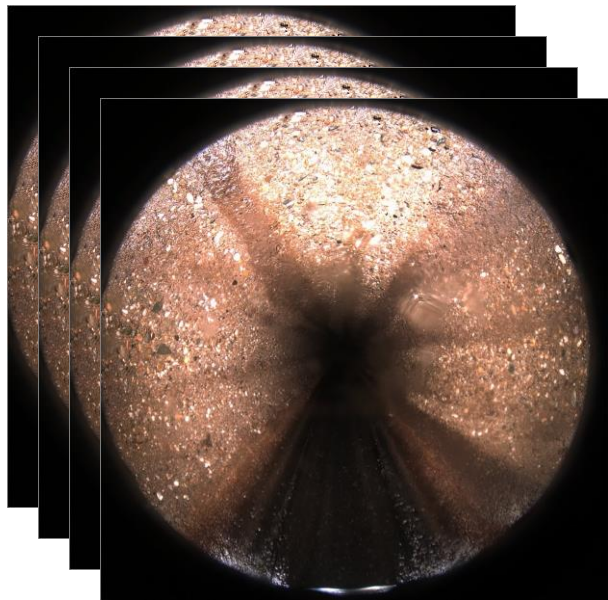
Model voor afbeelding → classificering



Hoe automatiseren we inspecties?

Hoe leert het systeem van beschikbare data?

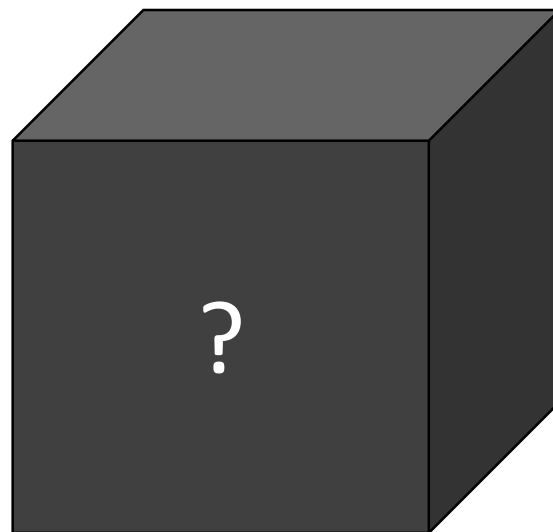
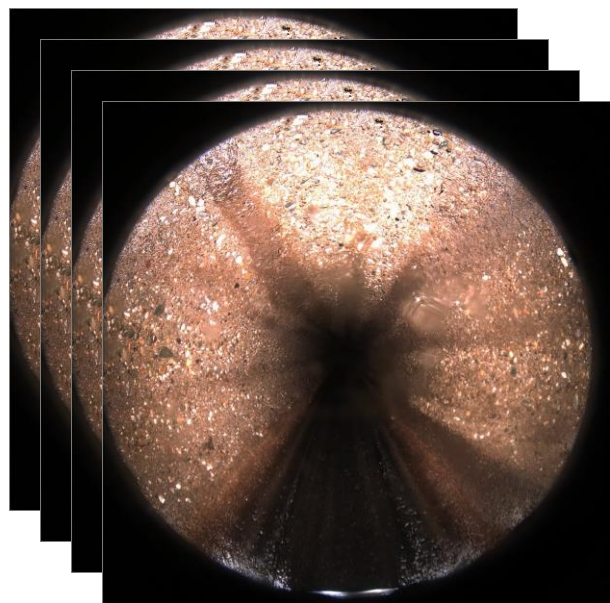
Model geeft inschatting van classificering



Defect	Kans
Scheur	2%
Corrosie	89%
Sediment	15%
...	...

Wat zijn de beperkingen?

- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?



Defect	Kans
Scheur	2%
Corrosie	89%
Sediment	15%
...	...

Wat zijn de beperkingen?

- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?

Defect	Kans
Scheur	2%
Corrosie	89%
Sediment	15%
...	...

Beperkt door:

- nauwkeurigheid en volledigheid van brondata
- fundamentele onzekerheid

Wat zijn de beperkingen?

- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?

Defect	Kans
Scheur	2%
Corrosie	89%
Sediment	15%
...	...

Nauwkeurigheid is niet eenvoudig te bepalen.

Wanneer is iets een defect?

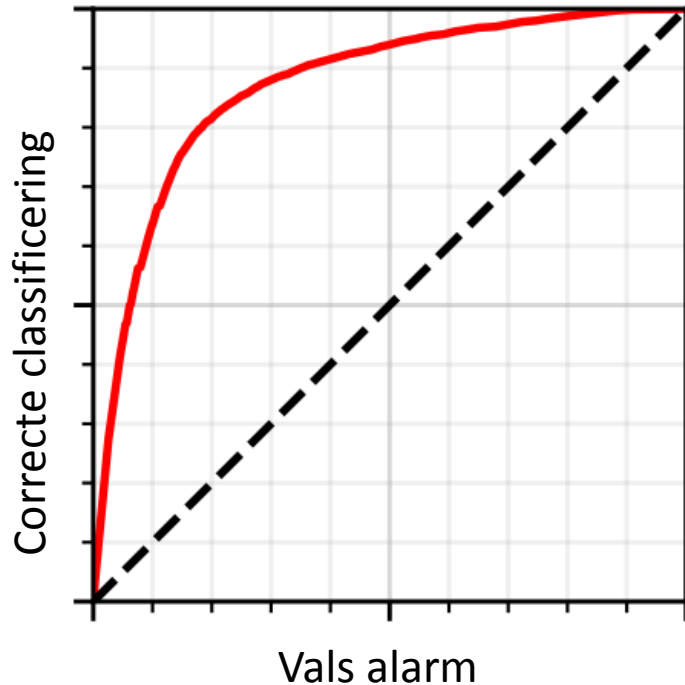
>50%?

>90%?

>10%?

Wat zijn de beperkingen?

- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?

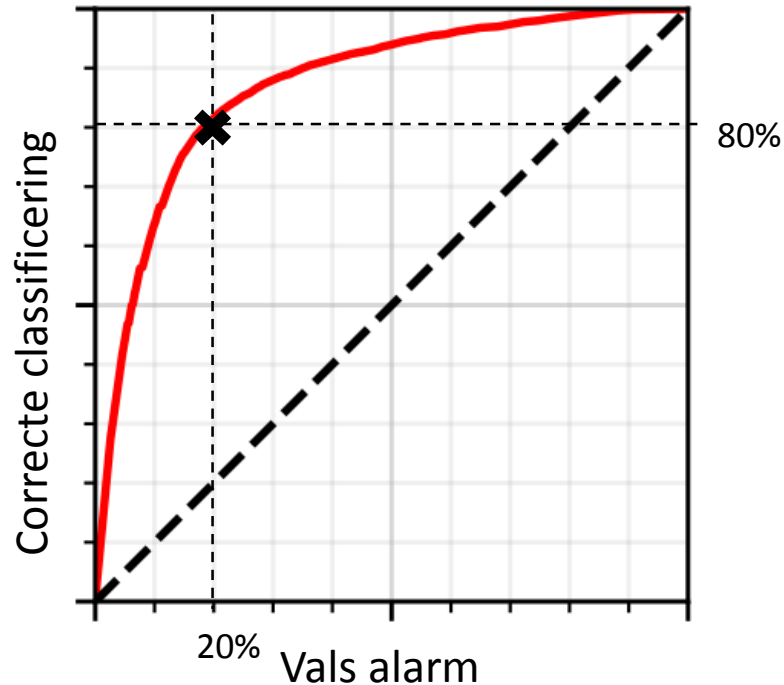


Verschillende drempelwaarden
geven verschillende nauwkeurigheid

Een defect missen is niet hetzelfde als
een vals alarm

Wat zijn de beperkingen?

- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?



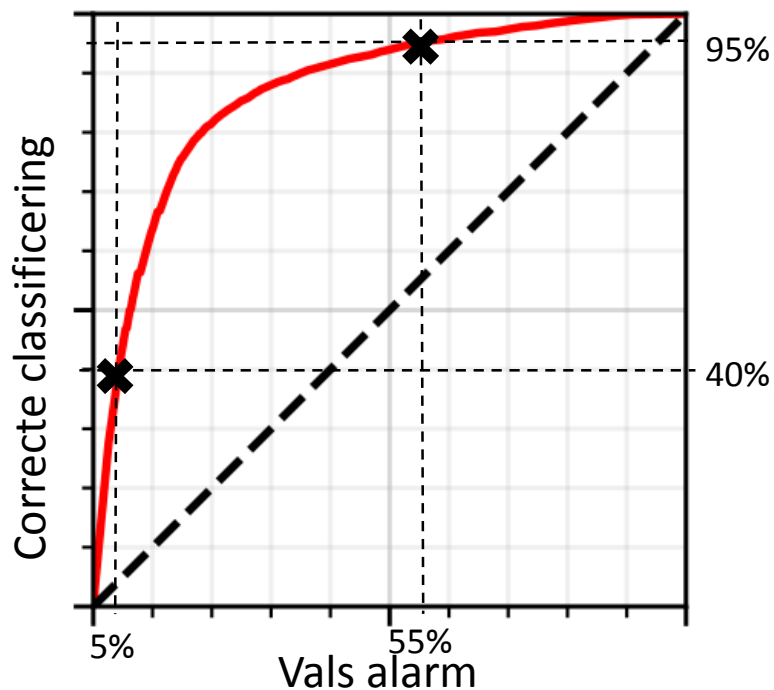
Stel we kiezen $>50\%$ = defect...

- 2/10 afbeelding wordt onterecht als defect gezien

- 8/10 defecten worden herkend

Wat zijn de beperkingen?

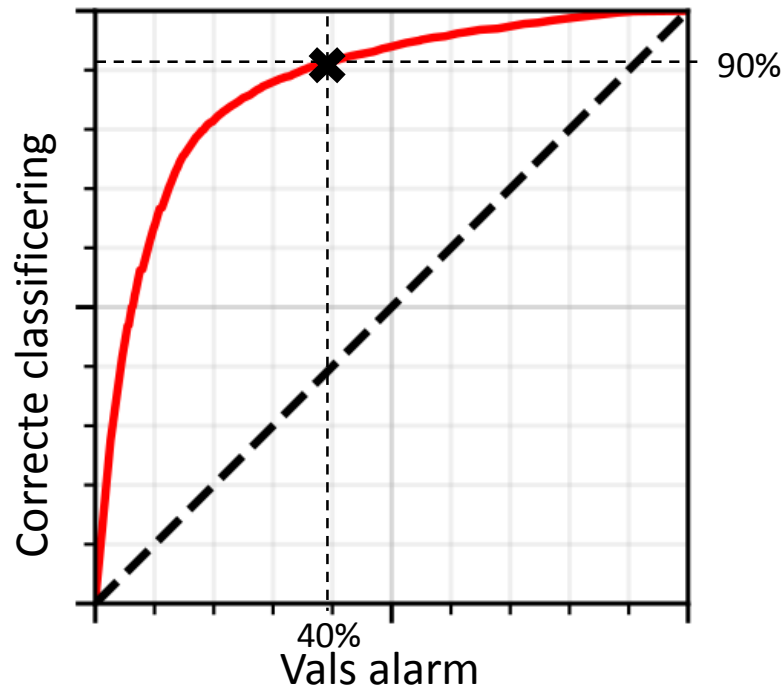
- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?



We moeten een afweging maken:
Welke "correctheid" is belangrijker?
En hoeveel belangrijker?

Wat zijn de beperkingen?

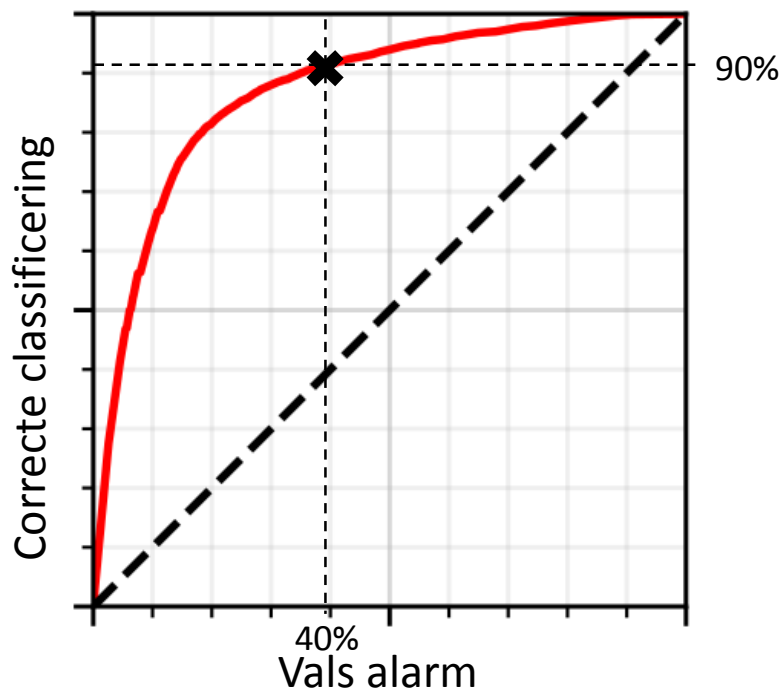
- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?



90% Slechts 1% bevat een defect...
1000 afbeeldingen --> 10 defecten
We vinden er 9, maar moeten
naar 400 afbeeldingen kijken

Wat zijn de beperkingen?

- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?

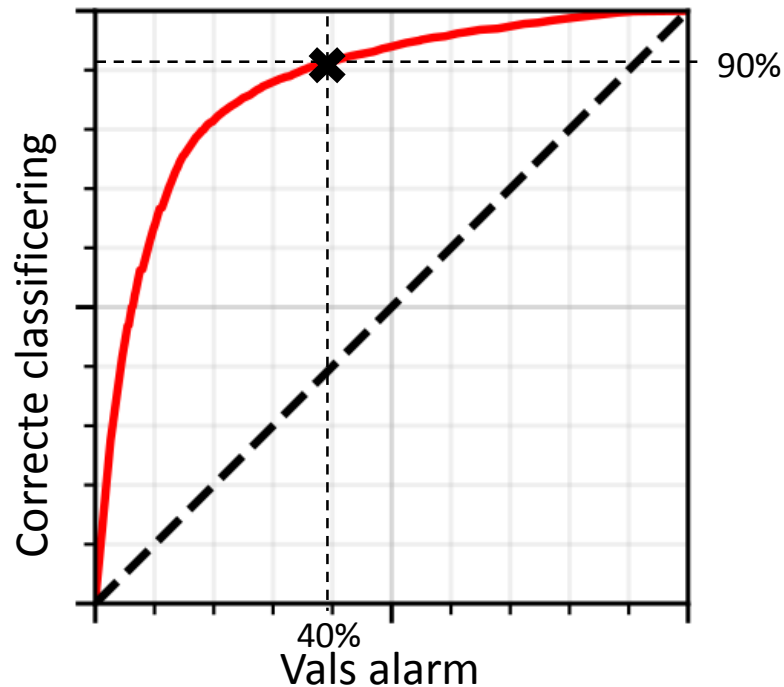


90% Nog(!) niet geschikt voor *volledig* automatische detectie

Hoe kunnen we het systeem nu al wél inzetten?

Wat wordt de rol van de inspecteur?

- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?

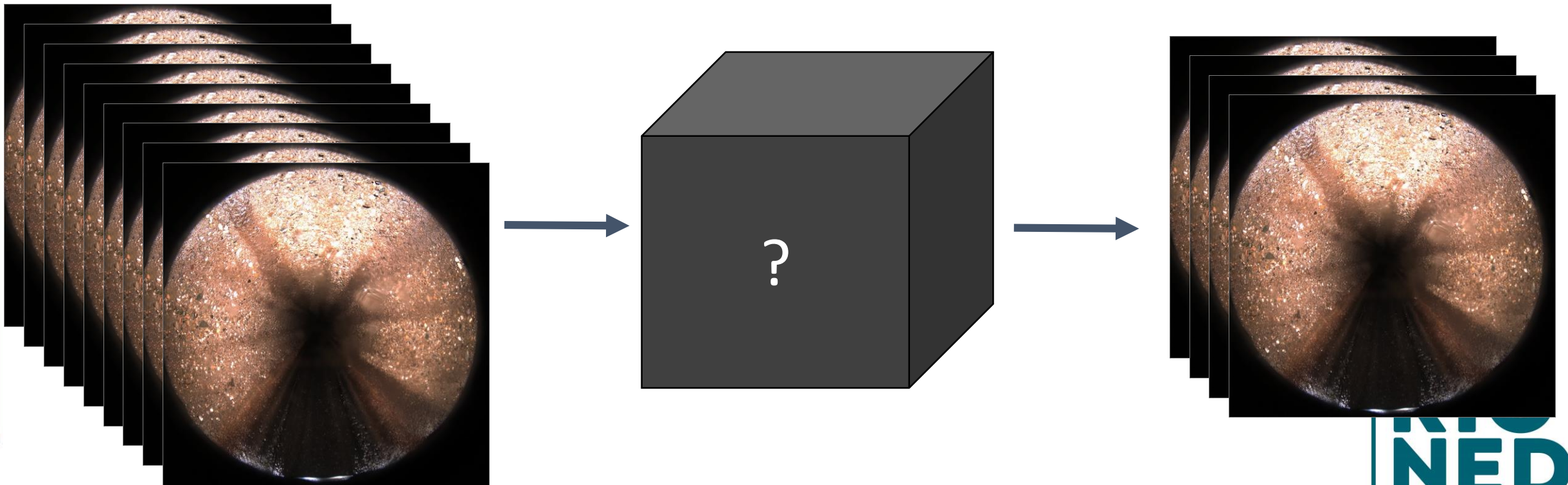


90% We vinden er 9, maar moeten naar 400 afbeeldingen kijken...

600 afbeeldingen minder!

Wat wordt de rol van de inspecteur?

- Hoe nauwkeurig is de inschatting?
- Hoe interpreteren we de inschatting?
- Wat kunnen we hiermee?



Hoe kan het systeem verder verbeterd worden?

- Meer data!
- Inspectierapportages valideren
- Informatie over *waar in de afbeelding* defecten zich bevinden
- Data van geavanceerdere sensoren

Hoe kan het systeem verder verbeterd worden?

Onderzoek naar geavanceerdere sensoren komt veelal tot dezelfde conclusie:

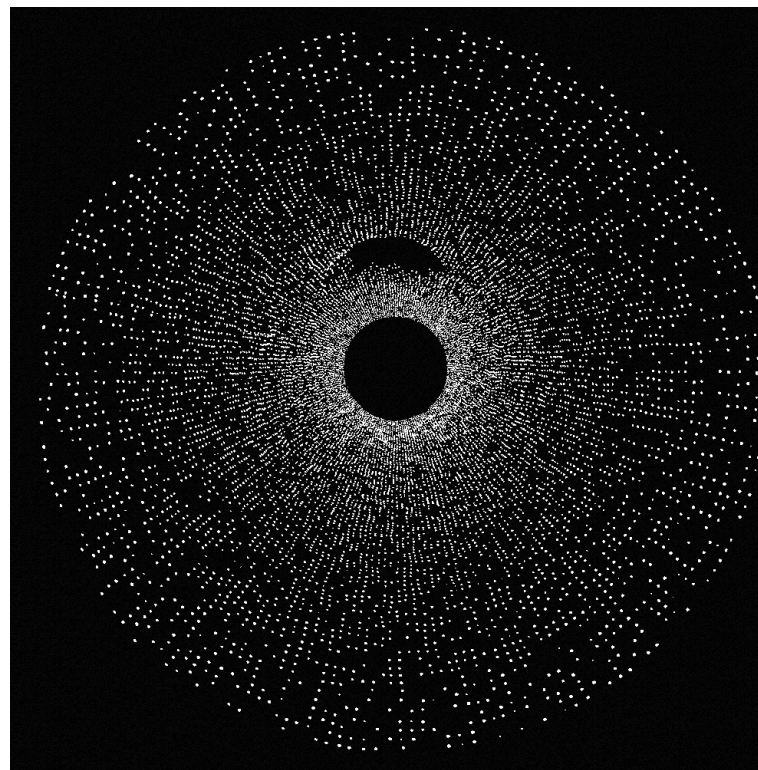
"Te complex voor menselijke interpretatie."

Stereocamera,

Laserprofilers,

Chemische sensoren,

Acoustische sensoren, etc.



Hoe kan het systeem verder verbeterd worden?

Defecten met een 3D profiel:

- Sediment
- Vervorming
- Oppervlakte-schade



Innovatieve Conditiebepaling

- Hoe automatiseren we inspecties?
Vertaling van afbeelding naar schadebeeld
- Wat zijn de beperkingen?
We moeten genoeg nemen met enig vals alarm
- Wat wordt de rol van de inspecteur?
Minder werklust per inspectie
- Hoe kan het systeem verder verbeterd worden?
Meer data, andere data, validatie van data

Vragen?