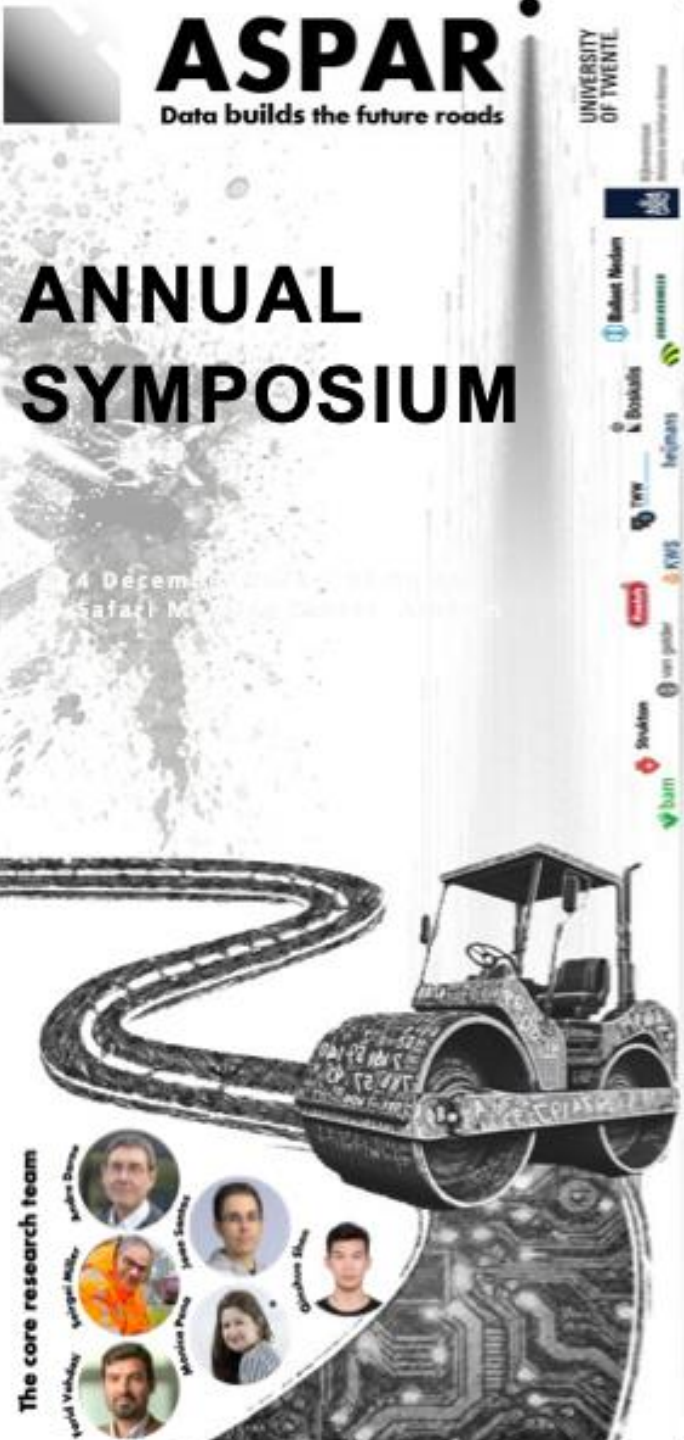




SCHEDULE

PRESENTERS

09:00	<i>Welkom en introductie</i>	<i>ing. Wouter Heijsser – ASPARi network chairman</i>
09:15	<i>Keynote speech: Is wat we bouwen wel zo duurzaam? Wat weten we daarover?</i>	<i>Emeritus prof.dr.ir. Andre Molenaar</i>
10:00	<i>Proceskwaliteit als indicator voor asfaltkwaliteit</i>	<i>ir. Bas van de Zande - MSc Graduate</i>
10:30	<i>De Impact van een Asfaltbank als Centrale Stakeholder in de Circulaire Asfaltketen: Van Freesasfaltstromen tot Kosten</i>	<i>ir. Boyd Lubbers – MSc Graduate</i>
11:00	<i>Een enterprise-architectuur voor een verwerkingsproces controlesysteem gericht op flexibiliteit en systematische dataverzameling</i>	<i>ir. Gerko de Vente – MSc Graduate</i>
11:30	<i>Data ontsluiting: hoe doen we dit met diverse stakeholders?</i>	<i>ir. Vera Verhoeven - KWS</i> <i>ir. Jasper Keizer - KWS</i>
12:00	<i>Developing a WMA Compaction Simulation Tool</i>	<i>ir. Qinshuo Shen - PhD candidate</i>
12:30	<i>Lunch</i>	
13:30	<i>Road digital twin, beyond the myth and hype</i>	<i>dr. ir. Farid Vahdati - Associate Professor</i>
14:00	<i>Development of a computer vision system to monitor the development of physical and mechanical properties of asphalt during road construction</i>	<i>ir. Vanessa Wang – EngD candidate</i>
14:30	<i>Development of sensor fusion method for enhanced positioning of paving equipment</i>	<i>ir. Farima Jalali - EngD candidate</i>
15:00	<i>Koffie, thee en fruit pauze</i>	
15:30	<i>SPOT: Sustainable Pavement Oversight and Transparency</i>	<i>dr. ir. Joao Oliveira dos Santos - Assistant Professor</i> <i>Miriam Frosi – RWS</i>
16:00	<i>Rondtafel discussie</i>	
16:30	<i>Borrel</i>	

Symposium 4 december 2024



ASPARI

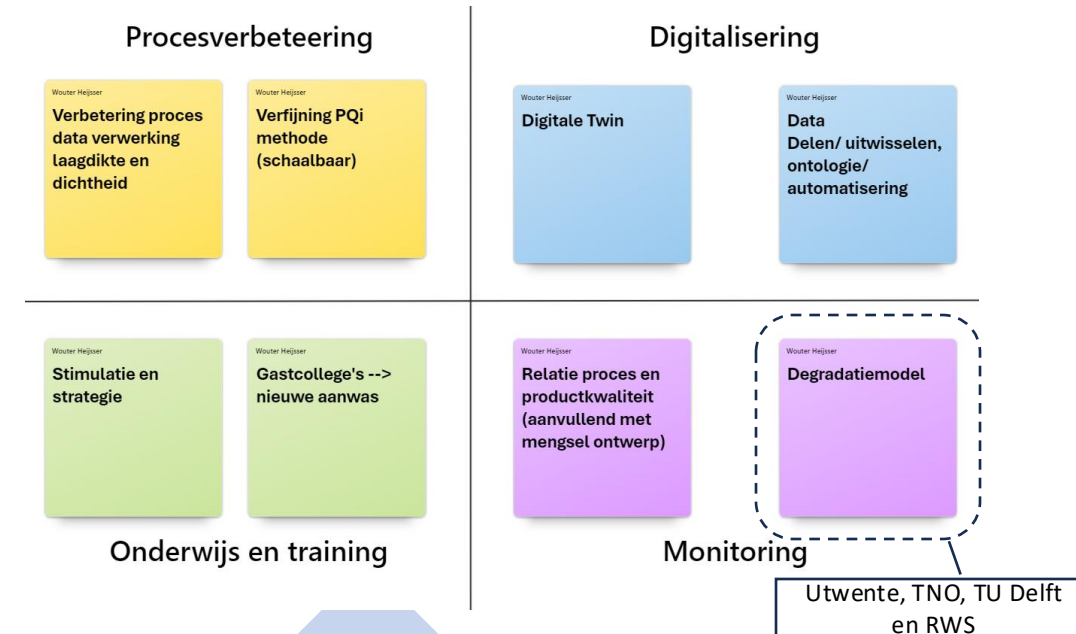
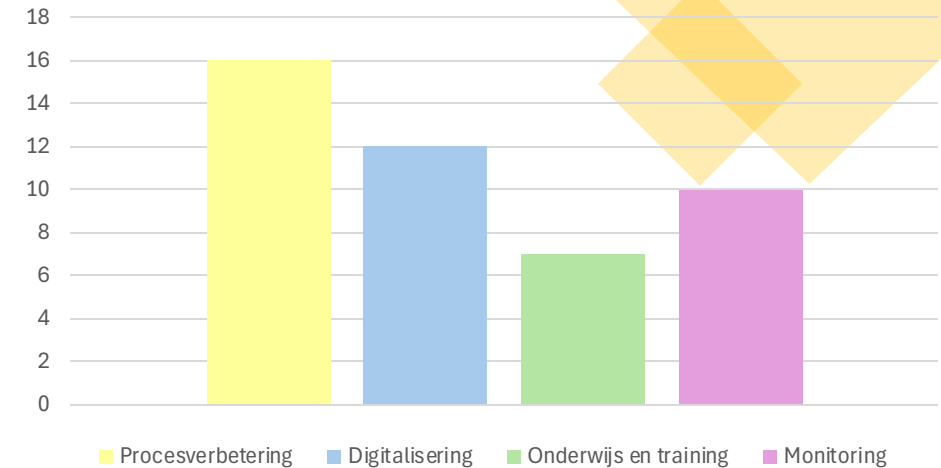
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

Introductie

- Roadmap ASPARi
 - Verbeteren proces
 - Onderwijs
 - Digital Twin
 - Model ontwikkeling aanleg kwaliteit
- Samenwerking UTwente
- Workshops voorjaar 2025

Aantal onderwerpen in ASPARi Roadmap 5.0



Verband NPDW - UTwente

Per heden

- ☑ Andre Dorée is lid van de klankbordgroep (sectorteam)
- ☑ Bas van der Zande (2dgn / week)
 - Expert Kennislijn Kwaliteit en Prestatie
 - Interventie Nieuwe Systematiek KwalitetsBorging
 - Interventie HighTech=LowCost

Per 1 januari 2025

- ☑ Boyd Lubbers (3dgn / week)
 - Kennislijn Duurzaamheidskaders
 - Interventie Materiaalbalansen
- ☑ Andere Interventies zoals SPOT en WegInfra-OTL



Nationaal Platform Duurzame Wegverharding

Jan van de Water



Programma ASPARi

1. Keynote speech: Is wat we bouwen wel zo duurzaam? Wat weten we daarover?
Emeritus prof.dr.ir. Andre Molenaar
3. Presentaties studenten elk 30 min (10.00 – 12.30)
 - Proces als indicator van kwaliteit (Bas van de Zande)
 - Asfaltbank (Boyd Lubbers)→ Kleine koffie pauze
 - Realtime procesbesturing (Gerko de Vente)
 - Data ontsluiting: hoe doen we dit met stakeholders? (Vera Verhoeven & Jasper Keizer)
 - Simulatie tool voor verdichten WarmMix Asfalt. (Qunshuo Shen)
4. Lunch (12.30/45 – 13.30)
5. Presentaties studenten elk 30 min (13.30 – 16.00, koffie pauze 15.00 - 15.30)
 - Road digital twin, beyond the myth and hype (Farid Vahdati)
 - A computer vision system (Vanessa Wang)
 - Sensor fusion (Farima Jalali)
 - SPOT, MKI benchmark system (Joao Oliveira dos Santos)
6. Ronde tafel discussie (16.00 – 16.30)
7. Borrel (16.30)



ASPARi symposium
4 december 2024

ASPARi onmisbaar hulpmiddel bij het realiseren van duurzame wegverhardingen!

em prof. dr. Ir. André A.A. Molenaar



ASPARi
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

Duurzaam is een lastig begrip

- **De Engelsen doen dat beter die kennen**
 - **durability** (levensduur, gebruiksduur)
 - **let op!!** gebruiksduur vaak << levensduur
 - **sustainability** (milieubelasting)

Durability/sustainability

- Een lange levensduur betekent in principe een hoge sustainability
- Als echter levensduur >>>> gebruiksduur dan is het product niet sustainable
- Voorbeeld: iPhones
- Zijn onze Apple 6 phones waardeloos? OK ze kunnen minder maar is dat erg?
- Voorspelling: Apple 13 wordt binnenkort niet meer ondersteund.
SCHANDE

**Sustainability wordt zwaar onder druk gezet door
profitability**

**Bedrijven als Apple en Windows dicteren de
behoefte van de markt**

**De markt (wij) volgt leidzaam en moet(en) soms
leidzaam volgen**

De wegenbouwaannemerij is een volgende markt

Ze kan nooit (zelden) zelf een behoefte creëren

Als de opdrachtgevers bepaalde ontwikkelingen niet willen of niet nodig achten, gebeurt er niets

Waarom loopt NL voorop met hergebruik van RAP en CDM? Omdat de overheid (ministerie van milieu, niet RWS) dat afdwong

Dus: overheid, push gebruik van bv bio binders!

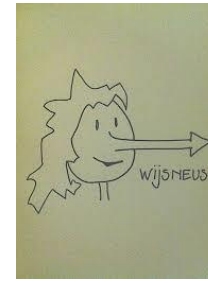
Is overheid wel dwingend genoeg?

- **Circuroad**
 - minimaal 30% biobased en circulaire bouwstoffen in 2030
 - geleidelijk naar 100% in 2050
- **Is dit wel ambitieus genoeg?**
- **Invoeren van hot recycling (max 35%) eind 1980 ging veel sneller!**

Circuroad

- **Waar is het MKB? (Mourik, Versluys, Koninklijke Sjouke Dijkstra etc)**
- **Die hebben met het AKC producten als Gras- en Harsfalt ontwikkeld**
- **De {kleine(re)} gemeenten staan niet op je website; die zijn wel een grote markt**
- **Waar zijn Schiphol en andere vliegvelden?**
- **Waar is het CROW?**

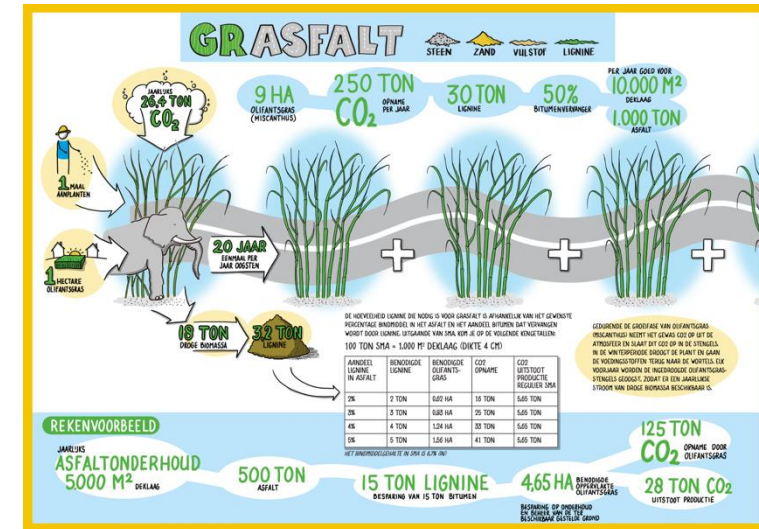
Ik weet het



- **Roepen/schreeuwen van de zijlijn en wijsneuzerig gedrag is makkelijk**
- **Maar het zetten van een uitdagende tijdlijn maakt het behalen van een doel pas ambitieus**
- **Wees niet te voorzichtig, neem voorbeeld aan J.F. Kennedy (speech 25/5/61)**
- *"I believe that this nation should commit itself to achieving the goal, before this decade is out, of landing a man on the moon and returning him safely to the Earth. "*
- **Op 20/7/69 stonden ze op de maan**

“Van der Plas” bindmiddelen (BBB) rukken op

- Diverse type asfaltmengsels met een Bio Based Binder (BBB) zijn op de markt
- Lynpave
- Grasfalt
- Harsfalt
- BBB's zijn veelbelovend en er worden kwaliteitscertificaten voor uitgereikt



Het Asfaltkwaliteitsloket, ondergebracht bij het kennisplatform CROW, verklaart hierbij dat de claims:

- *Het LynPave® additief is met 0,06% m/m dosering op het asfaltmengsel als bitumenverjonger inzetbaar in asfalt met maximaal 60% PR en levert minimaal gelijkwaardige, zo niet betere resultaten dan een Standaard RAW asfaltmengsel. Bij de gevalideerde asfaltmengsels is gemiddeld sprake van zo'n 25% verbeterde dimensioneringseigenschappen in termen van stijfheid (S_{mix}) en vermoeiing (ϵ_6).*
- *Met LynPave® additief verjongd asfalt kan bij verlaagde productietemperatuur (120 – 135°C) worden bereid en verwerkt.*
- *De levensduur van met LynPave® additief verjongd asfalt is minimaal gelijkwaardig en zo niet langer dan de levensduur van een Standaard RAW mengsel wat met de verbeterde dimensioneringseigenschappen een 50% langere levensduur geeft of een reductie van maximaal 20% in de laagdikte.*
- *Bij de bereiding van LynPave® asfaltmengsels bij een verlaagde productietemperatuur (120 – 135°C) wordt minder CO₂ uitgestoten dan bij de bereiding van vergelijkbare hot mix asfaltmengsels.*

ten aanzien van de producten:

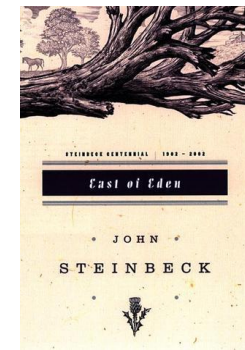
AC 16 Base/Bin en AC 22 Base/Bin mengsels met LynPave® additief en maximaal 60% PR

van Asfalt Kennis Centrum BV* , Olivier van Noortweg 10, 5928 LX Venlo

zijn gevalideerd door het Asfaltkwaliteitsloket ingestelde deskundigenteam en dat de claims valide zijn bevonden.

In dat certificaat wordt wel wat gezegd

- Maar hoe zit het met het hergebruik?
- Waarom passen we deze producten dan niet op grote schaal toe?
- Waar blijven de “grote” opdrachtgevers? Die hebben juist een voorbeeldrol. De GRASFALT site laat vooral kleinere opdrachtgevers ten oosten van Ede zien
- Koudwatervrees?
- Gaan ze inderdaad de (spectaculaire) verbeteringen geven die geclaimd worden?



**ASPARi is van eminent belang bij de
introductie van deze nieuwe producten!**

**ASPARi is van eminent belang voor
Circuroad**

Waarom?

- **U wilt blijvend aan kunnen tonen dat met deze nieuwe producten tenminste gelijkwaardige resultaten worden behaald**
- **Gemaakt werk zal daarom in de tijd moeten worden gevolgd**
- **MAAR!!! Nul situatie zal dan eerst één eenduidig moeten worden vastgelegd**
- **Uitvoering bepaalt in hoge mate succes van het product**

Asfalteringswerk, mooi weer, goed werk



Maar er moet toch ook vaak in dit weer worden gewerkt

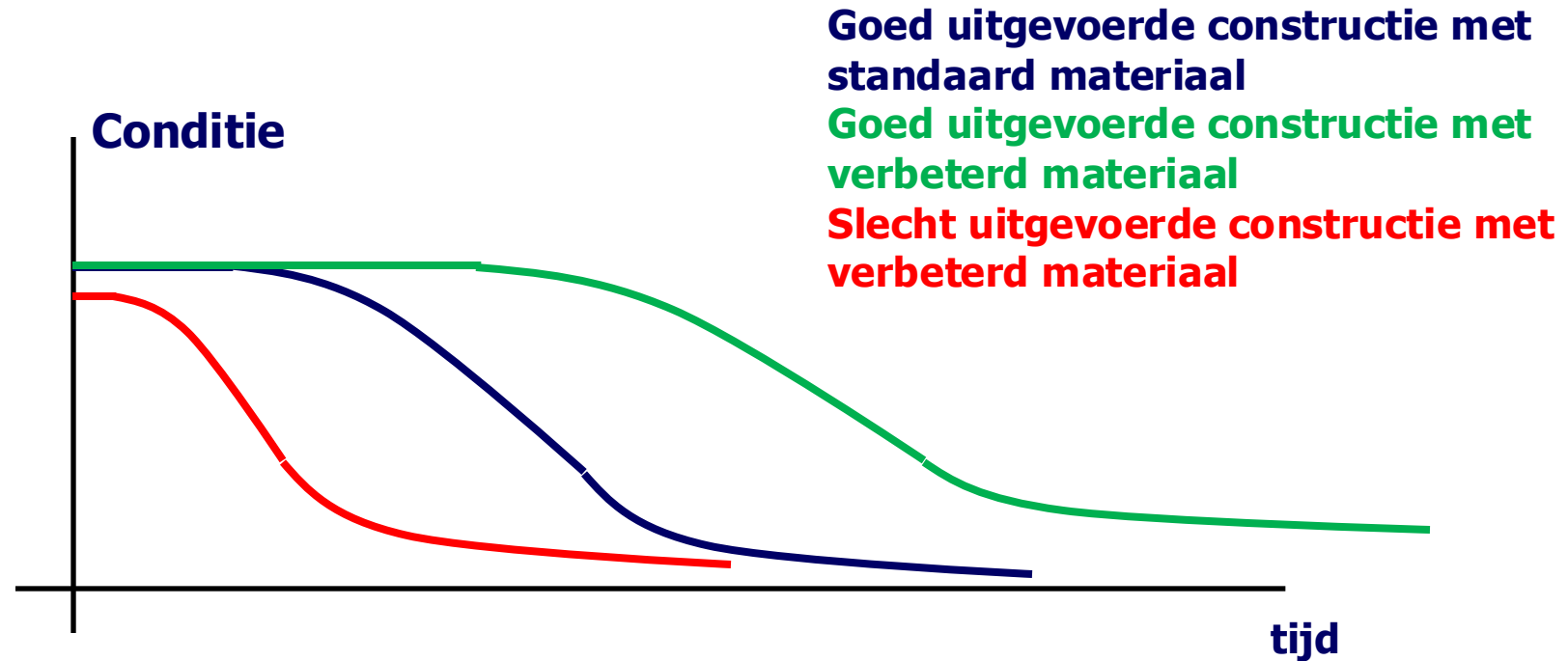


**Soms moet dat gewoon omdat de weg om 5:30 a 6 uur
weer voor het verkeer beschikbaar moet zijn!**

Wat willen we van een wegverharding

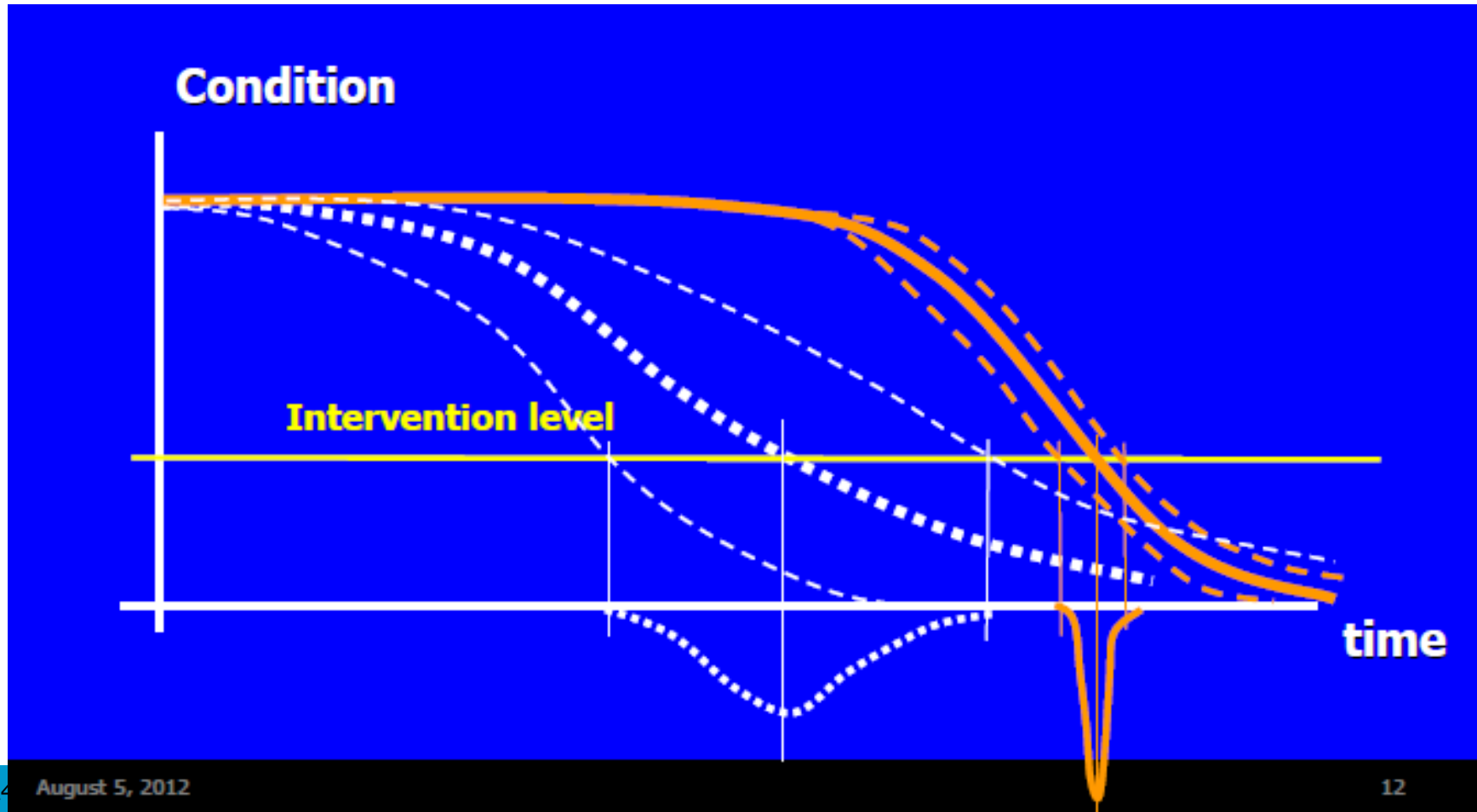
- **Lange levensduur, weinig onderhoud**
- **Minimaliseer kosten aanleg + onderhoud**
- **Maximaliseer beschikbaarheid van de weg en de veiligheid**
- **Zo gering mogelijke milieubelasting**

Belang van het vastleggen van de initiële conditie en het verloop daarvan in de tijd



Je hebt altijd kwalitatief goede en minder goede/slechte stukken

Langere gemiddelde levensduur en weinig spreiding daarin reduceert verkeersshinder en kosten



December 5, 2024 August 5, 2012

12

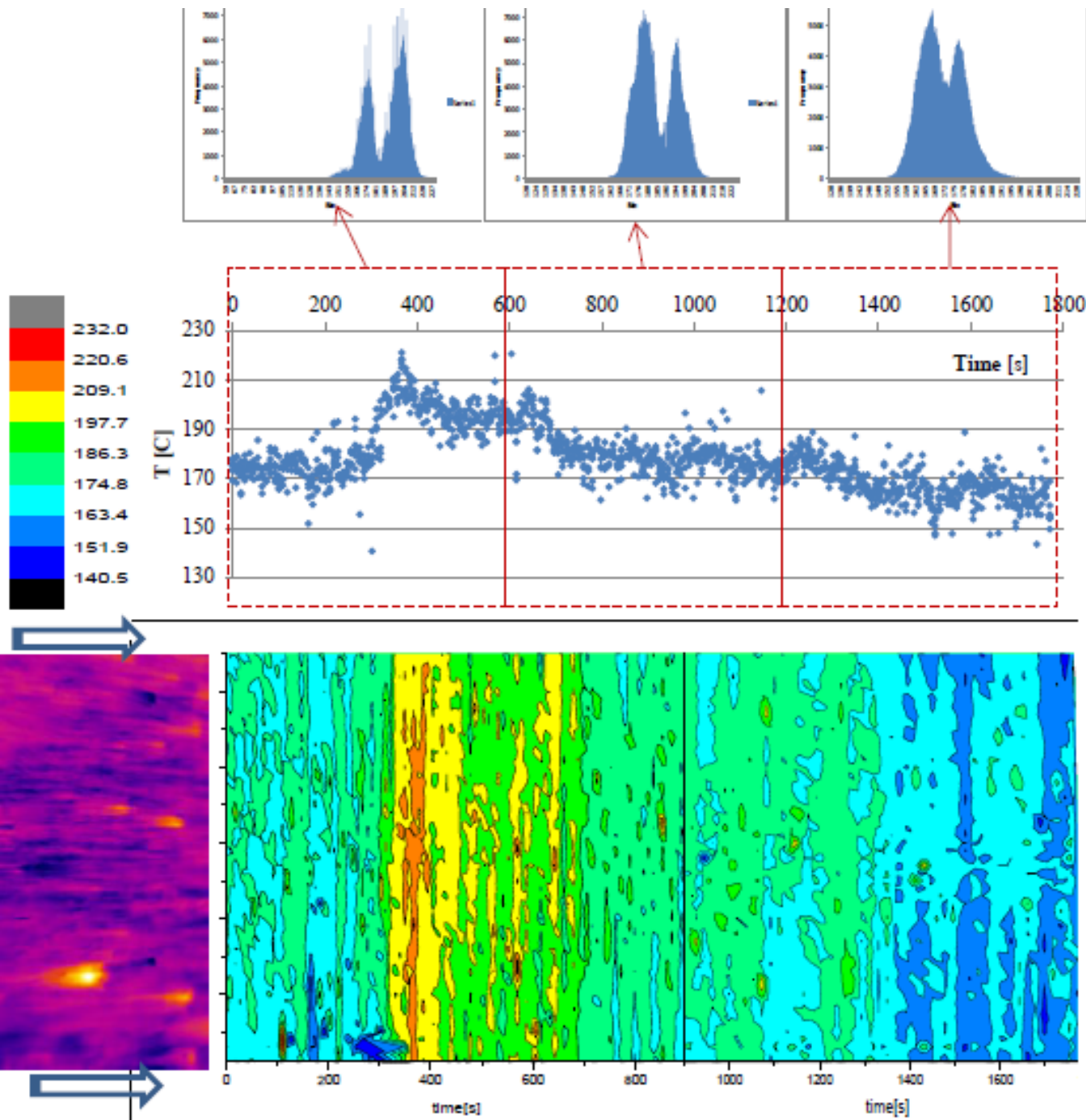
23

Verkeersmaatregelen tijdens uitvoering zijn een grote kostenpost

**We moeten dus weten hoe de levensduur en
spreiding daarin worden beïnvloed**

**Het gaat om het gereede product dus om de
samenstelling maar vooral ook om de productie
en verwerking**

**Een paar voorbeelden van invloed van
productie en verwerking**



**Operator paste
mengtemperatuur
aan maar een
homogene meng-
temperatuur kon
niet worden
bereikt.**

**In het begin was
temperatuur soms
veel te hoog, later
was het mengsel
iets te koud**

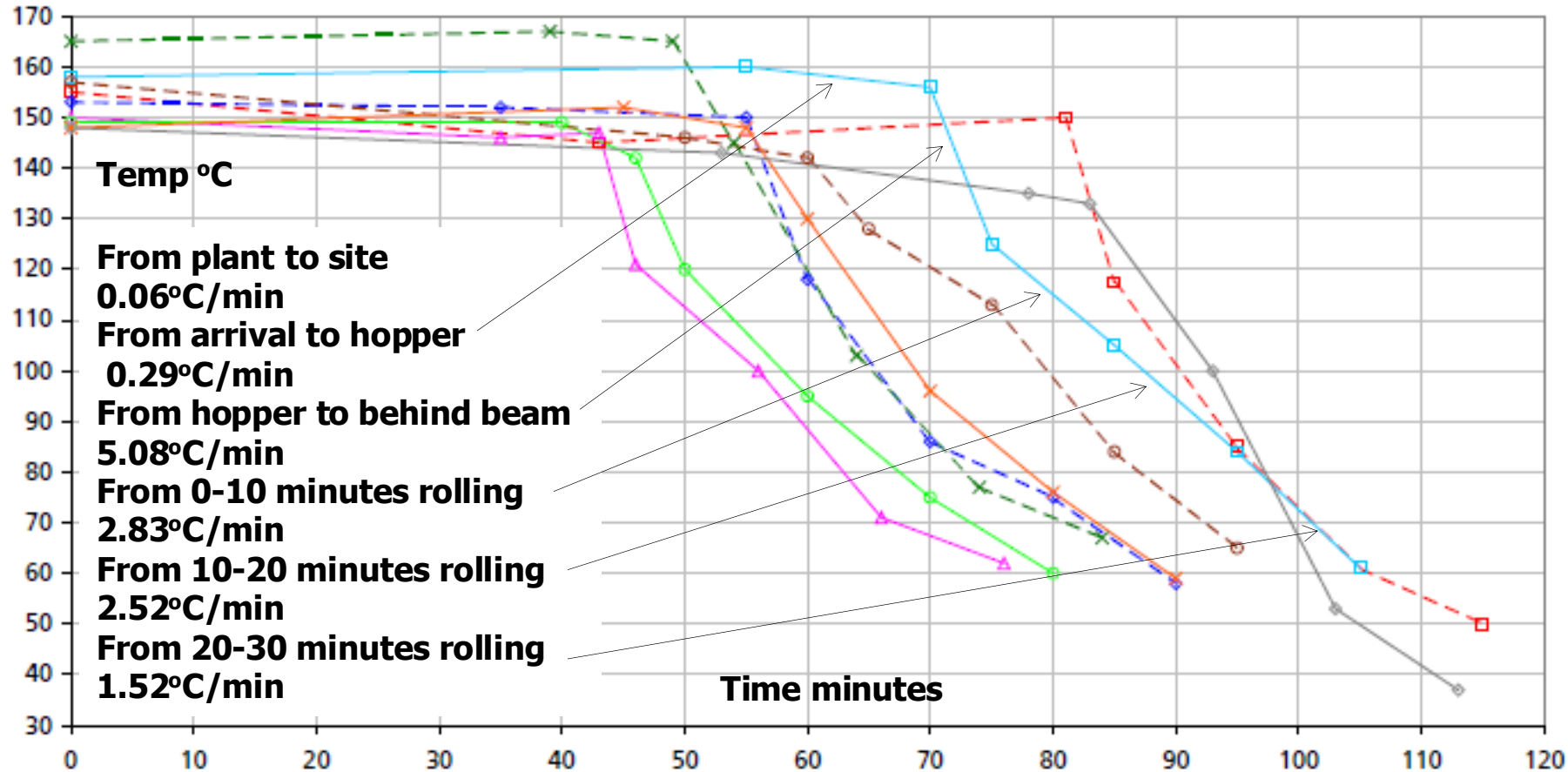
Conclusie

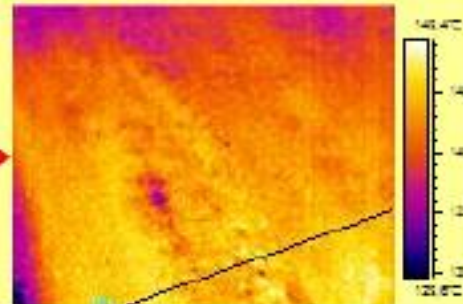
- **Behoorlijk grote temperatuur inhomogeniteit**
- **Hoe droog was het aggregaat en de RAP?**
- **Maar is deze variatie in temperatuur ernstig?**
- **Opmerking 1: Continue temperatuurmeting met een infrarood camera is te prefereren boven "spot" metingen met een thermometer**
- **Opmerking 2: Houd het aggregaat droog! Drogen vochtig/nat aggregaat/RAP niet goed voor de energierekening en trommeltemp zal regelmatig moeten worden aangepast als vochtgehalte variable is. Dat is niet goed voor temperatuur homogeniteit**

**De vraag is of deze
temperatuurinhomogeniteit af- of
toeneemt tijdens transport en verwerking**

**Laten we dus eens kijken naar de variatie
die optreedt tijdens verwerking**

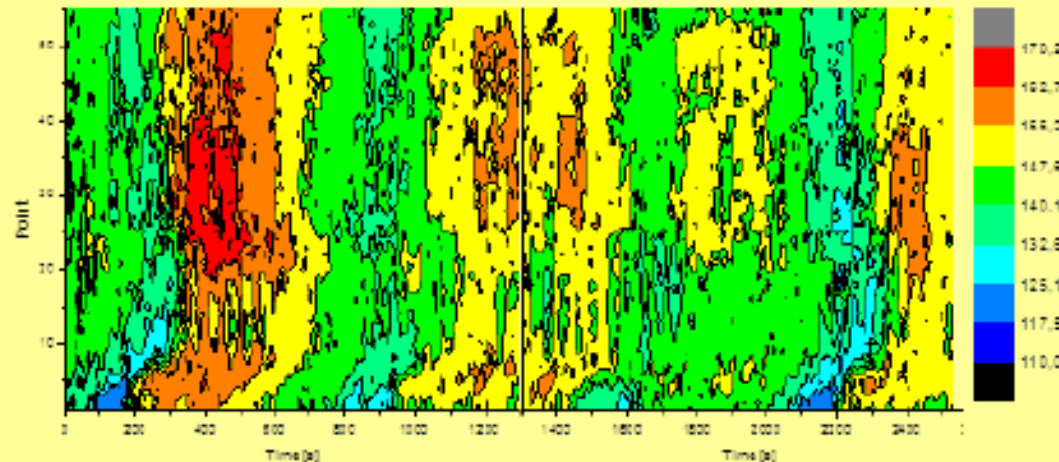
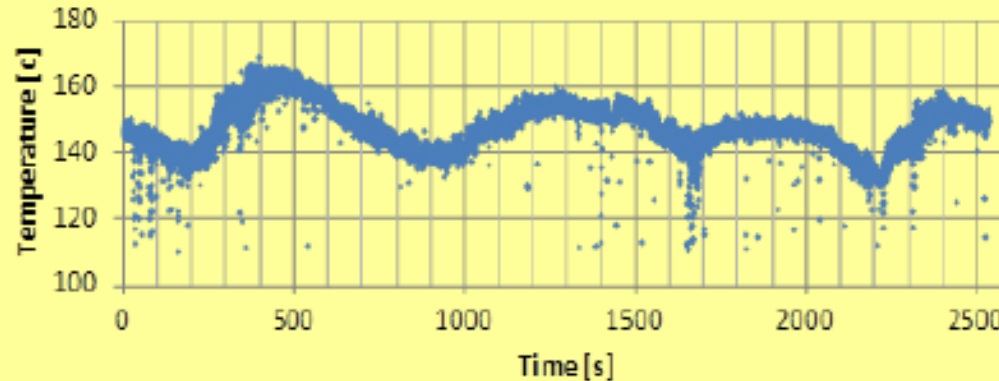
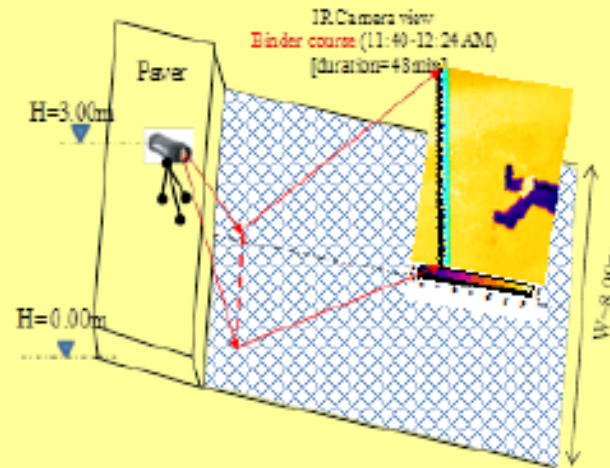
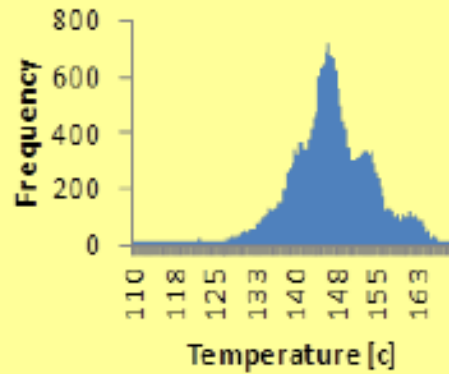
Afname in temperatuur tijdens transport en verwerking van een ZOAB project





**Temperatuur-
metingen
tijdens de
verwerking**

**Dit was geen
ASPARi project**



Breedte: 8 m
Laagdikte: 45 mm

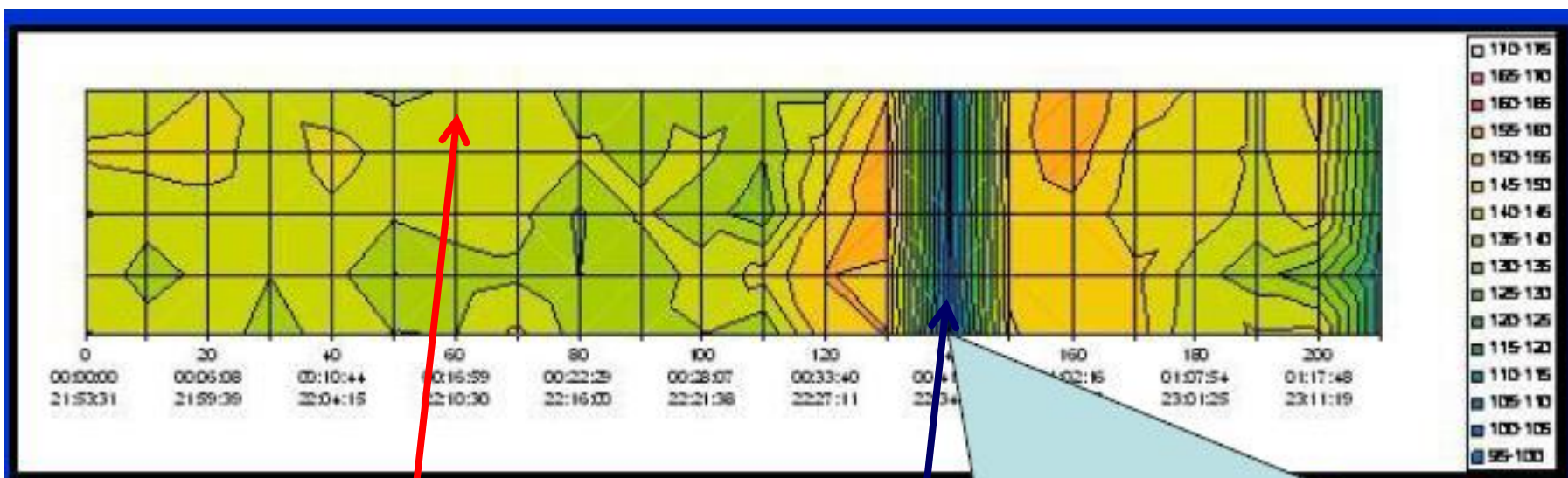
Snelheid spreidmachine:
3.5 m/min

“Golflengte”
600 – 700 s $\approx$ 35 – 41 m
komt overeen met 1 truck
lading van ongeveer 30 t

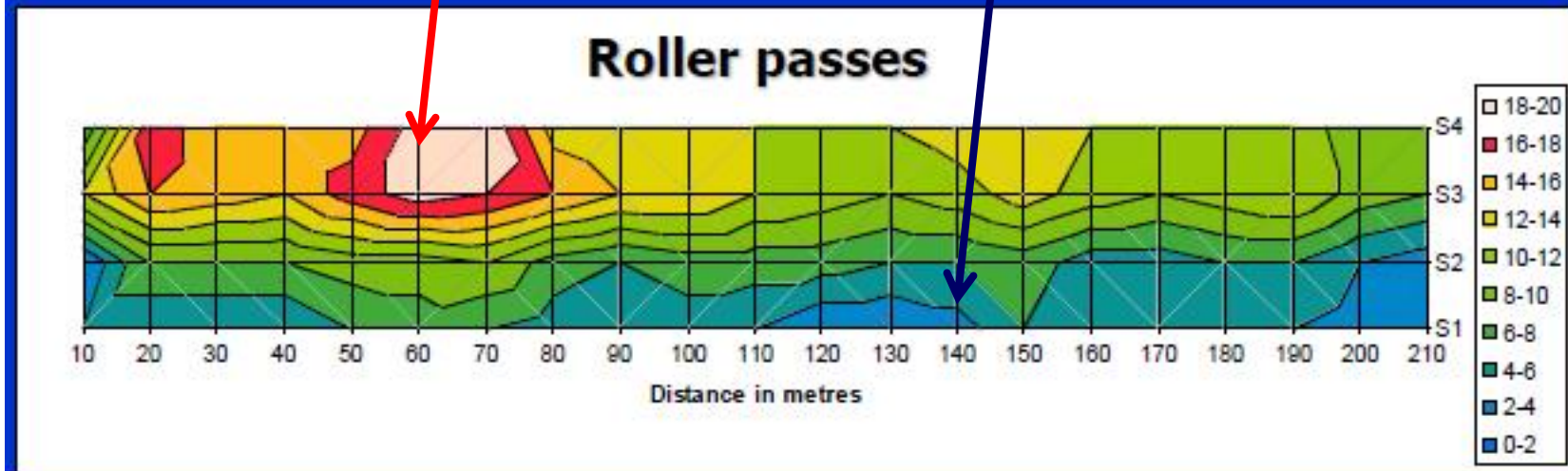
**OK er is een behoorlijke variatie in de temperatuur van
de gelegde laag**

MAAR IS DAT ERG?!

**Laten we ook eens kijken naar de variatie
in het aantal walspassages
EN
in het gecombineerde effect van de
variatie in temperatuur en walsovergangen
op de mengselkwaliteit**



Cooling of the asphalt when the paver has stopped



Verdichtingsmodel voor ZOAB

$$Y = 39.51 - 0.09X_1 - 0.81X_2 + 0.05X_3 - 0.23X_4 - 0.01X_6$$

Y = void content [%]

X_1 = T_{asphalt} in hopper [°C]

X_2 = bitumen perc. [%, m/m]

X_3 = perc. aggr. on sieve C8 [%, m/m]

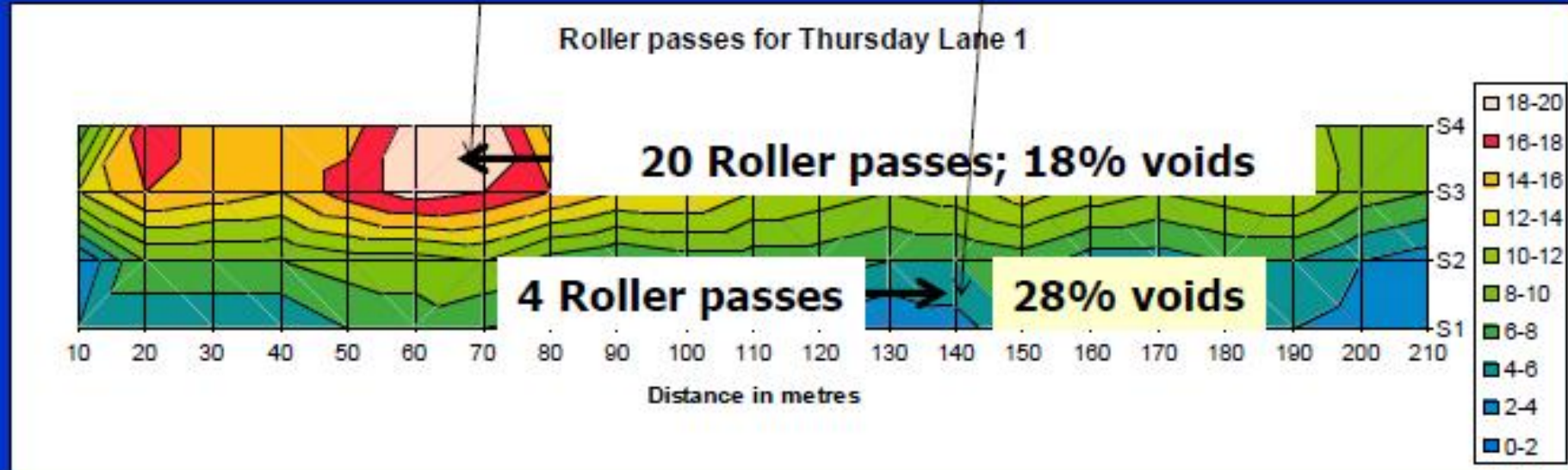
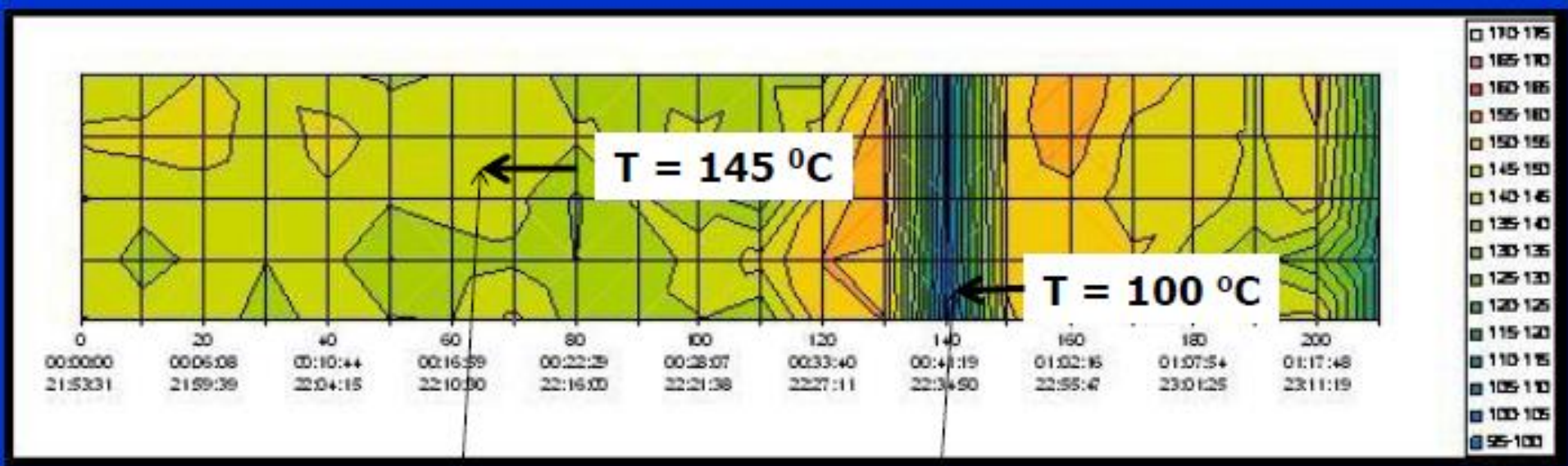
X_4 = perc. filler [%, m/m]

X_6 = roller characteristic = nP/LD^2

n = nr of roller passes; P = load on drum [kN]

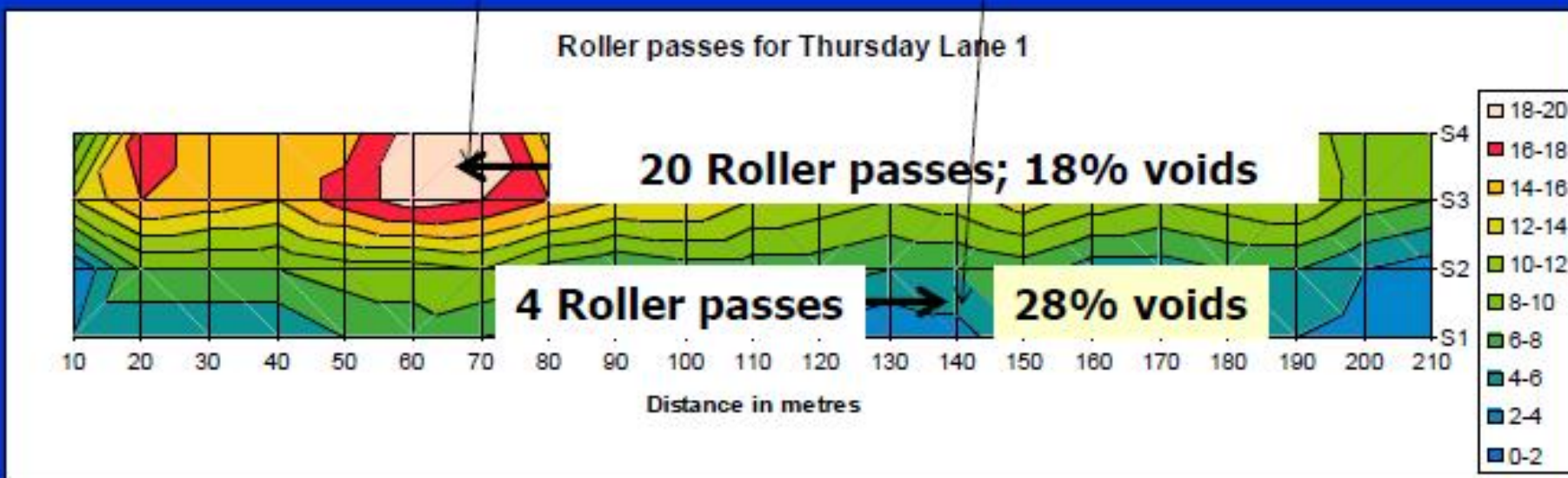
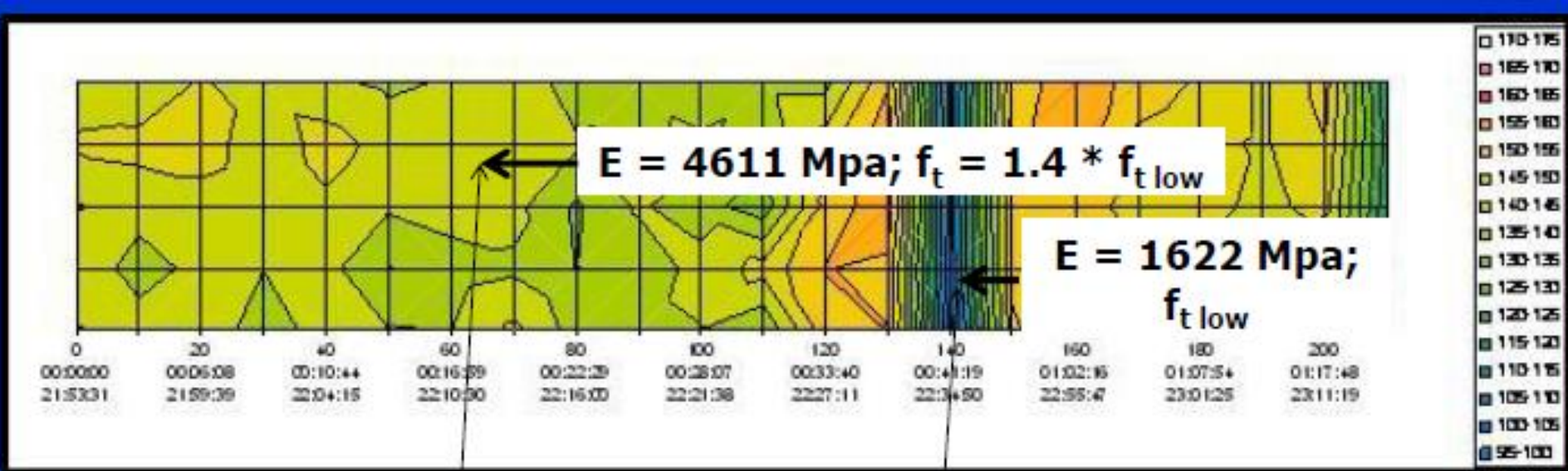
L = length of drum [m]; D = diameter of drum [m]

Temperature and compaction effort have greatest effect

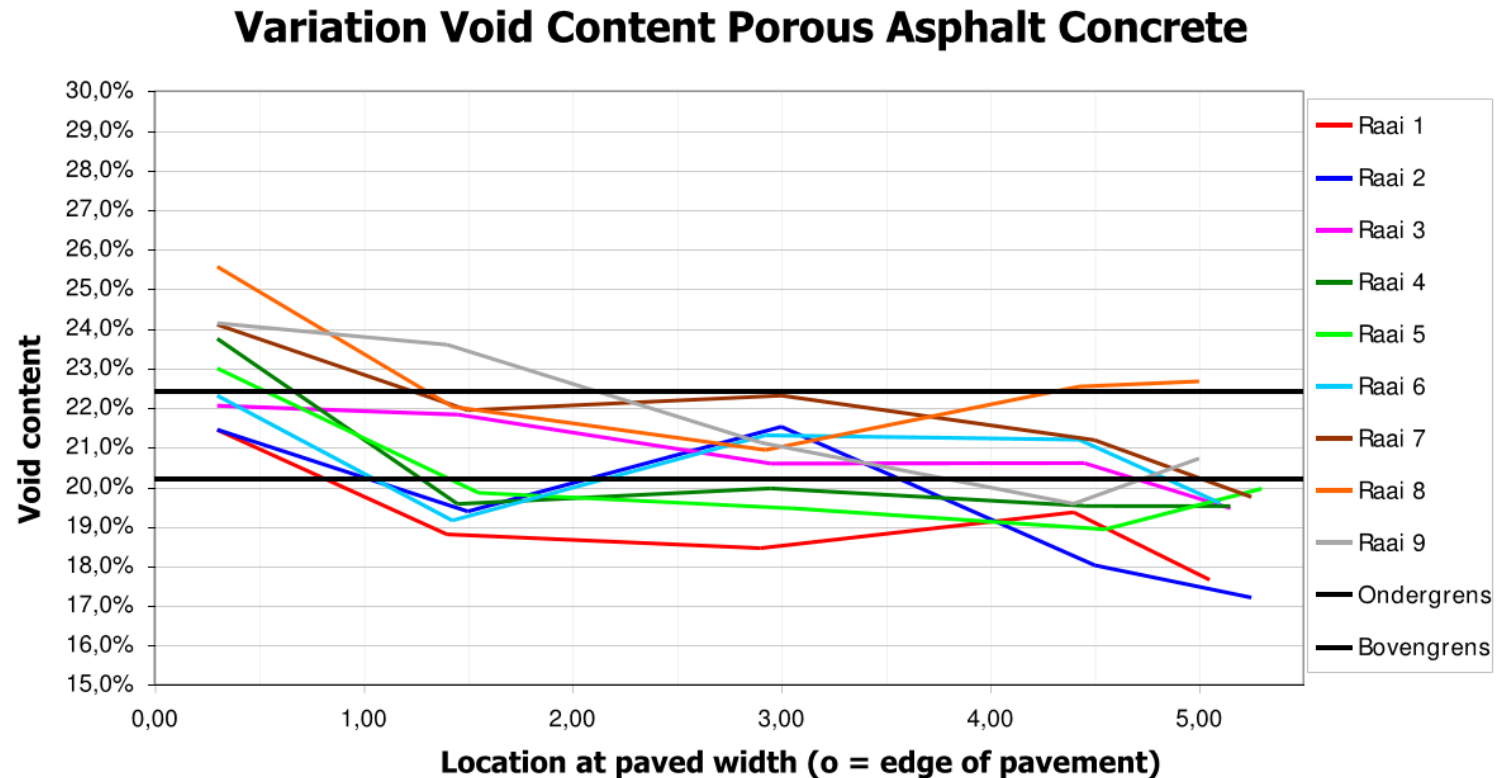


Mengselstijfheid bij 20 °C and 8 Hz

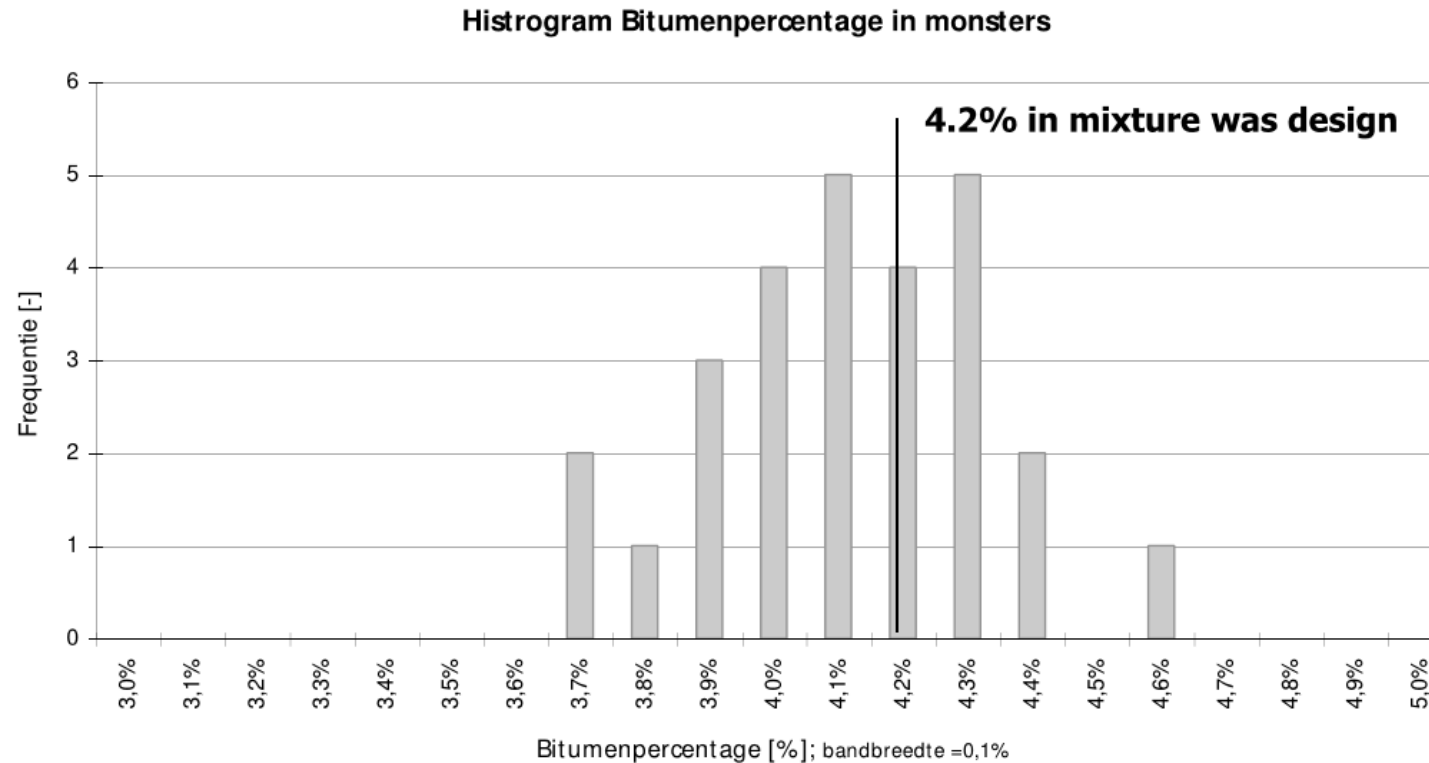
Void content [%]	Mixture stiffness [Mpa]
18	4611
20	3615
22	2900
24	2372
26	1972
28	1662



Variatie in het holle ruimte percentage in een ZOAB mengsel



Variatie in bitumengehalte in een ZOAB mengsel



**OK variaties in temperatuur en verdichting beïnvloeden
het holle ruimtepercentage, de mengselstijfheid en de
treksterkte.**

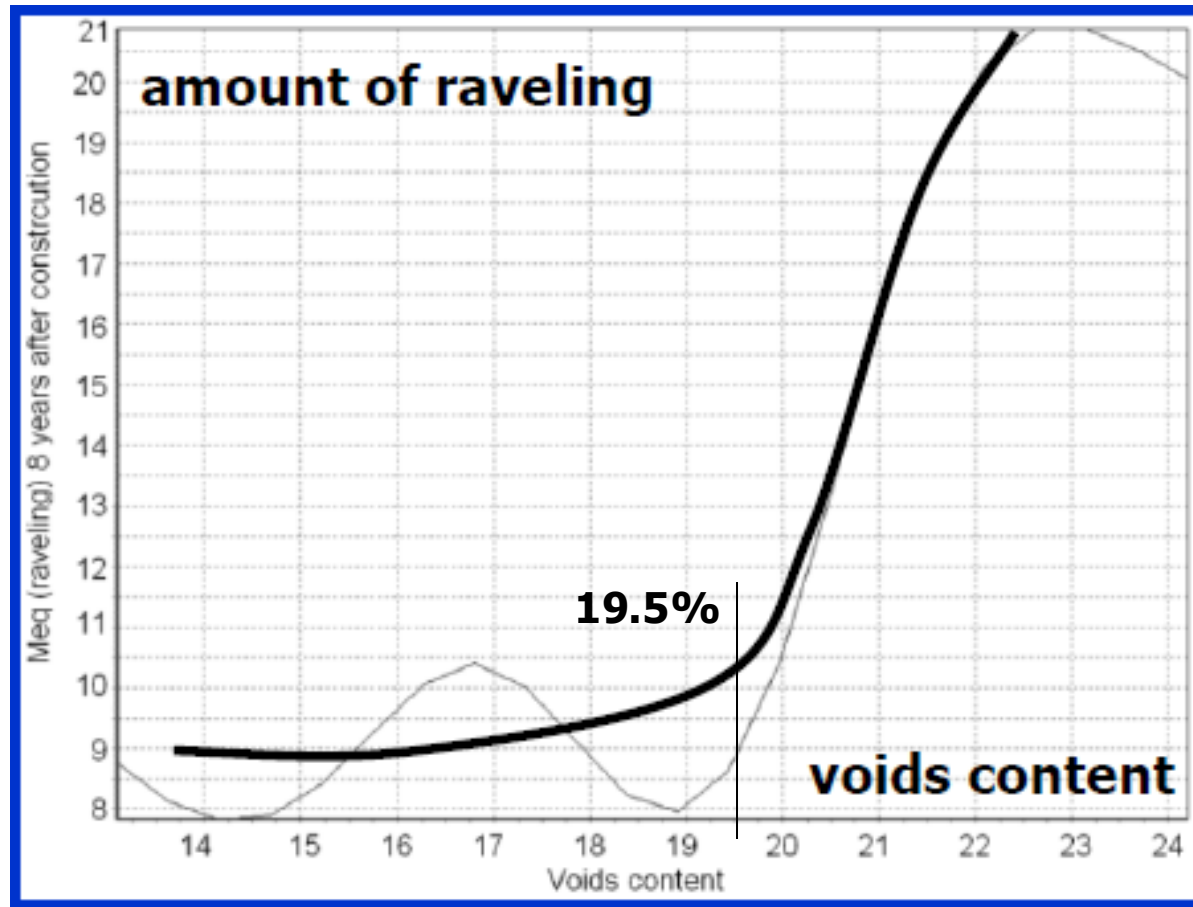
MAAR IS DAT ERG?!

Rafeling bepaalt de levensduur van ZOAB

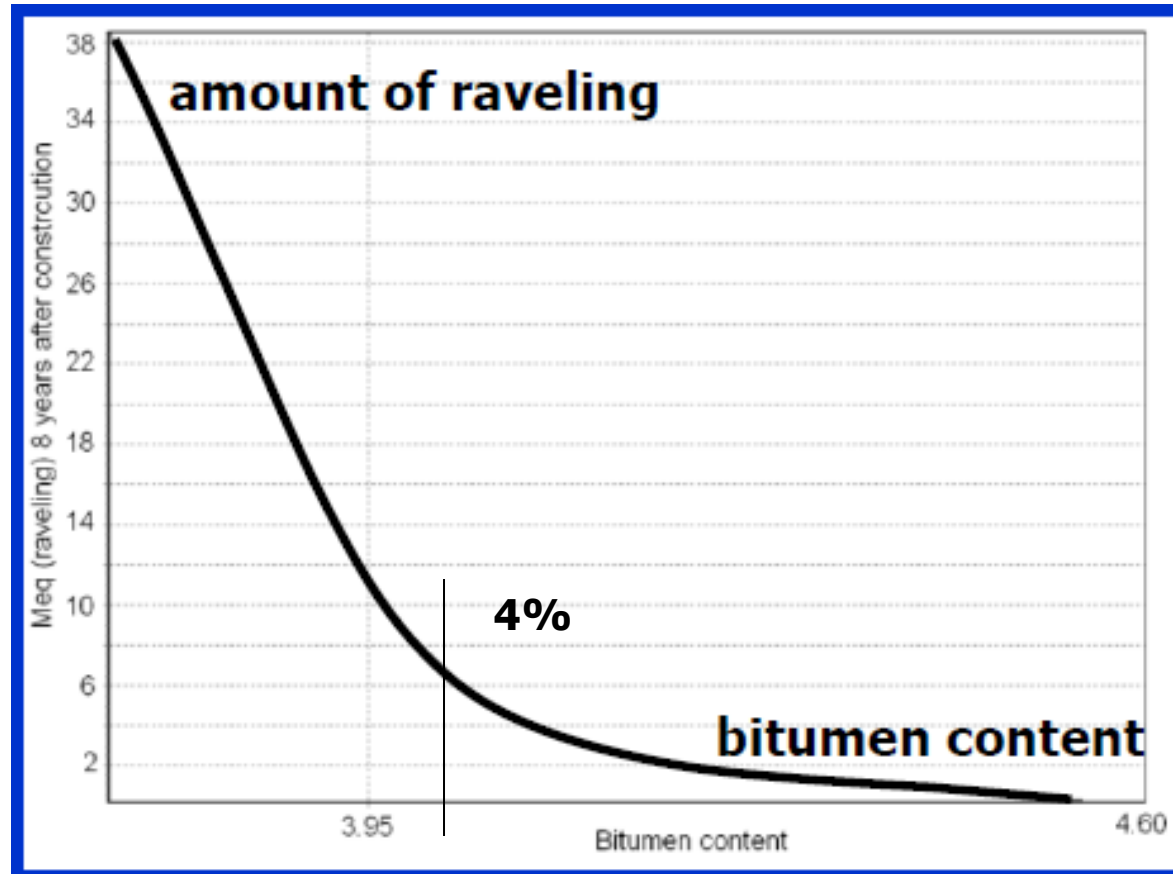
volgende voorbeelden betreffen enkellaags ZOAB



Grote invloed van het holle ruimte percentage op de hoeveelheid rafeling 8 jaar na aanleg



Grote invloed van het bitumengehalte op de hoeveelheid rafeling 8 jaar na aanleg



Conclusie

Variaties die optreden tijdens productie en aanleg van asfalmengsels hebben een grote invloed op de levensduur!

Bij grote spreiding in eigenschappen is er al vroeg onderhoud nodig

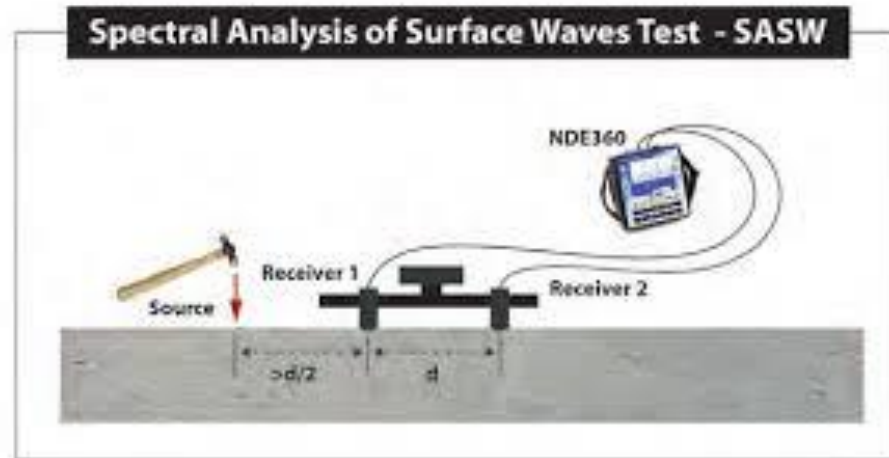
Dus ergenis, kosten, hinder

Conclusies

- **De kwaliteit van de constructie zoals gelegd EN DE SPREIDING DAARIN bepaalt in hoge mate de levensduur en onderhoudsgevoeligheid**
- **Leg de aanvangsconditie dan ook zo goed mogelijk vast**
- **Zeker doen bij introductie nieuwe producten en DBFM contracten**
- **ASPARI technieken, uitgebreid met meten van HR, bitumengehalte, en een “sterkte-index” helpen daar geweldig bij**

- **Met ASPARi technieken wordt een kwaliteits-/opleveringsdocument verkregen**
- **Koppeling van ASPARi document aan mechanische eigenschappen is belangrijk**
- **Mechanische eigenschappen moeten ook snel en niet destructief kunnen worden gemeten. Daar zit toch nog wel een probleempje**

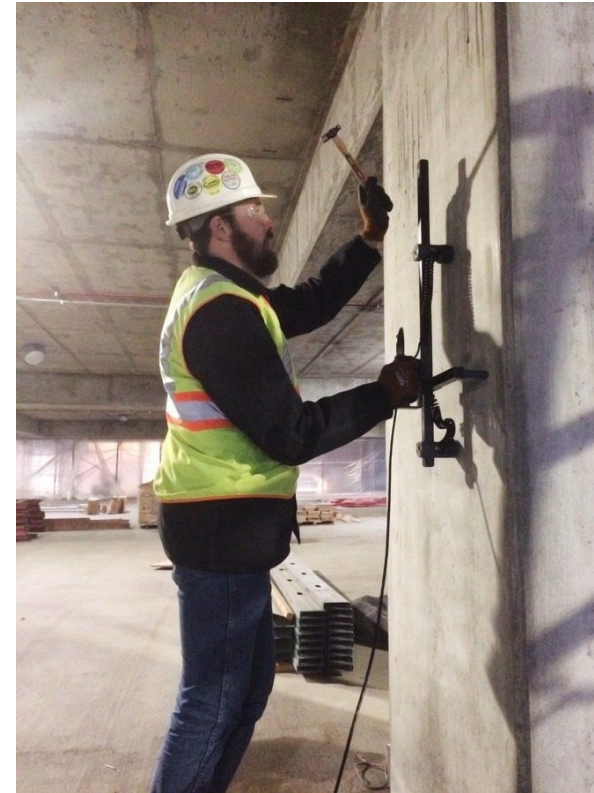
SASW niet destructief onderzoek ter bepaling van de kwaliteit



Meting levert info over stijfheid en dikte

Gaat wat mij betreft niet zozeer om de absolute waarde maar vooral om het verloop over de lengte en breedte van het vak

Methode zit nog niet in ASPARi maar is te overwegen?



Technieken voor het vastleggen van de initiele conditie



Intelligente verdichting

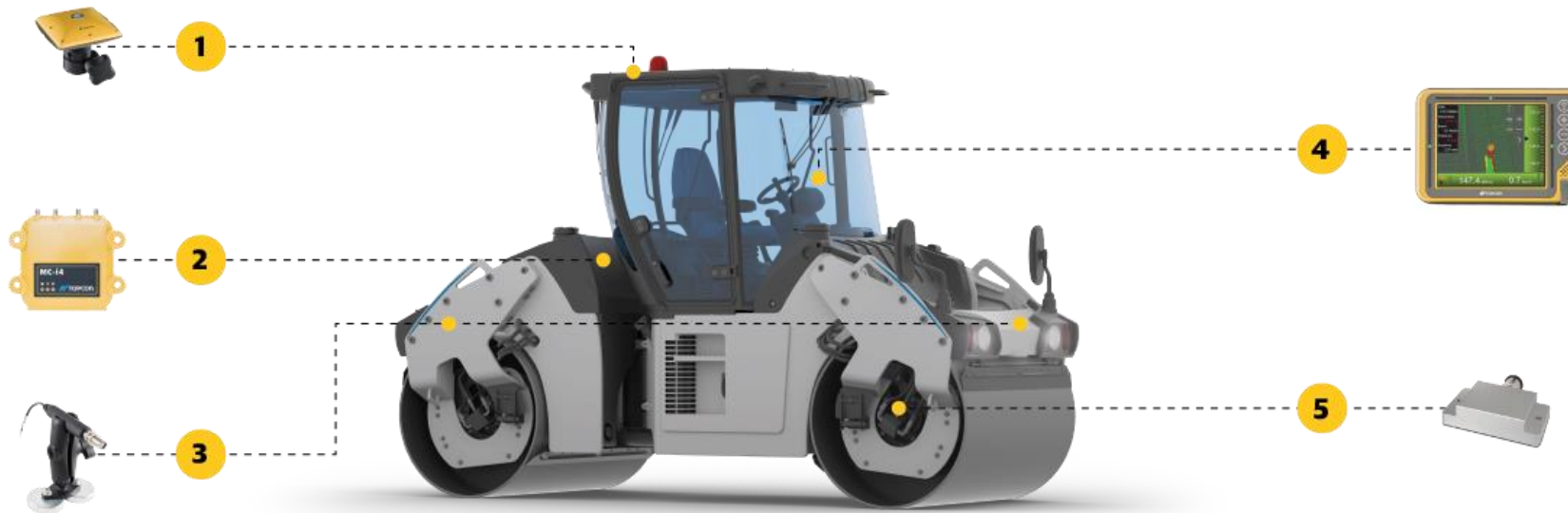


GPS



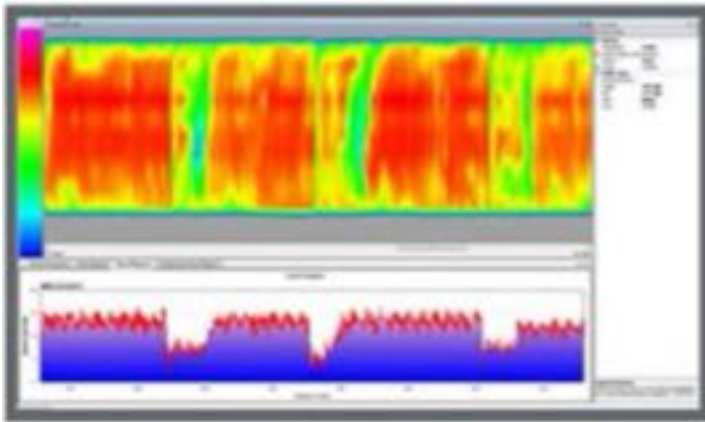
Infrarood

Voorbeeld van aan wals toegevoegde “intelligentie”



1. GNSS antenne 2. controller 3. temperatuur sensor 4. display 5. verdichtingssensor

Het moderne dashboard



Dat is toch wat andere koek dan het walsen met deze jongens 😊



Belangrijke grootheden

- **Verdichtingsniveau**
- **Homogeniteit van verdichting**
- **GPR voor dikte en dichtheid, zie o.a BSc thesis Nadhim Ghanim (UT) en ICT report 11-096 van Al-Qadi e.a.**



- **Samenwerking met de Wegenscanners?**

Afronding/conclusies

- **Stel ambitieuze doelen bij het realiseren van milieuvriendelijk produceren en verwerken van asfalt**
- **Succes van een product hangt in hoge mate af van de kwaliteit** (sterkte, stijfheid, etc)
- **Grote invloed van productie en verwerking**
- **Verhoog en homogeniseer kwaliteit van product**
- **Meet initiële kwaliteit**

ASPARi 5.0 Road Map stelt o.a.

- **Relatie proces- en productkwaliteit; YES!!**
- **Degradatie modellen; TIP!! bestudeer weer eens PhD thesis Miradi ivm gebruik Artificial Neural Network technieken voor modelontwikkeling**
- **Ontologie? De ware aard begrijpen? YES!! Begrijp de oorzaken van waargenomen fenomenen en de relaties daartussen**
- **Suggestie: Hou apparaten, schermpjes, knoppen en modellen vooral simpel**



**VEEL SUCCES GEWENST
EN
DANK VOOR UW AANDACHT**



ASPARI
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

ASPARi Symposium

4 December 2024

Een nieuwe kwaliteitsaanpak:
Proces kwaliteit als indicator voor product kwaliteit

Bas van der Zande

Nationaal Platform Duurzame Wegverhardingen

Universiteit Twente: Seirgei Miller, Joao Santos

Extern: Radjan Khedoe en Jan van de Water (Ballast Nedam),
Marco Oosterveld (BAM), Robbert Naus (Dura Vermeer)



ASPARi

Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.



Waar het begint...

Asfalt
Impuls



Hightech = Lowcost



Kwaliteitsborging



Functioneel opleveren

ASPARI's PQi methodiek



Waar het begint...



Onderzoeksvraag

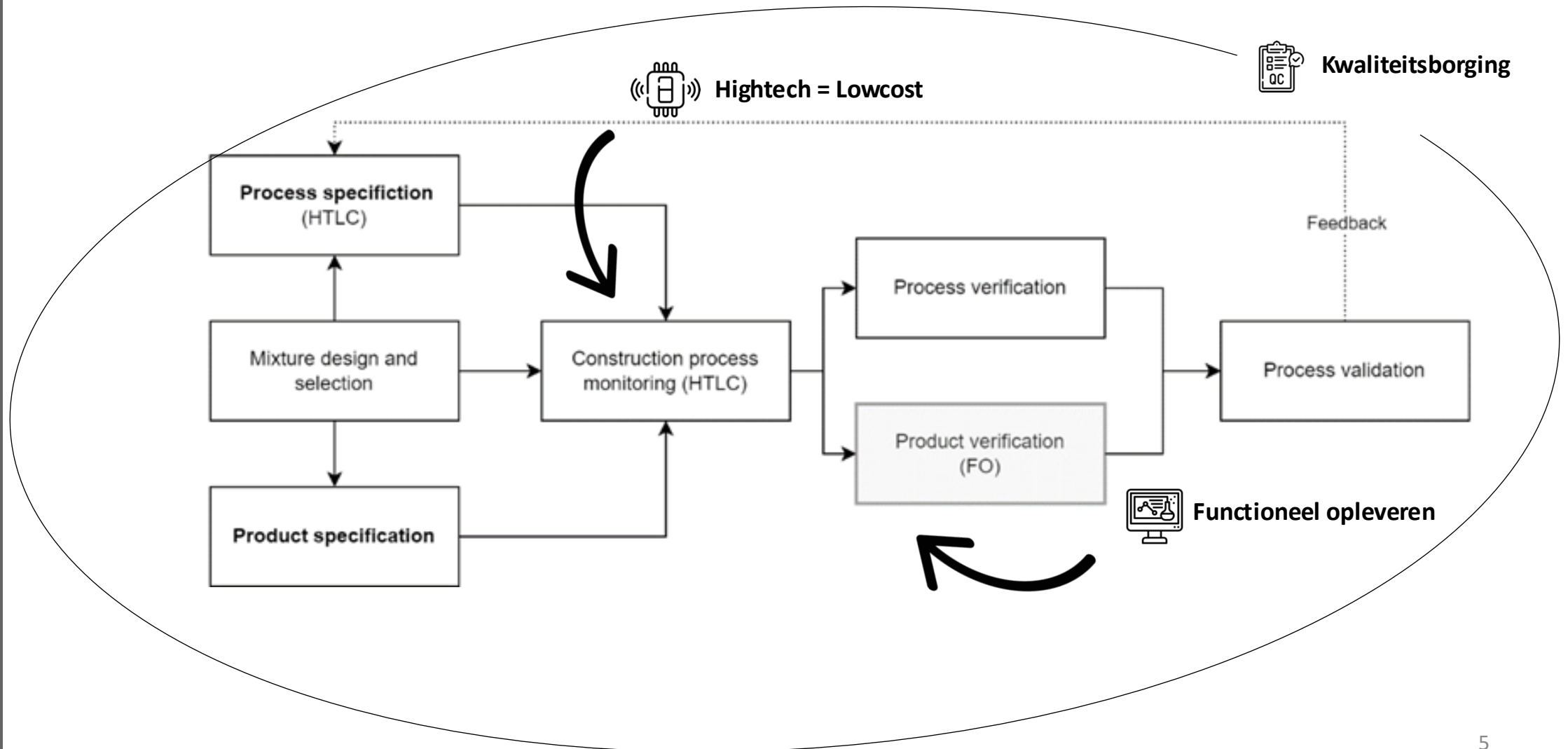
In hoeverre kan procesmonitoring tijdens asfaltverwerking, geïntegreerd binnen QC/QA-praktijken, de productkwaliteit van asfaltlagen verifiëren?

ASPARI's PQi methodiek

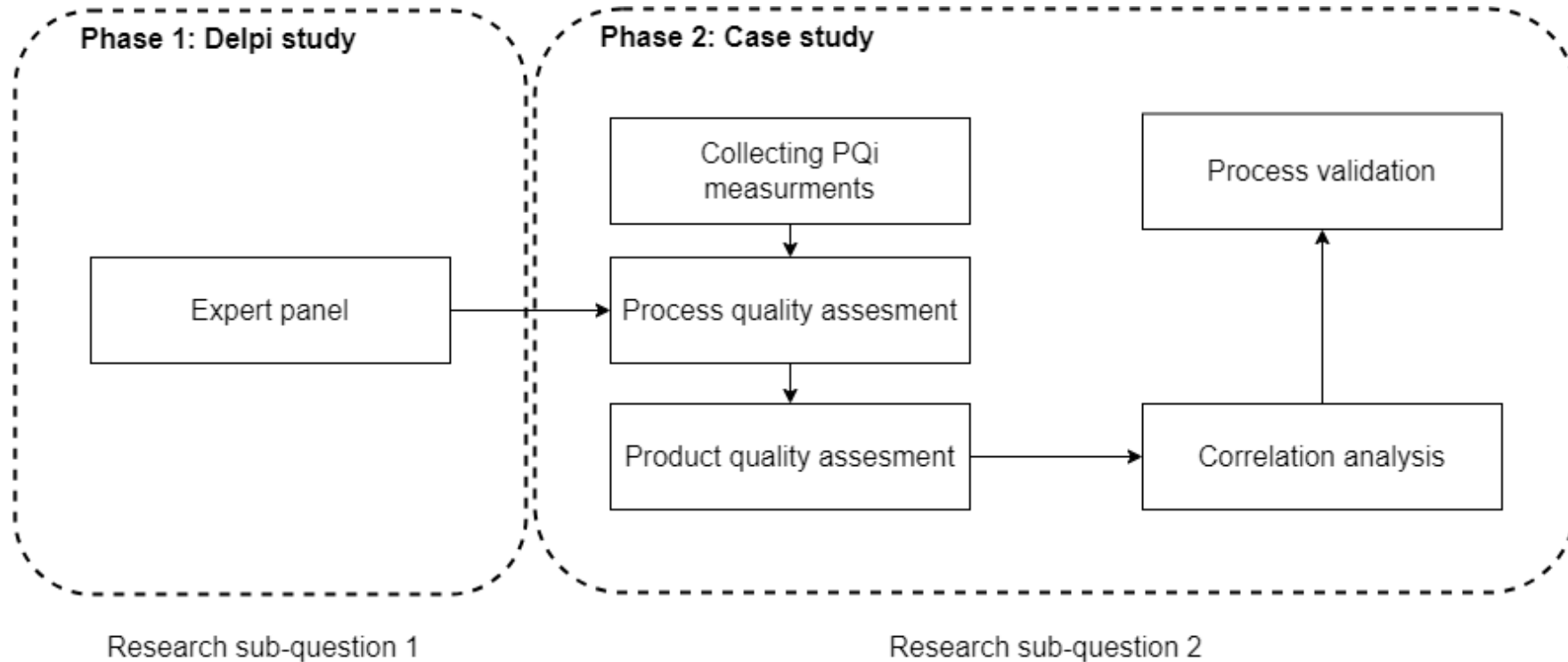


Het systeem

Proces kwaliteit gekoppeld aan product kwaliteit



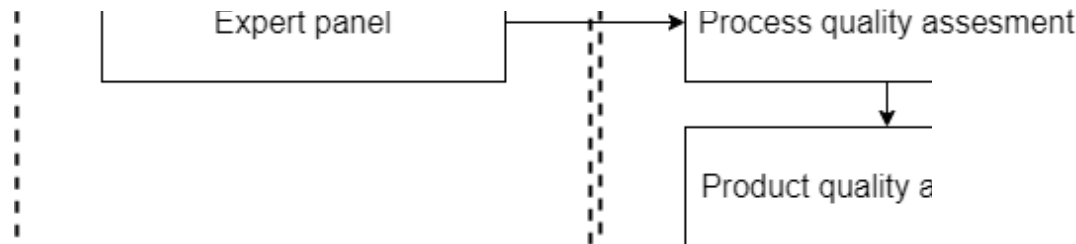
Onderzoek ontwerp



Onderzoek ontwerp

Deelvraag 1

Hoe beïnvloed het asfaltverwerkingsproces de kwaliteit van asfalt lagen?



Research sub-question 1

Deelvraag 2: Case study

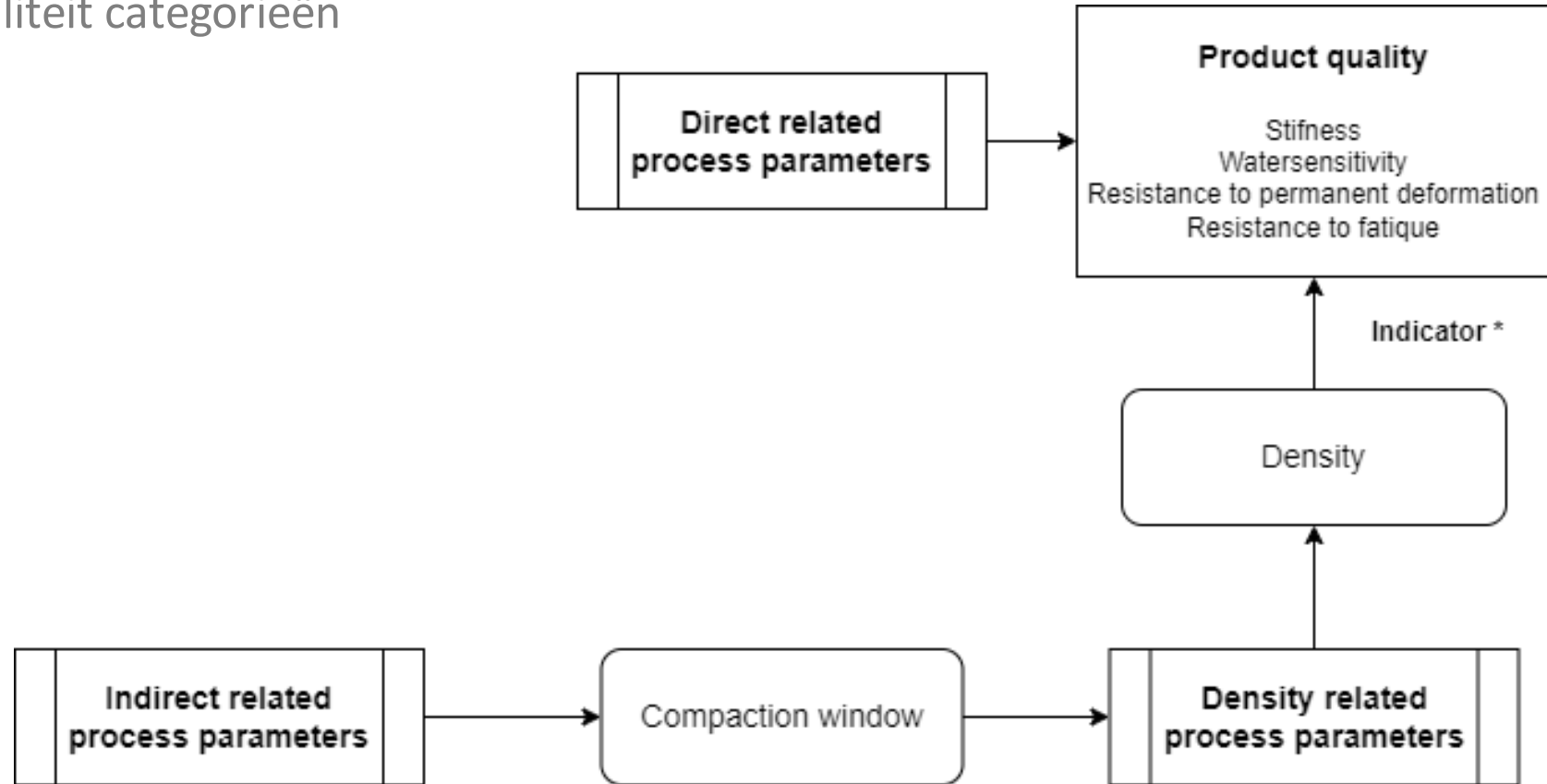


Deelvraag 2

In hoeverre kan de kwaliteit van het asfaltverwerkingsproces worden gebruikt als voorspeller voor product kwaliteit?

Resultaten fase 1: Expert panel

Proces kwaliteit categorieën



Resultaten fase 1: Expert panel

Proces parameters met impact op product kwaliteit

Direct gerelateerd	Dichtheid gerelateerd	Indirect gerelateerd
Productie temperatuur	Aantal wals overgangen binnen het temperatuur/verdichting venster	Temperatuur achter balk
Tijd tussen productie en verwerking	Tijd tussen aanleg en eerste walsovergang	Snelheid asfaltspreidmachine
Temperatuur tijdens verdichting	Snelheid asfaltspreidmachine	Stopplekken
Wals karakteristiek	Voorverdichtings kracht	Ondergrondtemperatuur
Balk temperatuur	Balkconditie	Weercondities
Snelheid stampmessen	Snelheid stampmessen	



Fase 2: Case study

Project details

Eigenschap	Beschrijving
Verwerkingsdatum	28-05-2024
Laagtype	Base layer
Mengsel	AC22 base 30/45 70%PR ECO
Asfalt centrale	Asfalt Productie Amsterdam (APA)
Laagdikte	60 mm
Volume	485 ton
Transport afstand	22km (25 min)
Start tijd verwerking	07:30
Eind tijd verwerking	13:00

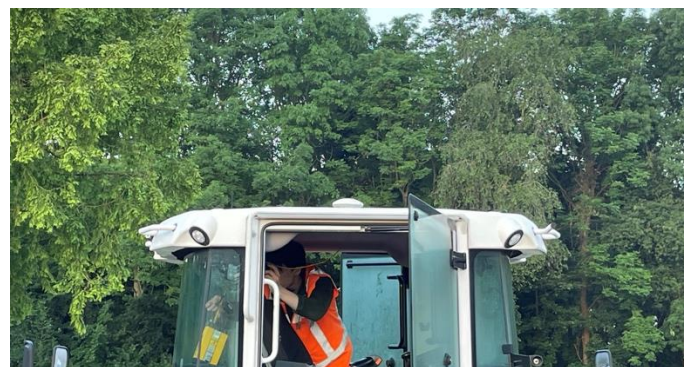


Warmtebeeld + GPS
Asfaltspreidmachine



Thermokoppels
In asfalt laag

Opstelling sensoren



GPS
Wals

Opstelling sensoren

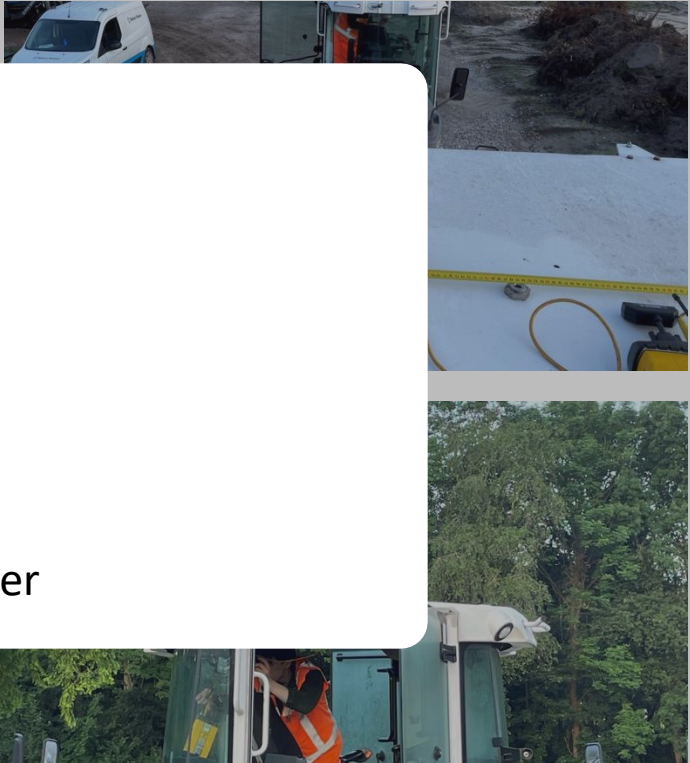
- Tijd tussen productie en verwerking
- Oppervlaktetemperatuur achter de balk
- Tijd tussen aanleg en eerste wals overgang
- Temperatuur tijdens eerste wals overgang
- Temperatuur tijdens de laatste wals overgang
- Aantal wals overgangen binnen het temperatuur/verdichting venster



Warmtebeeld + GPS
Asfaltspreidmachine



Thermokoppels
In asfalt laag



GPS
Wals

Data case study

Gemeten proces kwaliteit

Temperatuur tijdens de eerste wals overgang

- Voorschrift minimum: **80 °c**
- Gemeten minimum: **50 °c**
- Gemeten maximum: **150 °c**
- Gemeten gemiddelde : **102 °c**



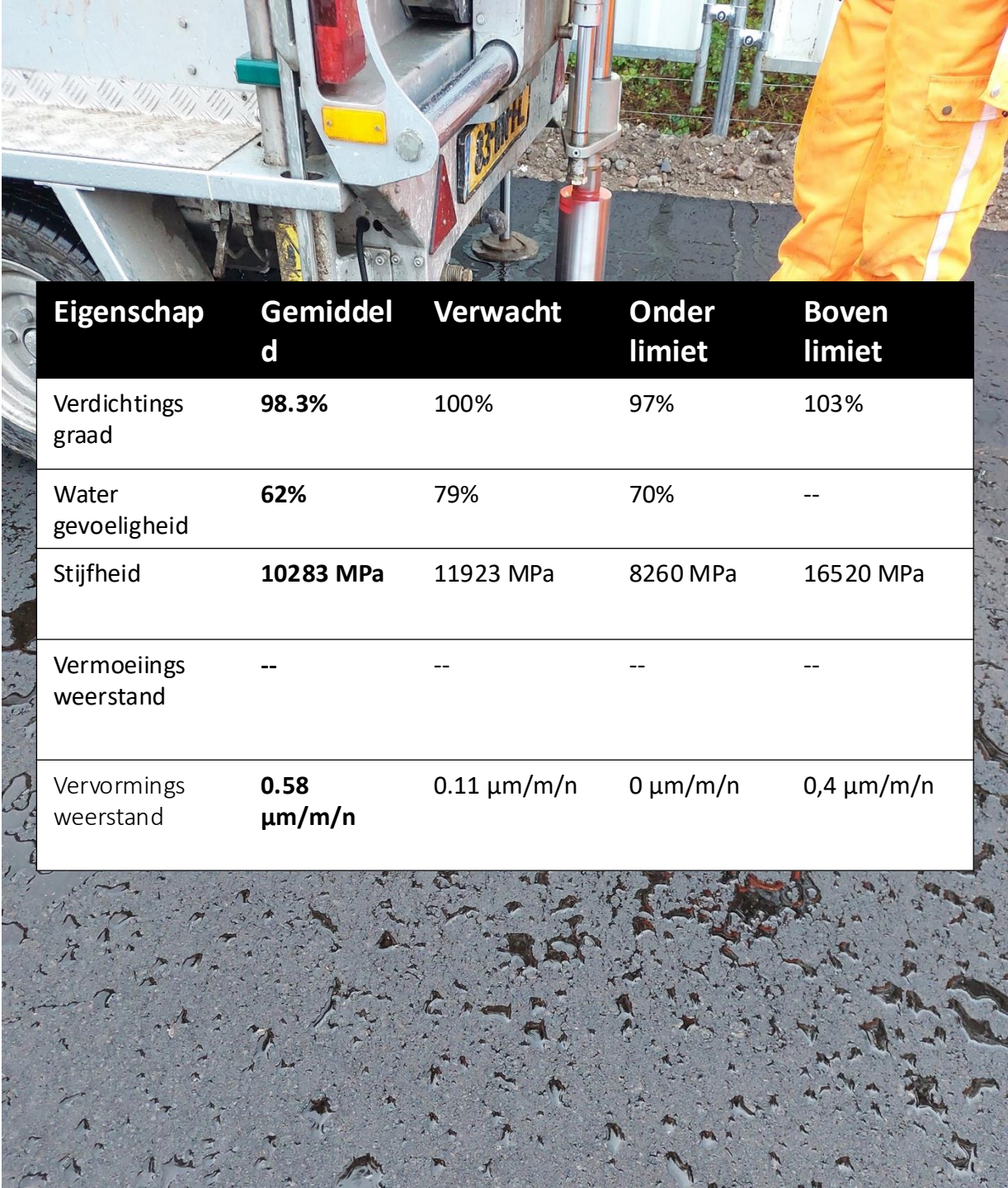
ASPARI
Pushing the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

Data case study

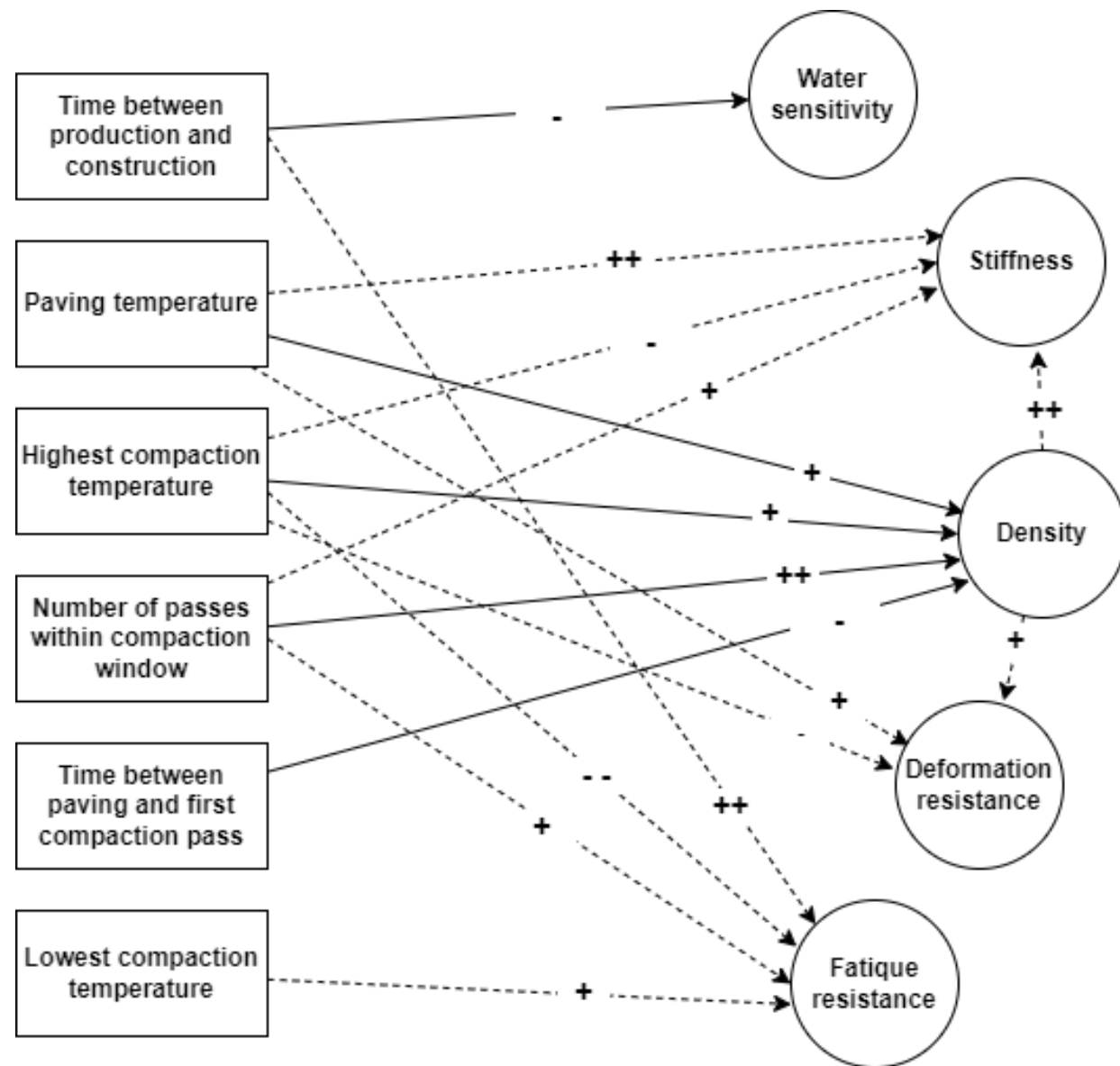
Gemeten product kwaliteit

- 40 kernen
- Eigenschappen getest:
 - Dichtheid
 - Stijfheid
 - Watergevoeligheid
 - Vermoeiingsweerstand
 - Vervormingsweerstand



Eigenschap	Gemiddeld	Verwacht	Onder limiet	Boven limiet
Verdichtingsgraad	98.3%	100%	97%	103%
Water gevoeligheid	62%	79%	70%	--
Stijfheid	10283 MPa	11923 MPa	8260 MPa	16520 MPa
Vermoeiingsweerstand	--	--	--	--
Vervormingsweerstand	0.58 $\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$	0.11 $\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$	0 $\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$	0,4 $\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$

De relatie tussen proces en product kwaliteit



Conclusie

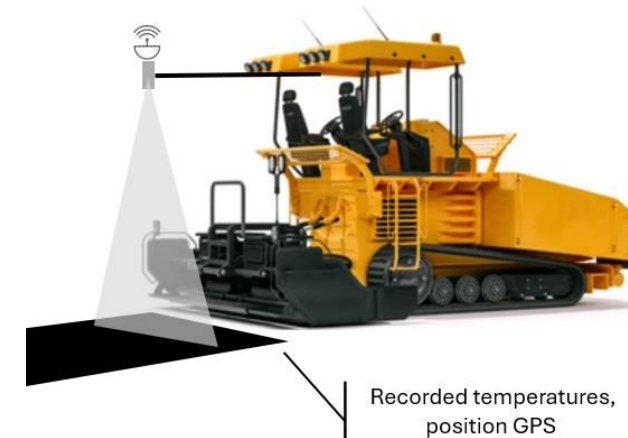
In hoeverre kan procesmonitoring tijdens asfaltverwerking, geïntegreerd binnen QC/QA-praktijken, de productkwaliteit van asfaltlagen verifiëren?



Aanbevelingen

Verder ontwikkelen van de PQi methodiek

- Voorschriften voor het monteren gebruik van apparatuur
- Voorschriften voor het verwerken van data
- Uniforme data structuur voor verwerkte data
- Uitbreiden vlak dekkende metingen
- Verhogen detail niveau



Road to success

Process quality as indicator of product quality within 100 projects

1 Standardize

A foolproof protocol for sensor setup, pre-defined data formats (mic 4.0) and transparent data processing algorithm allow us to easily process data and always compare apples with apples.

Mic 4.0

2 Share

A centralised and open place for sharing the process data allows us to work beyond the project silos

Presenting insights in a straightforward and meaningful manner to stakeholders fosters trust and builds familiarity.

Short-term

3 Improve

Enhancing the quality of the process and product quality data increases the likeliness of finding statistical significant correlations.

1st year

10th project milestone

4 Automate

Automating the collection, processing, and presentation of data and insights minimizes human intervention, reducing the impact on our limited workforce and creating a sense of routine.

Mid-term

25th project milestone

2nd year

5 Expand

ASPARi can focus on improving the PQi methodology to capture process parameters currently not covered.

ASPARi

100th project milestone

Long-term

6 Institutionalize

Integrate process quality monitoring and assessment as a vital component of asphalt construction in the RAW

3th year



Mijn pad vervolgt zich bij...

Sector breed
samenwerken



Nationaal
Platform
Duurzame
Wegverharding

100 praktijk
projecten



Procesbeheersing de
nieuwe standaard



Thank you!

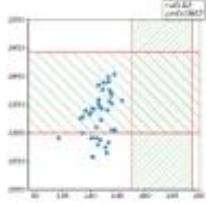
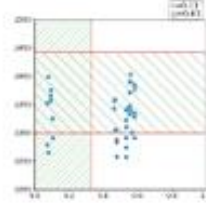
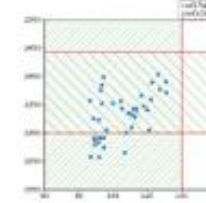
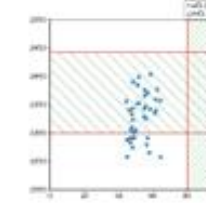
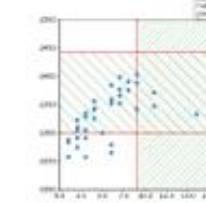
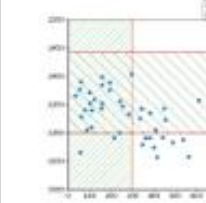
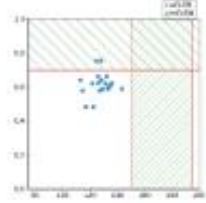
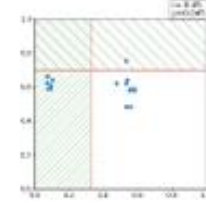
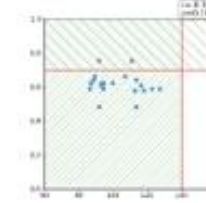
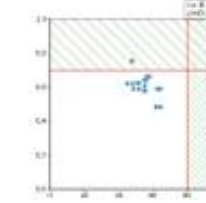
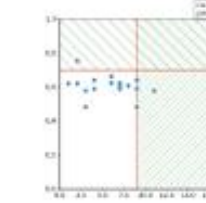
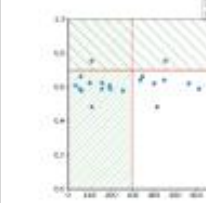
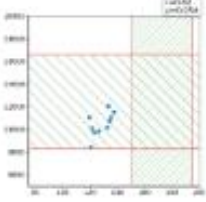
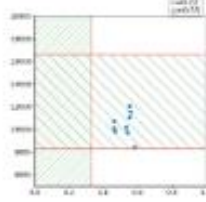
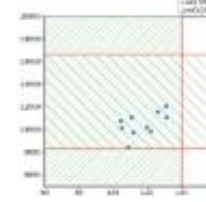
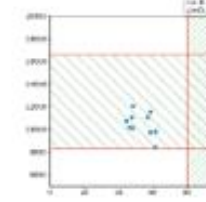
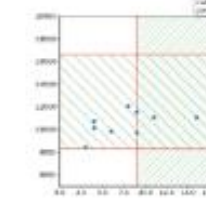
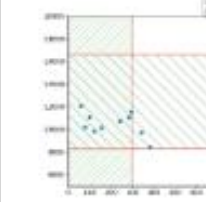
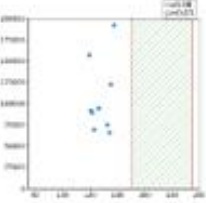
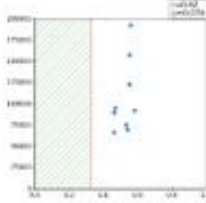
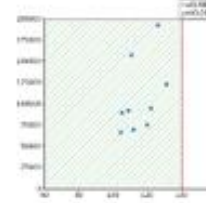
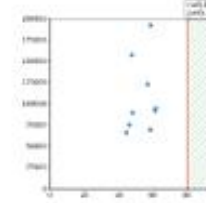
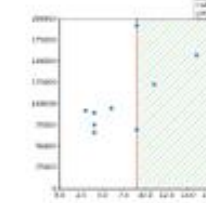
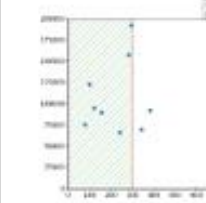
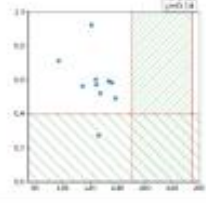
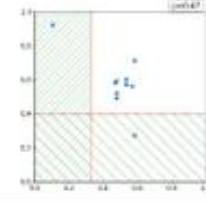
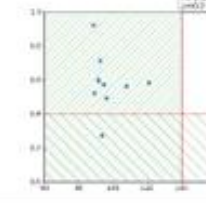
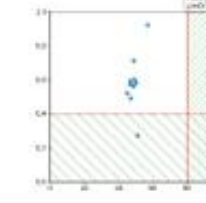
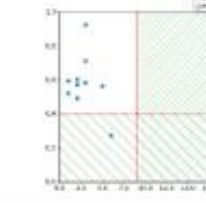
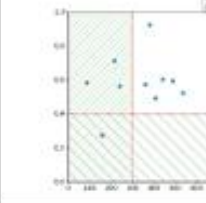
Nieuwsgierig?

Neem contact op

+31 6 45 64 02 75

Bas@npdwegverharding.nl



	Paving temperature [°C]	Time between production and paving [-]	Highest compaction temperature [°C]	Lowest compaction temperature [°C]	Number of passes within compaction window [-]	Time between paving and first compaction pass [seconds]
Density [kg/m ³]	 $p=0.42, p=0.0067$	 $p=-0.13, p=0.43$	 $p=0.54, p=0.00031$	 $p=0.11, p=0.25$	 $p=0.69, p=0.000008$	 $p=-0.45, p=0.0032$
Water sensitivity [%]	 $p=0.05, p=0.84$	 $p=-0.45, p=0.045$	 $p=-0.33, p=0.16$	 $p=-0.37, p=0.11$	 $p=-0.37, p=0.11$	 $p=0.11, p=0.66$
Stiffness [MPa]	 $p=0.62, p=0.054$	 $p=0.22, p=0.55$	 $p=-0.55, p=0.092$	 $p=-0.32, p=0.37$	 $p=0.53, p=0.12$	 $p=-0.14, p=0.50$
Fatigue [-]	 $p=0.08, p=0.83$	 $p=0.62, p=0.074$	 $p=-0.60, p=0.088$	 $p=0.43, p=0.24$	 $p=0.57, p=0.11$	 $p=0.05, p=0.90$
Permanent deformation [$\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$]	 $p=0.50, p=0.14$	 $p=-0.26, p=0.47$	 $p=-0.44, p=0.20$	 $p=0.24, p=0.51$	 $p=-0.08, p=0.82$	 $p=0.05, p=0.88$

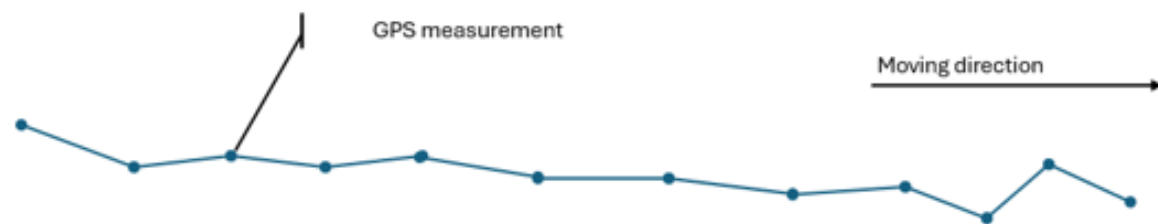


Figure 31: Raw GPS trajectory

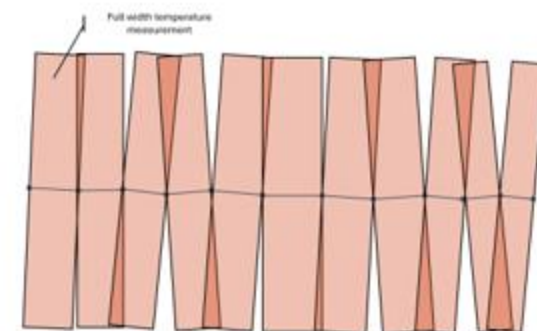


Figure 33: Cells structure without Azimuth smoothing



Figure 32: GPS trajectory with Kalman filtering

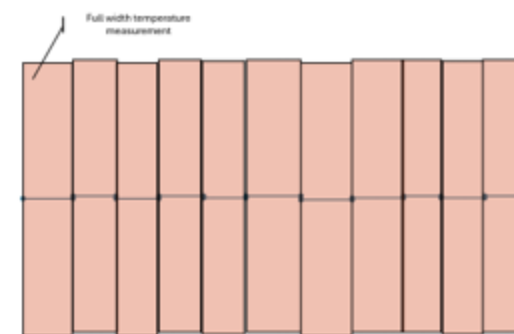
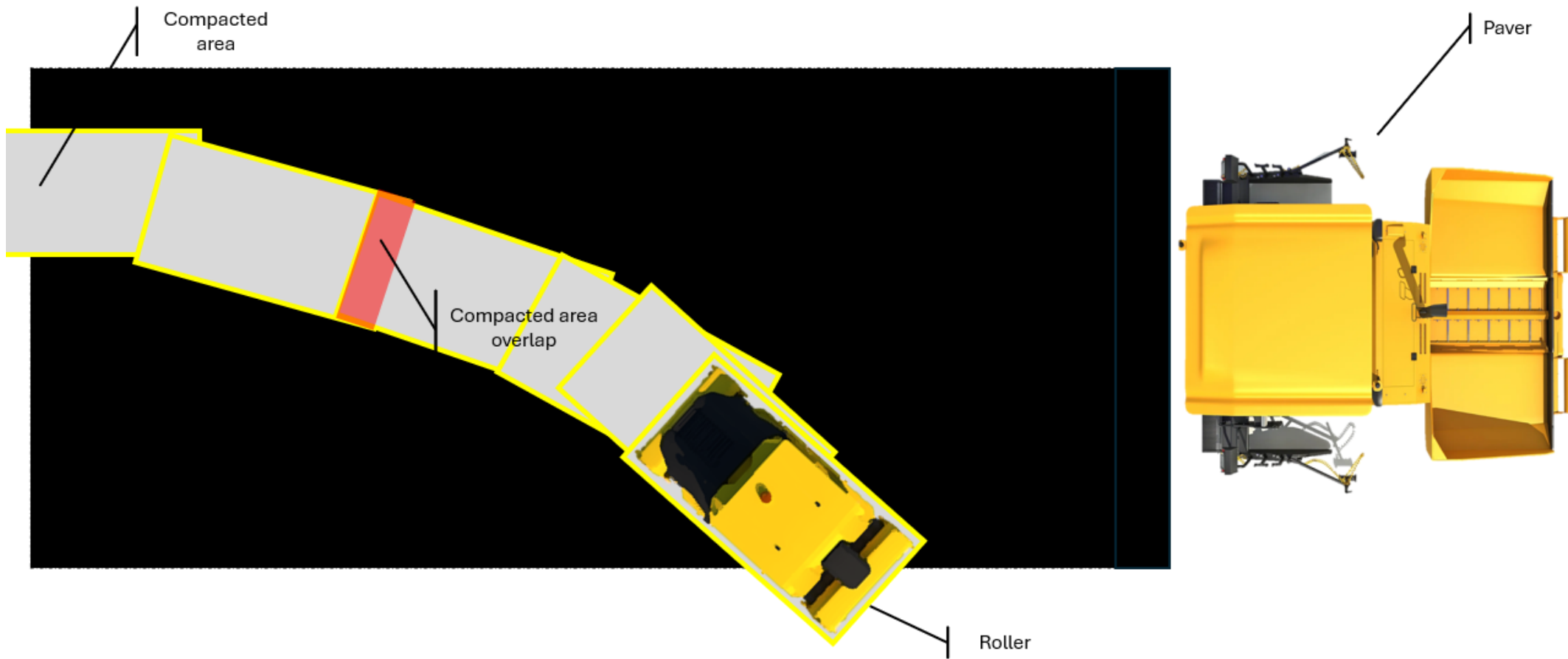
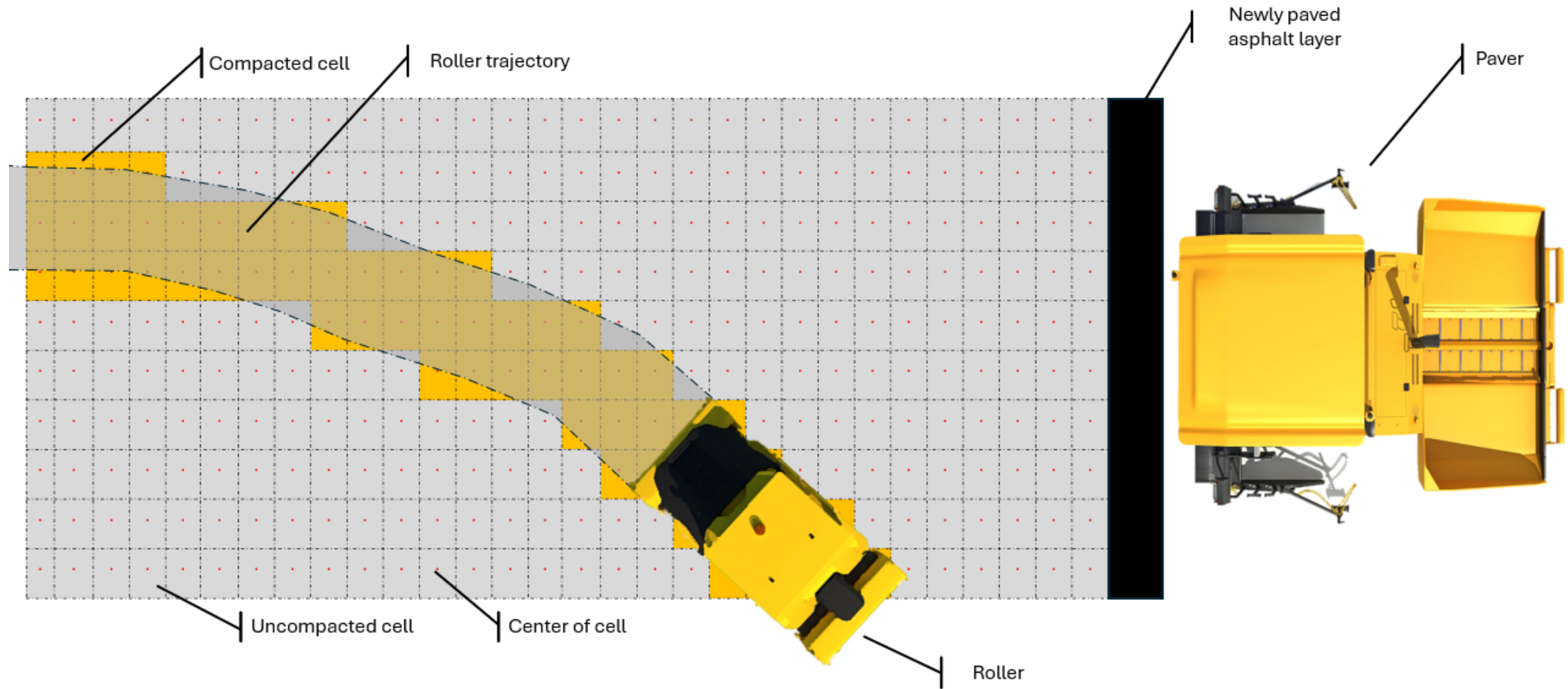
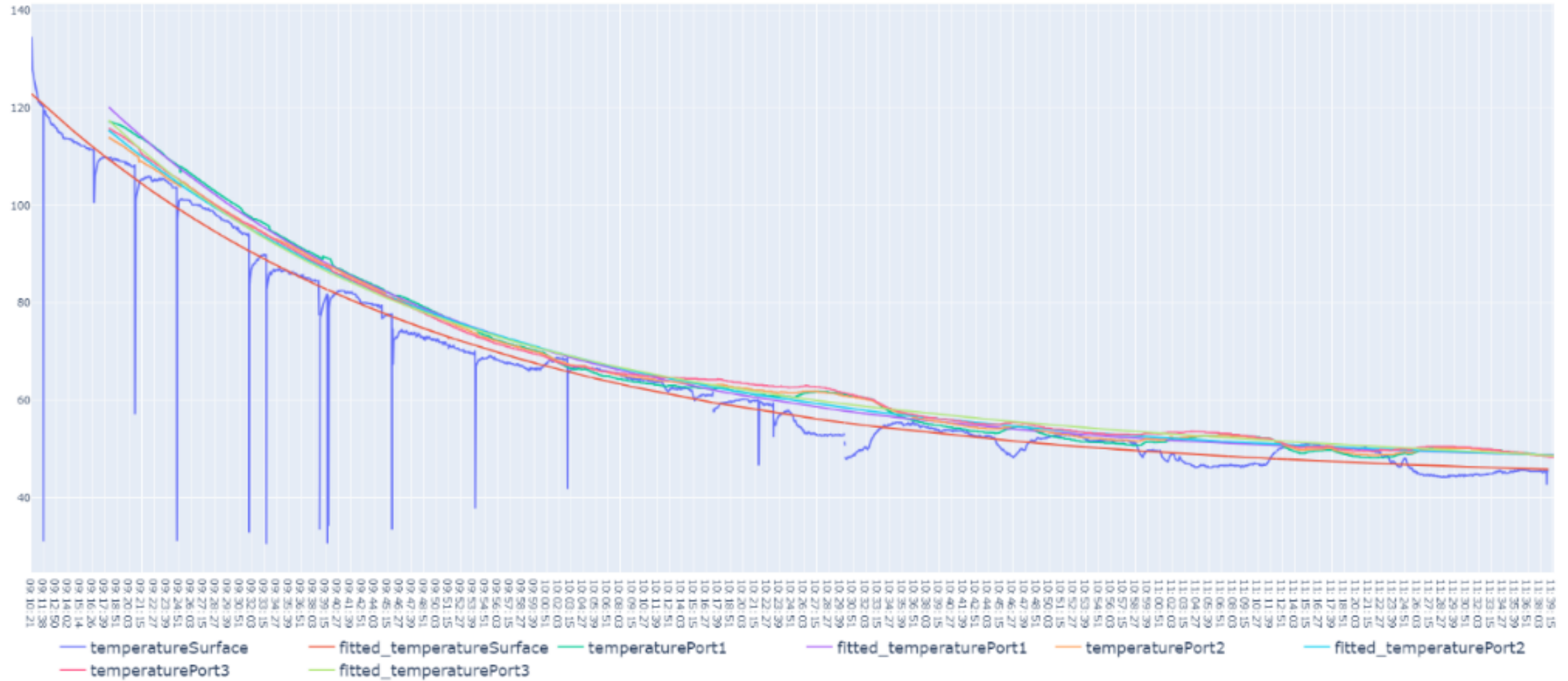


Figure 34: Cell structure with azimuth smoothing





Asphalt cooling curves



ASPARi symposium

4 december 2024

**De Impact van een Asfaltbank als Centrale Stakeholder in de Circulaire Asfaltketen:
Van Freesasfaltstromen tot Kosten**

Boyd Lubbers



ASPARi

Paving the way forward

Universiteit Twente: Dr. Seirgei Miller & Dr. João Oliveira dos Santos
Extern: Ir. Radjan Khedoe & Jan van de Water (Ballast Nedam)

Vandaag 's presentatie

- Aanleiding onderzoek
- Onderzoeksplan
- Fase 1: inventarisatie
- Fase 2: modelontwikkeling
- Resultaten
- Aanbevelingen

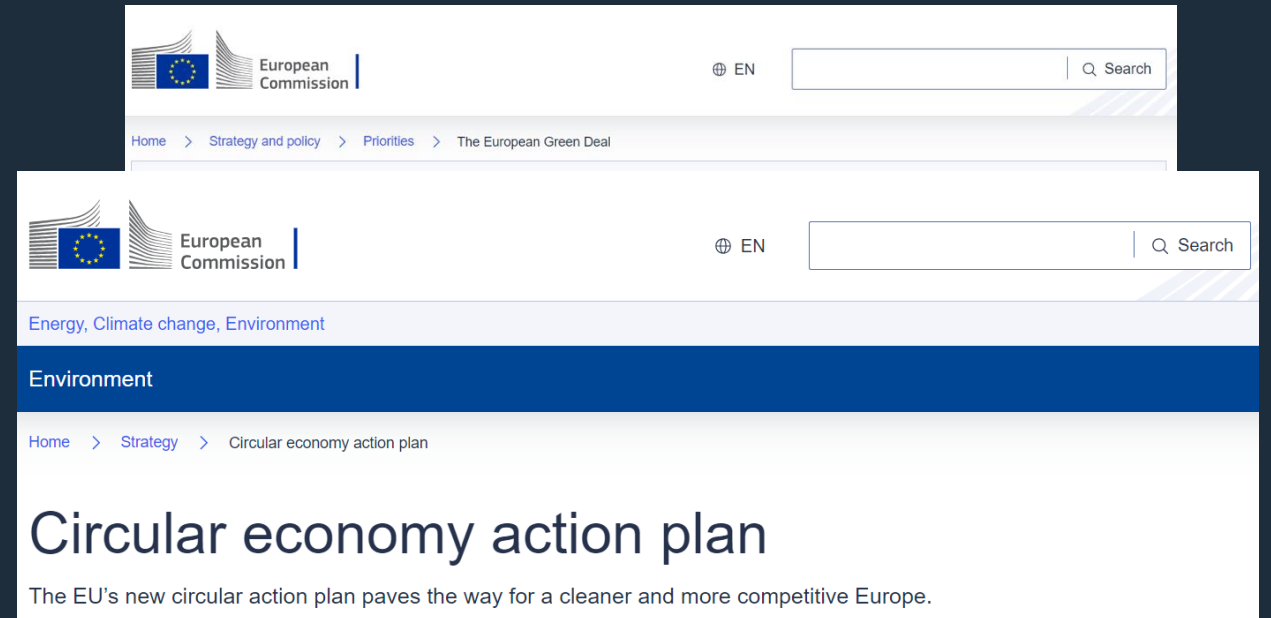


Aanleiding onderzoek



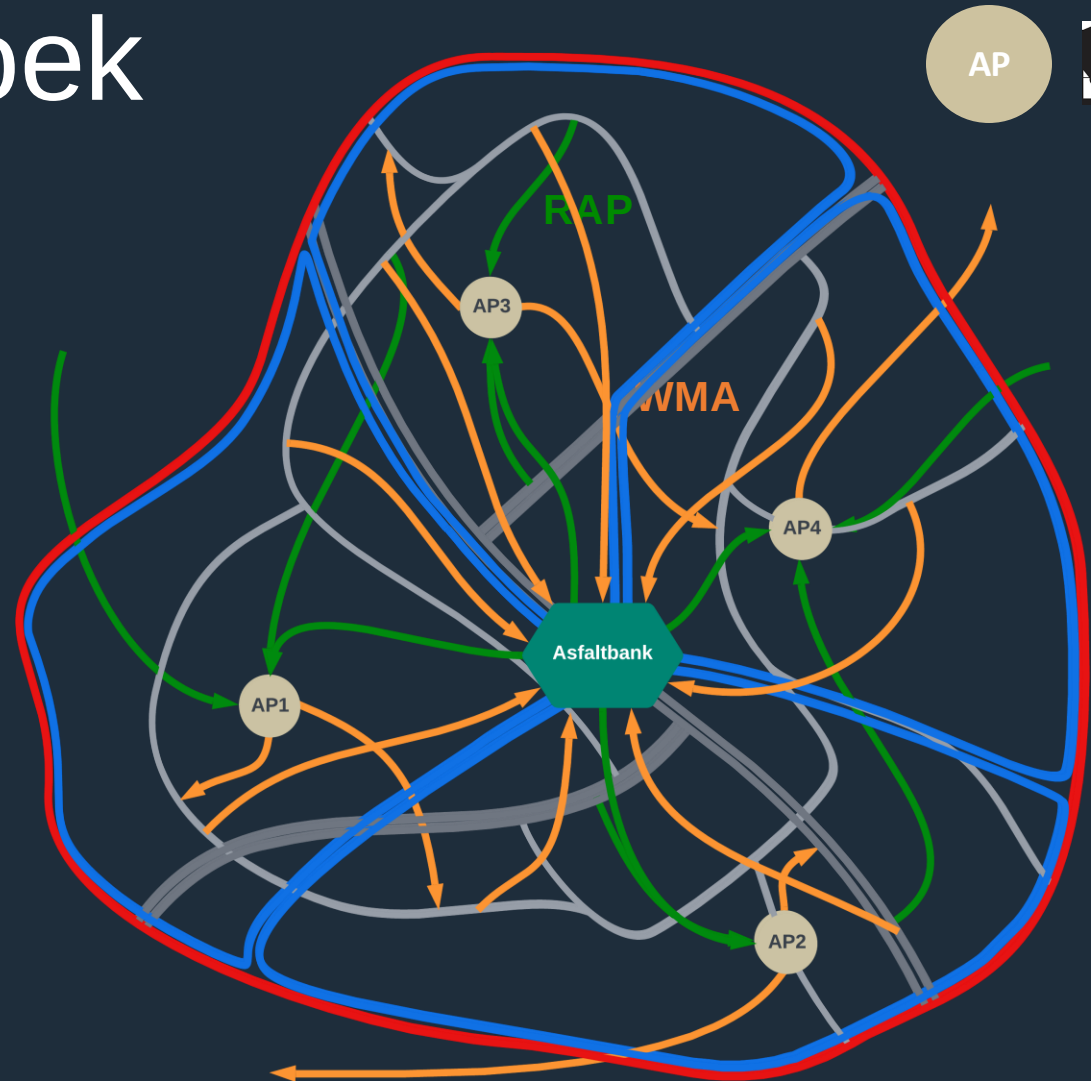
Aanleiding onderzoek

- Duurzaamheidsdoelstellingen en plannen van de EU
 - De Europese Green Deal
 - Actieplan circulaire economie



Aanleiding onderzoek

- Toenemen hergebruik asfaltgranulaat
- Regionale asfaltbanken
- Transportstromen van asfaltgranulaat
- Efficiëntie van de asfaltketen
- Kosten en mogelijke economische voordelen

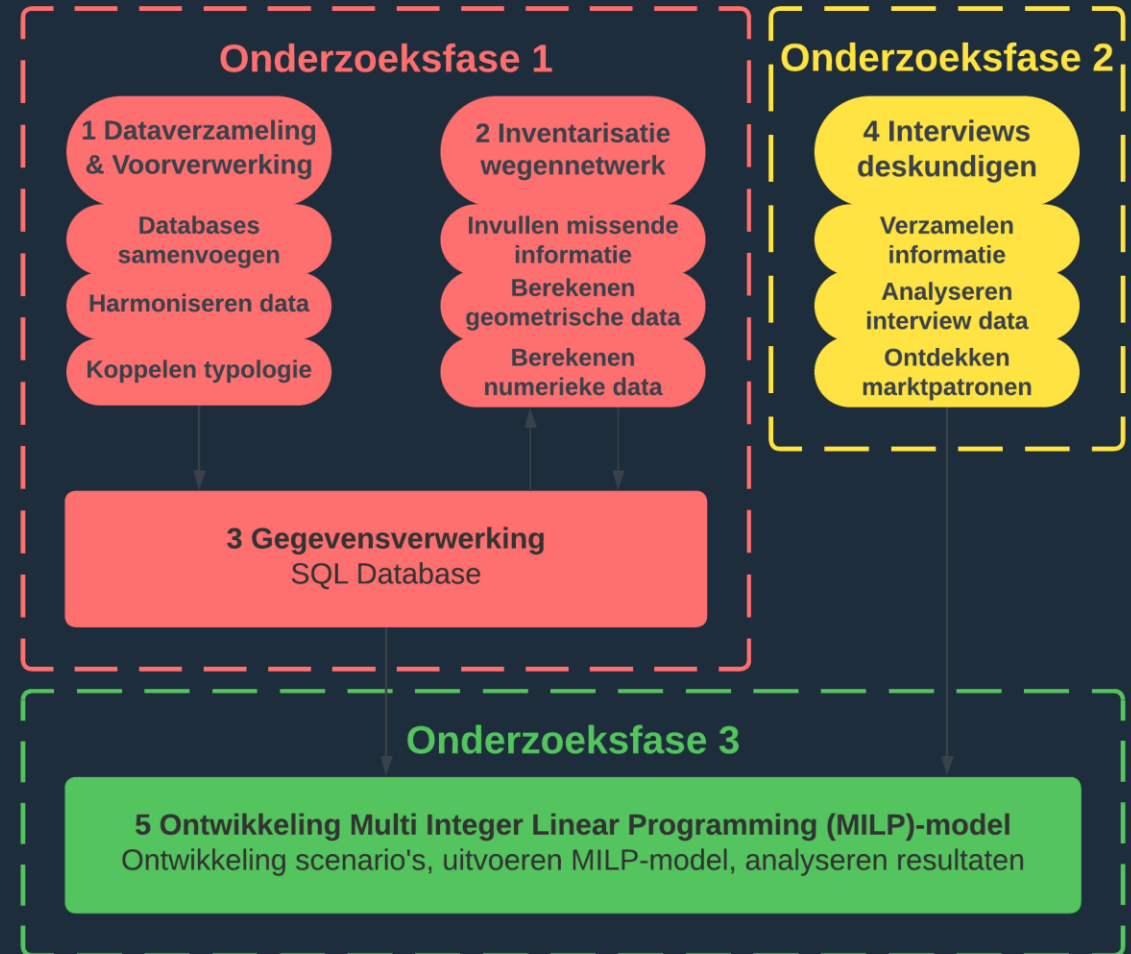


Onderzoeksplan



Onderzoeksplan

- Fase 1: inventarisatie transportregio en asfaltketen (*Onderzoeksfase 1 & 2*)
- Fase 2: modelontwikkeling (*Onderzoeksfase 3*)



Onderzoeksplan

- Fase 1: inventarisatie transportregio en asfaltketen (*Onderzoeksfase 1 & 2*)
- Fase 2: modelontwikkeling (*Onderzoeksfase 3*)

Hoe is asfaltverharding dat mogelijk binnen vijf jaar vrijkomt geografisch verspreid in de Vervoerregio Amsterdam?

Wat is de markt dynamiek voor asfaltgranulaat gezien de vier asfaltcentrales in de Vervoerregio Amsterdam?

Onderzoeksfase 3

5 Ontwikkeling Multi Integer Linear Programming (MILP)-model
Ontwikkeling scenario's, uitvoeren MILP-model, analyseren resultaten

Onderzoeksplan

- Fase 1: inventarisatie transportregio en asfaltketen (*Onderzoeksfase 1 & 2*)
- Fase 2: modelontwikkeling (*Onderzoeksfase 3*)



Wat is de impact van een regionale asfaltbank op asfaltgranulaat voorraden in de Vervoerregio Amsterdam en de kosten van de asfaltketen?

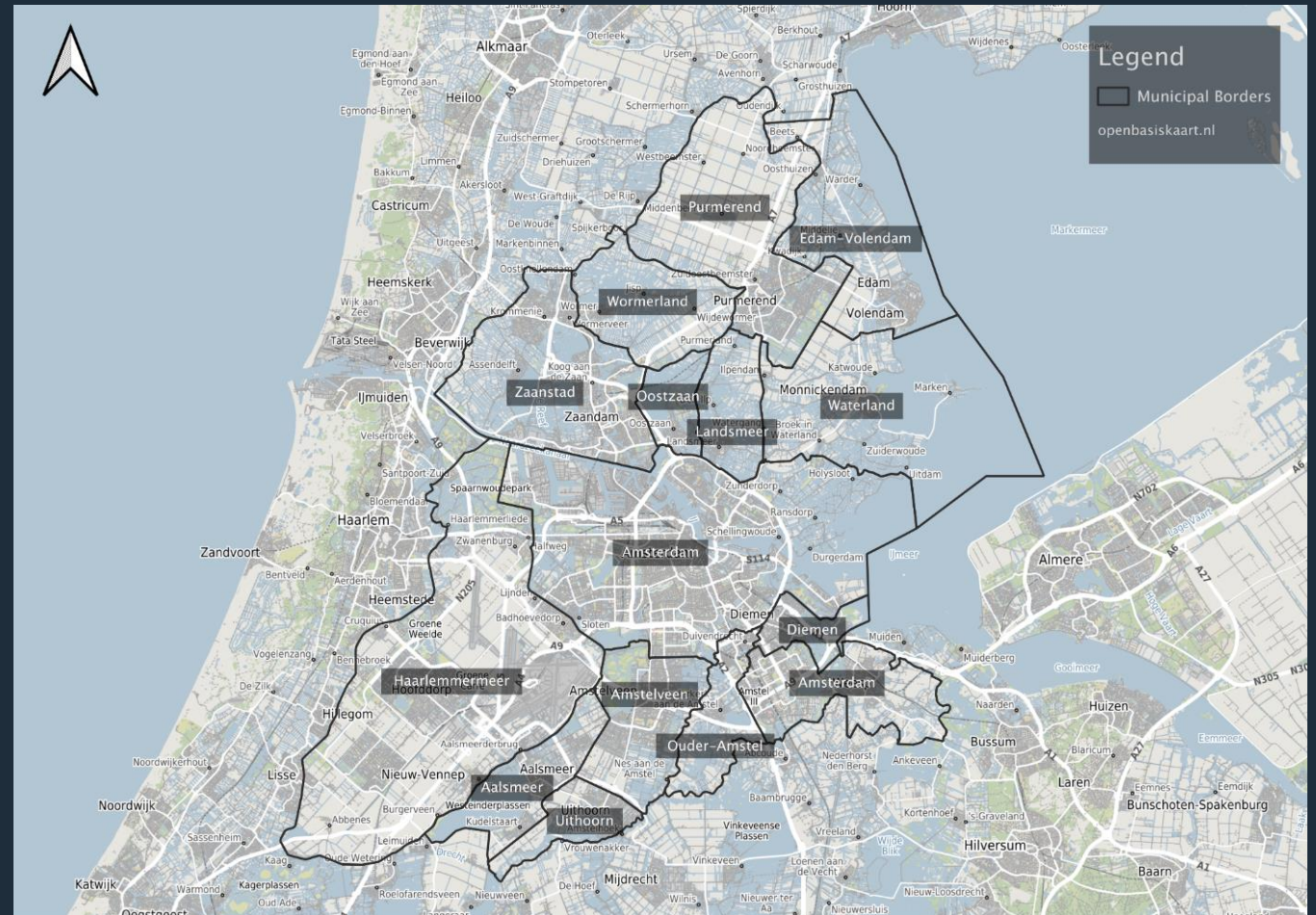
Fase 1: inventarisatie

Onderzoeksfase 1 & 2



Gemeentes Vervoerregio Amsterdam

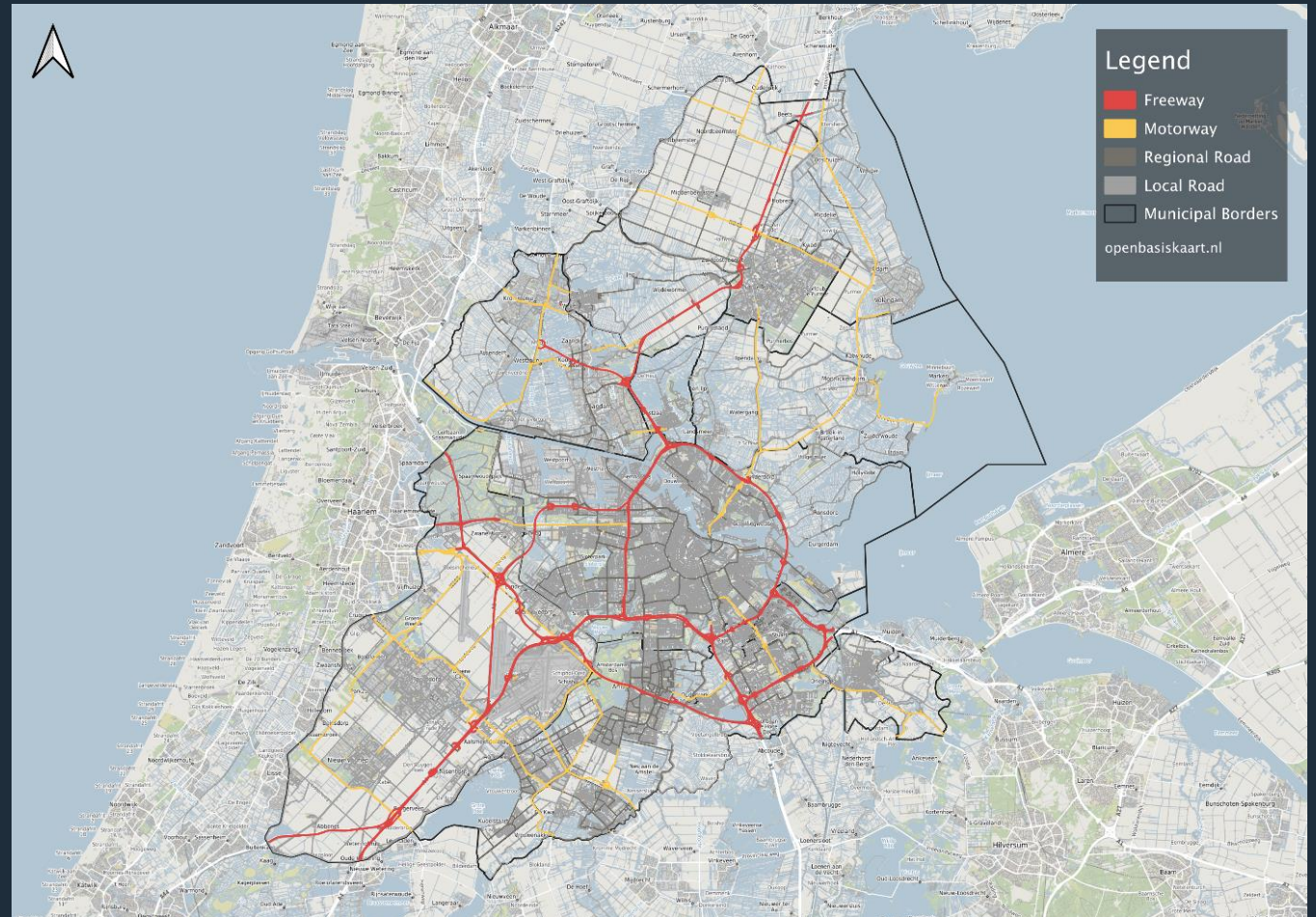
- Vervoerregio Amsterdam
 - Samenwerkingsverband van 14 gemeentes



Inventarisatie

Wegennetwerk Vervoerregio Amsterdam

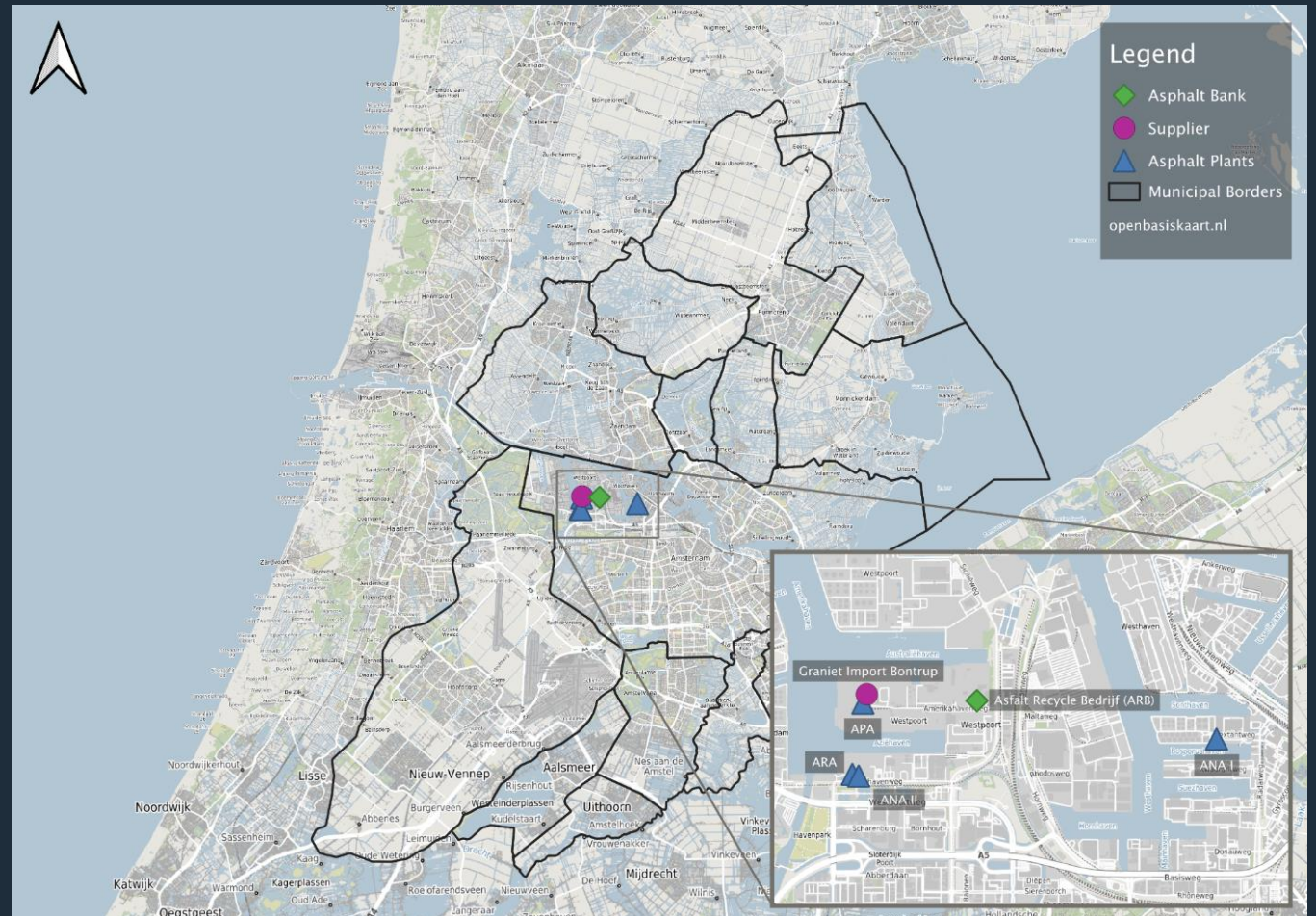
- Wegennetwerk
 - Lokale wegen
 - Regionale wegen
 - Autowegen
 - Snelwegen



Inventarisatie

Stakeholders Vervoerregio Amsterdam

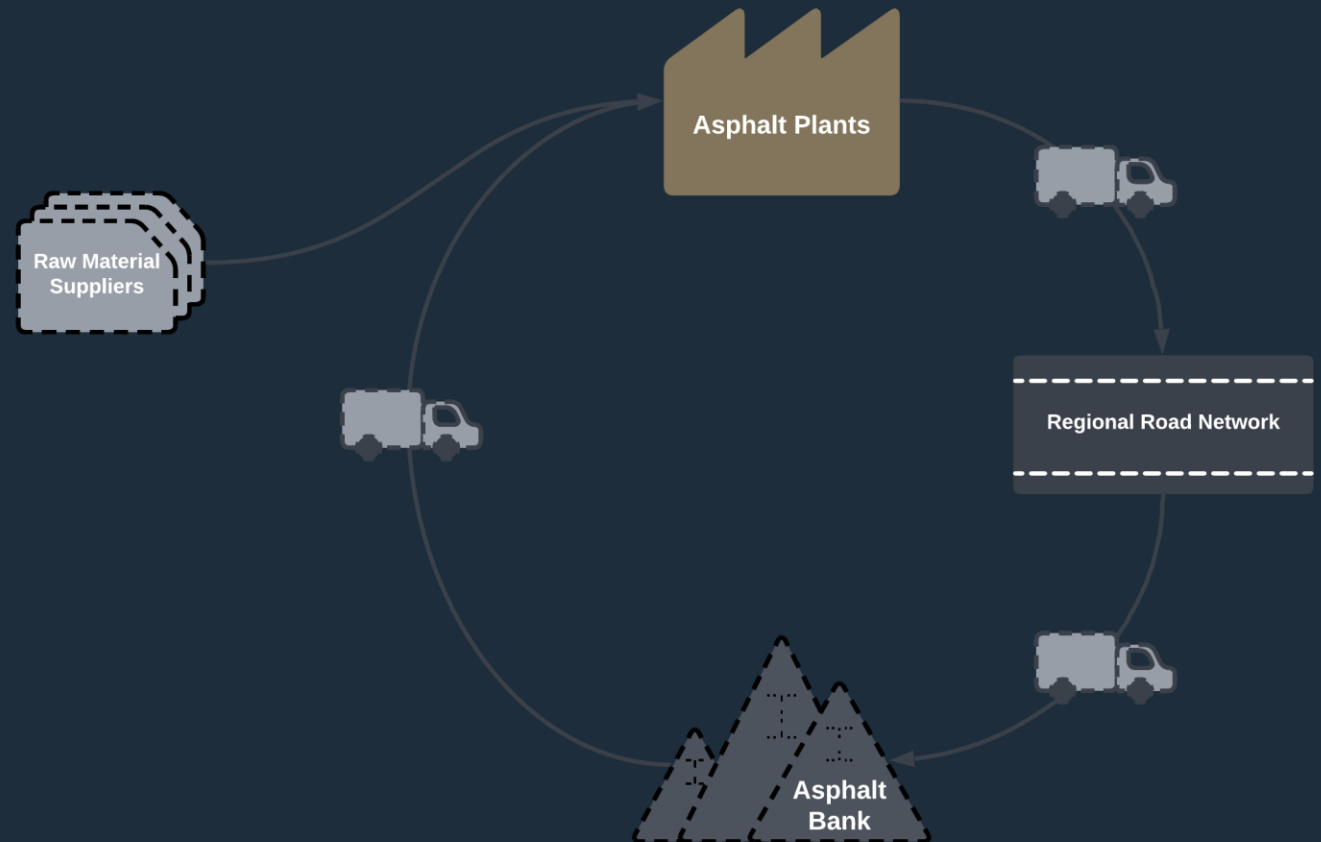
- Stakeholder locaties
 - Asfaltcentrales
 - Grondstoffen leveranciers
 - Kandidaat locaties asfaltbanken
- Stakeholder eigenschappen
 - Productiecapaciteit
 - Opslagcapaciteit grondstoffen



Inventarisatie

Circulaire asfaltketen

- Wegonderhoudslocaties
- Asfaltbank
- Asfaltcentrales
- Wegenbouwlocaties



Fase 2: modelontwikkeling

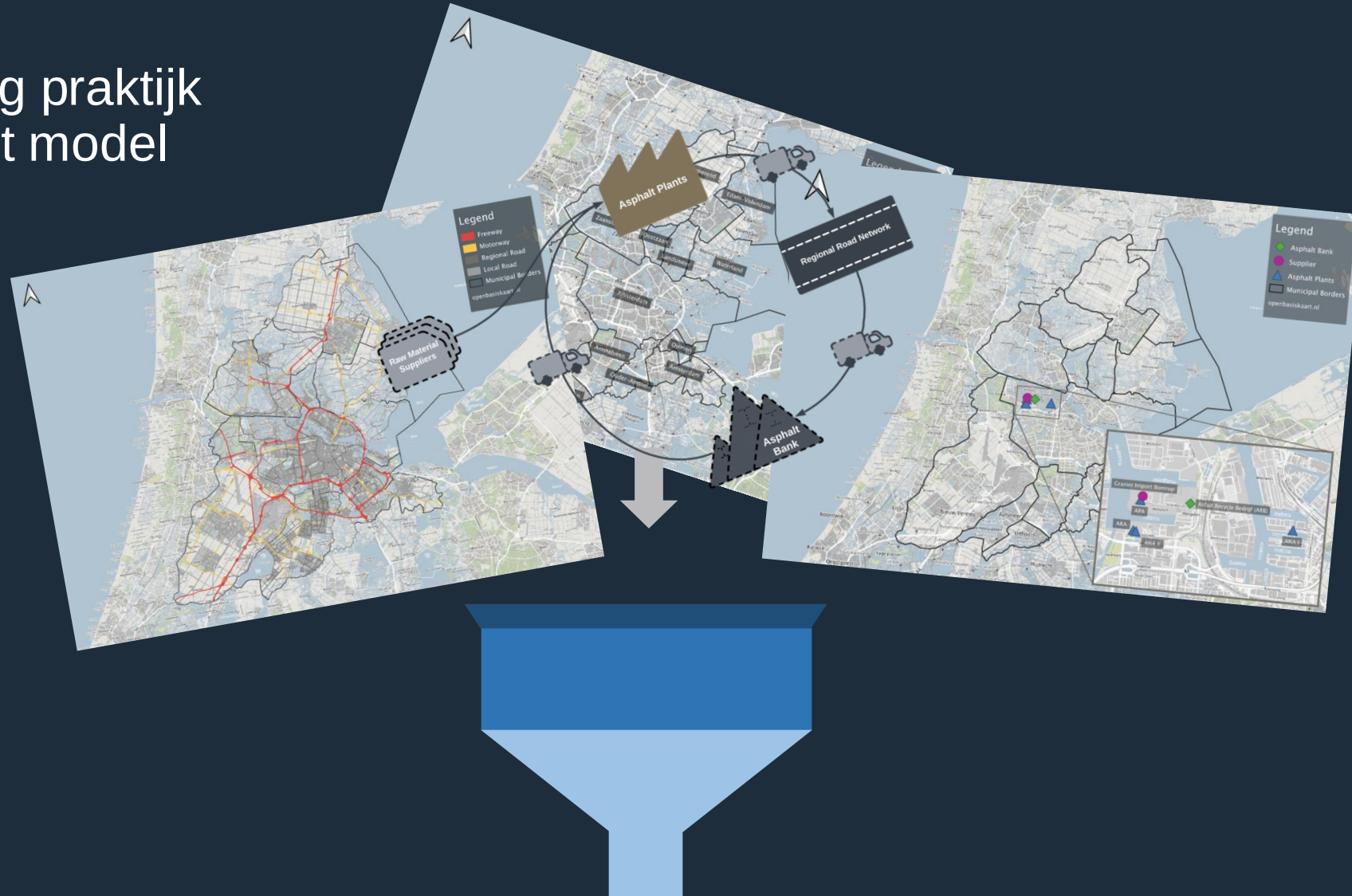
Onderzoeksfase 3



Modelontwikkeling

Mixed Integer Linear Programming model

- Vertaling praktijk naar het model



Modelontwikkeling

Mixed Integer Linear Programming model

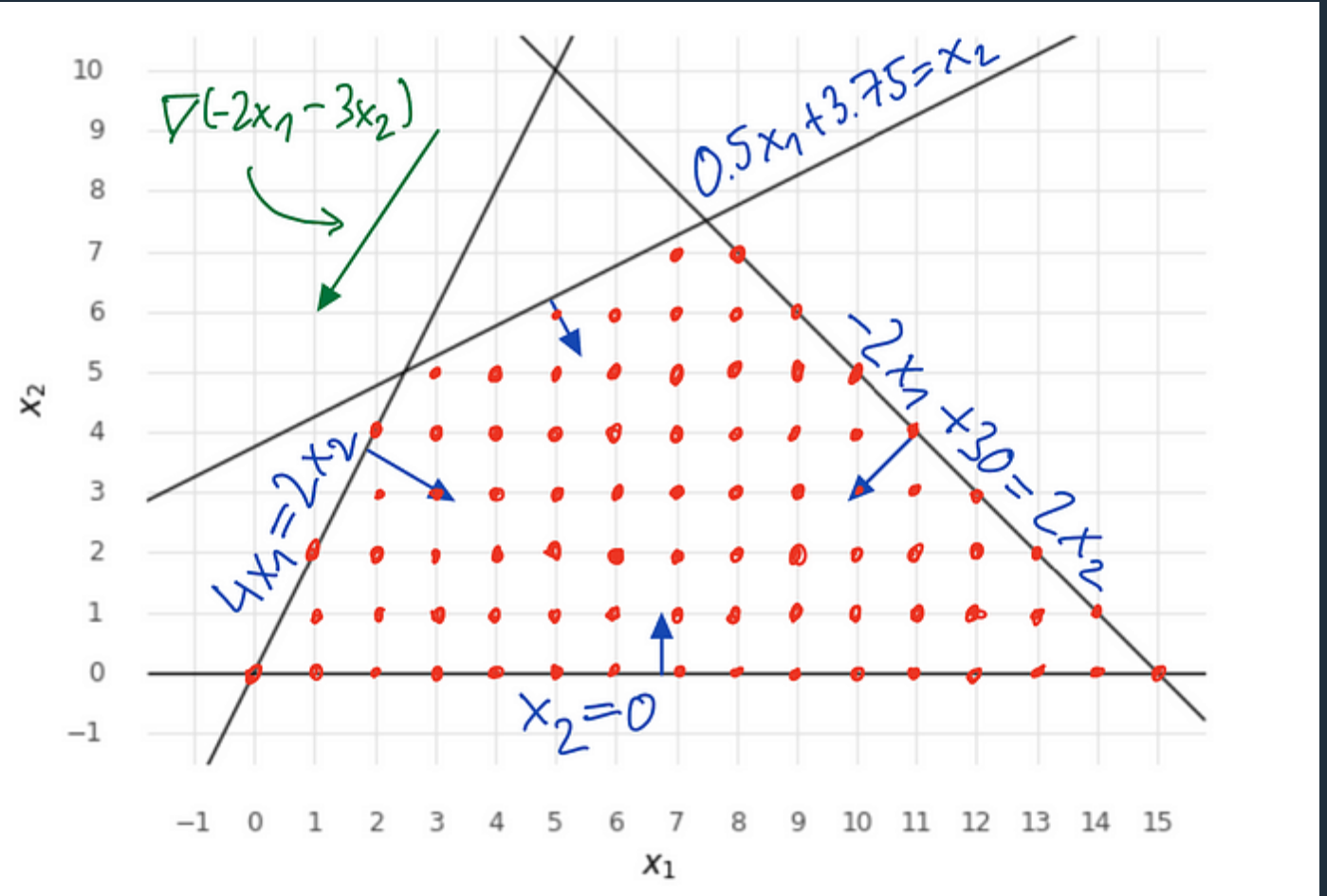
- Wiskundige formulering
- Doelstelling model:
Minimaliseren kosten van de
asfaltketen
- Model beperkingen

$$\begin{aligned}
 \text{Min } C &= TC + HC + BC + RMC + \dots \\
 TC &= \left(\sum_{l \in L} \sum_{b \in B} \sum_{t \in T} d_{l,b} * (r_{l,b,t}^{\text{top}} + r_{l,b,t}^{\text{bin}} + r_{l,b,t}^{\text{base}}) \right) + \dots \\
 &= \left(\sum_{l \in L} \sum_{b \in B} \sum_{t \in T} d_{l,b} * (r_{l,b,t}^{\text{top}} + r_{l,b,t}^{\text{bin}} + r_{l,b,t}^{\text{base}}) \right) + \sum_{t \in T} P_{\text{trans}} / ((1 + r_{\text{monthly}})^t) \\
 RMC &= \sum_{w \in W} \sum_{p \in P} \sum_{t \in T} t_{w,p,t}^{\text{raw}} * \left(\frac{(p_{cr} * pr_{cr}) + \dots + (p_{bi} * pr_{bi})}{(1 + r_{\text{monthly}})^t} \right) \\
 p_{p,t}^{\text{top}} &= pr_{p,t}^{\text{top}} + pr_{w,p,t}^{\text{top}} \quad \forall p \in P, t \in T \\
 \sum_{b \in B} r_{l,b,t}^{\text{top}} &= R_{\text{top},t,l} \quad \forall l \in L, t \in T \\
 p_{p,t}^{\text{base}} &\leq C_p^{\text{prod}} + sp_{c,p,t} \quad \forall p \in P, t \in T \\
 rb_{b,t} &= rb_{b,(t-1)} + \sum_{l \in L} r_{l,b,t}^{\text{top}} + \sum_{l \in L} r_{l,b,t}^{\text{bin}} + \sum_{l \in L} p_{p,t}^{\text{top}} + p_{p,t}^{\text{bin}} + p_{p,t}^{\text{base}} - \sum_{p \in P} t_{b,p,t}^{\text{rap}} \quad \forall b \in B, t \in T
 \end{aligned}$$

Modelontwikkeling

Beeldvorming Mixed Integer Linear Programming model

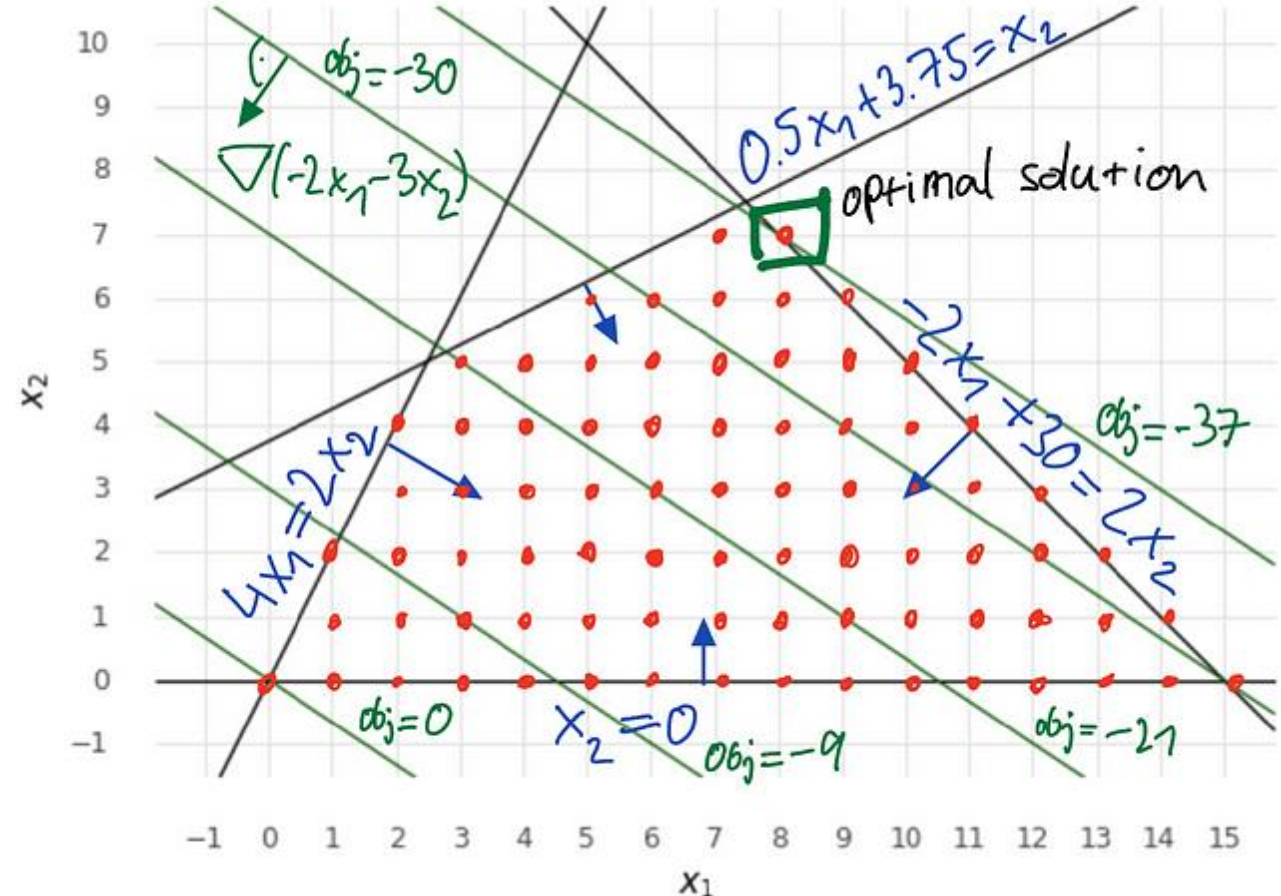
- Mogelijke model oplossingen
- Binnen de gestelde beperkingen



Modelontwikkeling

Beeldvorming Mixed Integer Linear Programming model

- Optimale oplossing
- Laagst mogelijke kosten voor de asfaltketen



Resultaten

Gesimuleerde Casestudies



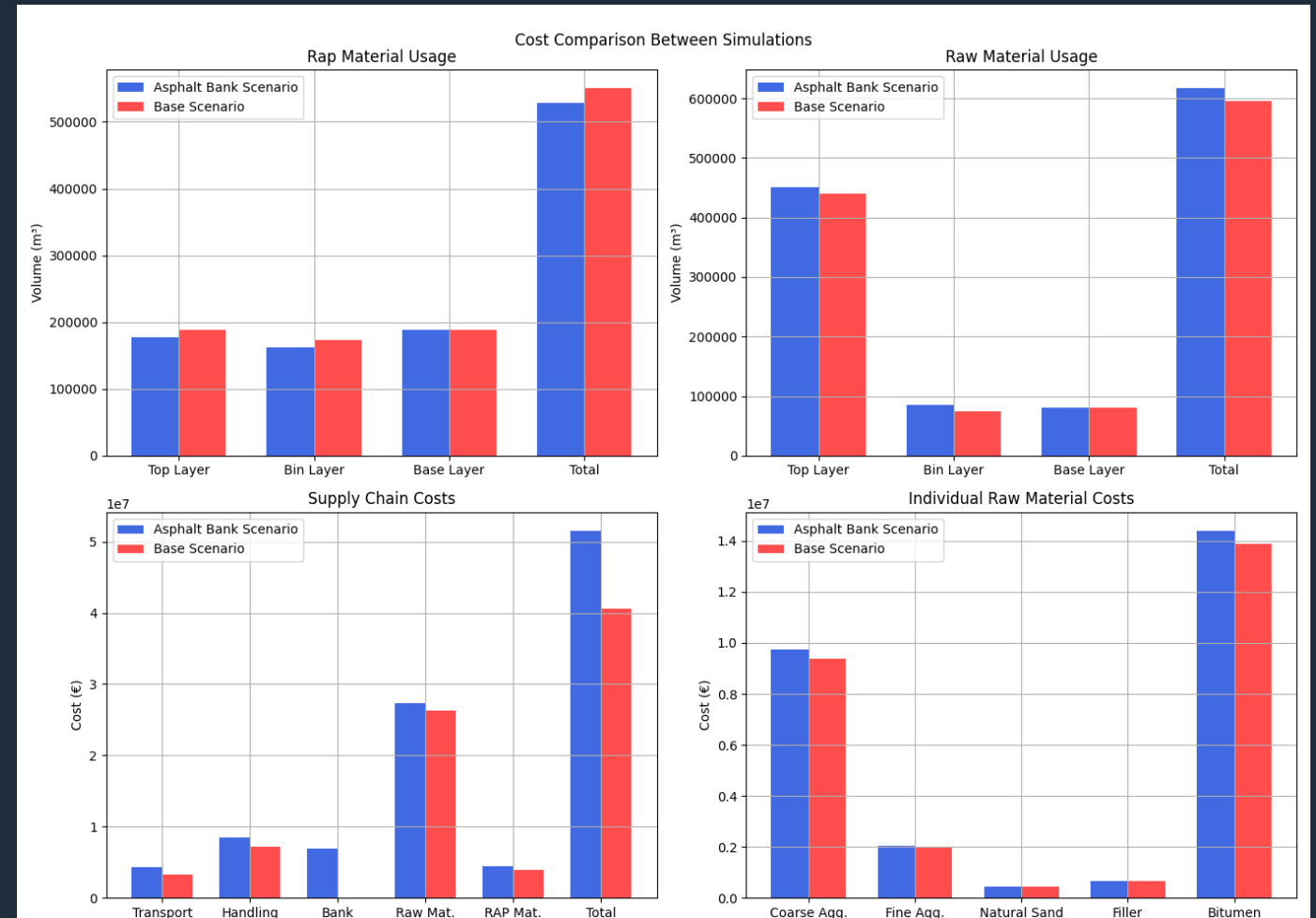
Resultaten

- Casestudy 1
 - De asfaltketen met en zonder asfaltbank
- Casestudy 2
 - De asfaltketen met meerdere asfaltbanken

Resultaten

Casestudy 1

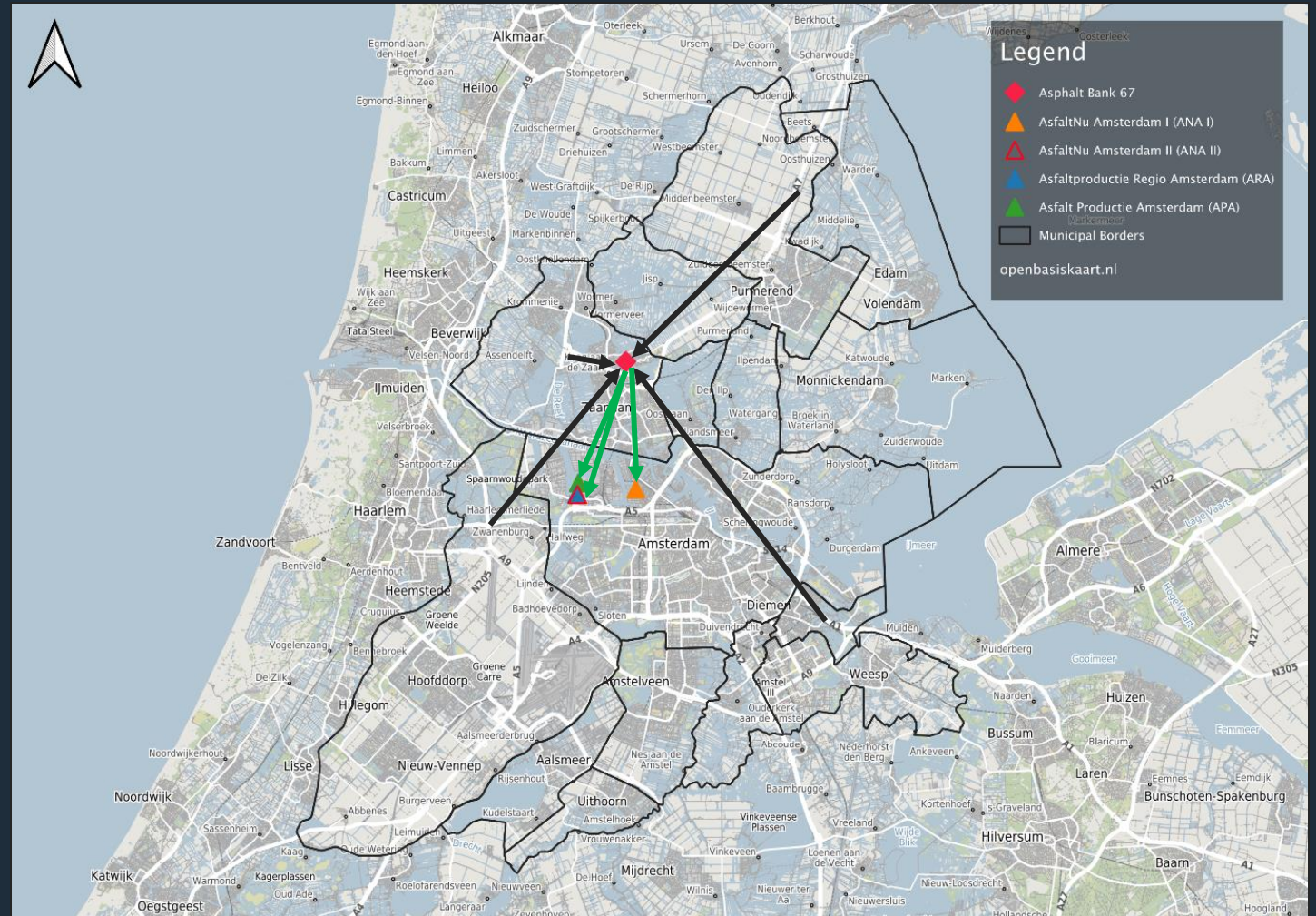
- Totale kostenstijging asfaltketen: **€10,96M** over vijf jaar
- Asfaltbank: + €6,89M
- Transport: + €1,12M
- Proces: + €1,39M
- Grondstoffen: + €970k
- Asfaltgranulaat: + €593k
- Recyclingpercentages dalen



Resultaten

Casestudy 1

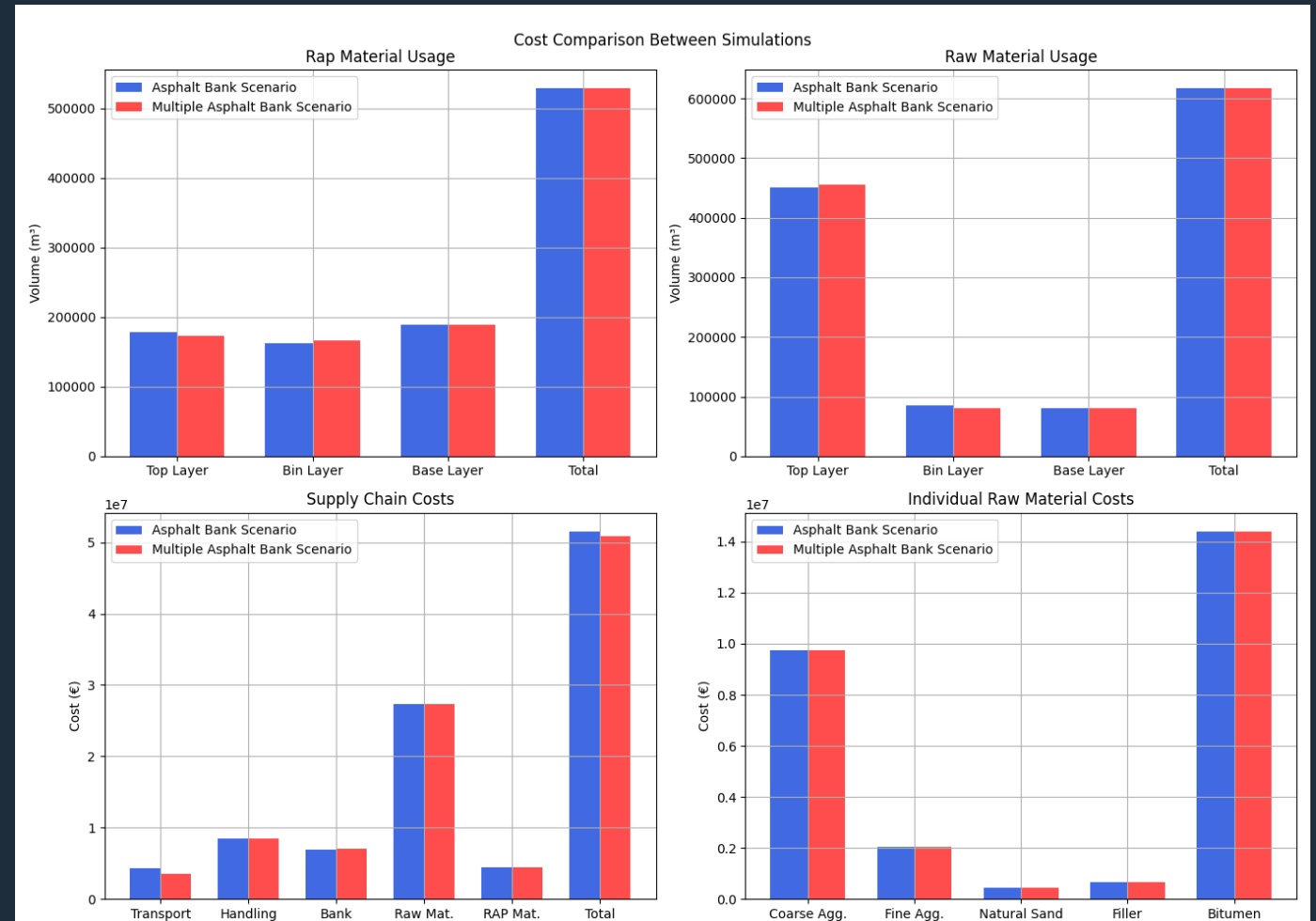
- De asfaltketen met een asfaltbank
- Gecentraliseerd
- Uitwisseling van asfaltgranulaat



Resultaten

Casestudy 2

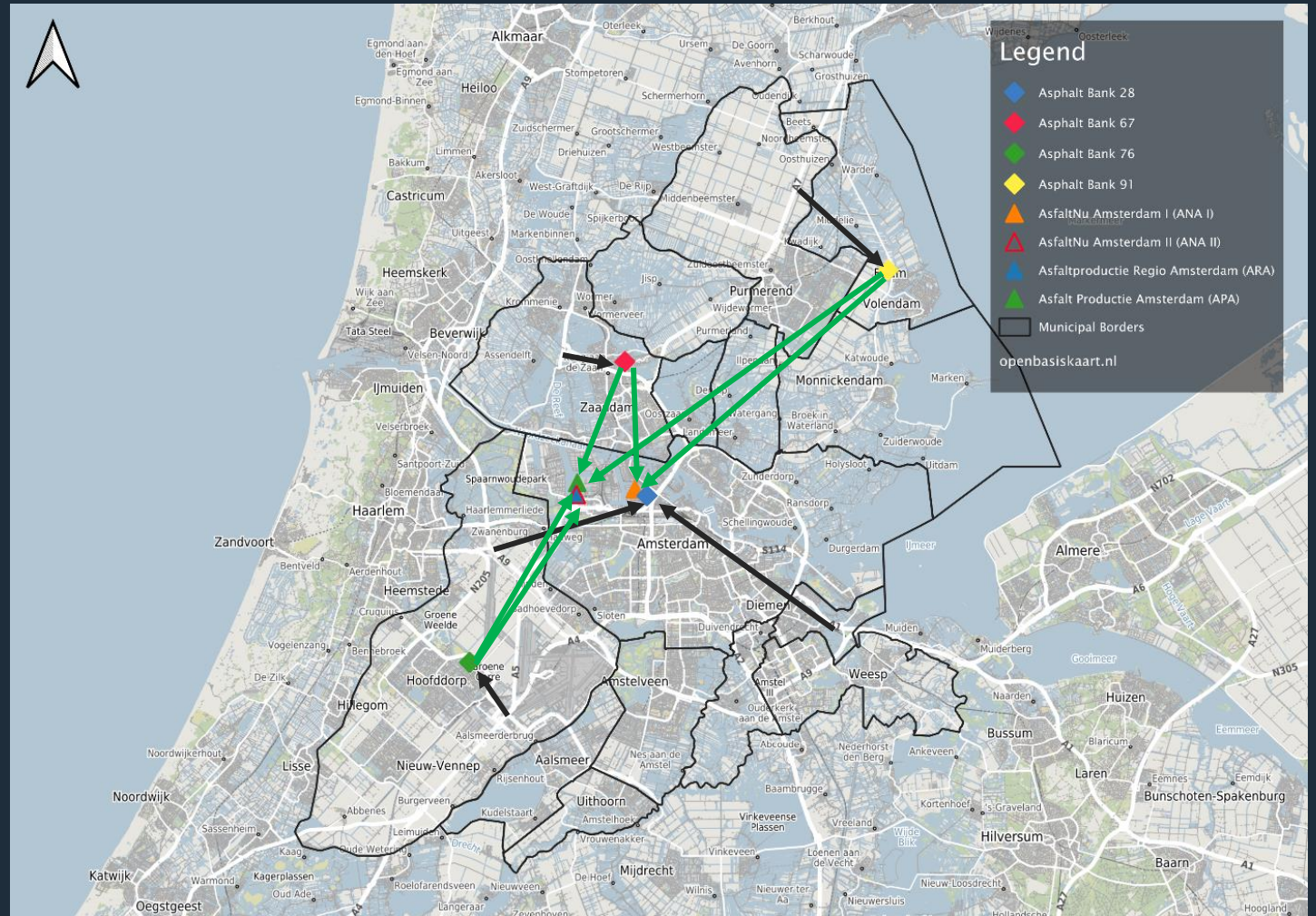
- Totale kostenreductie asfaltketen: **€649k** over vijf jaar
(1,3% *afname*)
- Transport: - €787k
(18,1% *afname*)
- Asfaltbank: + €131k
(1,9% *toename*)
- Geen verandering in recyclingpercentages



Resultaten

Casestudy 2

- De asfaltketen met meerdere asfaltbanken
- Meerdere kleinere asfaltbanken
- Afname transport asfaltgranulaat



Aanbevelingen



Aanbevelingen

- Doorontwikkeling model
 - Toevoegen stochastische onzekerheden en optimalisatie
 - Integreren milieu impactfactoren
 - Integreren realistische transportbeperkingen
 - Verfijnen gemodelleerde asfaltketen
- Praktijkontwikkelingen
 - Herzien verantwoordelijkheid asfaltgranulaatbeheer
 - Ontwikkelen van regionale samenwerking en kennisdeling
 - Uitbreiden van materiaaleisen aan asfaltgranulaat
 - Opzetten pilot asfaltbank

Verkennen
draagvlak praktijk



Mijn pad vervolgt zich bij...



Nationaal
Platform
Duurzame
Wegverharding

Verkennen
asfaltbank pilot
mogelijkheden



Doorontwikkelen van het
wiskundig model



Dankjewel voor jullie aandacht!



ASPARi

Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

Bij interesse, neem gerust contact op

+31 6 34 27 89 32
boyd@lubbers.nl

ASPARi Symposium

4 December 2024

Een enterprise-architectuur voor een verwerkingsproces controlesysteem gericht op flexibiliteit en systematische dataverzameling

Gerko de Vente

Proces en Informatie Analist – Van Gelder Groep B.V.

Universiteit Twente: Seirgei Miller, Qinshuo Shen

Extern: Dennis Wildenberg (Van Gelder), Ivo de Vries (Van Gelder)



ASPARi

Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.



van gelder

Agenda

Introductie	03
ASPARi - Fases	06
onderzoeksmethodologie	14
Onderzoeksdoelen 1-3	16
Vragen	34

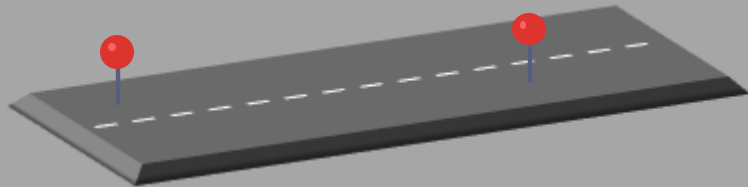


Huidige kwaliteitscontrole





Beperkt tot sample points



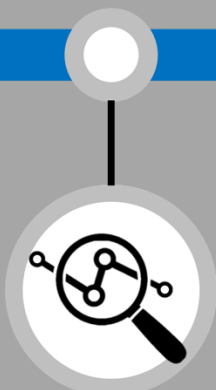
Introductie van schade



Tijd rovend



PQi Stage 1
Post Construction
Analysis



2007

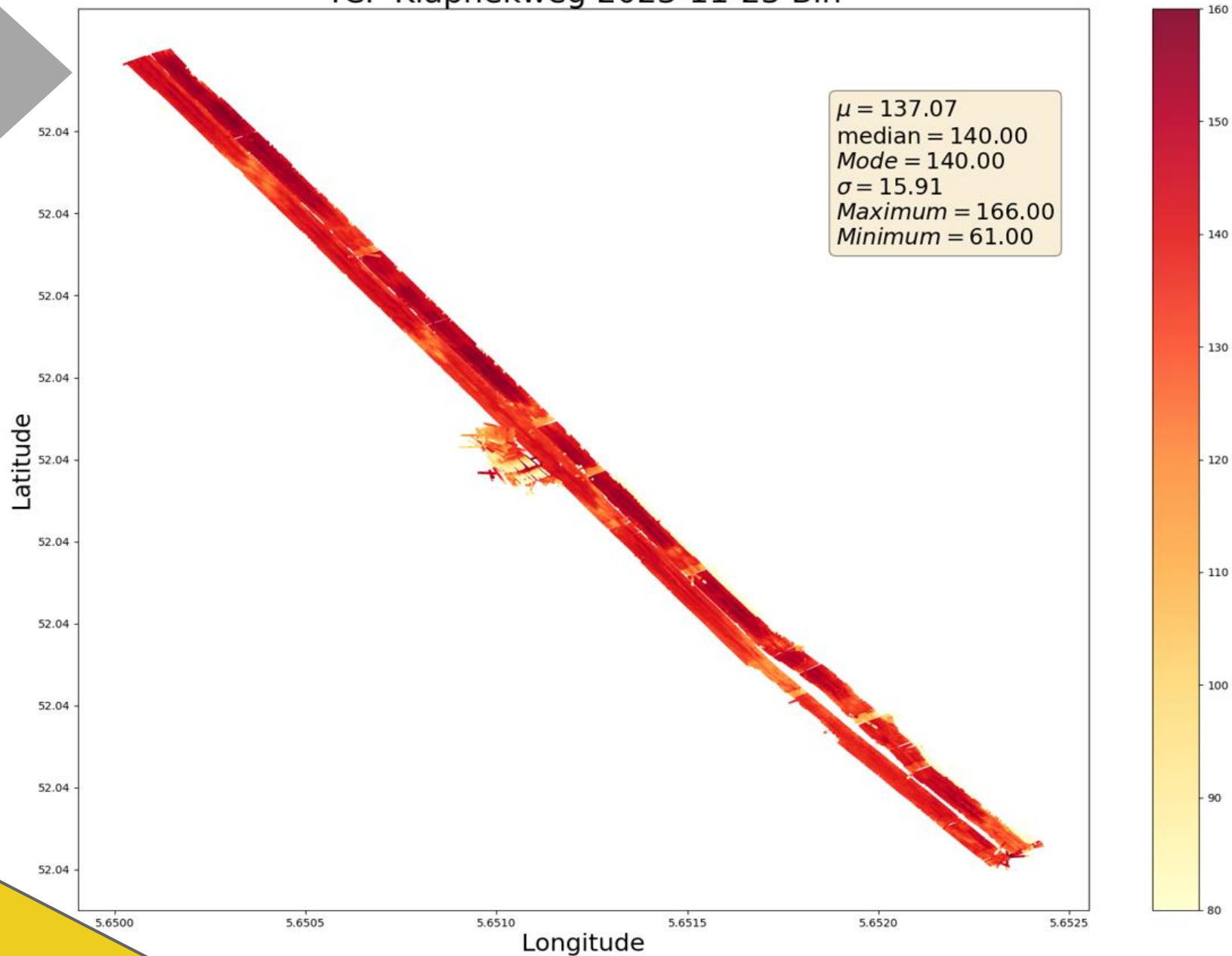


ASPARi

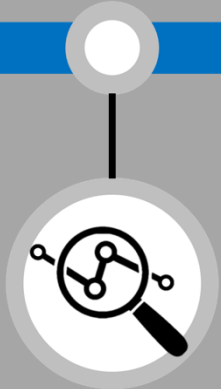
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

TCP Klaphekweg 2023-11-23 Bin



PQi Stage 1
Post Construction
Analysis



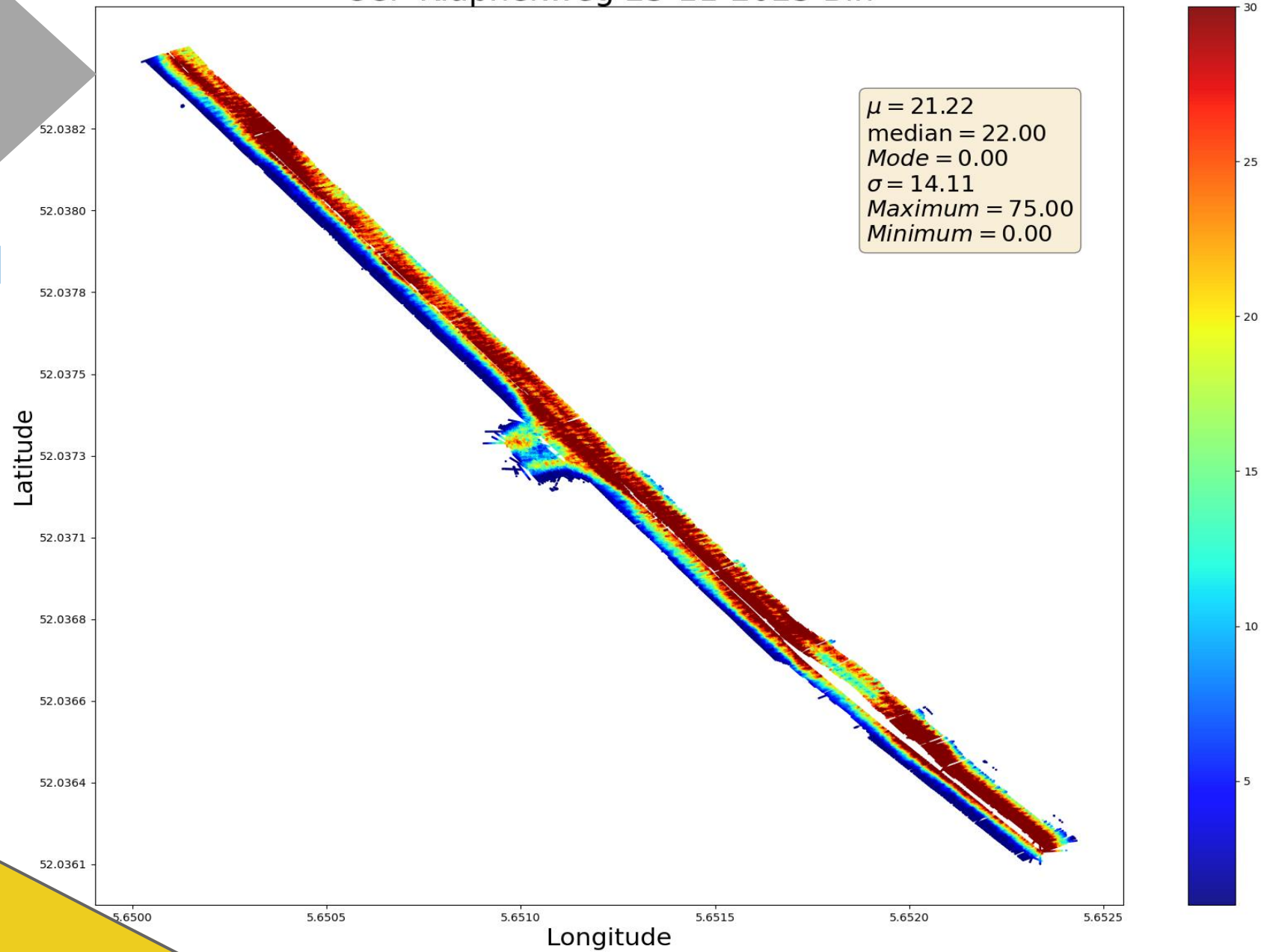
2007



ASPARi
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

CCP Klaphekweg 23-11-2023 Bin



2017



PQi Stage 2
Real-time
Descriptive OSS

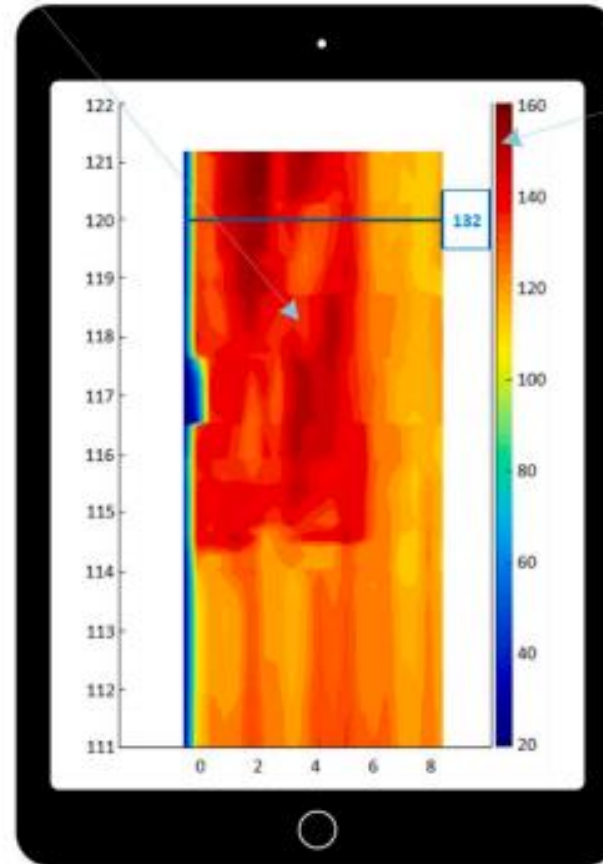


ASPARI

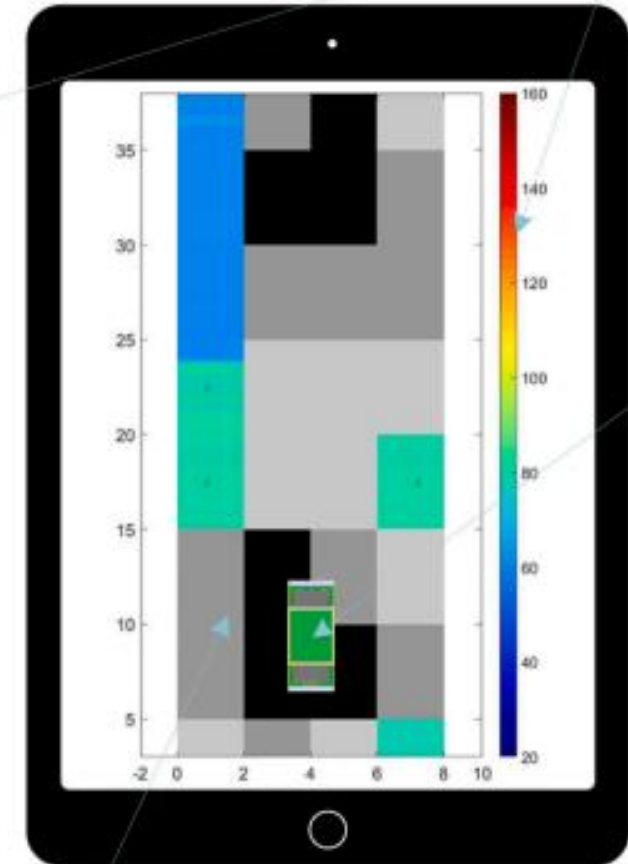
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

Surface temp-s
of the paved section



Temperature
bars (°C)

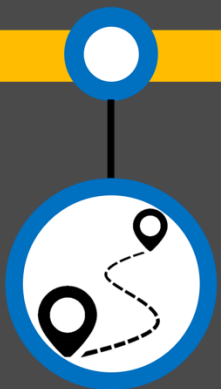


Roller

Amount of Roller passes
performed on a paved area

Descriptive

PQi Stage 3
Real-time
prescriptive OSS



2023

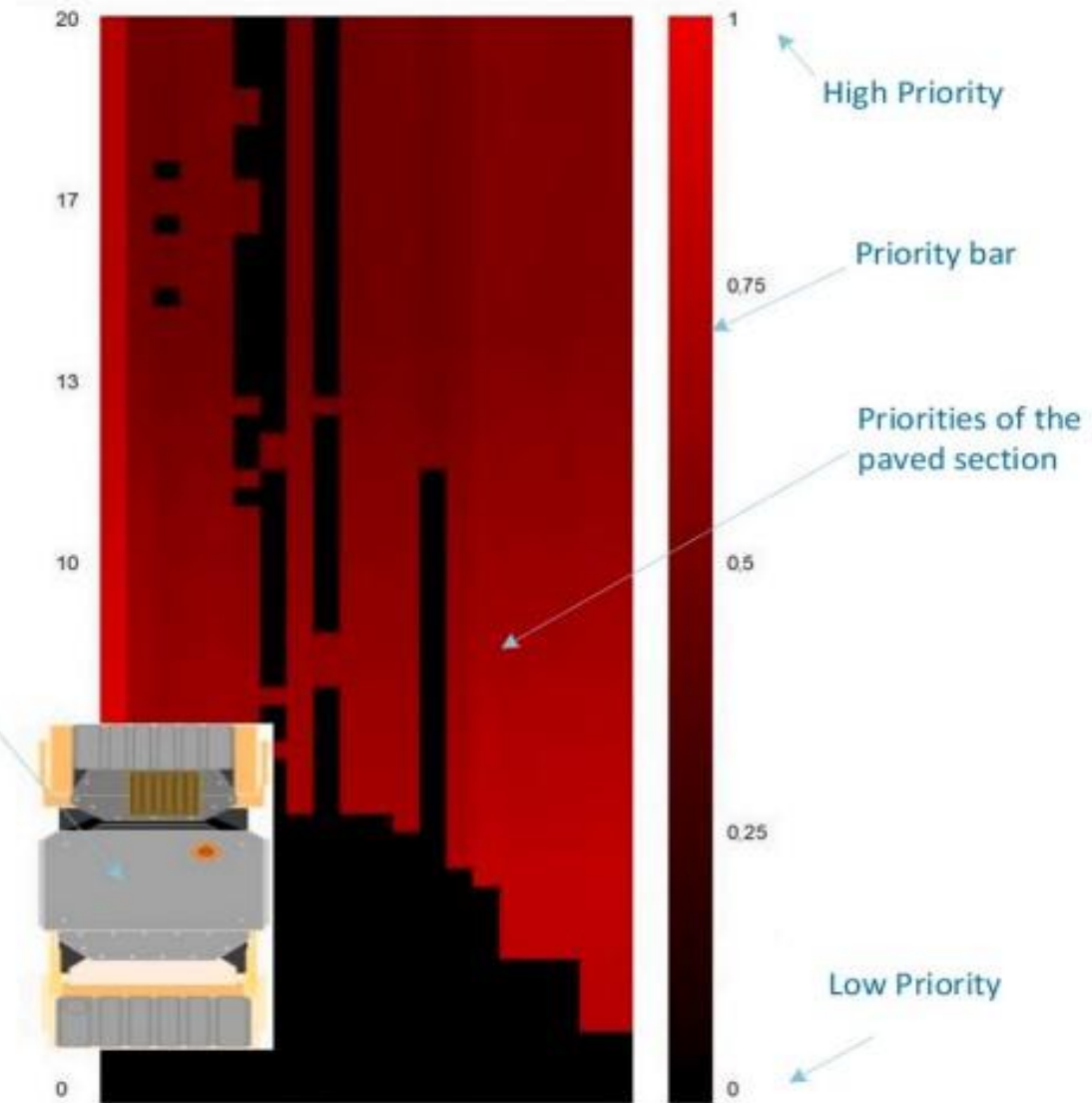


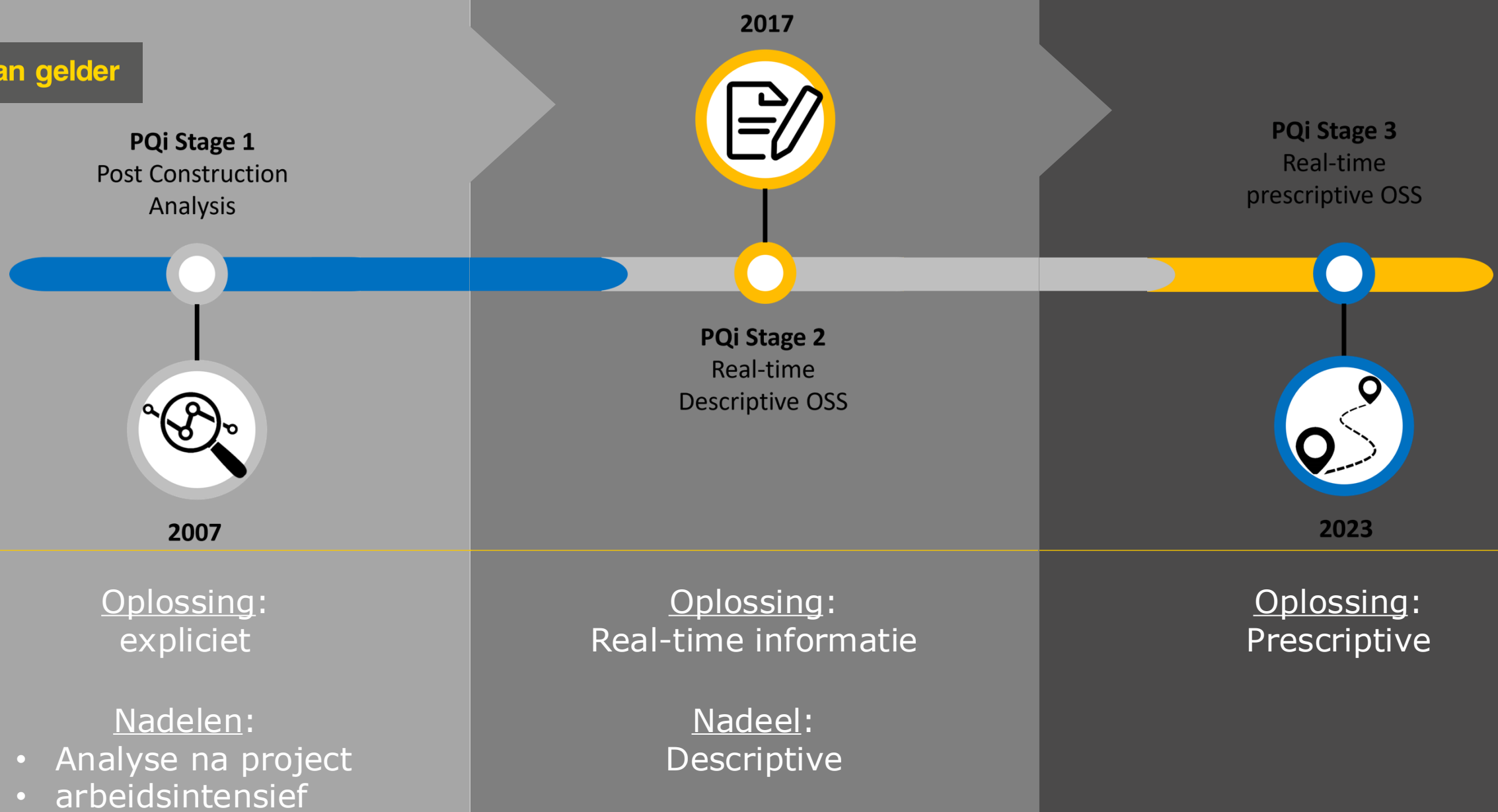
ASPARi
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

Prescriptive

Roller





2017



PQi Stage 2
Real-time
Descriptive OSS

PQi Stage 3
Real-time
prescriptive OSS



2023

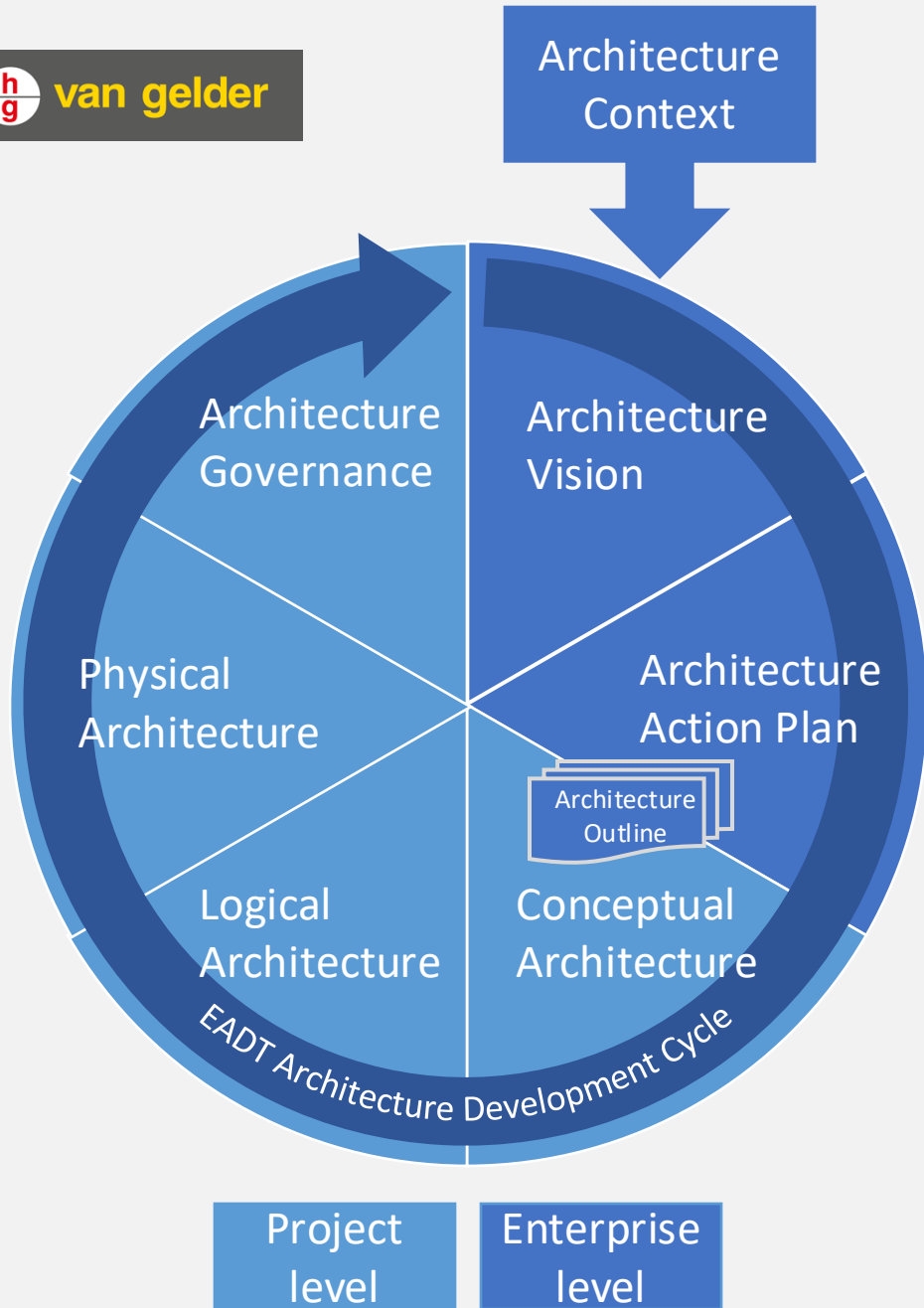
Oplossing:
Real-time informatie

Nadeel:
Descriptive

Oplossing:
Prescriptive

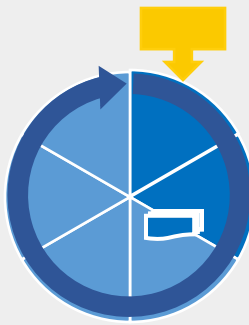
Tekortkomingen

- Geen complete Enterprise Architectuur (EA)
- Geen totaal oplossing op de markt



Onderzoeksmethodologie EA4DT

- **Leidende-framework**
- Ontwikkeld voor digitale transformaties
- Project- en organisatieniveau
- **RO1:** Definieer de vereisten voor het procescontrolesysteem
- **RO2:** Ontwikkel een data-infrastructuur
- **RO3:** Ontwerp een aanpasbaar procescontrolesysteem
- ~~**RO4:** Zorg voor de toekomstbestendigheid van het procescontrolesysteem~~



Architectuur Context

Uitgangspunten



mens

Data-gedreven cultuur stimuleren



Proces

Data Management en beleid



Technologie

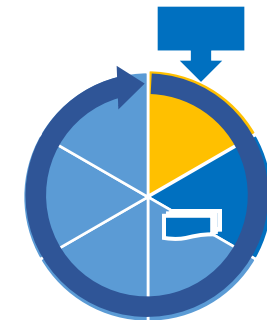
Flexibele en schaalbare Infrastructuur



ASPARi

Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.



Architecture Vision

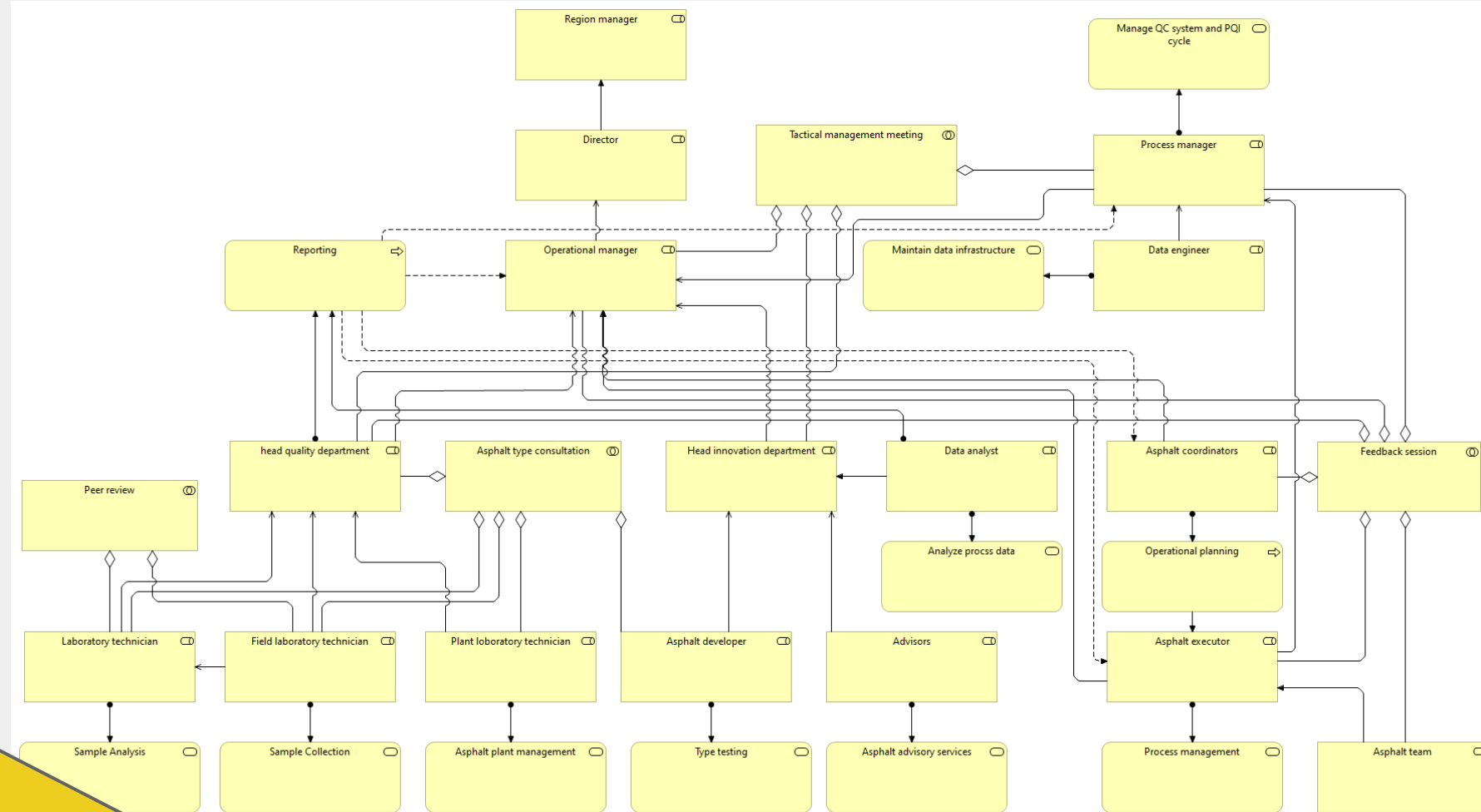


- Capaciteiten in kaart
- Target architectuur



ASPARi
Paving the way forward

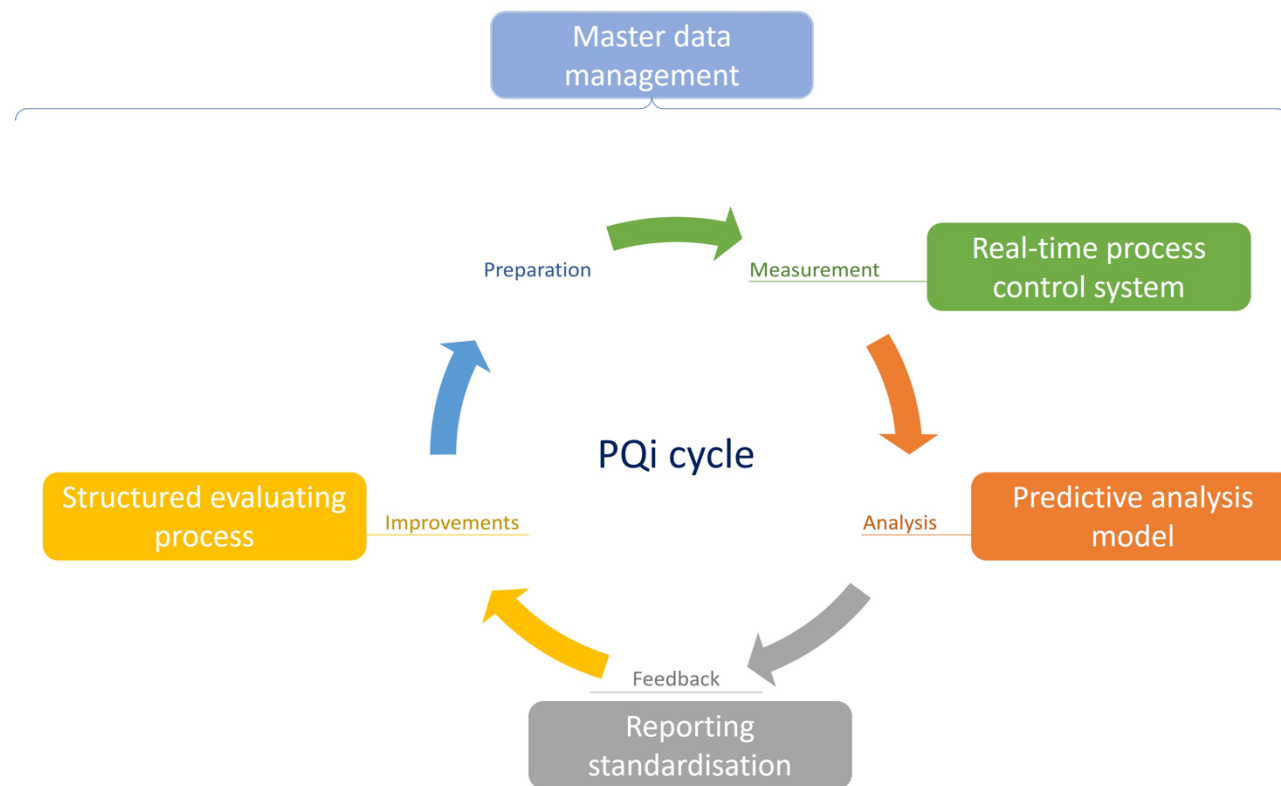
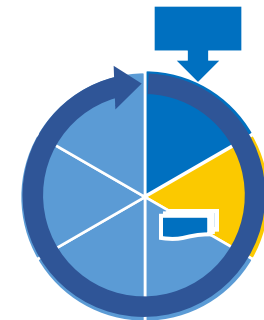
Target architectuur business level



ASPARi
Paving the way forward

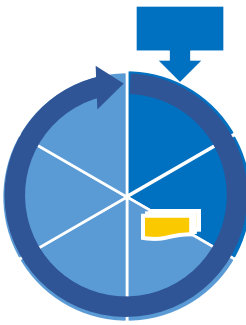


Architecture Action Plan





Architecture Outline



- Eisenlijst
- Belangrijke eisen:
 - > Consistente data collectie
 - > Flexibiliteit voor maatwerk
 - > Real-time data
 - > Schaalbaarheid en prestatievermogen



ASPARI

Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.



Conceptuele Architectuur

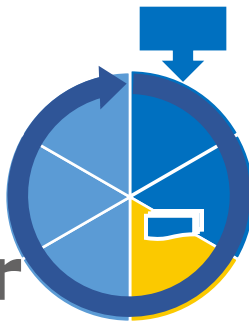
- Vertalen van eisen in services
 - > Real-time informatie service
 - > Analyse service
 - > Rapportage service
 - > Data opslag en management service



ASPARi

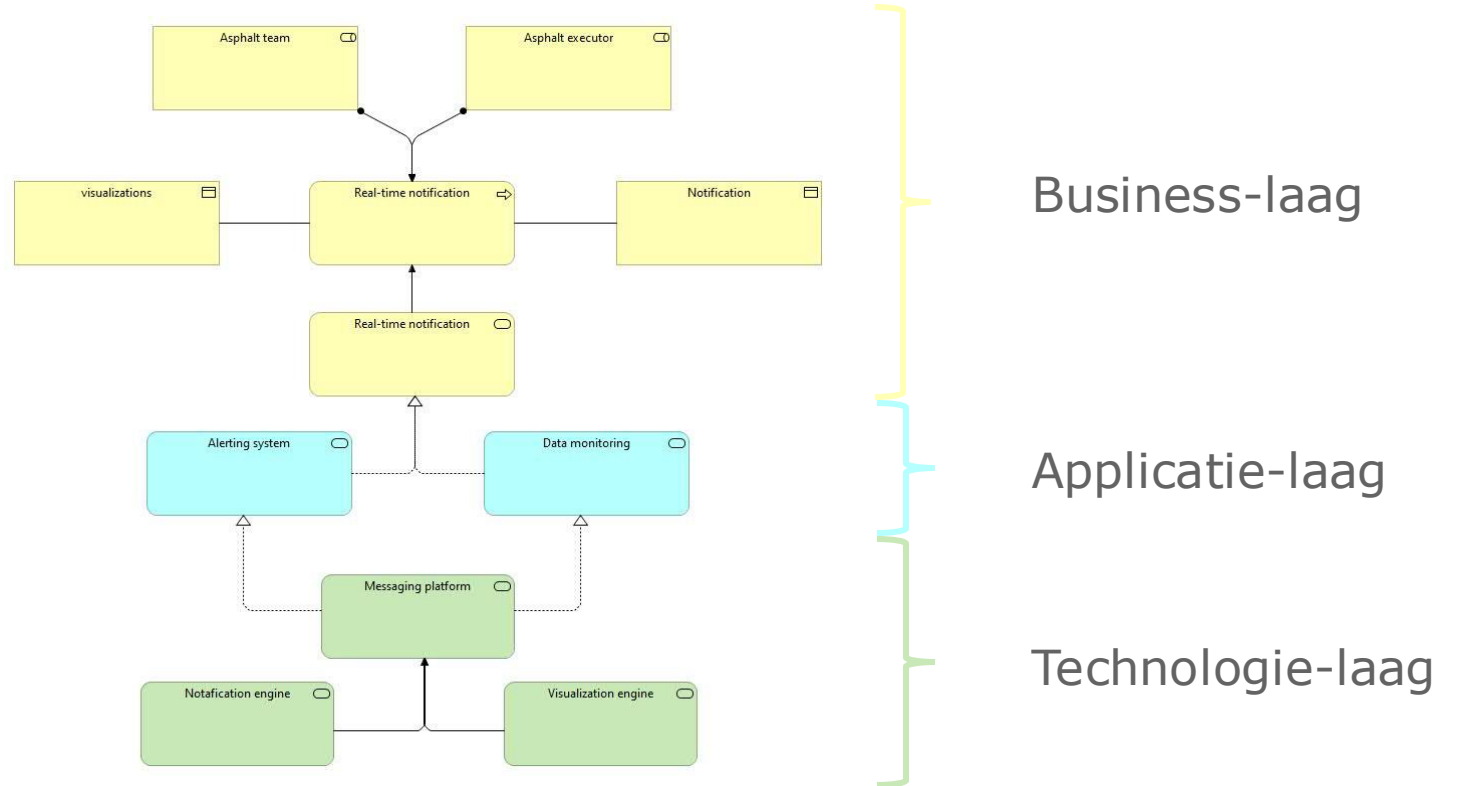
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

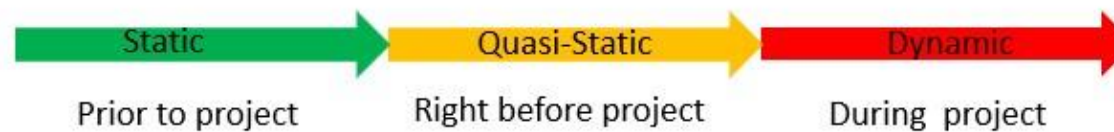
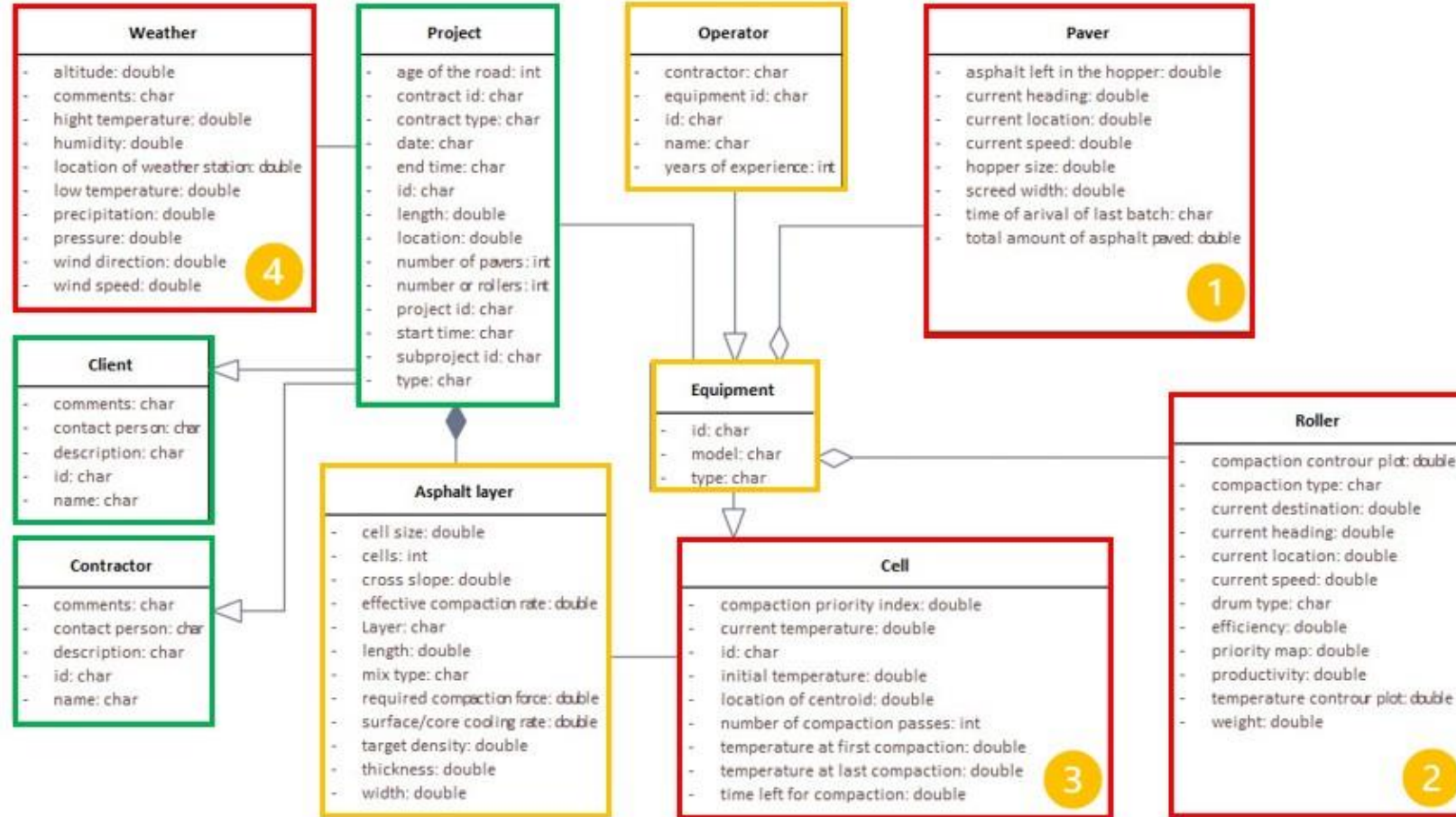
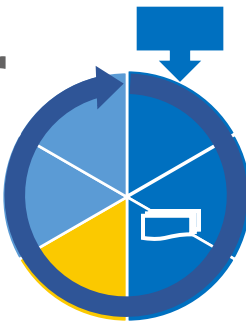


Conceptuele Architectuur

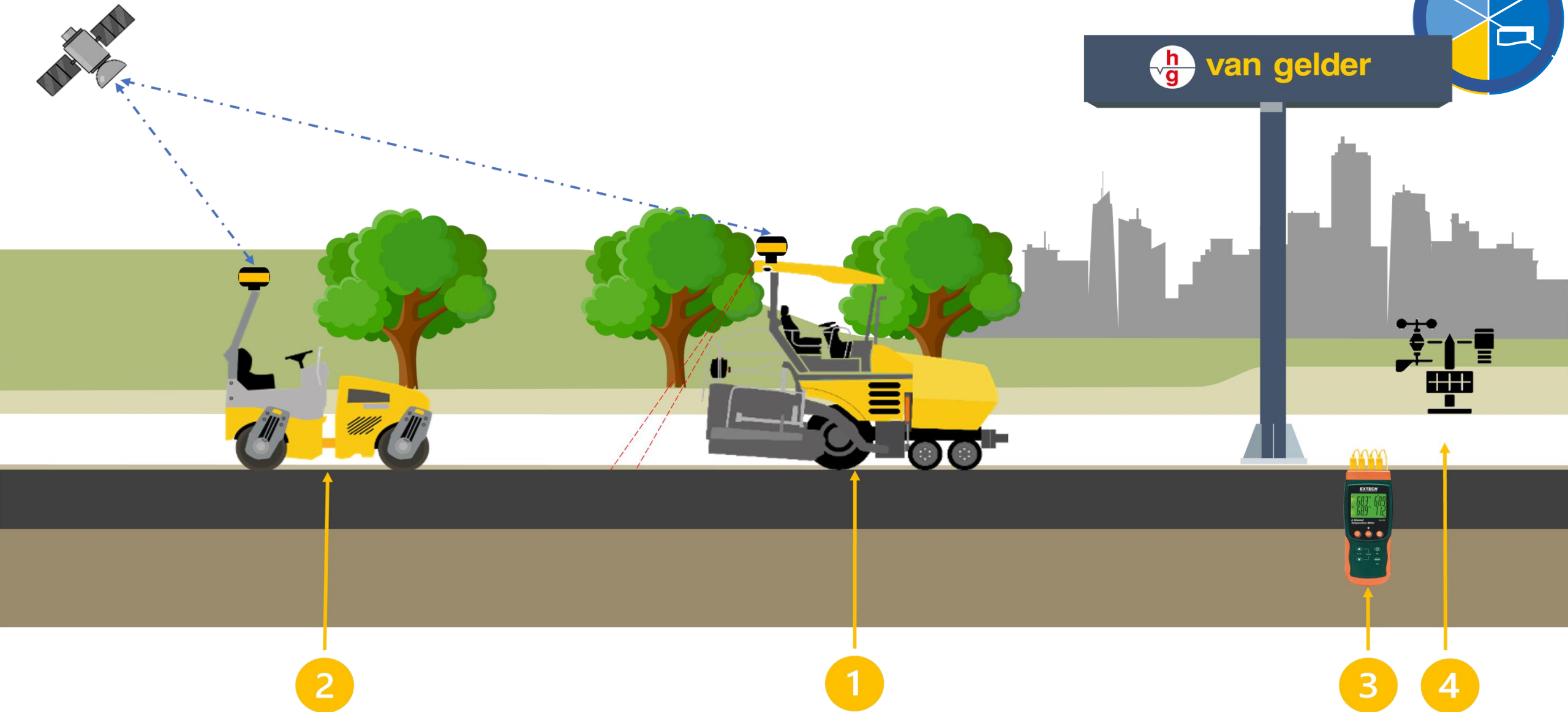
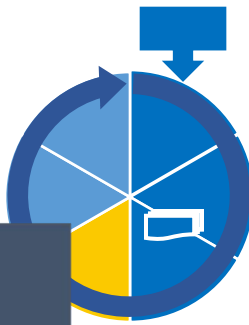
Real-time information service

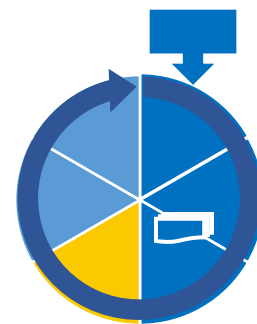
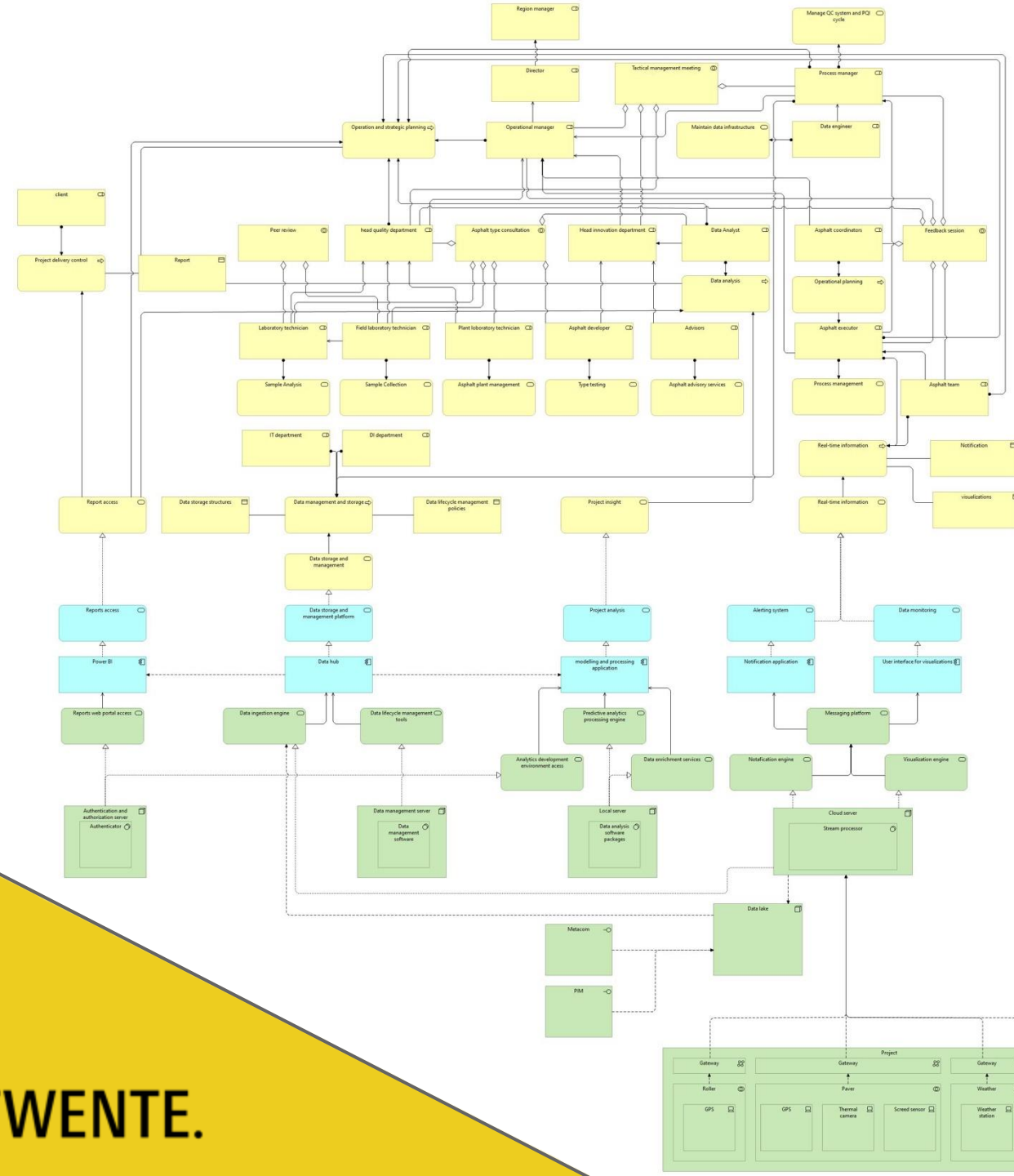


ASPARi
Paving the way forward



Logical Architecture



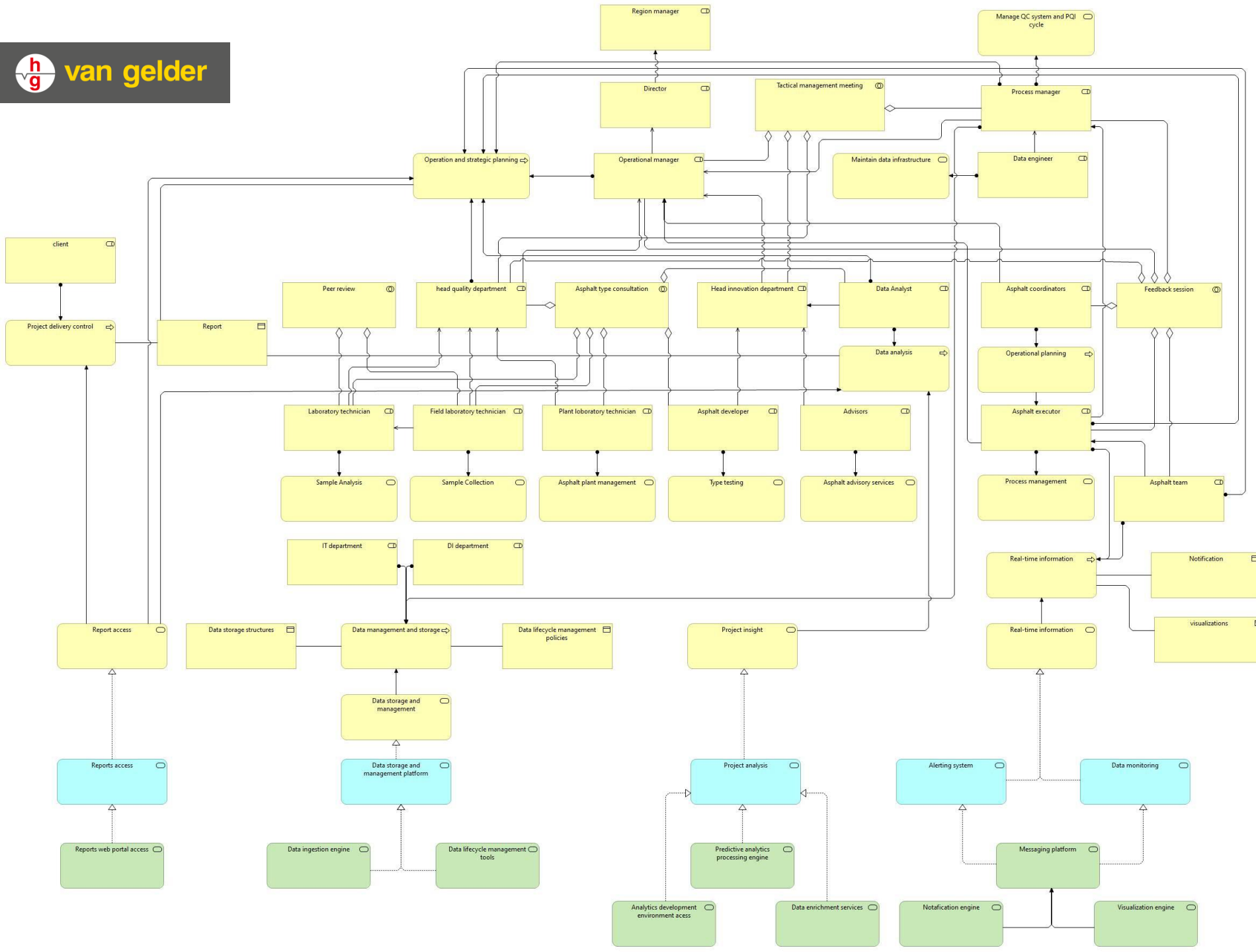


Vragen



ASPARi
Paving the way forward

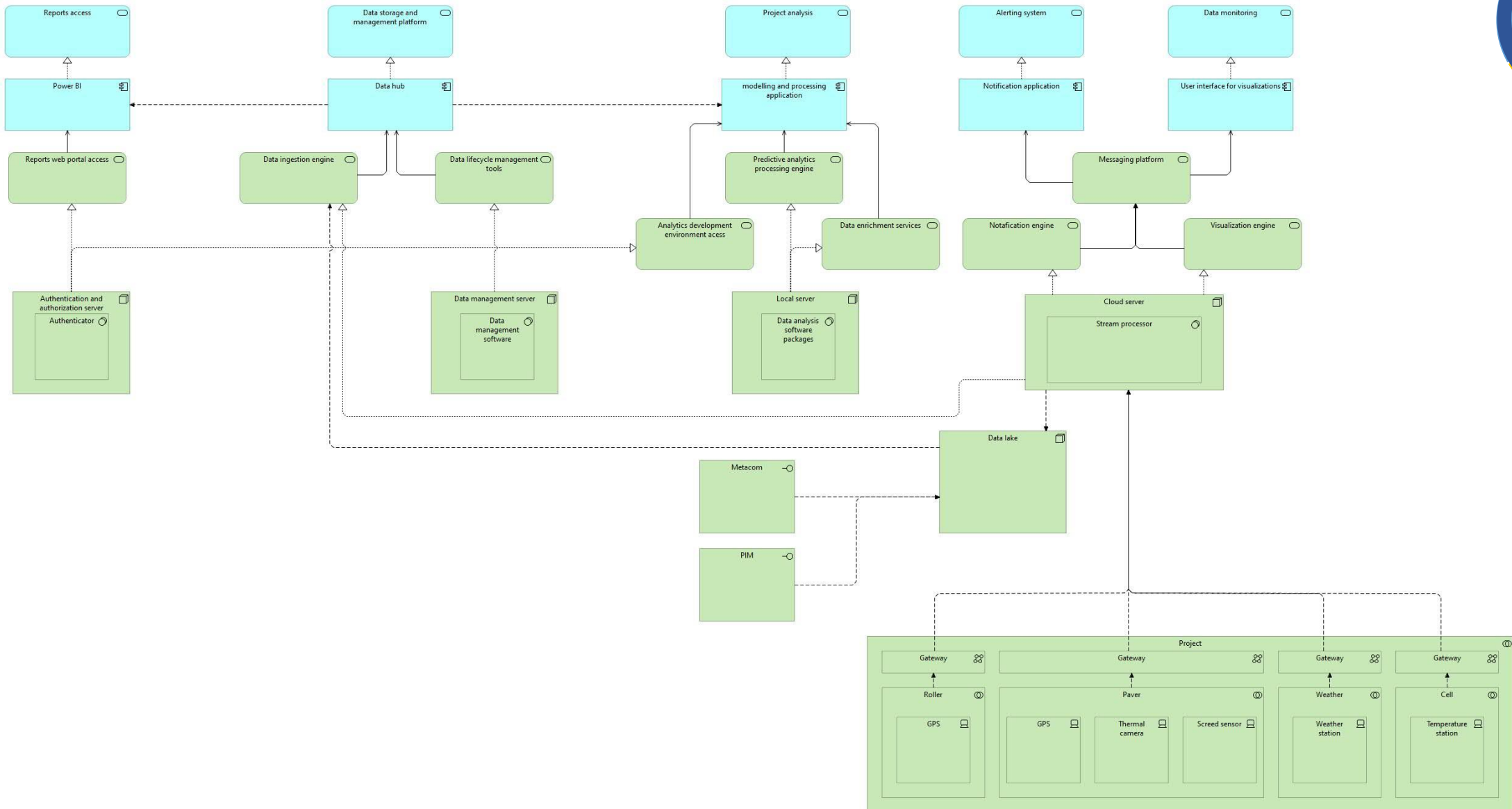
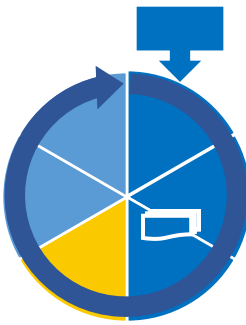
UNIVERSITY OF TWENTE.



Target architecture

Logical Architecture

Application – and technology layer



ASPARi Symposium

4 December 2024

Data inzetten in een complexe omgeving

Hoe doen we dit en hoe krijg je iedereen mee?



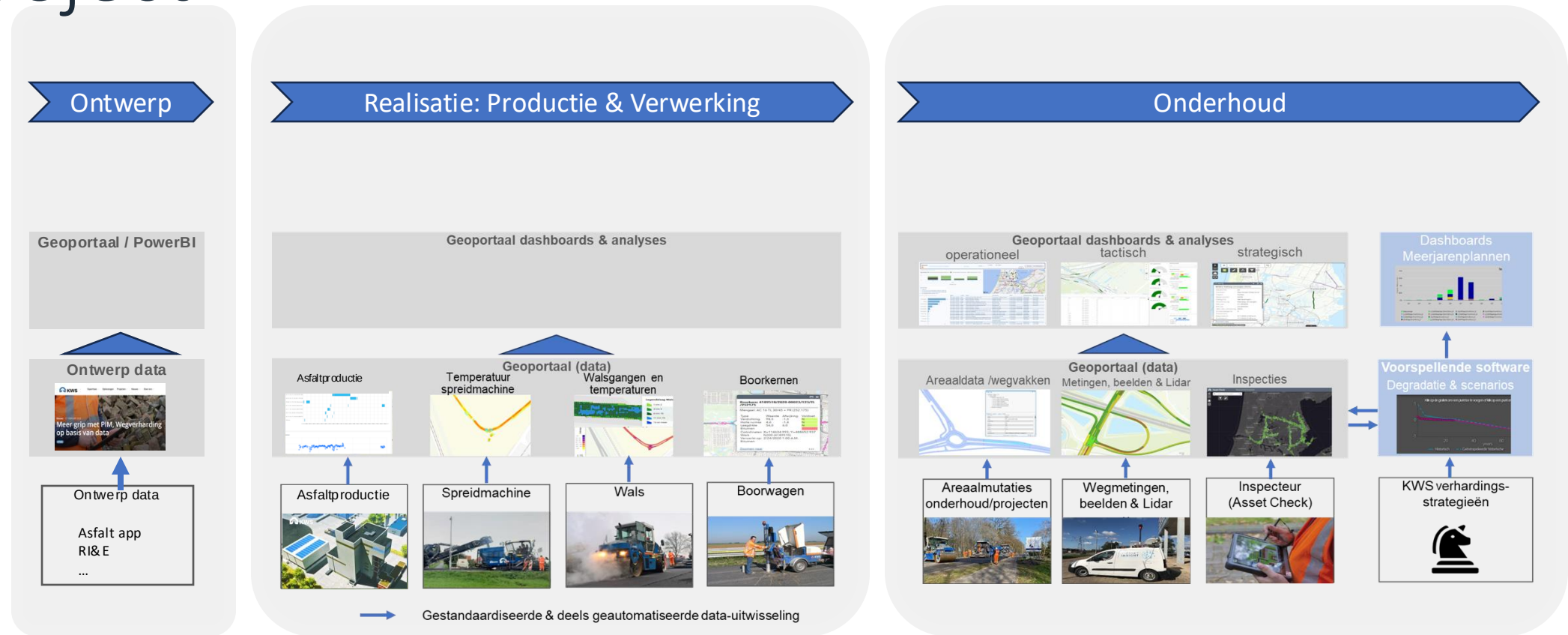
UNIVERSITY OF TWENTE.

Vera Verhoeven
KWS

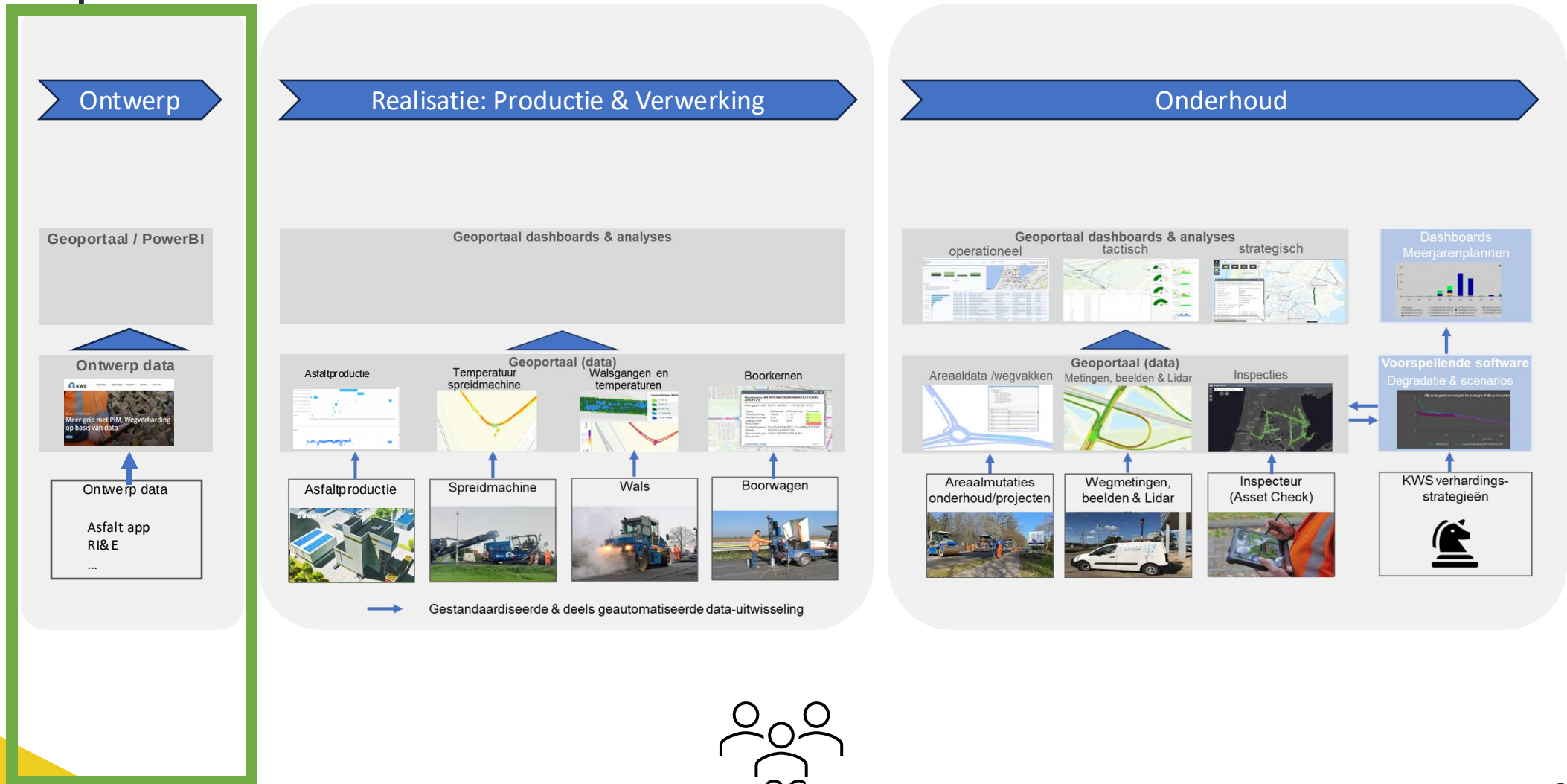
Data inzetten in een complexe omgeving



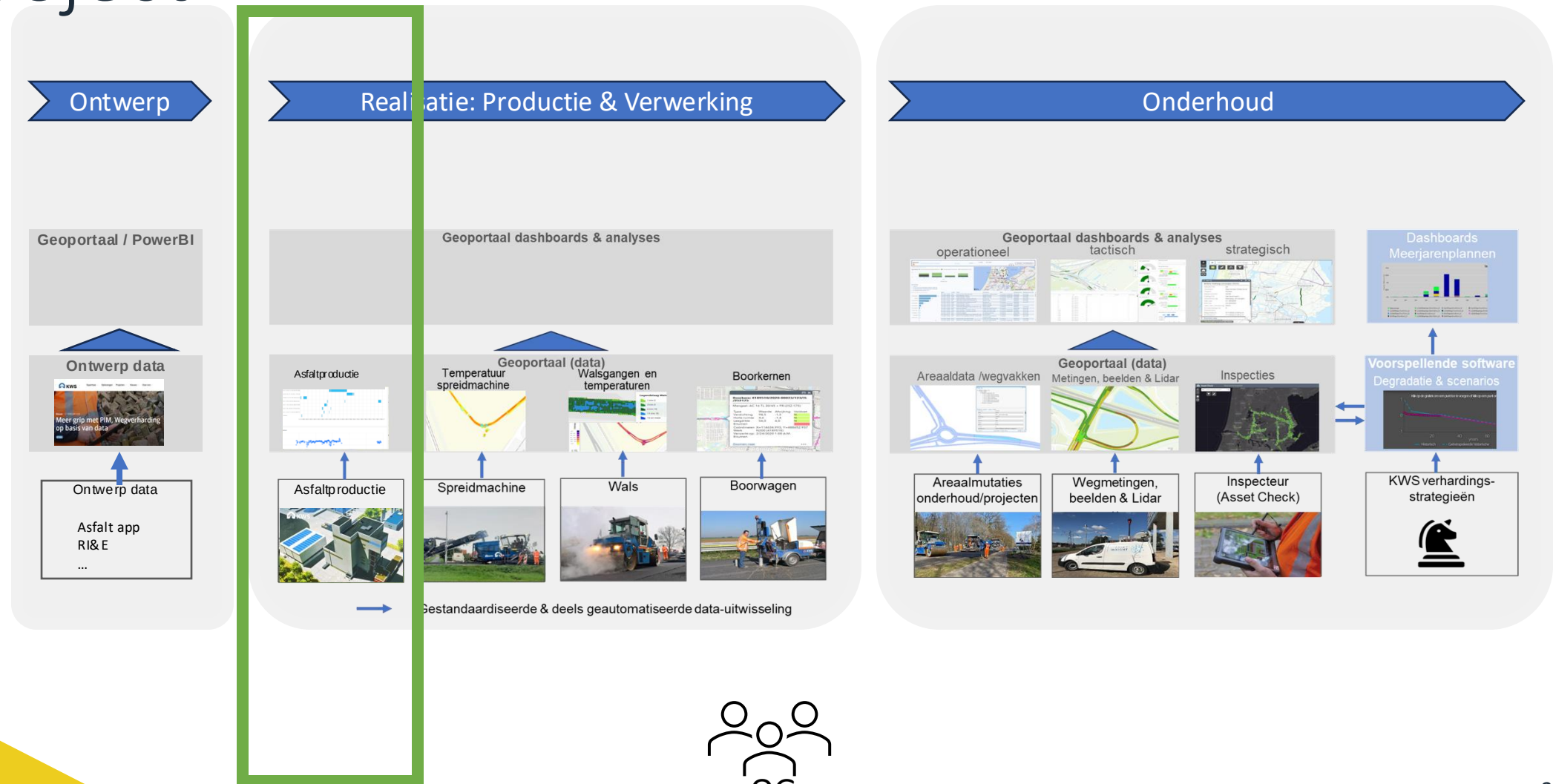
Nu: veel datageneratie in de fasen van het project



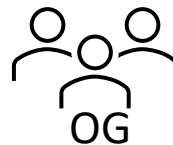
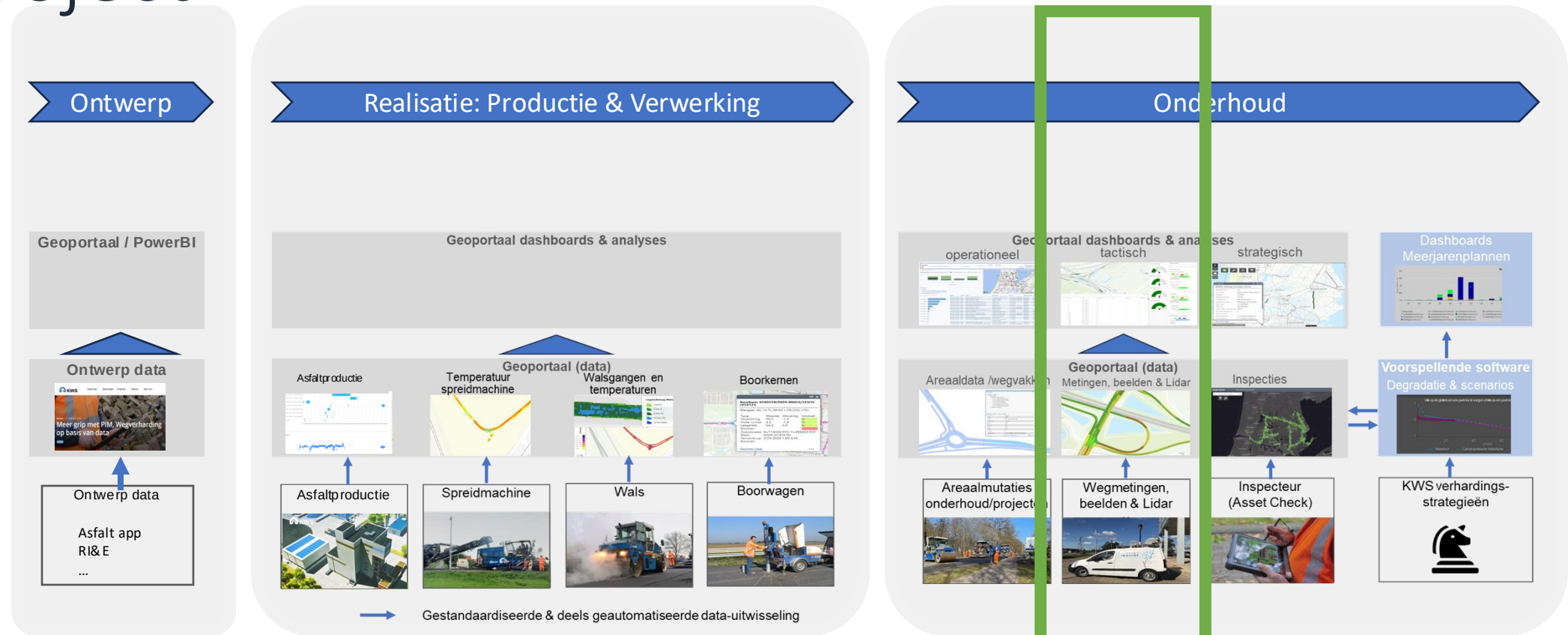
Nu: veel datageneratie in de fasen van het project



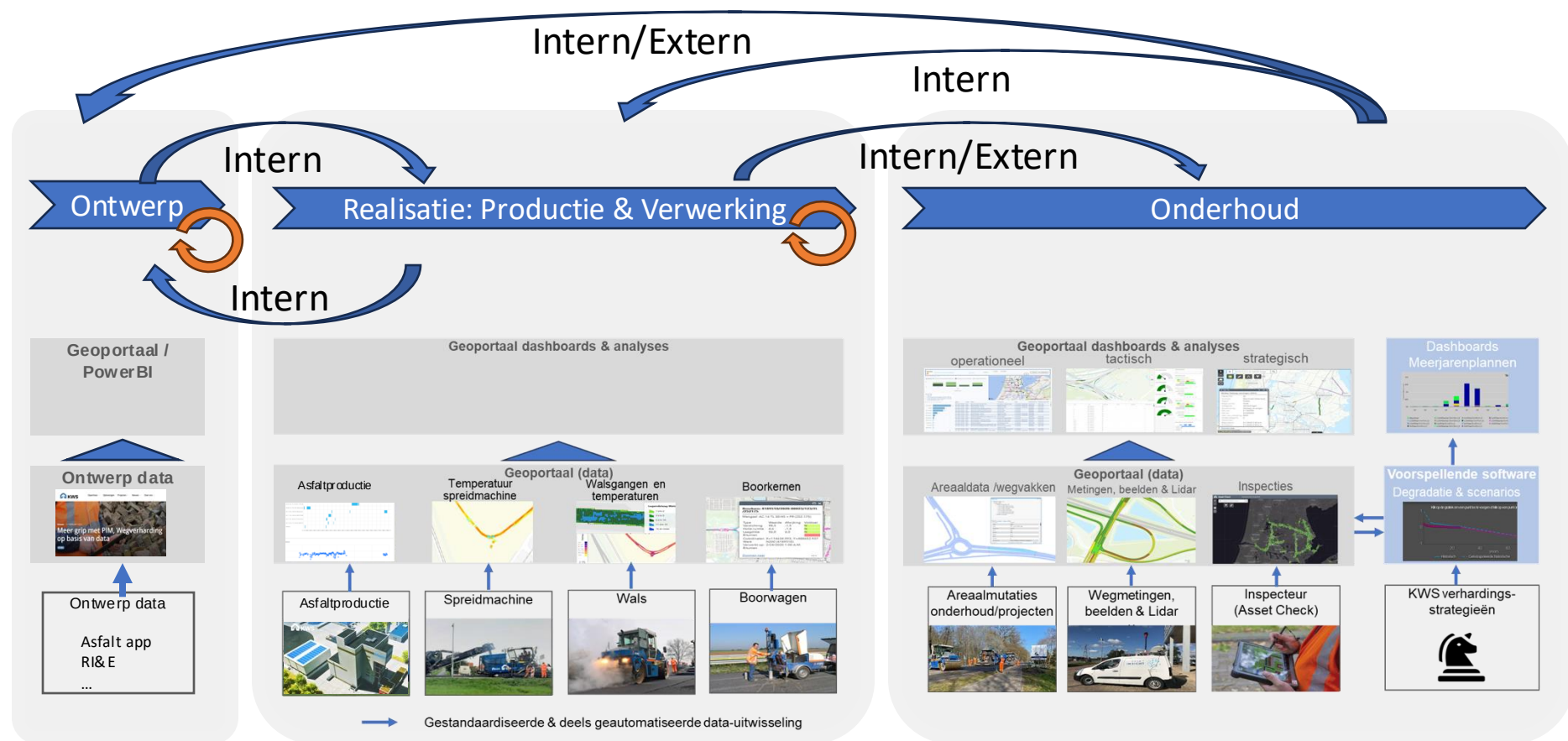
Nu: veel datageneratie in de fasen van het project



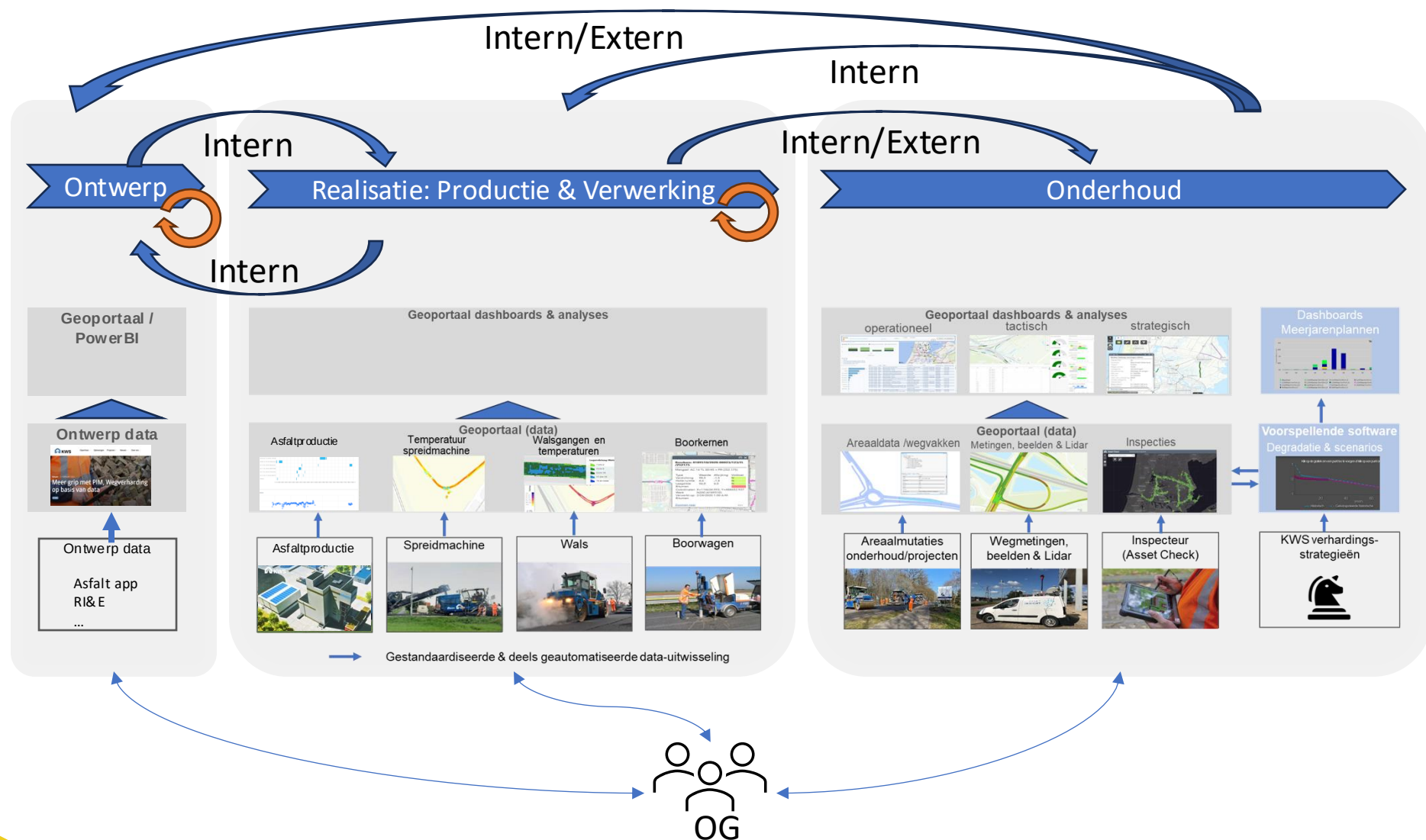
Nu: veel datageneratie in de fasen van het project



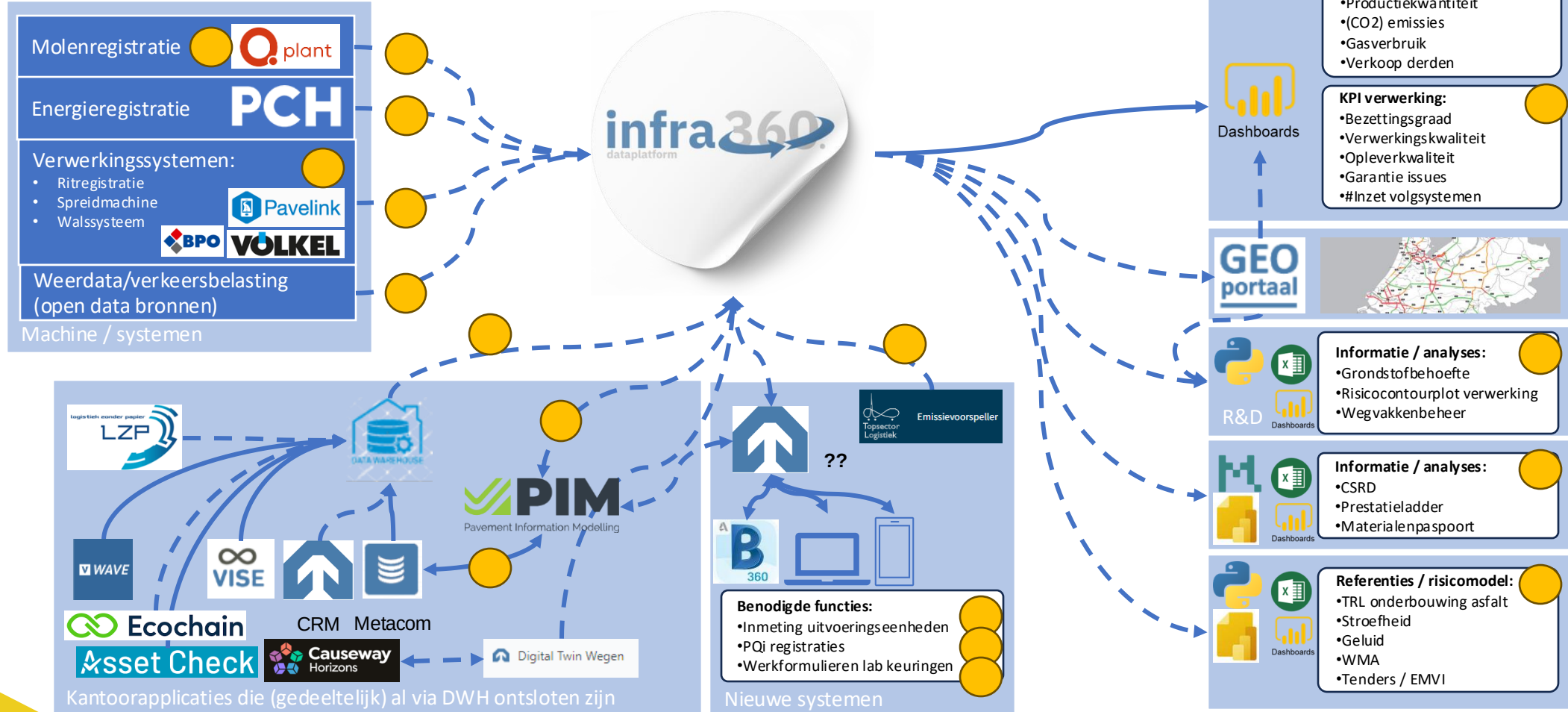
Wens naar meer datagebruik: feedbackloops



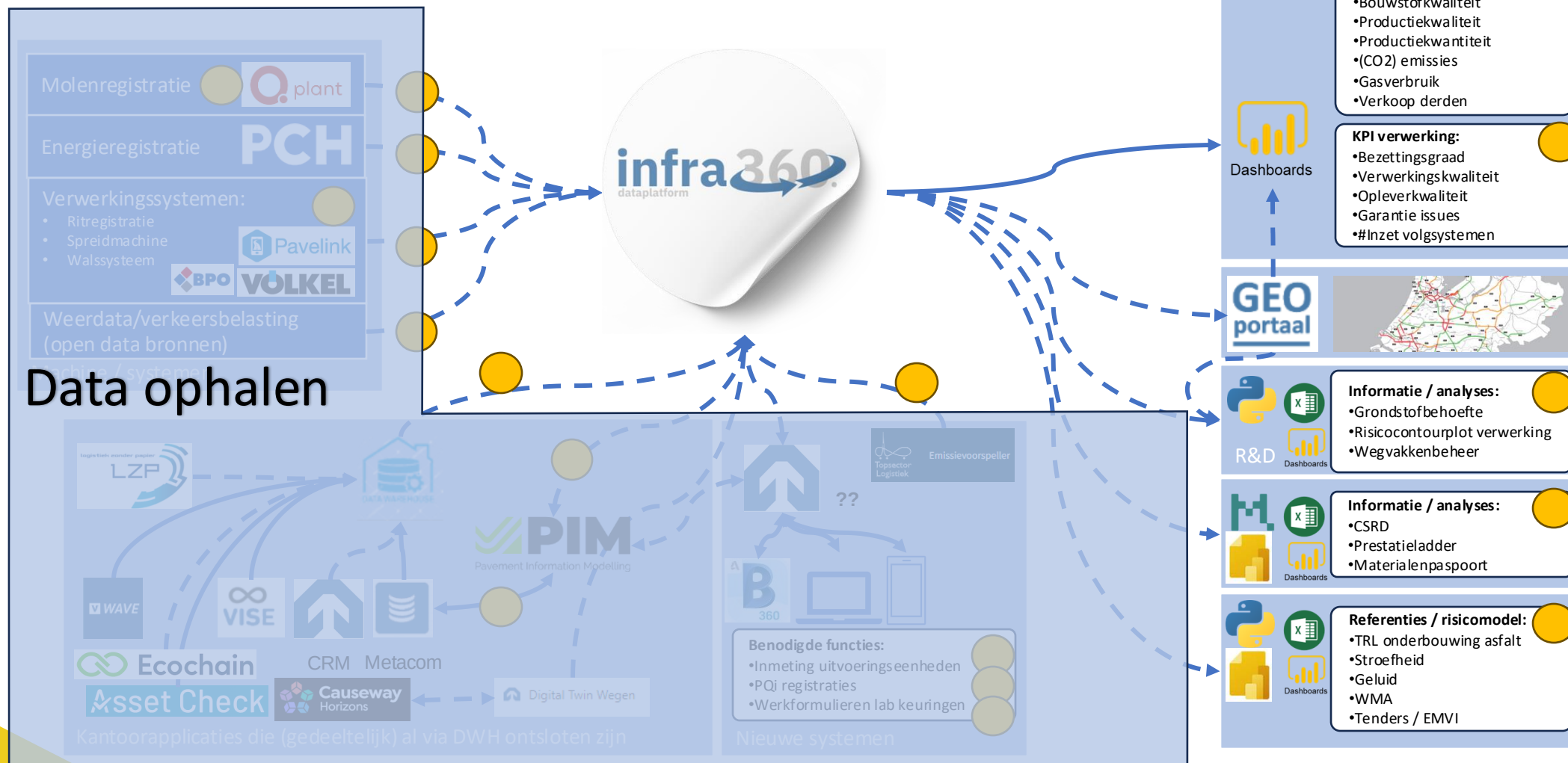
Wens naar meer datagebruik: feedbackloops



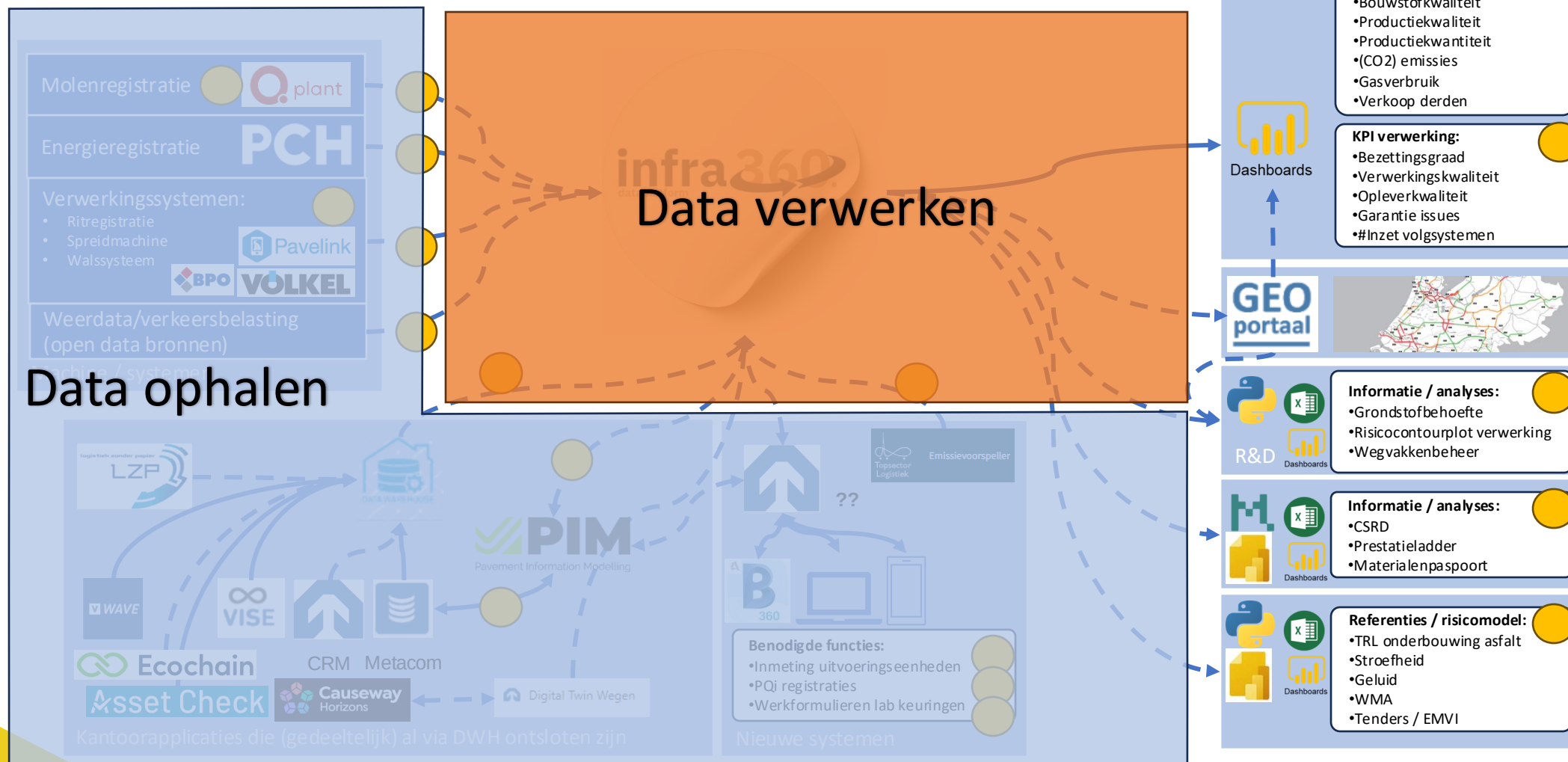
Voorbeeld uit datalandschap



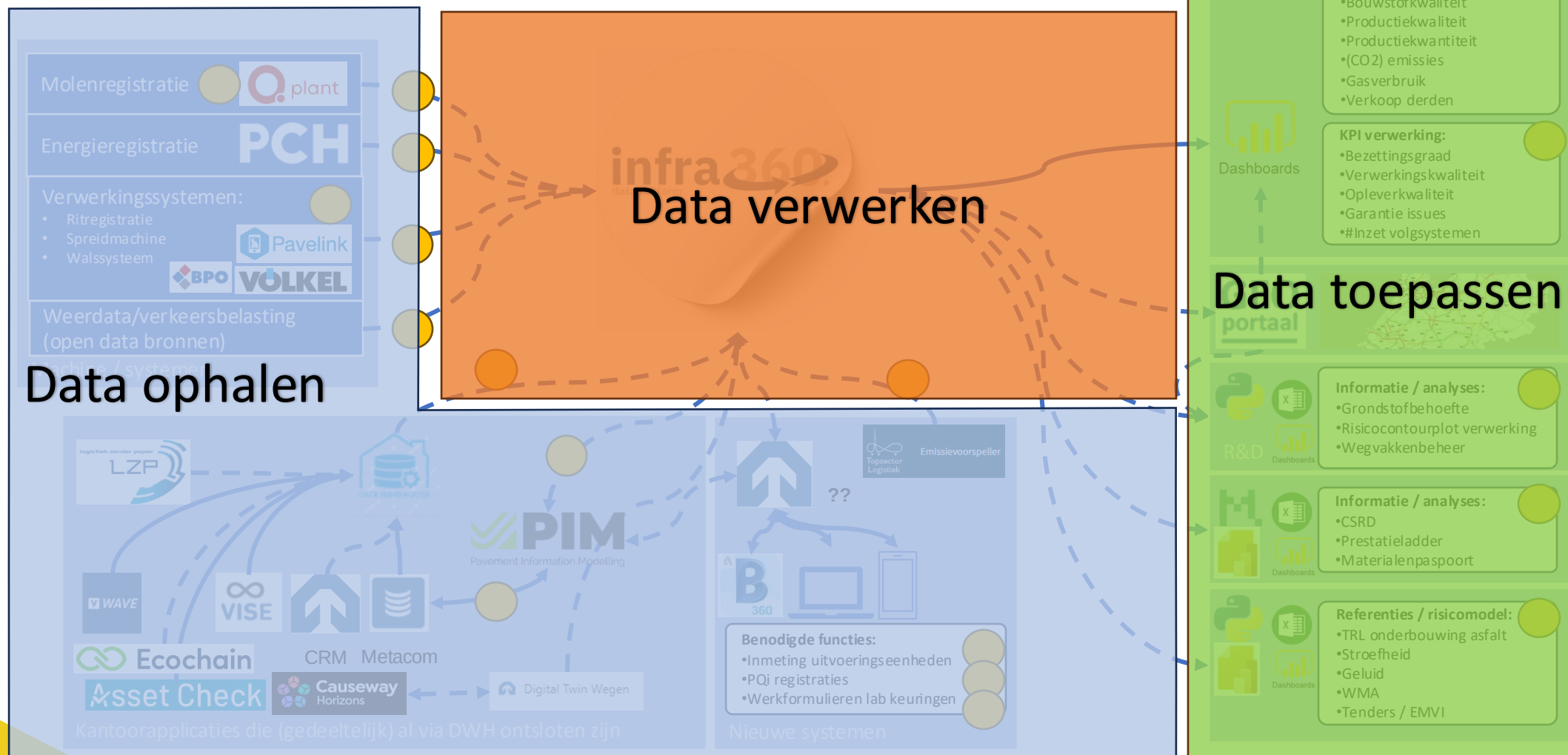
Data ophalen



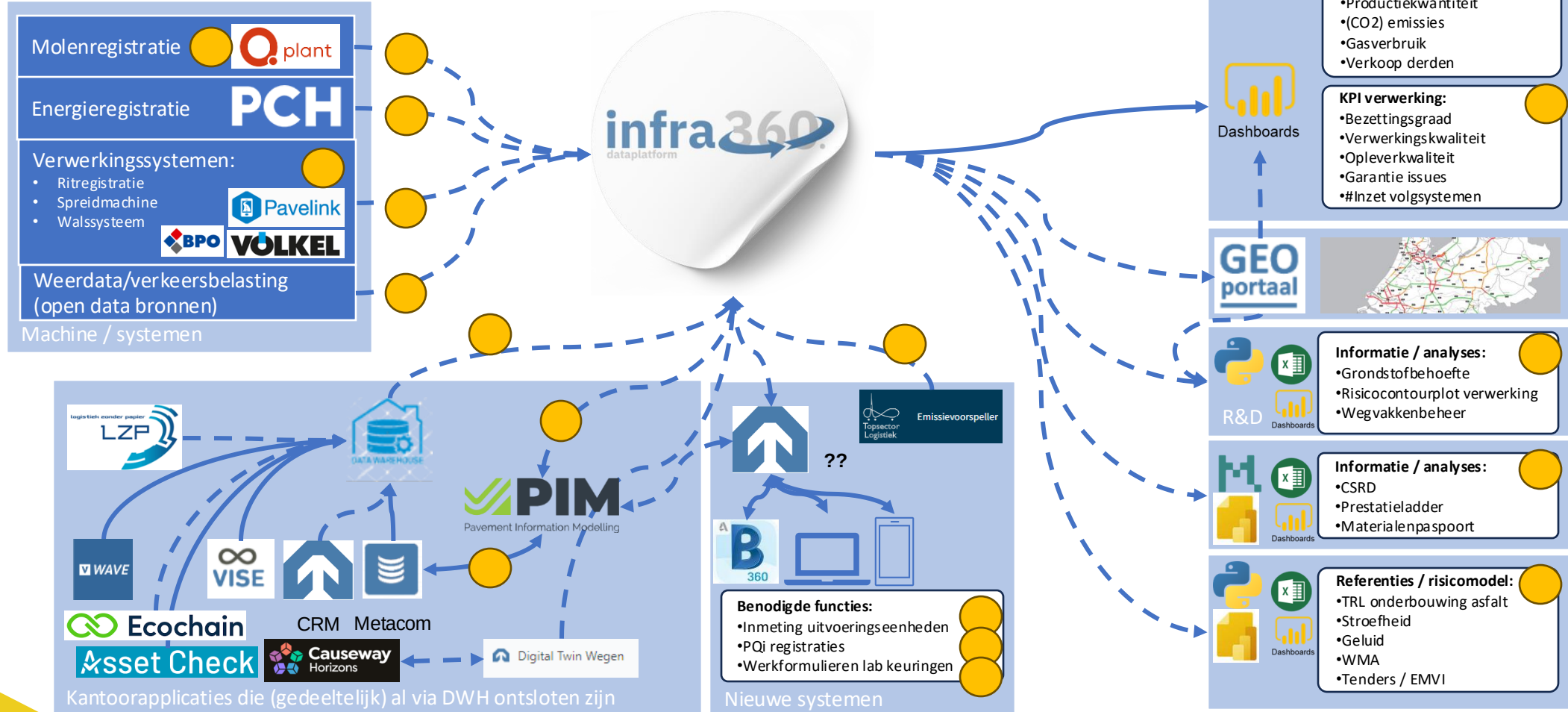
Data verwerken



Data toepassen



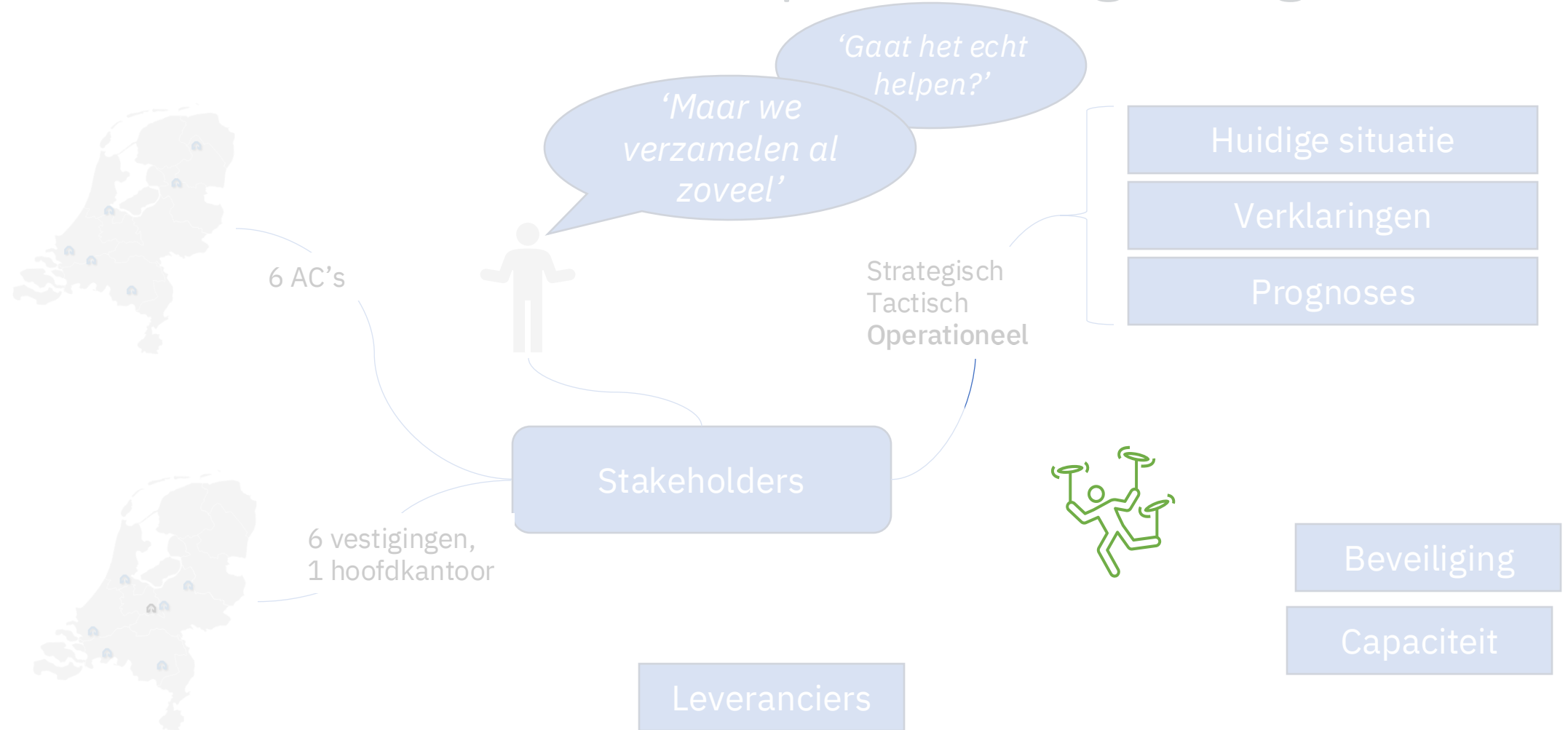
Voorbeeld uit datalandschap



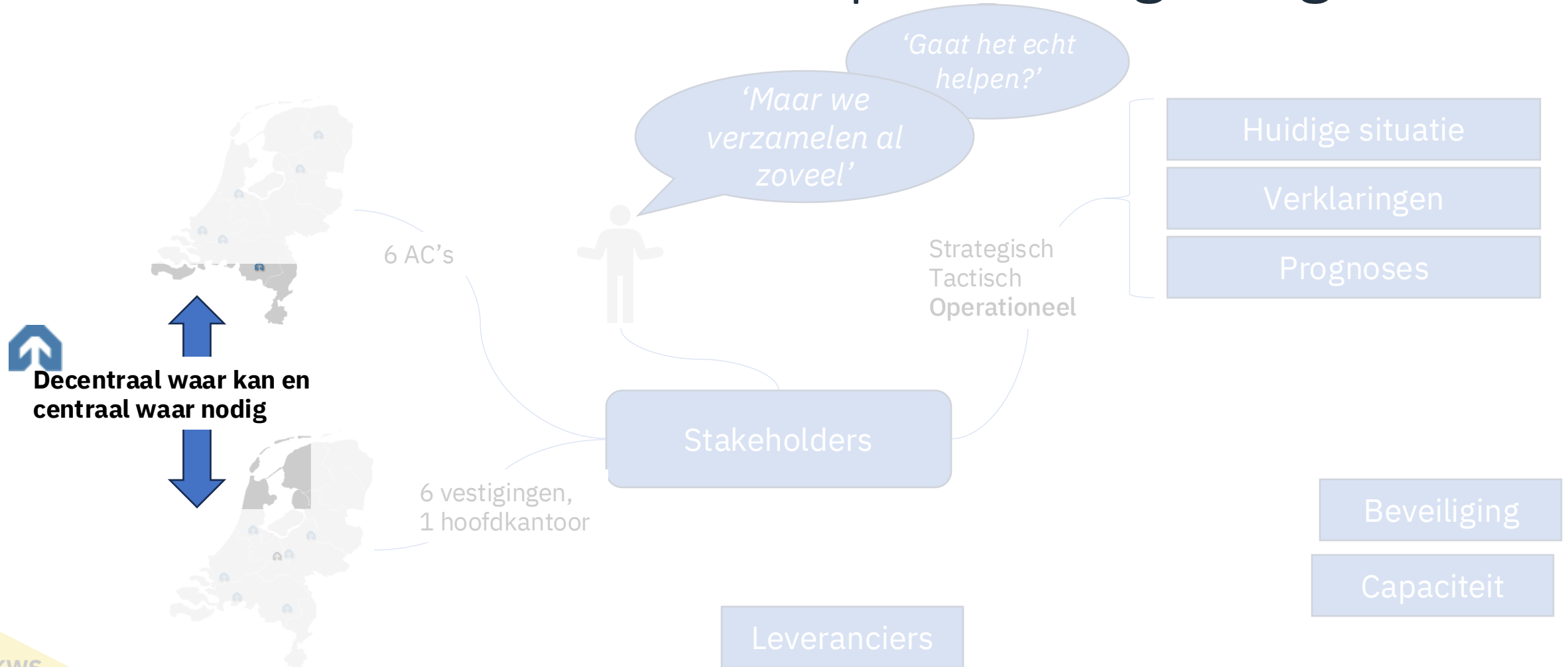
Data inzetten in een complexe omgeving



Data inzetten in een complexe omgeving



Data inzetten in een complexe omgeving



2024 ASPARi Symposium

Paving the Way: Developing a WMA construction planning tool

Qinshuo Shen - PhD Candidate



ASPARi
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.



TOO HOT TO HANDLE

From January 1, 2025, Warm Mix Asphalt will be the new “standard” asphalt mixture in the Netherlands



(NL) Het beheersen van het verwerkings- en verdichtingsproces van WMA, met als doel om de productkwaliteit van WMA te waarborgen.

(EN) Controlling the construction process of WMA, with the aim of guaranteeing the product quality of WMA.

But WMA has different properties, which leads to:

- Different temperature/time windows for compaction
- Different compactability

...

UNAMBIGUOUS GUIDELINES ARE NEEDED FOR THE SMOOTH TRANSITION

CROW Richtlijn Warm Mix Asfalt v1.0, mei 20 - Algemeen deel 

CROW Richtlijn Warm Mix Asfalt v1.0

Tervisielegging 8 mei – 15 juni 2024



Praktische kennis
direct toepasbaar

Pagina 1 van 39

SOME GENERAL TIPS



Paving

- Apply a constantly slower paving speed
- No downtime of the paver, avoid stopping points

...



Compaction

- Homogeneous compaction pattern
- Shorter distance of the rollers from the screed to the screed
- Shorter strokes of the rollers
- Rollers must have a sufficiently high rolling factor
- Priority compacting of joints

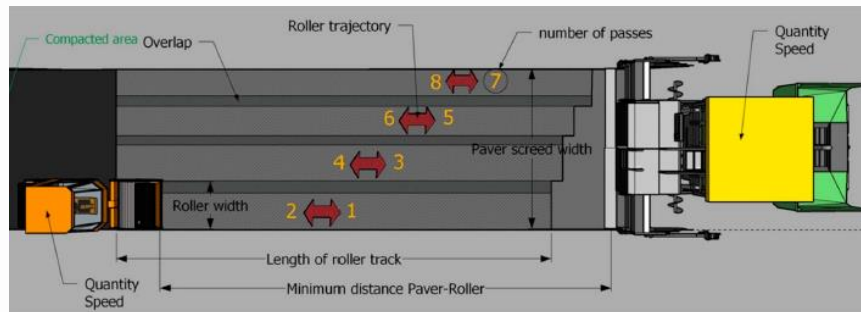
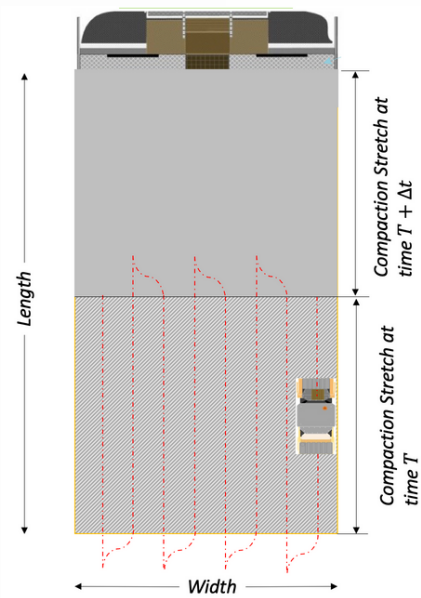
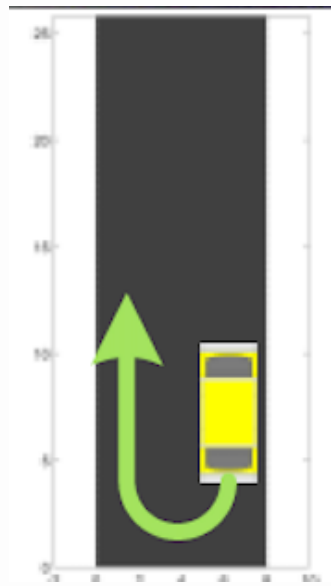
...



More tips

- Timely contact with the asphalt plant if weather conditions deteriorate
- Prevent cold joints
- Prevention of residual moisture on the bonding surface with the layer below the WMA
- Plan asphalt work in late spring and summer, taking into account possible night work
- Postponement of asphaltting in case of unfavorable weather

...



WE NEED MORE EXECUTABLE GUIDELINES BEFOREHAND

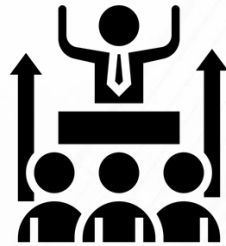
More Explicit Operational Strategies

Such as

- Pavers' speed
- Rollers' compaction trajectories
- Quantity and types of machines

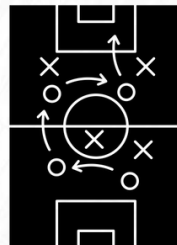
...

IT'S LIKE COACHING A FOOTBALL TEAM



- Always score more goals than your opponent!!!
- Run Run Run!!!
- Faster Faster FASTER!!!
- Good luck!

...



- Let's play 4-3-3 formation
- Let's focus on the left flank in the first half
- Don't make too many long passes, let's build up slowly

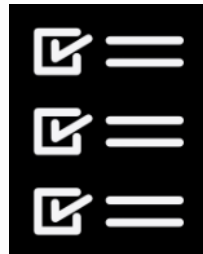
...

WMA CONSTRUCTION PLANNING TOOL

Imagine there is a tool ...



WMA construction planning tool

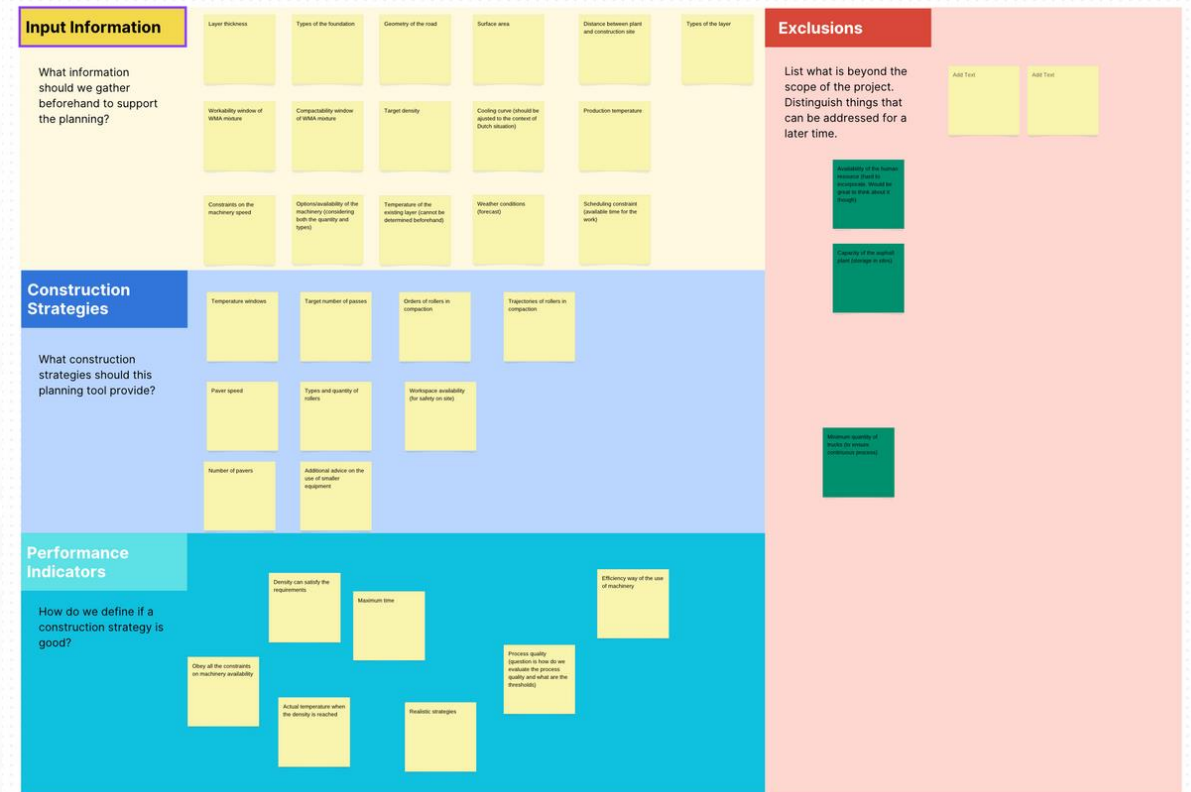


Meet the product quality requirements



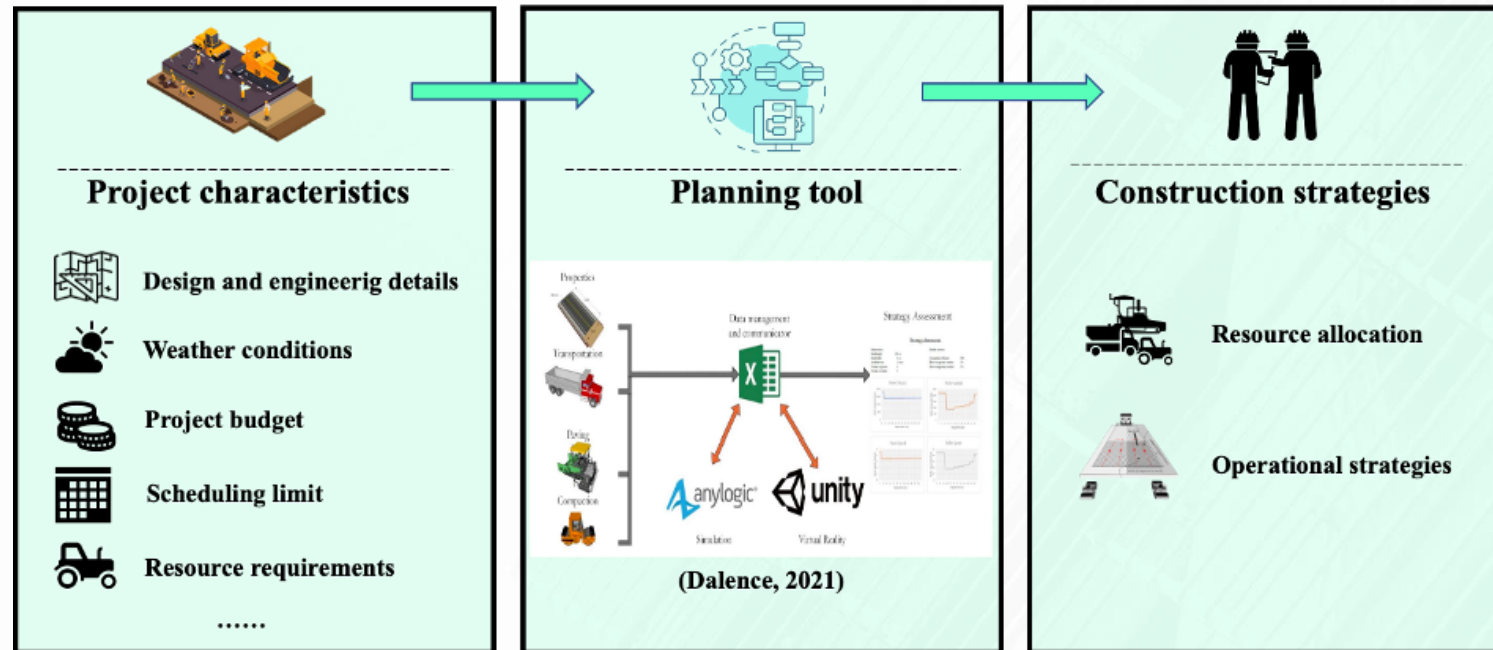
Explicit construction strategies

WMA CONSTRUCTION PLANNING TOOL



A workshop was organized to discuss the scope of this planning tool for WMA construction

WMA CONSTRUCTION PLANNING TOOL



Goal

(NL) Het beheersen van het verwerkings- en verdichtingsproces van WMA, met als doel om de productkwaliteit van WMA te waarborgen.

How to make sure the planning tool can meet this goal??

WMA CONSTRUCTION PLANNING TOOL

The key is to map the WMA construction process quality into the product quality



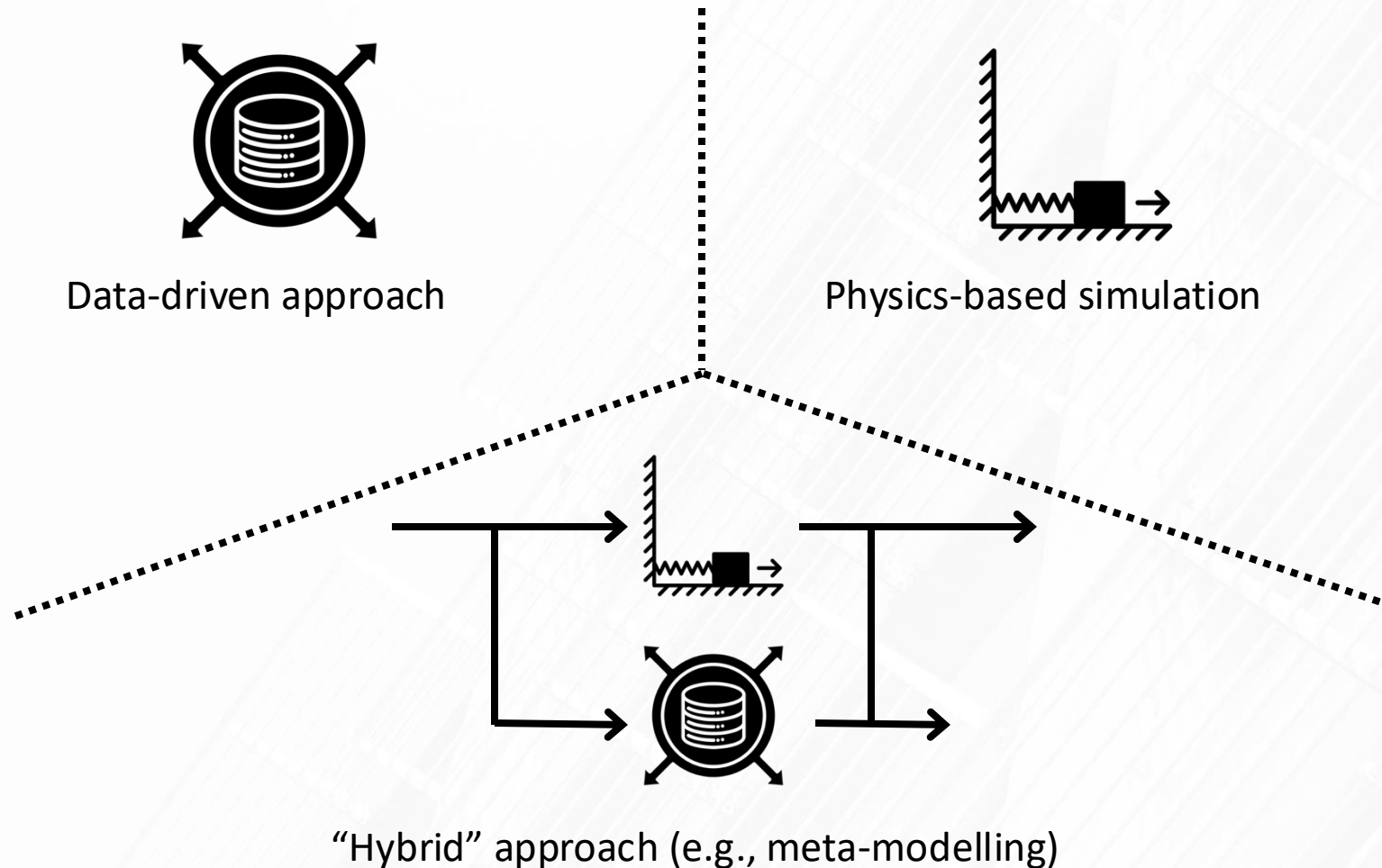
If we use 2 tandem rollers to compact this type of WMA at 100°C for 4 passes, and at 80°C for 6 passes...



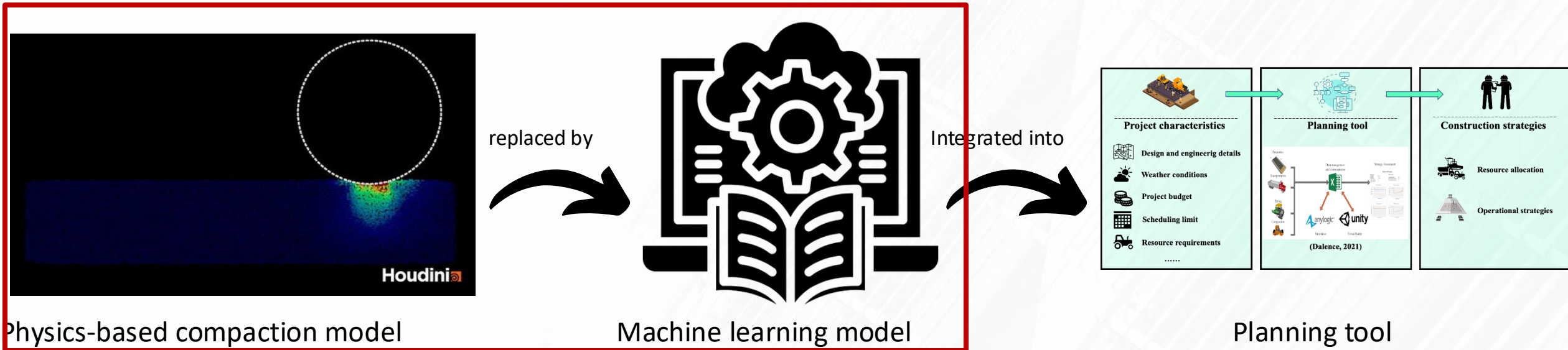
Then the density will be 2385 kg/m³ for this part, and for that part it will be ...

In other wordss, we need to quantify the impact of construction process on construction products.

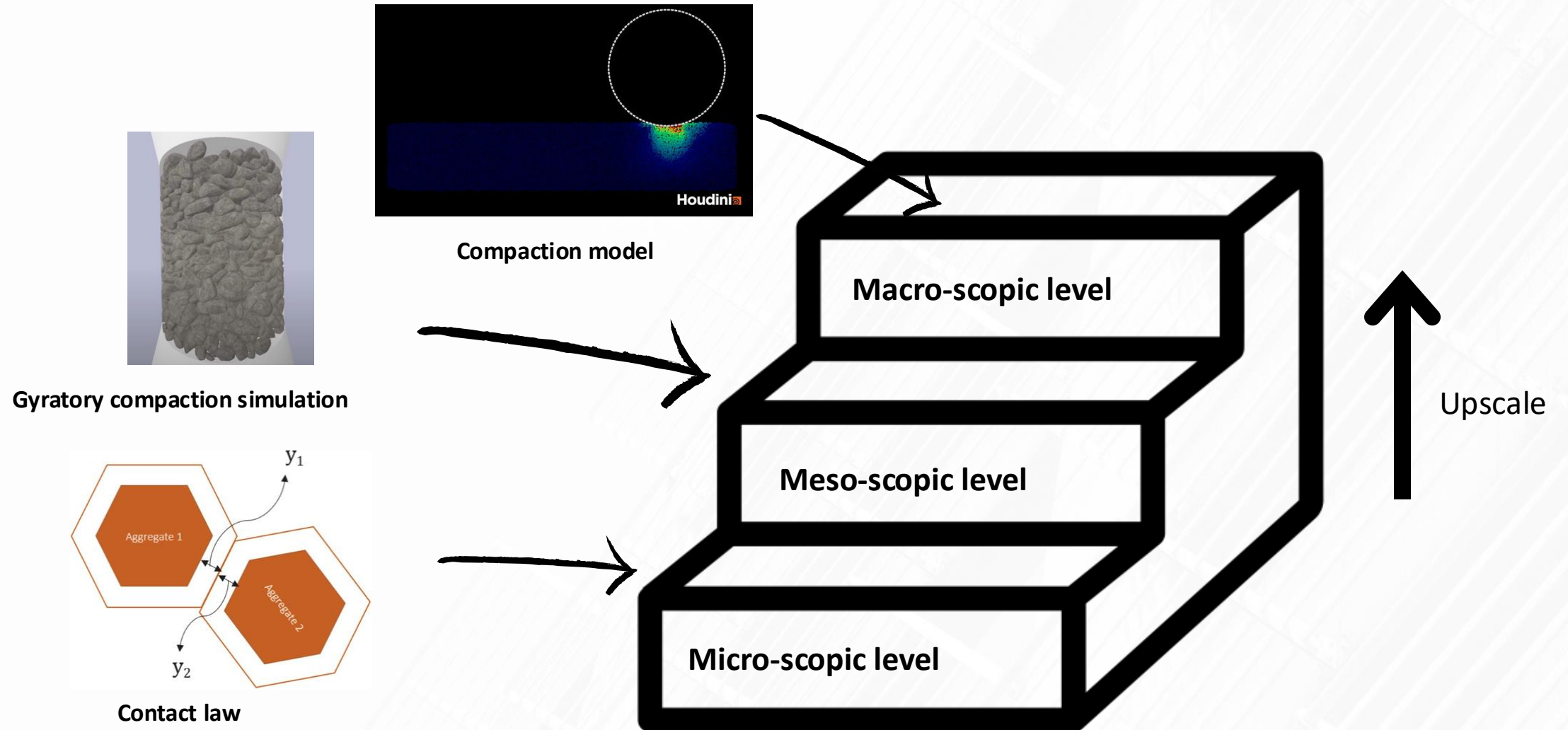
MAPPING PROCESS QUALITY INTO PRODUCT QUALITY



MAPPING PROCESS QUALITY INTO PRODUCT QUALITY



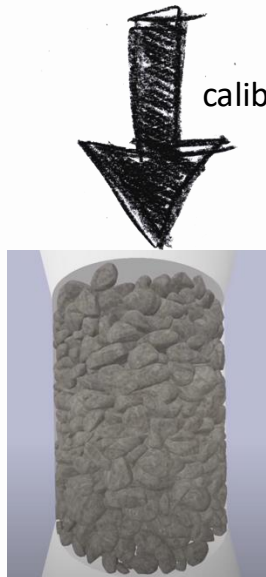
DEVELOPING A COMPACTION MODEL



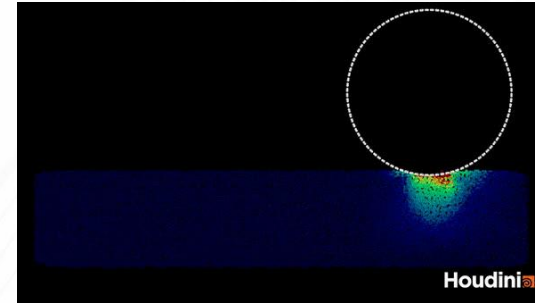
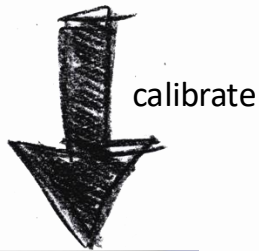
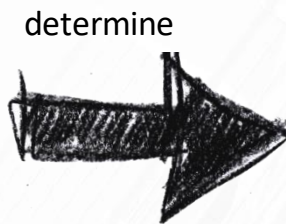
DEVELOPING A COMPACTION MODEL



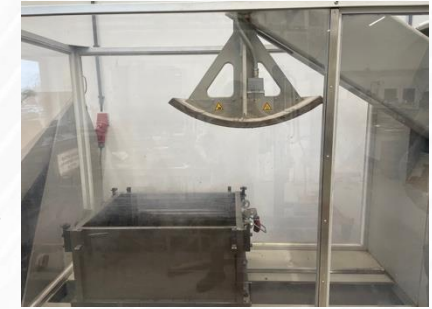
Gyratory compaction tests



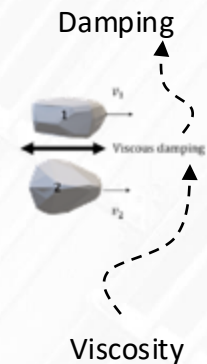
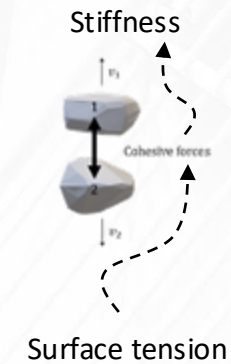
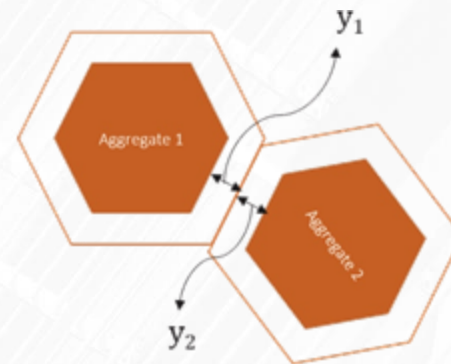
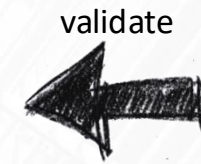
Gyratory compaction simulation



Compaction model



Slab compaction tests



Parameters in the contact law

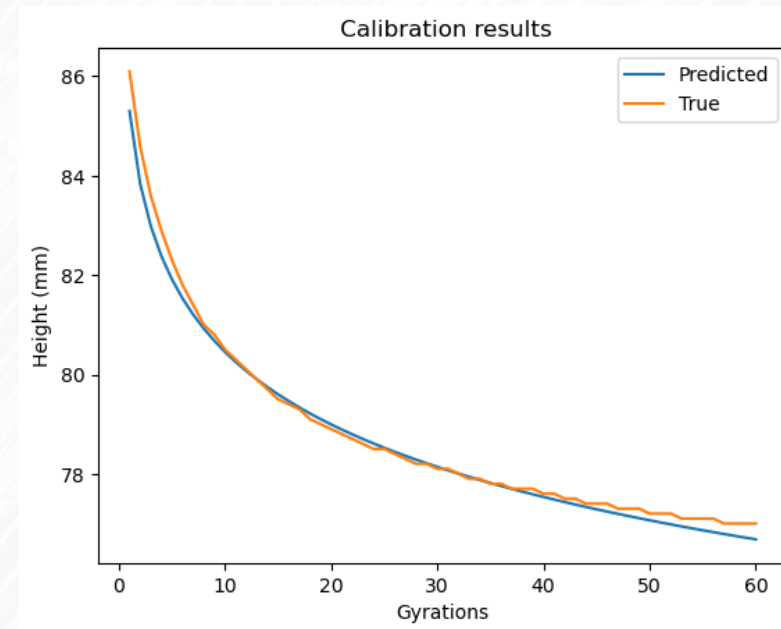
ML-FACILITATED CALIBRATION



Gyratory compaction simulation

- Data generation by running simulation model extensively using different parameters to create a dataset
- Develop ML models using the developed dataset (again, meta-modelling!)
- Using the ML models for the calibration to streamline the process

- WMA at 100°C
- Accuracy is 0.98 (R-squared)



NEXT STEPS

- More lab tests with more WMA mixture types
- Scale up the simulation and meta-modelling to macro level



THANK YOU

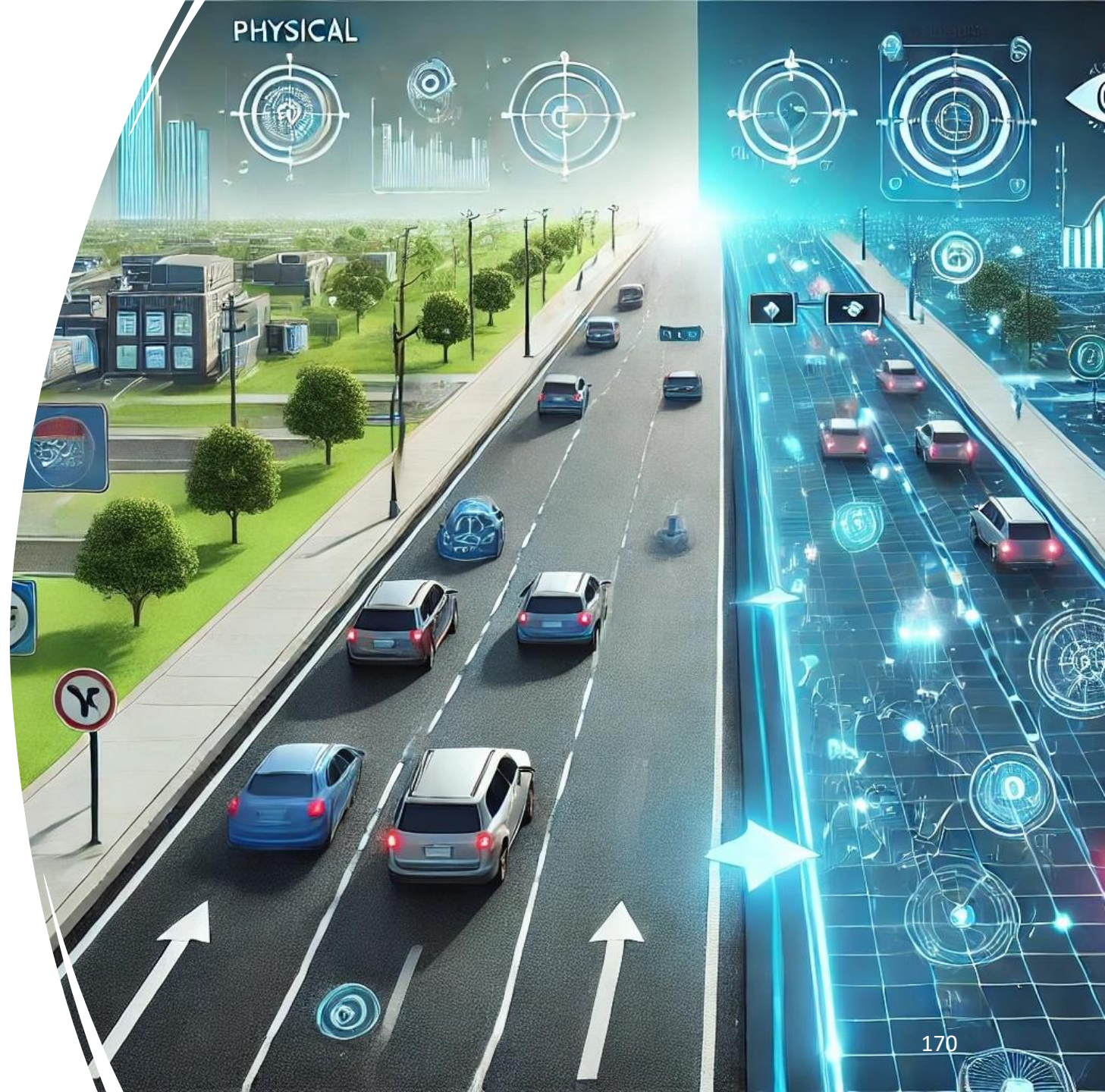


Road digital twin

Beyond the myth and hype

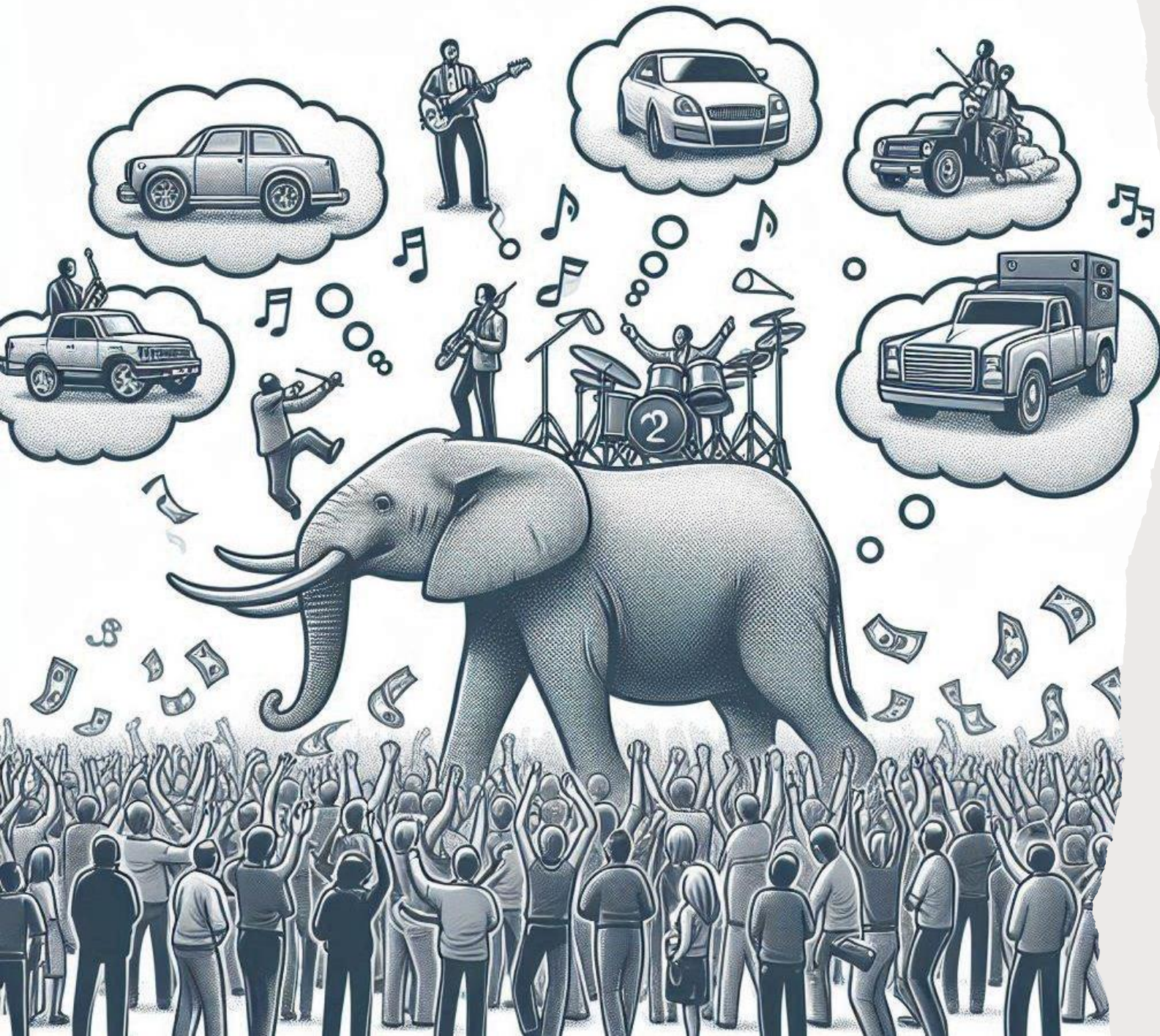
Dec. 4th

Farid Vahdati



The image features a torn, light-colored paper background. In the lower-left corner, a rolled-up document is visible, showing its layered texture. Overlaid on the paper is the text "OPINION PIECE" in a bold, sans-serif font. The word "OPINION" is in blue with a black outline, and the word "PIECE" is in red with a black outline. The text is positioned in the upper-middle section of the image.

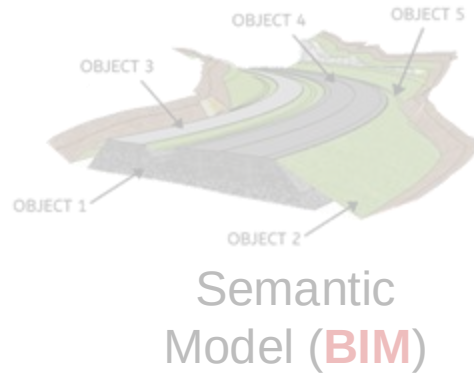
OPINION PIECE



Infrastructure Digital Twin

**Jumping on a
misunderstood
band elephant!!**

But, What is Digital Twin beyond the hype and myth!!



Semantic
Model (**BIM**)

Unless we are able to fully address this question, aiming for the digital twin is a futile effort!



Digital Twin

All these ingredients have been around for decades!



The mixer is not a magical instrument!



Have we fully succeeded in incorporating each of these ingredients into standard practices?



Why?

The ambition is clear and noble!



My take on what is going wrong!

AI in 40's



AI in 2024 (almost 25



- Data-driven modelling and simulation used to be difficult
- Application development used to be valuable
- In 2024, AI is easy! The application layer of the digital twin is not the bottleneck!
- The bottleneck is data!!
- LLM has become an overnight success not (mainly) because of algorithmic developments but because of processors and the fact that required data has been abundantly available

My take on what is going wrong!

Predicting the wear rate and thickness of train contact wire using data-driven modelling

Jeroen Mulder¹, Faridaddin Vahdatikhaki^{2*}, Xianfei Yin³, Frank Vermeulen⁴, Hans Voordijk⁵

¹Graduate research assistant, University of Twente, Enschede, the Netherlands, Email: jeroen-mulder@hotmail.nl

^{2*}Associate Professor, University of Twente, Enschede, the Netherlands, Email: f.vahdatikhaki@utwente.nl (Corresponding Author)

³Assistant Professor, City University of Hong Kong, Macau, Hong Kong, Email: xianfyin@cityu.edu.hk

⁴Advisor and Project Manager, ProRail, Utrecht, the Netherlands, Email: Frank.Vermeulen@prorail.nl

⁵Associate Professor, University of Twente, Enschede, the Netherlands, Email: j.t.voordijk@utwente.nl

Abstract:

Predictive maintenance of the railroad is indispensable in order to prevent costly disruption of this mode of transportation. A significant part of railroad maintenance involves maintaining the pantograph catenary system. These copper alloy wires are subject to continuous friction and therefore tend to degrade. The erosion rate and the current condition of wires play a key role in the maintenance planning of railroads. In this study, a novel framework is presented to accurately predict the wear rate of contact wires. Different machine learning methods are used to identify the best method. It is observed that in 95% of the cases, the average thickness of the wire can be predicted with an accuracy of ± 0.12 mm for a prediction horizon of 4 years. This research contributes to the body of knowledge by proposing a robust framework that can handle measurement errors, an inevitable reality of sensor-based condition assessment, very effectively.

Keywords: Data-driven modelling, machine learning, train pantograph catenary system, wire thickness degradation

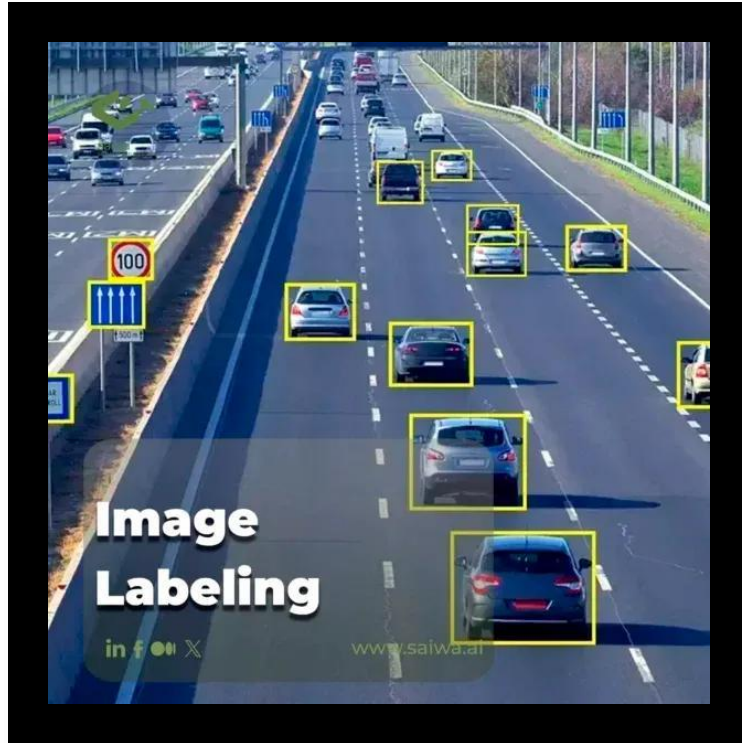
“Scientific contributions are not clear!”

“The AI method is rudimentary”

“8 years of data about all the train tracks in the Netherlands is no enough!”

The science community needs to come to senses about what is valuable!!

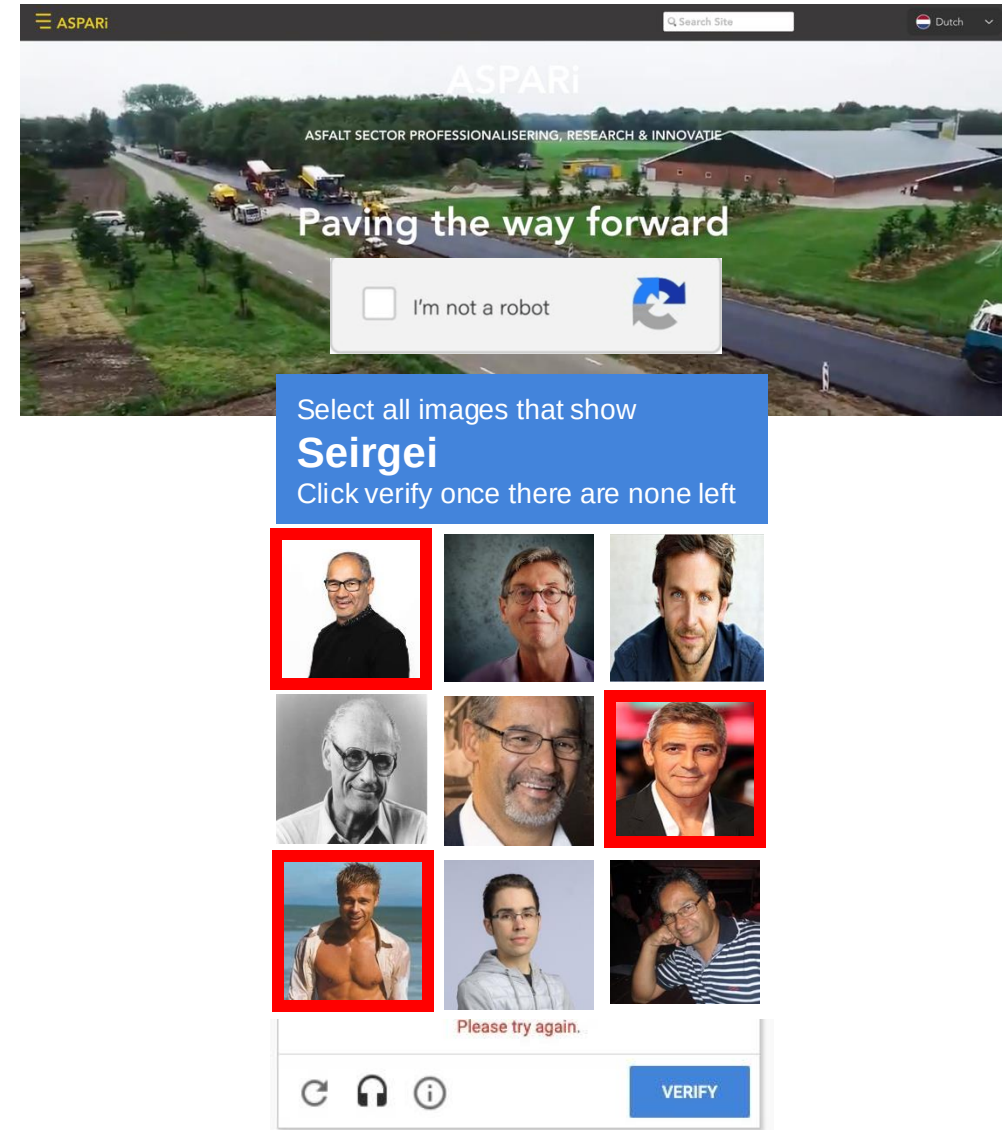
My take on what is going wrong!



AI and data-driven tools gain widespread success wherever structured data are or made available

- Accurate
- Consistent
- Organized
- Ample

In the infrastructure sector, we don't have this. It is time (if not too late) to fix this



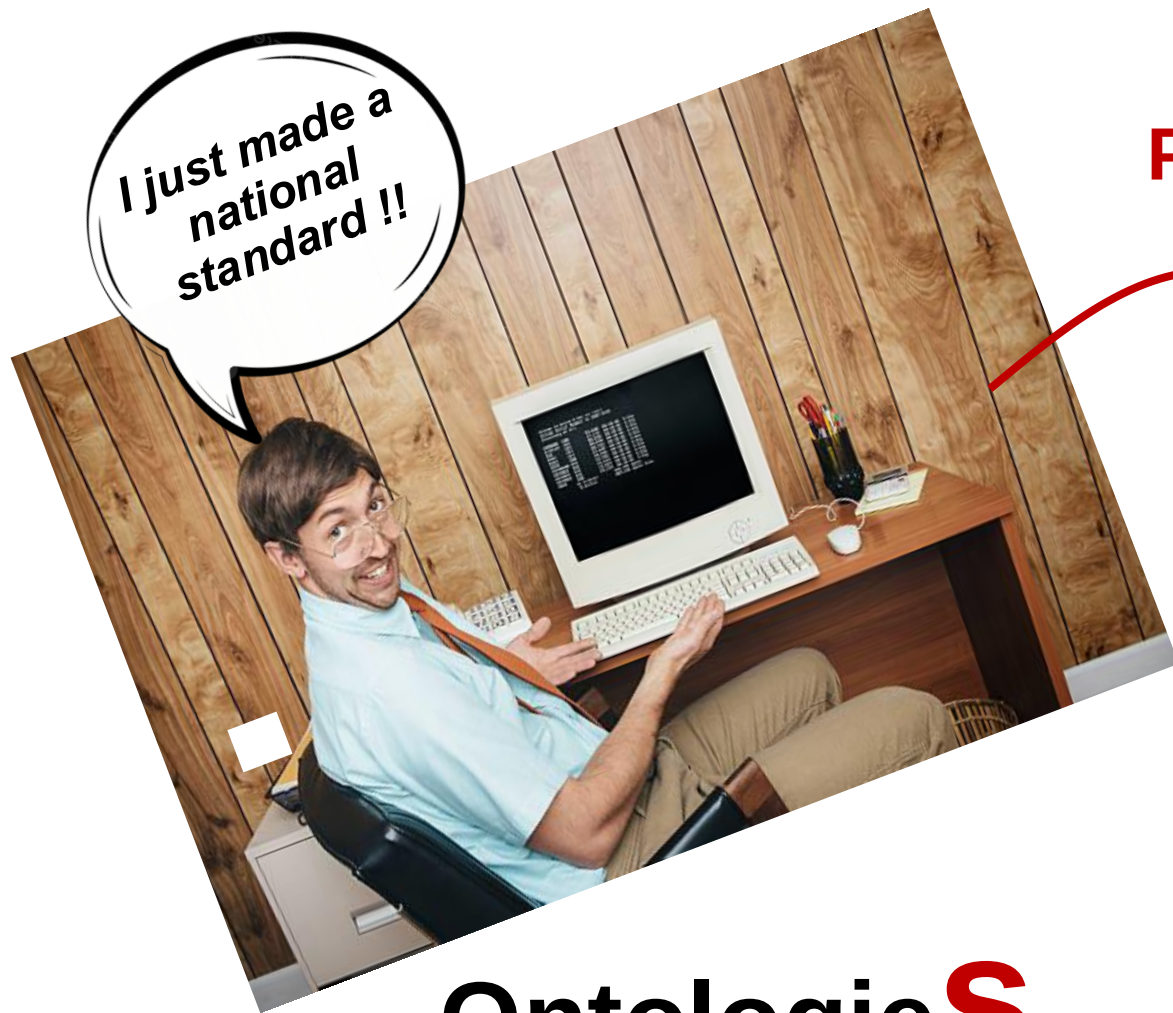
My take on what is going wrong!

- Digital twin is not a technology; it is an ecosystem
- Industry-level integration of information is the backbone of this ecosystem
- This demands industry-level coordination and standardization
- Fragmented development of sensor kits/monitoring systems/decision support systems/standards/predictive models/data-driven methods is just trying to buy a new towel at this stage; inconsequential, marginally impactful and even disruptive

Standards and data structure

1,000,000,000,000,000,000,000

Sensors Simulation AI VR DSS SHM Dashboards



Don't fuel the Ontology Jungle
Private language is no language at all



OntologieS
or
Non-tologies!!!

My take on what is essential!

- Establish a central **governance framework** for the development of data standards
- Focus on **open data platforms rather** than **closed systems** (Why does IFC exist if Revit does it all?!!)
- Prioritize the development of **digital twin use cases** over **the digital twin applications**
- Focus on minimal **sub-domain ontologies** and federated architecture
- Do not only focus on the standardization of the data but also on **data collection processes**
- @knowledge institutions: first focus on **societal impact** rather than **scientific contributions**

**What are your thoughts on
what is needed for DT?**



ASPARi Symposium

4 December 2024

Development of a computer vision system to monitor
the development of physical and mechanical properties
of asphalt during road construction

Dongying(Vanessa) Wang
EngD Candidate
d.wang-1@utwente.nl

UT Supervisors:

Andre Doree
Farid Vahdati
Seirgei Miller

Advisory Committee:

Alex van der Wall (KWS)
Denis Makarov (Boskalis)
Marjolein Galesloot (BAM Infra)
Radjan Khedoe (Ballast Nedam/DIBEC)



ASPARi

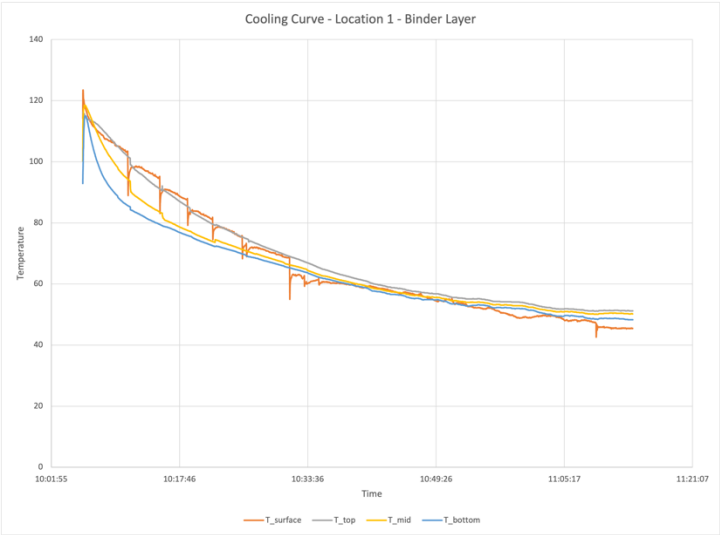
Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

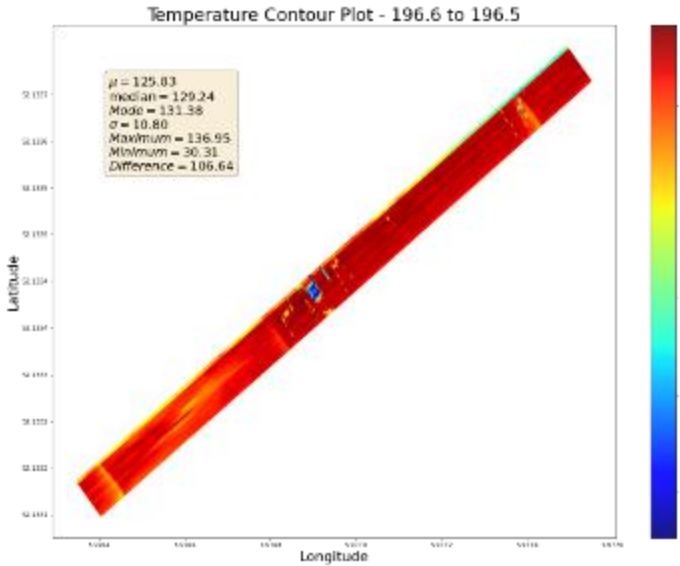
Shout out to our current PQI method

The idea of PQI method:
Process control and process efficiency improvement, Digitalization, Monitoring and sustainability

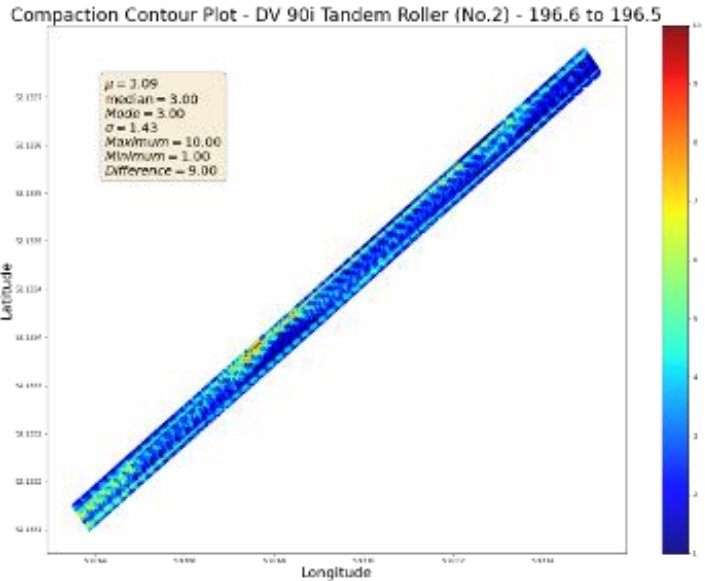
Monitoring the in-asphalt temperature relative to the surface temperature



Monitoring the continuous surface temperature of the asphalt



Monitoring the trajectories of Paver and Rollers



Some of the existing challenges

- Inability to monitor the continuous thickness of the asphalt road



**Computer
Vision**



- Inability to monitor the density/International Roughness Index(IRI) of asphalt in real-time
- Inability to monitor the bleeding/potential defects

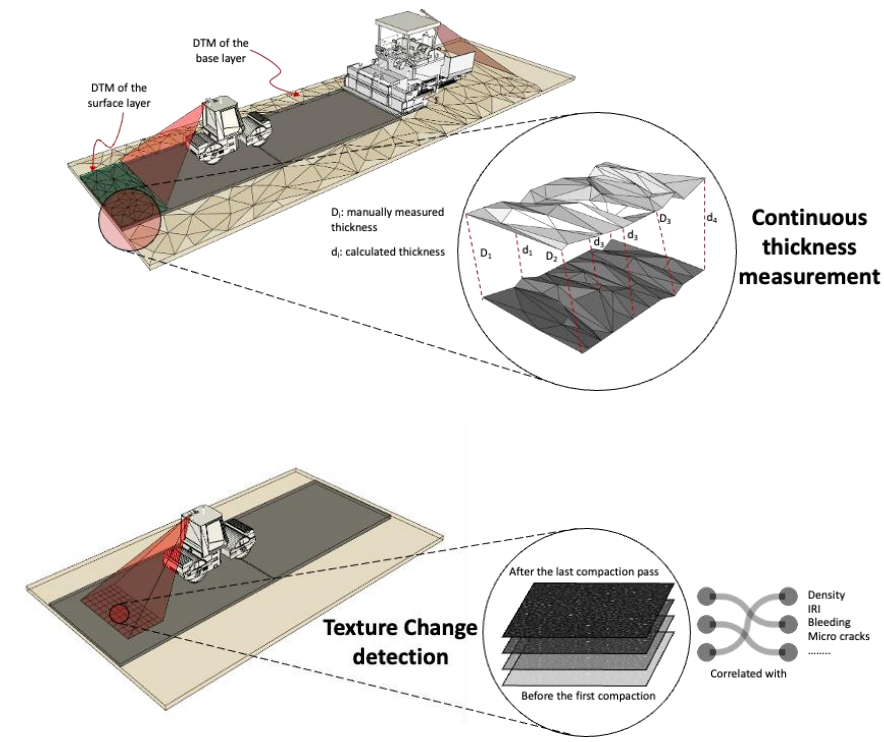
Why computer vision

Sensor-based functions	Computer vision functions
Single sensor for single use	More versatile, single image could be applied for multiple uses(e.g. The texture of the asphalt could indicate various properties)
Plug-in sensors	Non-invasive to the product
Manipulators required	Hands-free
10, 000+ Euros	<1,000 Euros

Aim of this project

Explore how computer vision can be leverage to augment the PQI measurement

Potential use of computer vision technology in asphalt construction



Volumetric modeling of the road	Continuous thickness measurement that supports project handover to client
	Full as-built model of the road that shows the full geometric model of the road for the project handover
Texture monitoring	Detect construction faults(bleeding) can be fixed on-site
	Detect potential weak spots of the asphalt in future
	Properties measurement skid resistance, IRI, density...

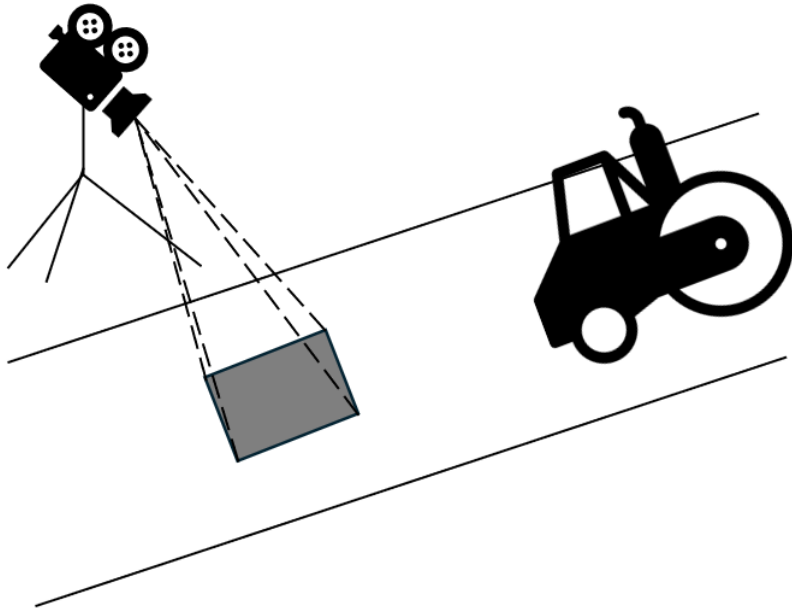
Attempt on the surface texture analysis

11 Capturing Spots on Construction Sites

2900 Raw Images



Aggregates void segmentation



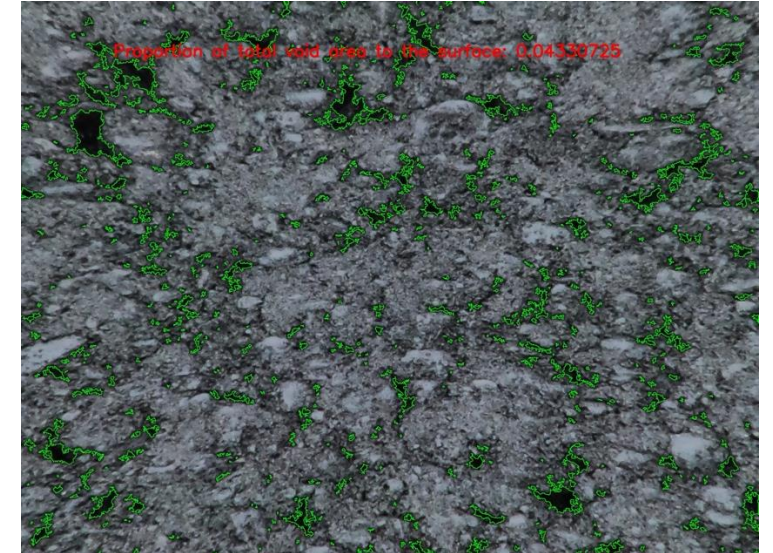
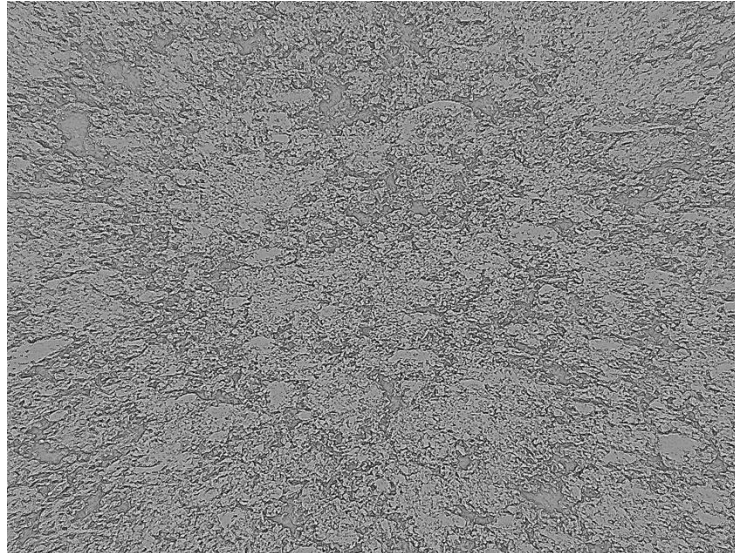
Attempt on the surface texture analysis

11 Capturing Spots on Construction Sites

2900 Raw Images

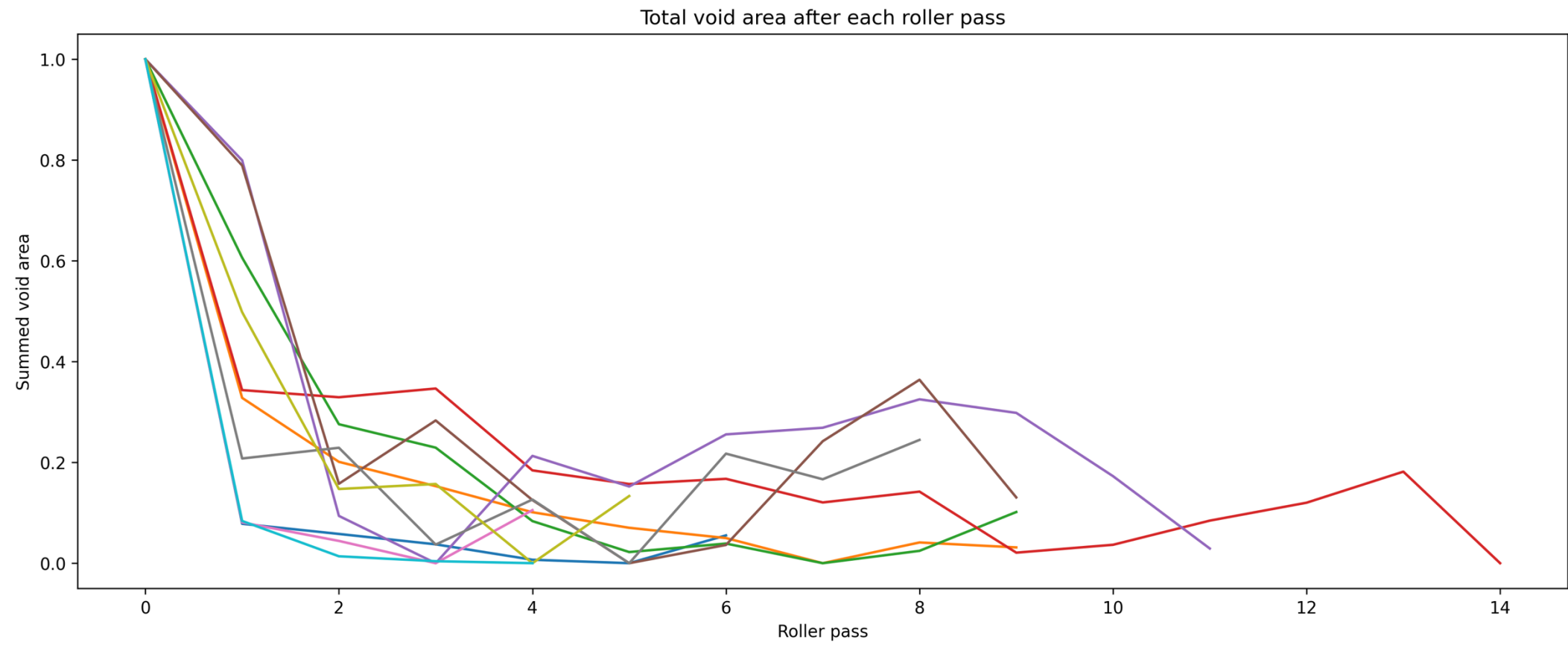


Aggregates void segmentation

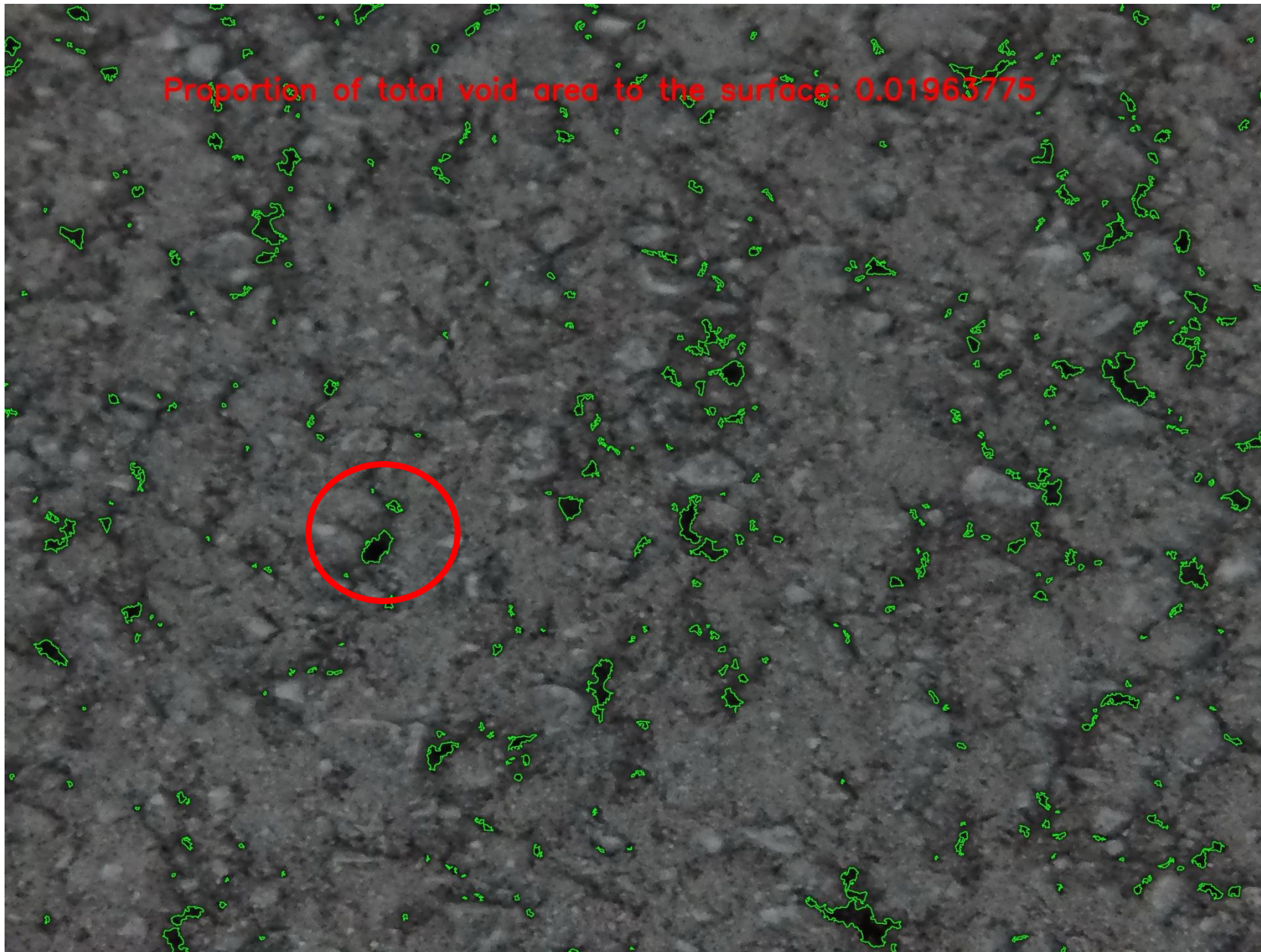


Results

Decreasing exponential-like trend



Initial Status



Round 1



Round 2



Round 5

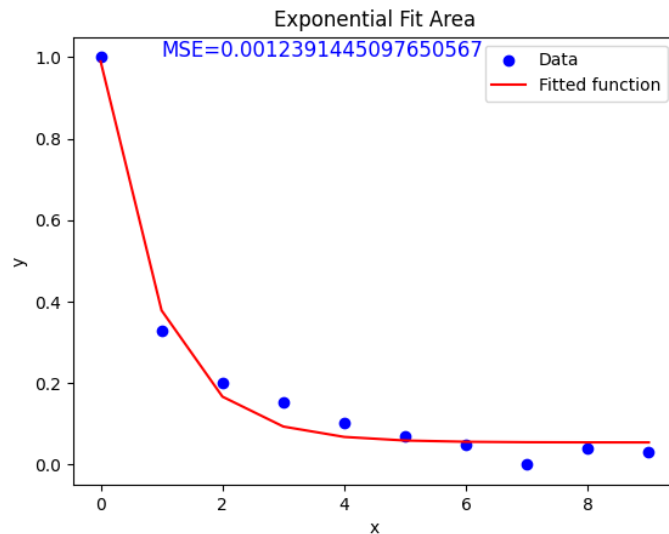


Round 9

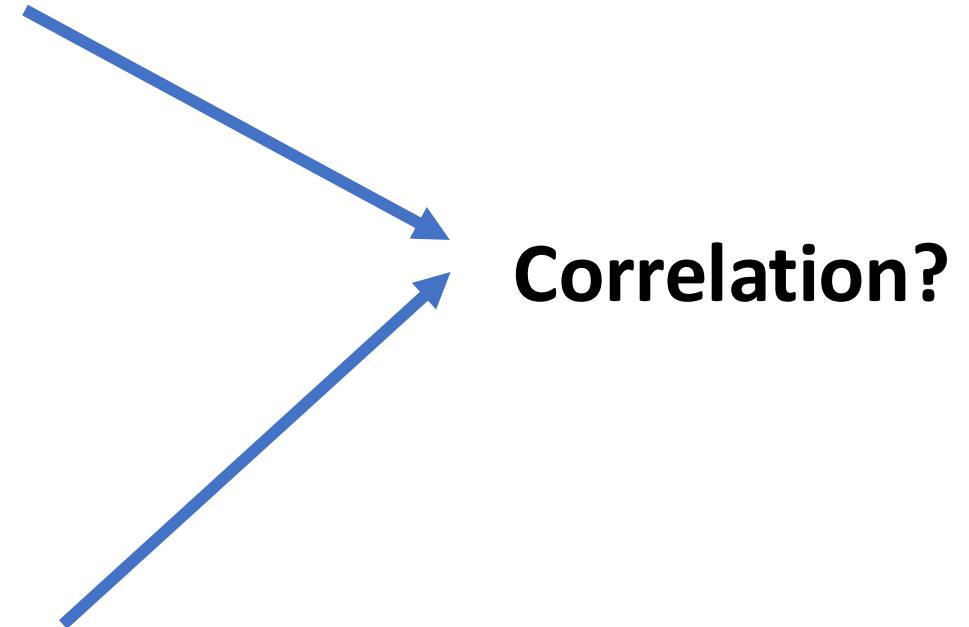


Questions yet to be answered

- Pattern change in the texture



- Properties of the asphalt is also changing correspondingly



Future Steps

Texture Analysis

- Explore the possibility of the instrumentation to be mounted on an equipment(roller/paver)
- Site-measurement of the properties before and after compaction data collection for further tests
- Explore the possibility of bleeding detection

Volumetric modelling

- Explore the possibility of volumetric modelling

Topic specializations

- Discuss with the committee on the final project topic

Thank You

Dongying(Vanessa) Wang
d.wang-1@utwente.nl

ASPARi Symposium

4 December 2024

Development of Sensor Fusion method for Enhanced Positioning of Paving Equipment



ASPARi

Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

Farima Jalali

Challenges in PQi system for Positioning in Asphalt Construction

- Inaccuracy in Positioning
- Environmental Constraints
- operational inefficiencies
- system complexity

Sensor Alternatives Overview

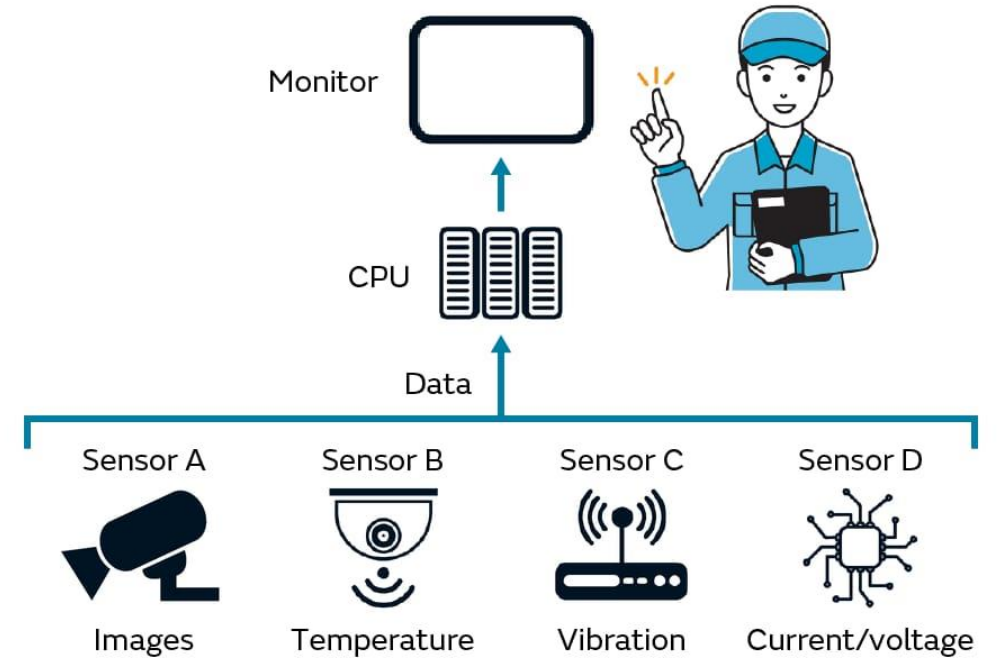
Application	Option	Advantages	Disadvantages	Rough Estimated price(€)
Gathering equipment positioning on site (locations)	Drone with image processing solution	- Cheap to scale - Can cover a big area	- Capacity of drone's battery - Needs an operator - Site's preparation before drone's usage during construction activities	5.000
	Ublox	- Cheap	- Low accuracy	100
	BLE	- Cheap - Possible usage in tunnels and dense areas	- Low accuracy in distances more than 5 meters - Site's preparation before usage during construction activities	5
	LiDar	- High accuracy	- Expensive	10.000

Primary Goal

Developing a cost-effective and scalable alternative for **PQi positioning** system using **sensor fusion**

Criteria to consider:

- maintain sub-meter accuracy in different environment
- Robust
- Preferably plug and play



Challenges & Questions

- Which technologies can augment GPS-based tracking considering the scope of PQi system?
- What are different ways in which these sensors can be integrated (i.e., alternative system architectures)?
- How can sensor fusion improve positioning accuracy in different environments?

Proposed Solution

- **BLE** for **short-range localization**
- **IMU** for **drift correction**
- **RFID** for precise positioning at **critical points**
- **Computer Vision-Based** Tracking to detect and track equipment movements using cameras, enabling visual feedback for better alignment
- **Algorithms** to **combine data** from these sensors dynamically

Methodology

Technology Selection

- Comparative study of BLE beacons, RFID, and IMU sensors
- Identify cost, accuracy, and ease of integration

Initial Tests

- Set up a test site to simulate construction sites
- Collect positioning data using selected sensors

Sensor Fusion Algorithm

- Develop and test algorithms for integrating sensor data

Field Validation

- Validate the system on an actual construction site



Research Trajectory

- **Short Term (3 months):** Technology testing and data collection.
- **Medium Term (6 months):** Sensor fusion algorithm development.
- **Long Term (12 months):** Full-scale implementation and analysis.

Call to Action

Collaboration Opportunities:

- Involve industry partners for field tests
- Share feedback on proposed methods

Support Needed:

- Access to equipment
- Partnership for pilot projects

ADVISORY COMMITTEE members



Marco Oosterveld



Boskalis Denis Makarov



Wouter Heijsser (Heijmans)

Thank You for Your Attention!

ASPARi Symposium

SPOT – Sustainable Pavement Oversight and Transparency

Joao Santos
University of Twente

Miriam Frosi
RWS

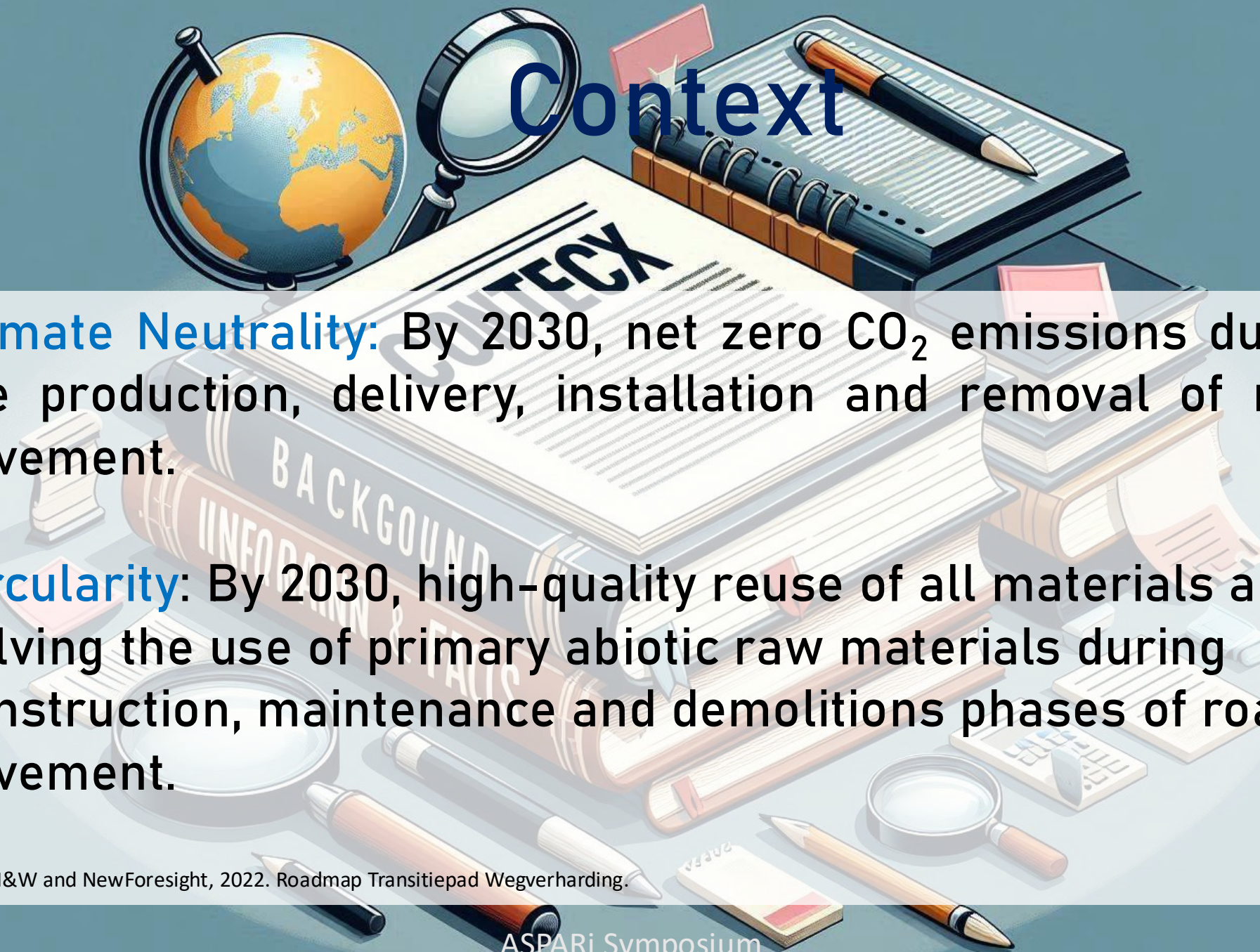
4 December 2024



ASPARi

Paving the way forward

UNIVERSITY OF TWENTE.

The background of the slide features a detailed illustration of various study and research tools. At the top left is a small globe on a stand. Next to it is a magnifying glass. Below these are several books; one prominently shows the word 'CONTEXT' on its cover, and another below it shows 'BACKGROUND INFORMATION & FACTS'. A spiral-bound notebook with a pen resting on it is positioned to the right of the globe. In the foreground, there are more books, a calculator, several pens and pencils, and another magnifying glass. The entire scene is set against a light blue background with a subtle circular glow effect behind the central text area.

Context

- **Climate Neutrality:** By 2030, net zero CO₂ emissions during the production, delivery, installation and removal of road pavement.
- **Circularity:** By 2030, high-quality reuse of all materials and halving the use of primary abiotic raw materials during construction, maintenance and demolitions phases of road pavement.

Source: Min. I&W and NewForesight, 2022. Roadmap Transitiepad Wegverharding.

Where are we now ?



Present



Ambition



Ambition



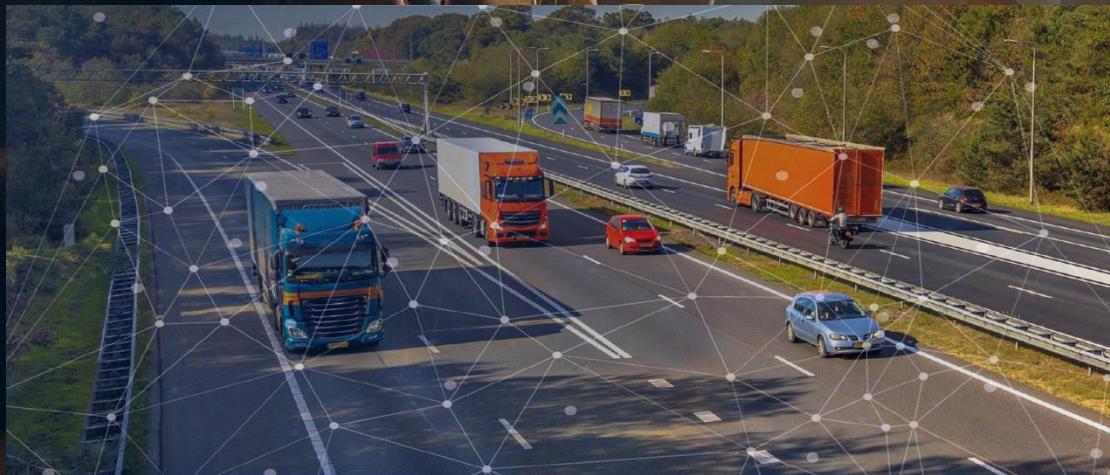
Present



Clues...

Year	CO2-eq (kton)	Reference
2016	550	Op weg naar een klimaatneutrale infrasector in Nederland, TU Delft (2018)
2017	200	Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) (2020)
2021	151	Toelichting rekenwijze asfalt CO2 en materiaalbalans op netwerkniveau 2021 - intern document, Rijkswaterstaat (2021)

Clues...



Datum: 16 mei 2022



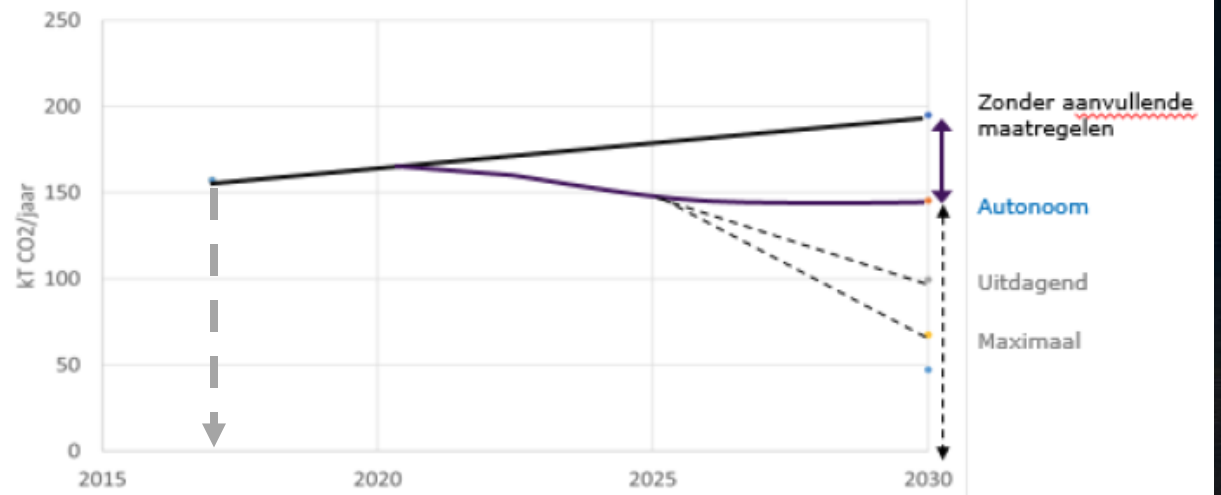
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

NewForesight
creating shared opportunities

Roadmap Transitiepad Wegverharding

Roadmap Transitiepad Wegverharding | Min. I&W | ©NewForesight | All rights reserved

Figuur 4: Reductiepad CO₂-uitstoot in kT CO₂/jaar





Where are we now?
Where did we come from?



What Should we do?

A group of five construction workers, three men and two women, are working on a paved road. They are wearing hard hats (three grey, one green) and high-visibility yellow safety vests over collared shirts. They are using surveying equipment: a yellow level, a yellow level vial, and a yellow level vial. The background shows a clear blue sky and lush green trees. The text "Meten is weten" is overlaid in the center in a blue, sans-serif font.

Meten is weten



SPOT – Sustainable Pavement Oversight and Transparency

What is SPOT ?

Collaboration: Joint initiative of public clients, contractors, government bodies, and private and knowledge institutions

What is SPOT?

Mission: Increase stakeholder engagement, collaboration, awareness and transparency in road paving

What is SPOT ?

Ambition:

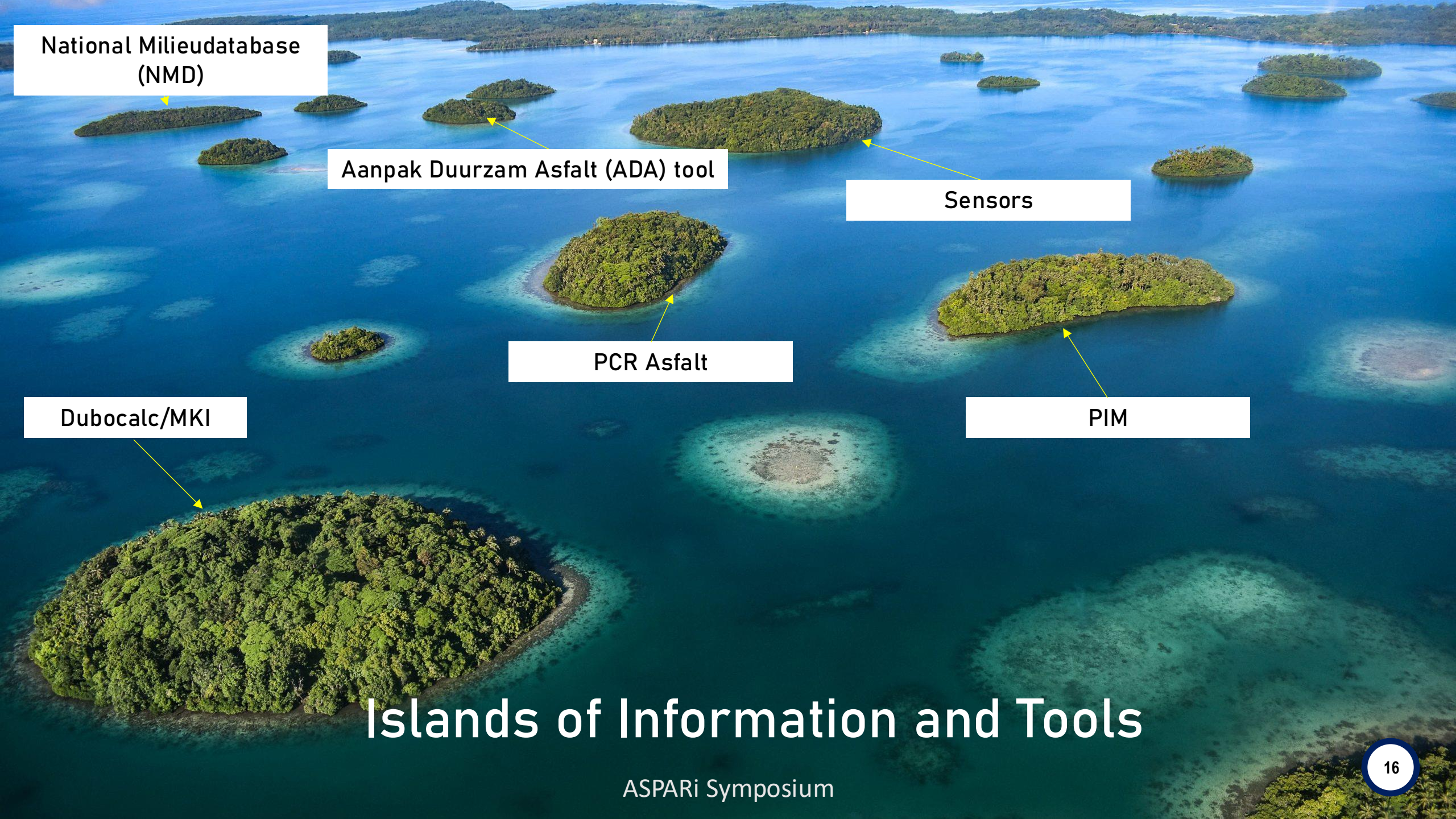
- Provide Objective Evidence
- Identify Patterns and Trends
- Track Progress and Improvement
- Support Informed Decisions

What is SPOT ?

Objective: Develop a national, transparent benchmarking system for road paving projects.

Key sub-objectives:

- Define baselines and benchmark MKI values
- Compare "promised" MKI values across projects
- Support calculation of "as-built" MKI values
- Enable experimentation with technologies to reduce MKI values



National Milieudatabase
(NMD)

Aanpak Duurzam Asphalt (ADA) tool

Sensors

PCR Asphalt

Dubocalc/MKI

PIM

Islands of Information and Tools

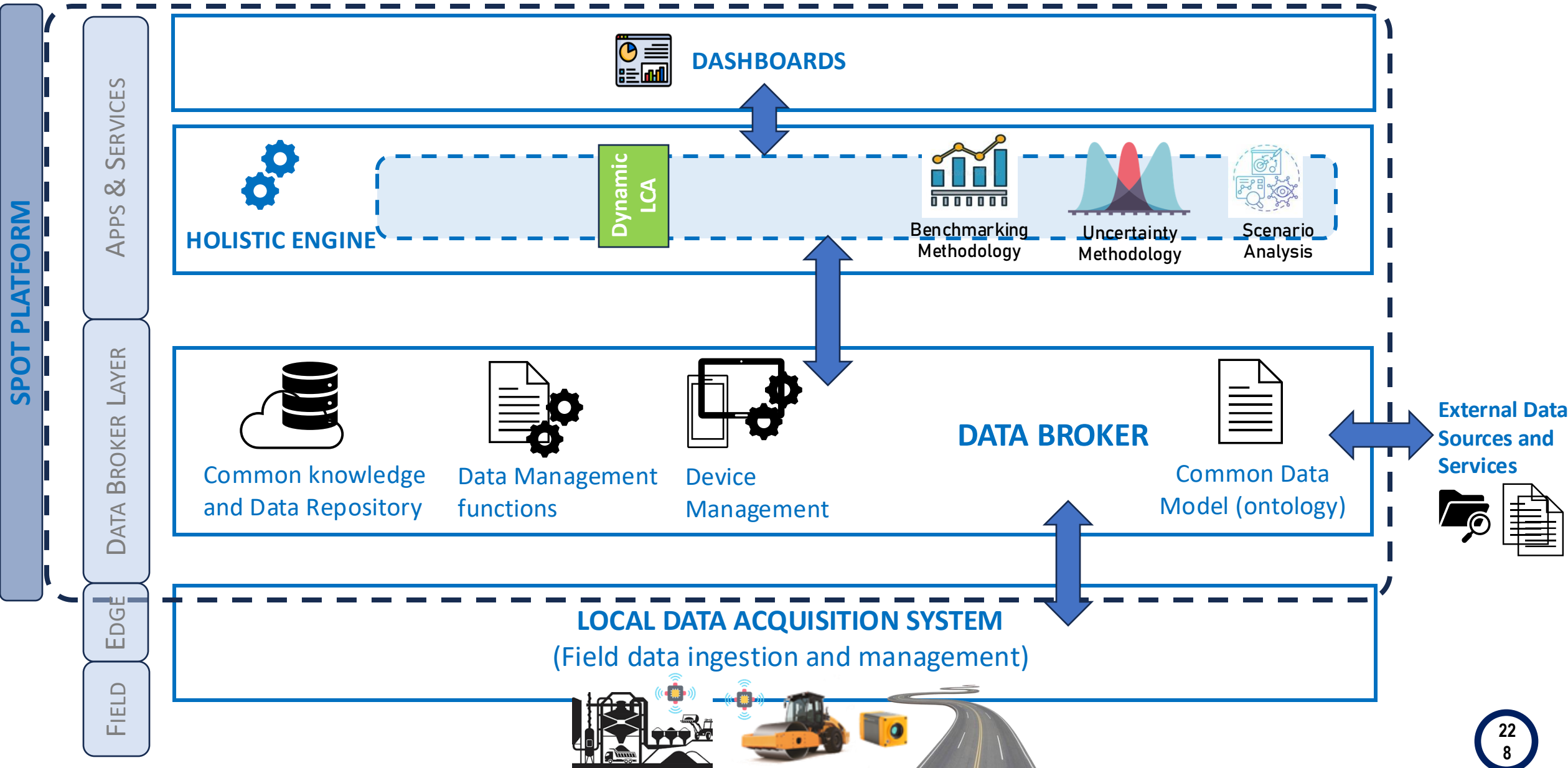




Nationale Platform
Duurzame Wegverharding
(NPDW)

SPOT builds on existing tools and initiatives

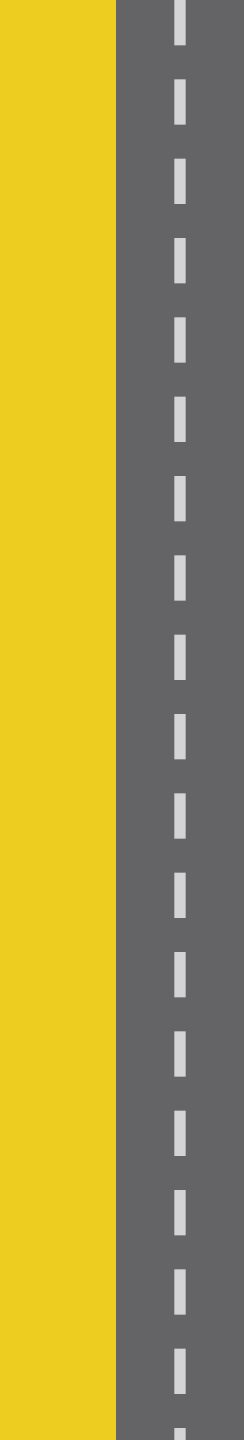
SPOT Building Blocks





Discussion Points

- How to address potential barriers/"hesitations" to data sharing among stakeholders to ensure a seamless data integration process?
- How can we foster trust and transparent communication among diverse stakeholders to facilitate effective collaboration?
- What strategies can we employ to engage smaller contractors and ensure their participation in the SPOT initiative?
- How to bring SPOT to life?



THANK YOU!

QUESTIONS?

JOAO SANTOS, UNIVERSITY OF TWENTE

MIRIAM FROSI, RWS

j.m.oliveiradossantos@utwente.nl