

Thema: Onderwijs en Onderhoud

Relatie Event Gouda Vuurvast
& afsluiting onderzoek 'De Lerende Steen'

Leiden, 5 november 2019

Maurice Pelt (HvA)

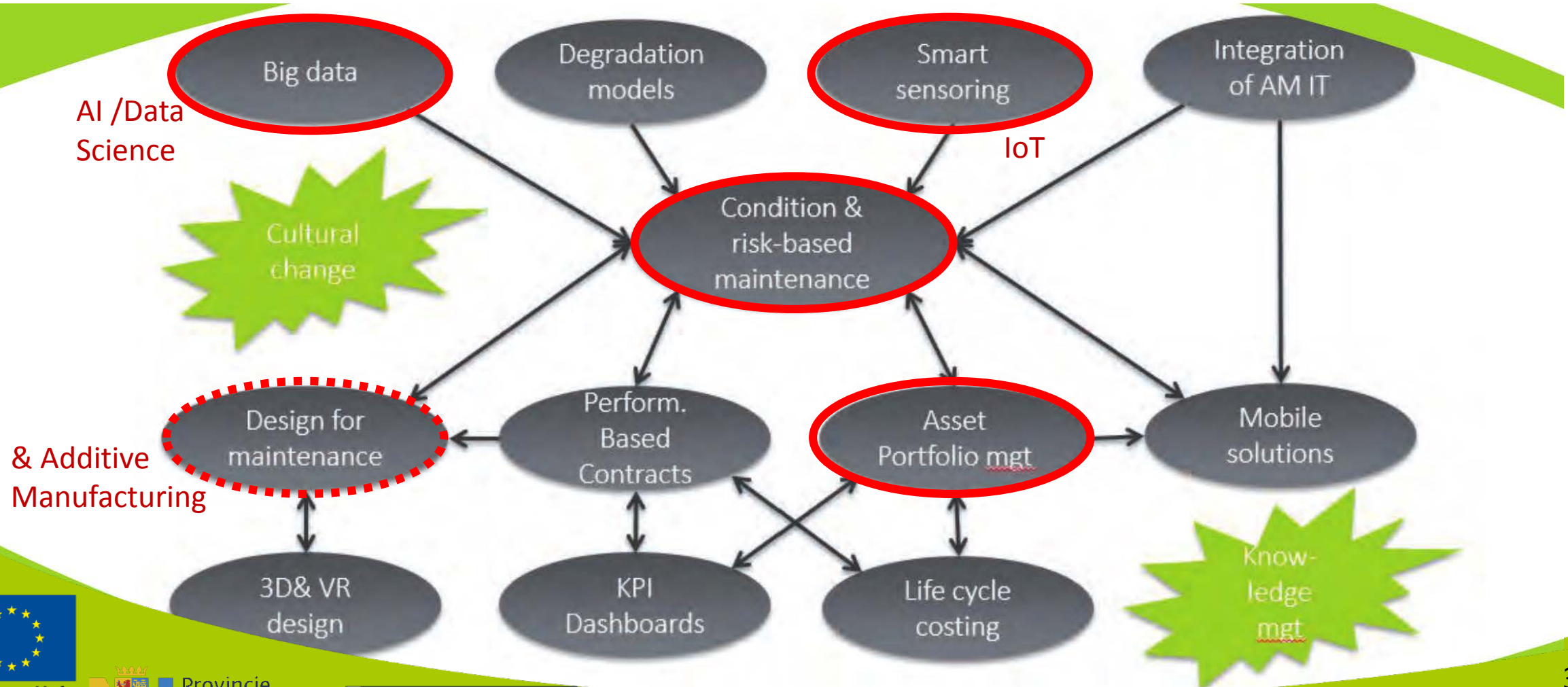
Inhoud

Belangrijke ontwikkelingen in onderhoud

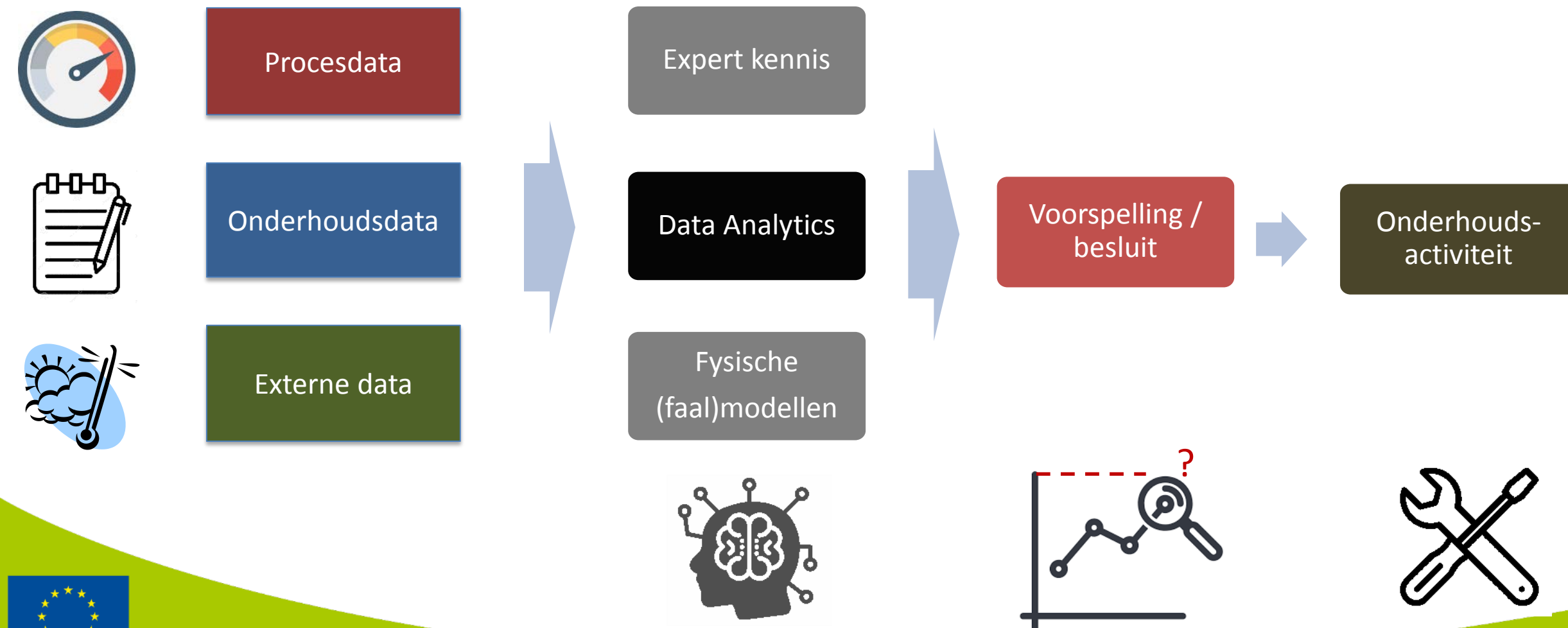
HvA data onderzoek voor De Lerende Steen

Aansluiting onderwijs op de behoeften van het bedrijfsleven

De HvA haakt in op trends uit 'Smart Moves for Smart Maintenance' (WCM, 2016)



Van data naar onderhoudsactiviteiten



3 groepen van data analytics

Visualization

- Descriptive analytics using established math and graphical methods, resulting in for example KPI's control charts, management dashboards

Statistical data analytics

- Descriptive and predictive analytics using established statistical methods, for example probability calculation, correlation and time series forecasting

Machine Learning

- Predictive analytics using machine learning methods for example regression, classification and clustering

Inhoud

Belangrijke ontwikkelingen in onderhoud

HvA data onderzoek voor De Lerende Steen

Aansluiting onderwijs op de behoeften van het bedrijfsleven

HvA en de Lerende Steen

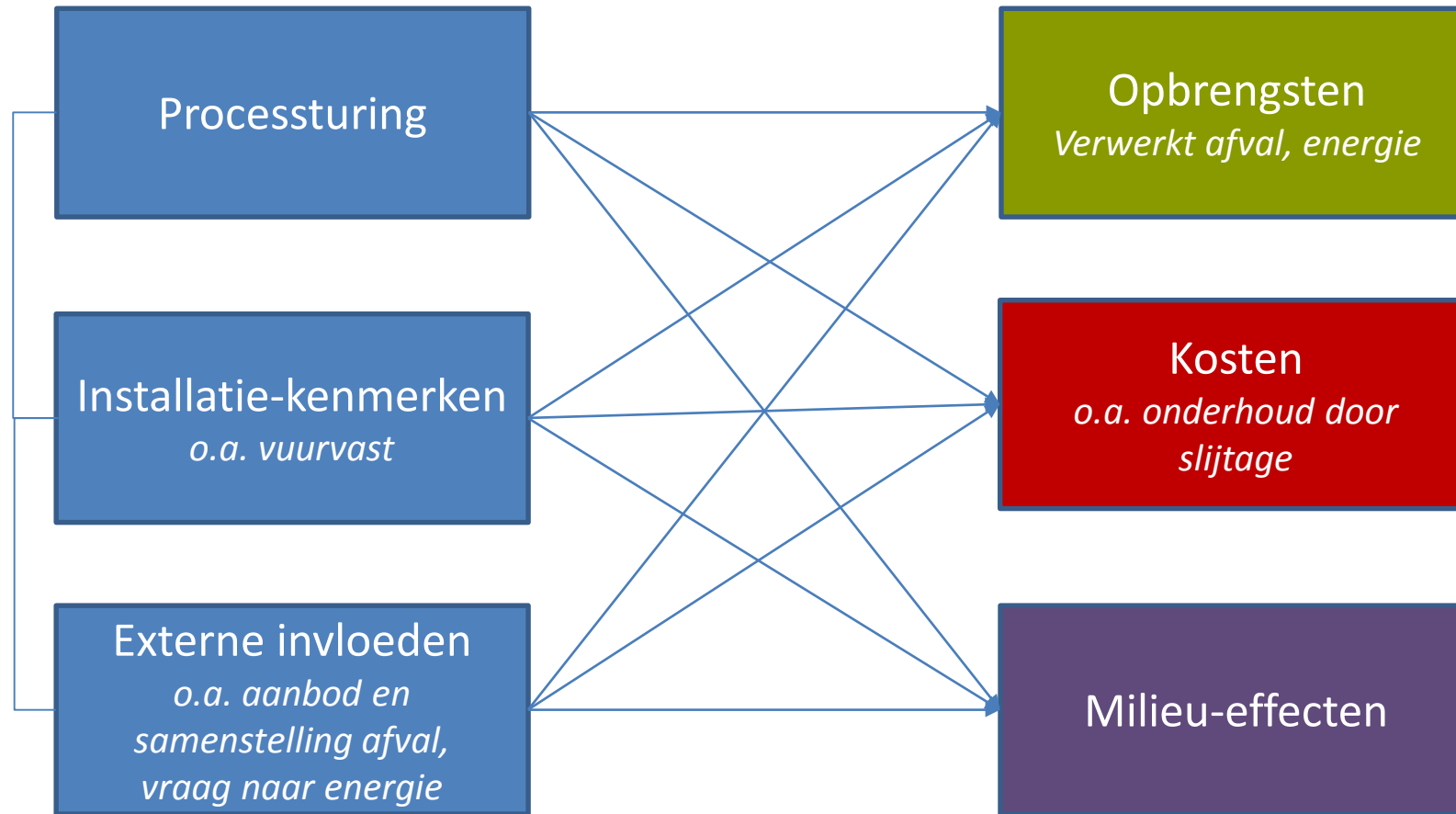
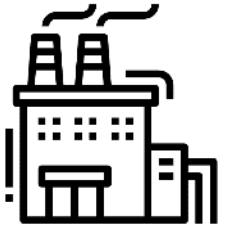
- Wat zijn de HvA doelen in het project?
 - Ontwikkelen van Maintenance onderwijs
 - Vergroten eigen Maintenance-kennis
 - Aansluiten bij bedrijven en onderzoeks- en onderwijsinstellingen
- Wat heeft HvA geleverd?
 - 8 data onderzoeken in de minor Data Science
 - Asset management model input
 - Ontwikkeling van vele onderwijsmodules, ook beschikbaar buiten de HvA

Vragen die bij ons opkwamen

- Procesvoering: wat veroorzaakt slijtage en hoe levensduur verlengen?
- Voorspellen wanneer vervanging echte nodig is:
 - Levensduur maximaal benutten (sustainability, kosten)
 - Handig inplannen onderhoud
 - Kortere doorlooptijd (resources, materialen aanwezig)
- Hogere beschikbaarheid
- Effect van betere materialen / stenen
- Afhankelijkheden van omstandigheden (o.a. soort afval)



Met data verbanden in kaart brengen als opstap naar optimaliseren

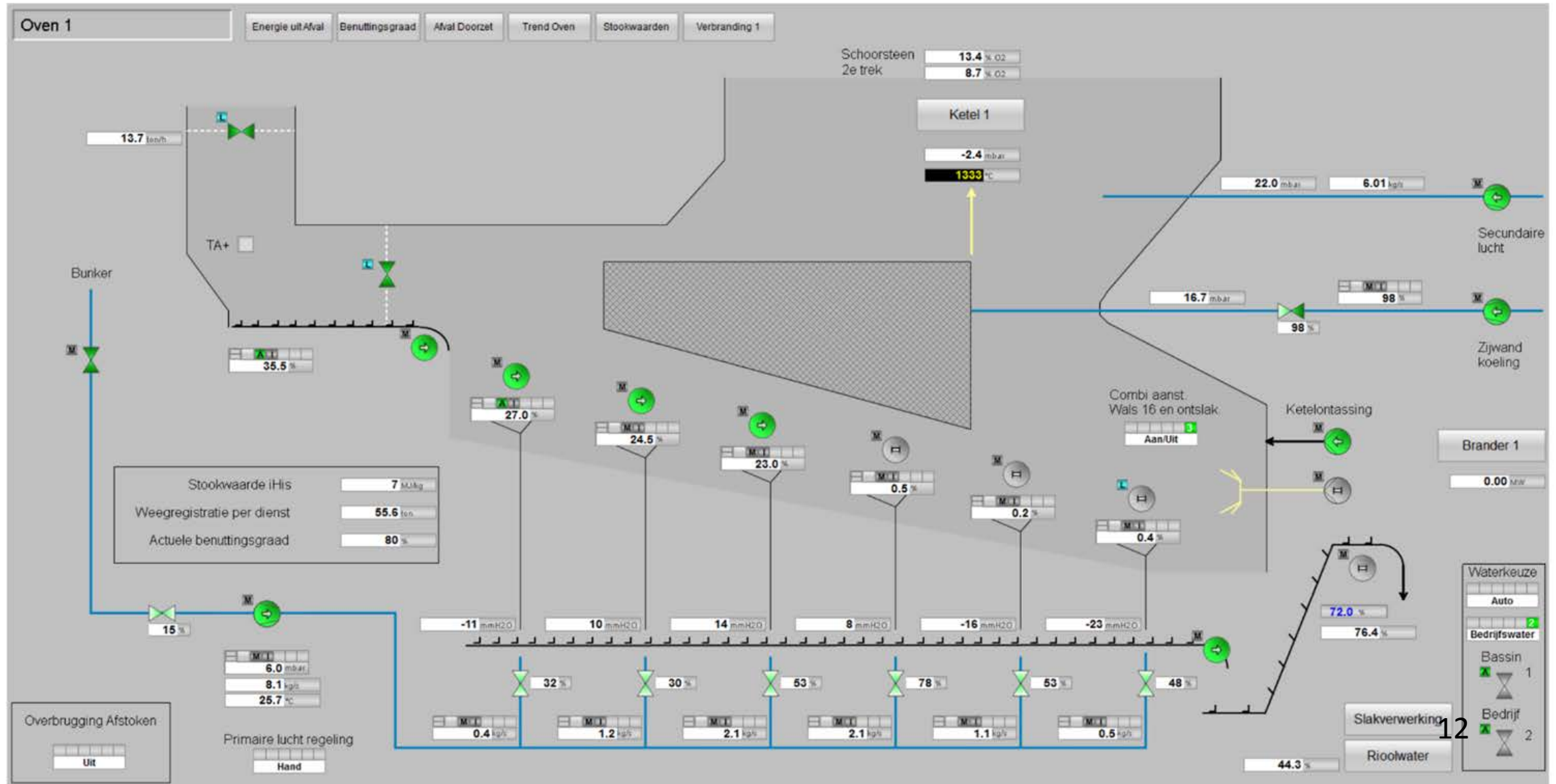


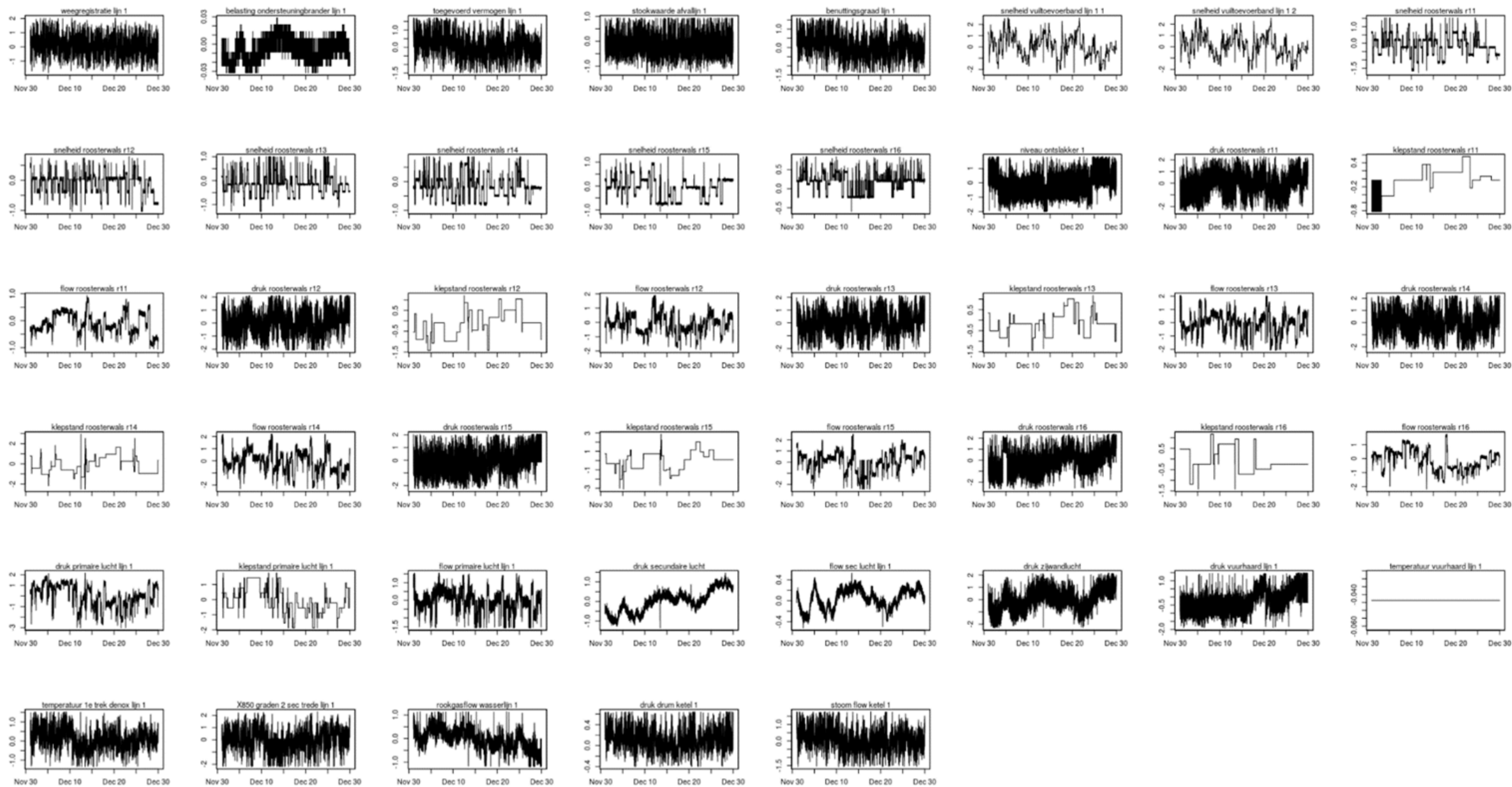


Too good to waste.

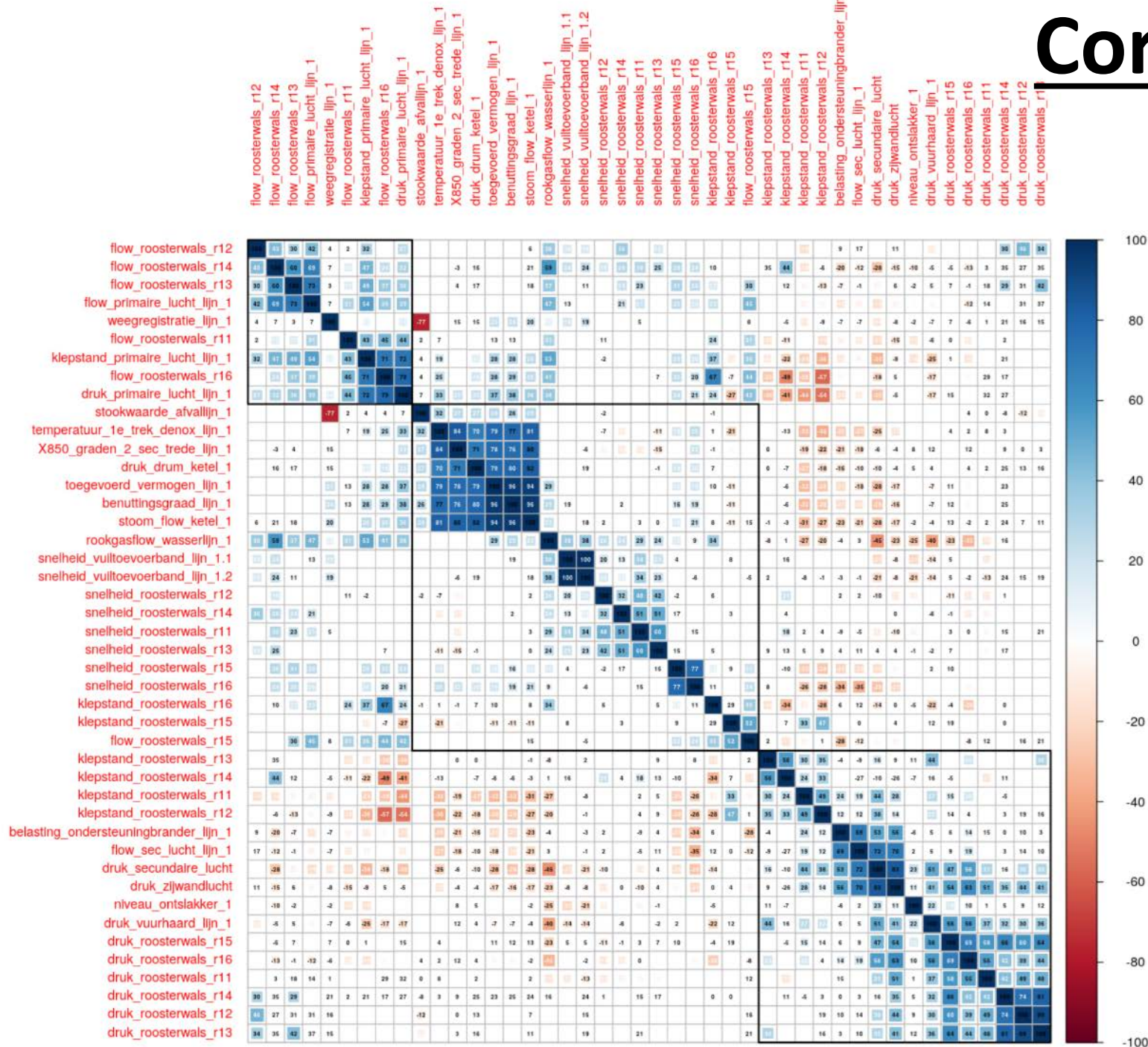


Waste-To-Energy - Verbrandingsoven





Correlatiematrix



- **3 Clusters binnen de matrix.**
De middelste cluster bevat benuttingsgraad en de variabelen die het meest correleren met de benuttingsgraad.
- te zien is dat 5 variabelen een directe samenhang hebben met de benuttingsgraad;
- Ook hebben is er gekeken naar negatieve correlatie. Gaat de waarde van de benuttingsgraad dalen, dan zal ceteris paribus de waarde van de negatief correlerende variabelen

Inhoud

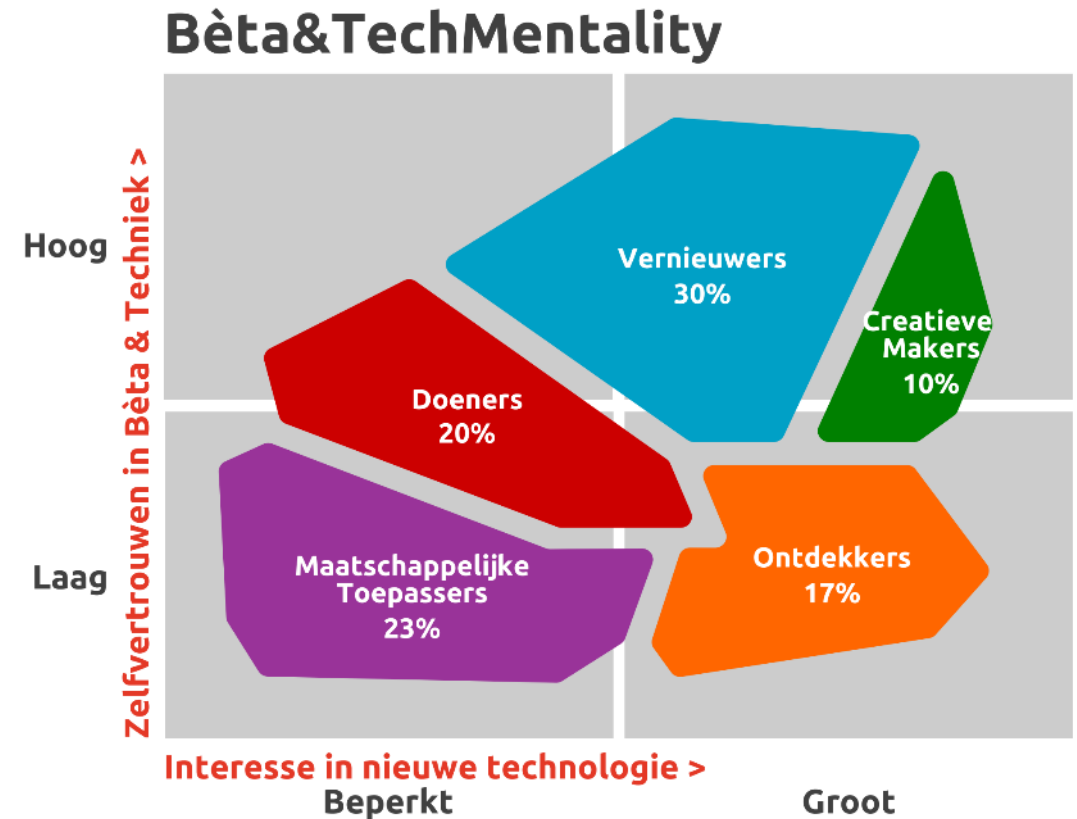
Belangrijke ontwikkelingen in onderhoud

HvA data onderzoek voor De Lerende Steen

Aansluiting onderwijs op de behoeften van het bedrijfsleven

Visie Faculteit Techniek op de aansluiting tussen onderwijs en praktijk

- Student centraal
 - aansluiting op beroepenveld
 - activerende werkvormen
 - docent als expert en coach
- Verbinding onderwijs, onderzoek en werkveld
 - Studios: expertise samenbrengen
 - Communities of practitioners
 - Onderzoeksprogrammas



Bron: Motivaction, 2019

Huidige HvA studenten werken vaker aan 'echte' problemen

(in plaats van achteroverleunen in collegebanken)



Maintenance onderwijs ontwikkeld in de afgelopen jaren

Engineering

- Maintenance 2e jaar 5 ECTS
- Keuzevak Data driven Maintenance
- Design for Maintenance (Wtb)
- Predictive Maintenance track in minor Data Science in 3^e jaar
 - Koppeling met WCM project De Lerende Steen
- Verdieping maintenance in 4^e jaar

Aviation

- Maintenance Repair & Overhaul
- MRO onderwijs 4e jaar
- Onderzoeksprogramma Aviation Engineering
 - Data Mining in MRO
 - Reparatie composiet materiaal

Learning Modules Maintenance

Introduction	Maintenance challenges	Value of Maintenance	Maintenance (Mx) taxonomy
Maintenance management	Data sources in Maintenance	Monitoring and sensors	Statistics in Maintenance
CRISP DM methodology	What is Data Mining (DM)?	Data cleaning, preparation	Failure mechanisms
Lean Six Sigma Maintenance	From problem to DM solution	Maintenance case studies	Data mining tools, Python, R
FMECA, RAMS, Mx concepts	Data security and ownership	Mx Theory of Constraints	Design for Maintainability

Uit 'Toekomstplan Engineering', september 2019: Focus op zes toekomstgerichte beroepsthema's

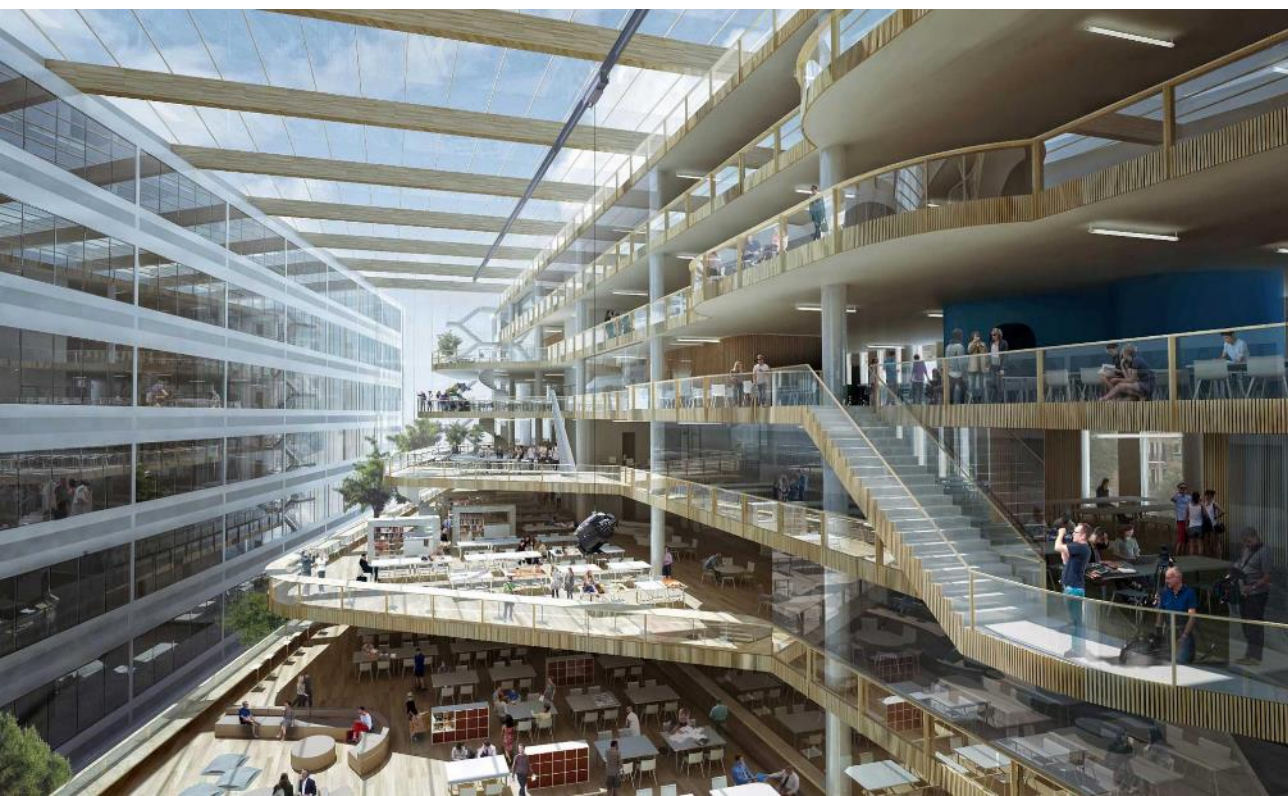
De opleiding maakt er werk van dat de onderstaande thema's meer operationele, centrale en verbindende betekenis krijgen.

1. **Factory of the future, disruptive technology:** Data science, Digital Twins, AI/Machine Learning in Industry 4.0, digital production, predictive maintenance.
2. **Smart systems and products:** ontwerp van energiearme sensornetwerken in multiple context, printable bio-based sensoren, slimme materiaaltoepassingen, verandering producer-consumer-maker systemen.
3. **Circular economy, zero waste:** lifecycle engineering, van lineaire naar circulaire economie, nieuwe composieten, verpakkingsontwerpen.
4. **Energy transition.** Engineeringsaspecten zijn o.a.: Energiepositieve gebieden, smart energy grids, laadpunt van de toekomst.
5. **Smart mobility systems:** autonome systemen voor schone en slimme mobiliteit van mensen en goederen in de stad,
6. **Usability, design for transition:** technologie als barrière - design for all. Transitie naar en interactie binnen duurzame systemen



In 2021 verhuist Faculteit Techniek naar het nieuwe Conradhuis

Ruimte voor nieuwe onderwijsvormen en Studios
waarin studenten, onderzoekers en bedrijfsleven
samenwerken



DATA STUDIO

Expertise: Techniek breed, Toegepaste Wiskunde
Bij de Data studio werken elke dag meer dan 100 studenten, docenten, onderzoekers en bedrijven samen. Zij werken op een verantwoorde en veilige manier met real life data en focussen zich op vraagstukken uit de stad en predictive maintenance. De studenten én bedrijven leren programmeren in data science talen. Ook leren zij databasebeheer, serverbeheer, prototyping voor Internet of Things, high performance computing, visualisaties, augmented reality, machine learning en artificiële intelligentie.

(PREDICTIVE) MAINTENANCE STUDIO

Expertise: Aviation, Engineering
De studio richt zich op het ontwerpen van slimme onderhoudsconcepten en -processen die de kosten, risico's, prestaties en levensduur van assets in de luchtvaart, maakindustrie en infrastructuur optimaliseren. De studio speelt in op de centrale trend naar voortijdig herkennen van onderhoudsvragen middels predictive maintenance én noodzaak voor het verduurzamen van de assets tijdens de levensduur. Daarom staan centraal het toepassen van innovatieve sensortechnologie, data analytics, VR-visualisatietechnieken en nieuwe technologie in bestaande assets om betere beslissingen te nemen. Maar ook het ontwerpen van economische en organisatorische innovaties, lean en human factors en safety die het onderhoud gericht en tijdig maken.

DIGITALE PRODUCTIE EN MATERIALEN STUDIO

Expertise: Engineering, Built Environment, Aviation
Digitale productietechnieken, zoals robots en 3D-printing,

eigenschappen van ingrepen, onderzoeken we In de Straat van de toekomst ook de sociale en logistieke impact op de circulaire economie.

SIMULATIE EN VR/AR STUDIO

Expertise: Logistics Engineering/Management, Aviation, Built Environment, Forensisch onderzoek
Techniek is steeds vaker nodig om de juiste beslissing te kunnen nemen over een ontwerp of verbetering van processen en producten. In de Simulatie en VR/AR studio worden meerdere technieken gebruikt om complexe processen en producten te modelleren en evalueren. Simulatie creëert inzicht in de wisselwerking van processen, externe invloeden, informatie en tijd. Denk bijvoorbeeld aan capaciteitsberekeningen voor logistieke processen of het virtueel ontwerpen van een gebouw, waarbij alle stakeholders betrokken zijn (BIM). Met behulp van 3D-modellen, Virtual Reality (VR) en Augmented Reality (AR) worden modellen inzichtelijk gemaakt. Daarnaast ondersteunen deze technieken de kennisontwikkeling bij productontwerp en forensisch onderzoek.

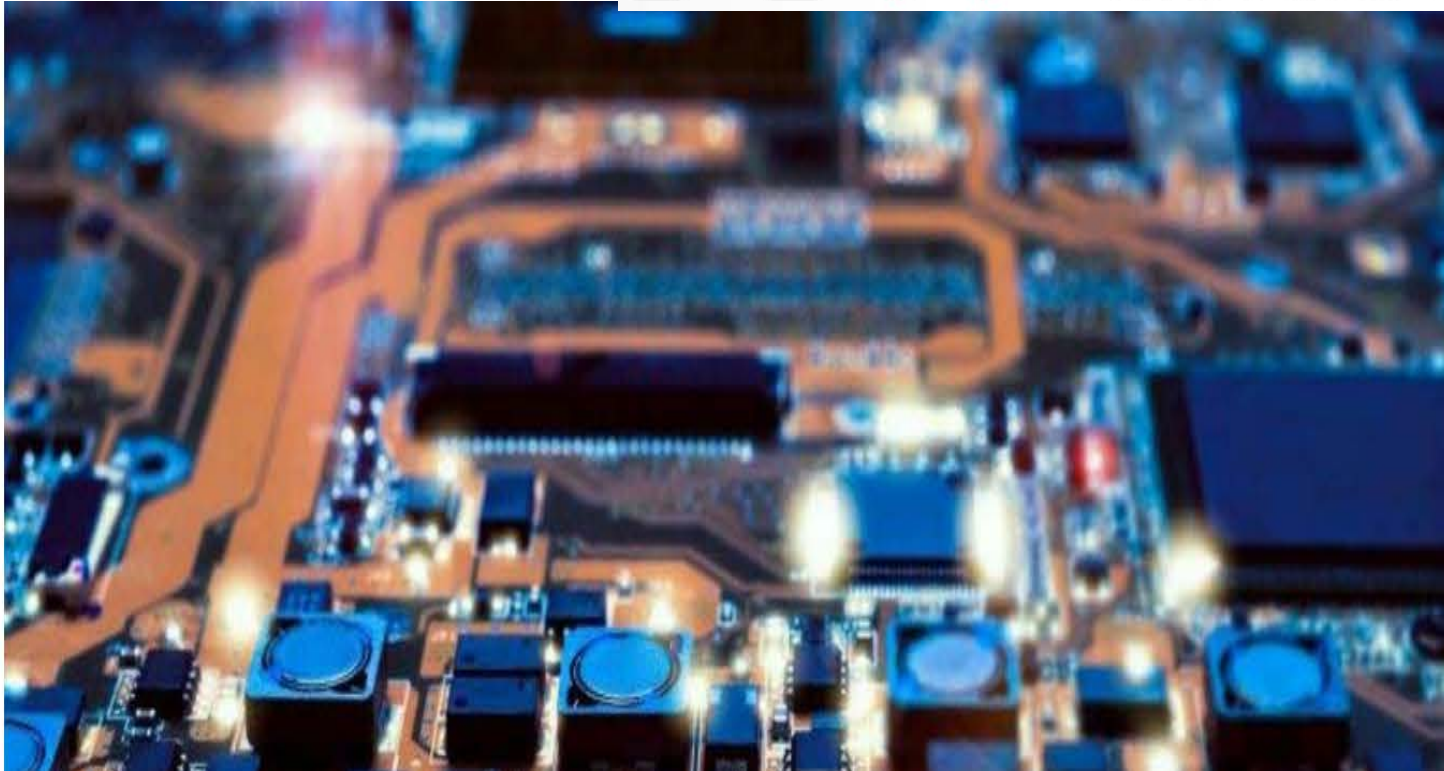
FABRIC SKILL ZONE

Expertise: techniek breed
Onderzoek doen én maken zit in het DNA van Faculteit Techniek. De Fabric Skill Zone ondersteunt alle studio's met het ontwikkelen van hardware. Studenten, onderzoekers en bedrijven kunnen bestaande en nieuwe werkplaatstechnieken leren en onderzoeken. In de studio wordt onderscheid gemaakt in digitale makersfaciliteiten (zoals 3D printing en lasersnijden) en de meer analoge fabricage faciliteiten voor metaal, composieten en houtbewerking.

Predictive Maintenance Studio



FACULTEIT TECHNIEK
MOVING FORWARD



op incidenten, maintenance management (game en simulatie).
Meten en signaleren, trends oppakken (oa data gedreven, verband
relatie met data science studio).

- Ruimte voor proefstellingen (goede afzuiging en krachtstroom),
- Ruimte voor Virtual Reality opstellingen voor onderhoud,
- Ruimte om onderhoudswerkprocessen te simuleren door middel van games, bijvoorbeeld ten behoeve Lean Maintenance.

Samenwerking met bedrijfsleven

- De Lerende Steen met World Class Maintenance
- Ontwikkeling AD traject Maintenance
- Predictive Maintenance studio
- Aviation partnerships met vliegtuigonderhoudsbedrijven Schiphol (Fieldlab initiatieven)
- Techport (bedrijven en opleidingen IJmond regio)
- 360 initiatief waar in onderwijs, onderzoek en praktijk worden gekoppeld: Community of practitioners

Onderzoek RAAK project

Understanding data

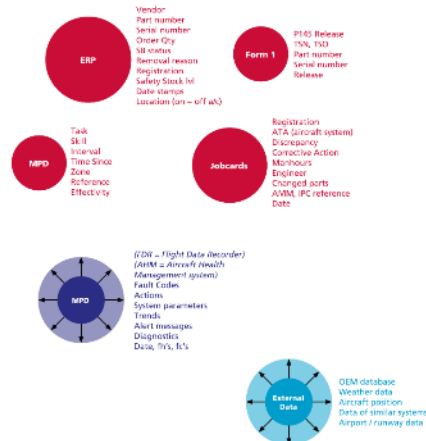


Figure 6 Three clusters of data sources: maintenance data, flight data and external data (SMAK 2016)

4.1 Common data sources in aviation

The data understanding phase starts with initial data collection and proceeds with data familiarization.

Three main categories of data sources
This study used three main categories of data sources:

1. Maintenance data (explained below)

2. Flight recorder data

Operational data from the Flight Data Recorder (FDR) and Quick Access Recorder (QAR)

Sensor data from the Aircraft Health Management (AHM) system

Maintenance messages from the AHM system

3. External data

Benchmarking data gathered from a large group of similar aircraft, components or processes and often property of OEMs, airlines or MROs

Weather data

Aircraft position data (such as ADS-B)

The data sets selected in each case depend on the initially defined data mining goals. There must be a plausible connection between the data sets and the data mining case. In addition, some criteria often arise from practical considerations, such as data accessibility and ownership.

We have adjusted and complemented the information presented in the book by Sahay (Sahay, 2012) for the MRO industry through the examination made by the ALIAS. This gives an overview of the types of data and sources that are mostly found at MRO companies in our study.

Table 2 highlights the fact that there are many data sources, which can make it challenging to access and link them.

Table 2: An overview of data sources and types in aviation by Sahay (2012)

Source	Data
OEM	MSI and maintenance task with Interval, Maintenance Planning Document, Illustrated Part Catalogue, Aircraft Maintenance Manual, Engine Manual, Component Maintenance Manual, Tools and Equipment Manual, Fault Isolation Manual, Master Minimum Equipment List, Airframe and Engine Serial Numbers, Line Numbers, Dimensions, and Service Bulletins.
Operator	Maintenance Programme, Reliability Programme and Work Packages, Routing Information, and a Minimum Equipment List.
CAA	Aircraft Registration (Type Certification Data Sheet (TCDS), Tail Number, Airworthiness Certificate, and Airworthiness Directives.
MRO	Engine Test Results and Work Packages.
Task cards	Maintenance Task, Materials and Tools, Task Start and End Time, Engineer Details, Estimated Time for Task, and Task Number.
Aircraft	Aircraft Supply Deferred Defects, Electronic Log Books (pilot, cabin, defect and technical) and Faults & Conditions.
Unknown	Time Limits Manual, IBM, Customer Number, Block Number, Handling Information, Hazard & Risk Assessment Information, Safety Sheets, and Report to Regulator.



4 UNDERSTANDING THE DATA

A variety of data sources

The MRO industry is characterized by a variety of data sources, from technical data recorded during a flight through a number of systems (e.g. FDR, QAR), to shop and maintenance data. External sources, such as air parts, weather and ADS-B data, are also commonly used. At the same time, a number of technical and non-technical obstacles can prevent themselves as researchers are assembling reliable data sets. These obstacles can include sensor malfunctions, compatibility, and legal or contractual restrictions.

First insights

The data understanding phase starts with initial data collection and then proceeds with activities that help researchers become familiar with the data, identify data quality problems, discover first insights into the data and select interesting subjects to form hypotheses for further information. This task is performed in principle by visualizing the data and examining trends and patterns. Clearly, this process requires sufficient time, as well as significant experience in the nature of data.

Connecting data to the business case

Once researchers have gained an understanding of the data, they then take a closer look into the data available for data mining. This is important because it connects the data to the business case to help retrieve the relevant parameters. This is sure requires an understanding of the business and the physical processes related to maintenance.

This data usually comes from existing, purchased and additional data – a variety of sources, in other words. The task of the researcher is to select this data, make relevant observations and identify variables. Then, they extract and combine relevant data as required. The resulting descriptive report should contain the amount of data, the value types and the coding schemes used. Using a accurate or accurate method, the researchers can also explore the data and make preliminary conclusions for further data mining. This phase ends with a concept on data quality, including missing data, data errors, measurement error, coding inconsistencies and metadata management.



Maurice Pelt
Asteris Apostolidis
Robert J. de Boer
Maaik Borst
Jonno Broodbakker
Ruud Jansen
Lorance Helwani
Roberto Felix Patron
Konstantinos Stamoulis