

# Flexibiliteit Uitgelegd: XAI voor het ontsluiten van flex

Devin Diran | TNO Vector

Digital Energy Systems event

08 October 2024

# AI in de energiesector

## Vattenfall acquires AI-based demand response startup

By Philip Gordon - Mar 20

### ESSENT IN DE MIX: AI & EEN DUURZAME KLANTRELATIE



← Naar nieuwsoverzicht



Image credit: Stock

## Alliander ontvangt financiering voor Artificial Intelligence Lab

### Gradyent versnelt energietransitie door efficiënte AI-aansturing warmtenetten

Interview / Gradyent-TERUGBLIQ 2021

Gepubliceerd op / 09.05.2022      Contact / [Tim Franken](#)

De helft van het wereldwijde energieverbruik komt van verwarmings- en verkoelingsinstallaties. Stadsverwarmingsnetten hebben daar een steeds groter aandeel in, terwijl de meeste nog draaien op verouderde software en systemen. Dit belemmert efficiënte inzet, innovatie en optimalisatie. Het platform van scale-up Gradyent laat warmtebedrijven als Eneco,



### AI ALS VERSNELLER VAN DE ENERGIETRANSITIE

Kansen voor een CO2-vrij energiesysteem

### How Artificial Intelligence is accelerating the Energy Transition

An overview of AI activities at E.ON

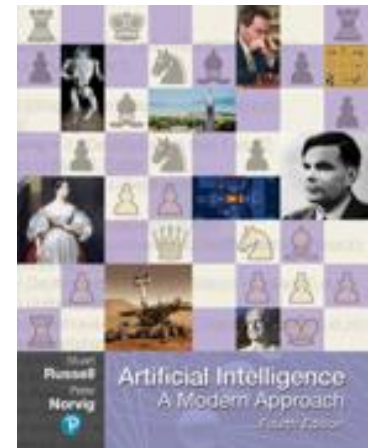
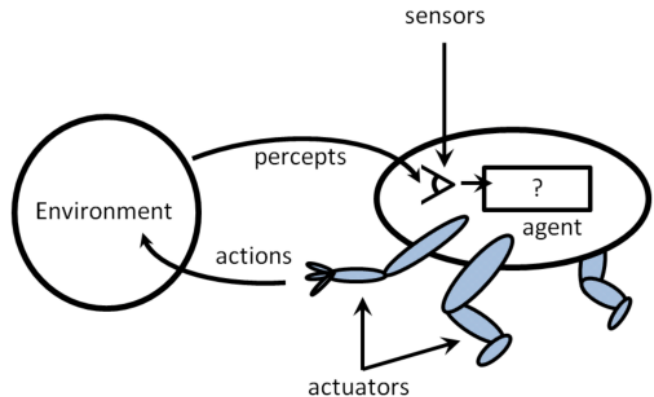
Juan Bernabé Moreno  
Matthew Timms  
Karsten Wildberger





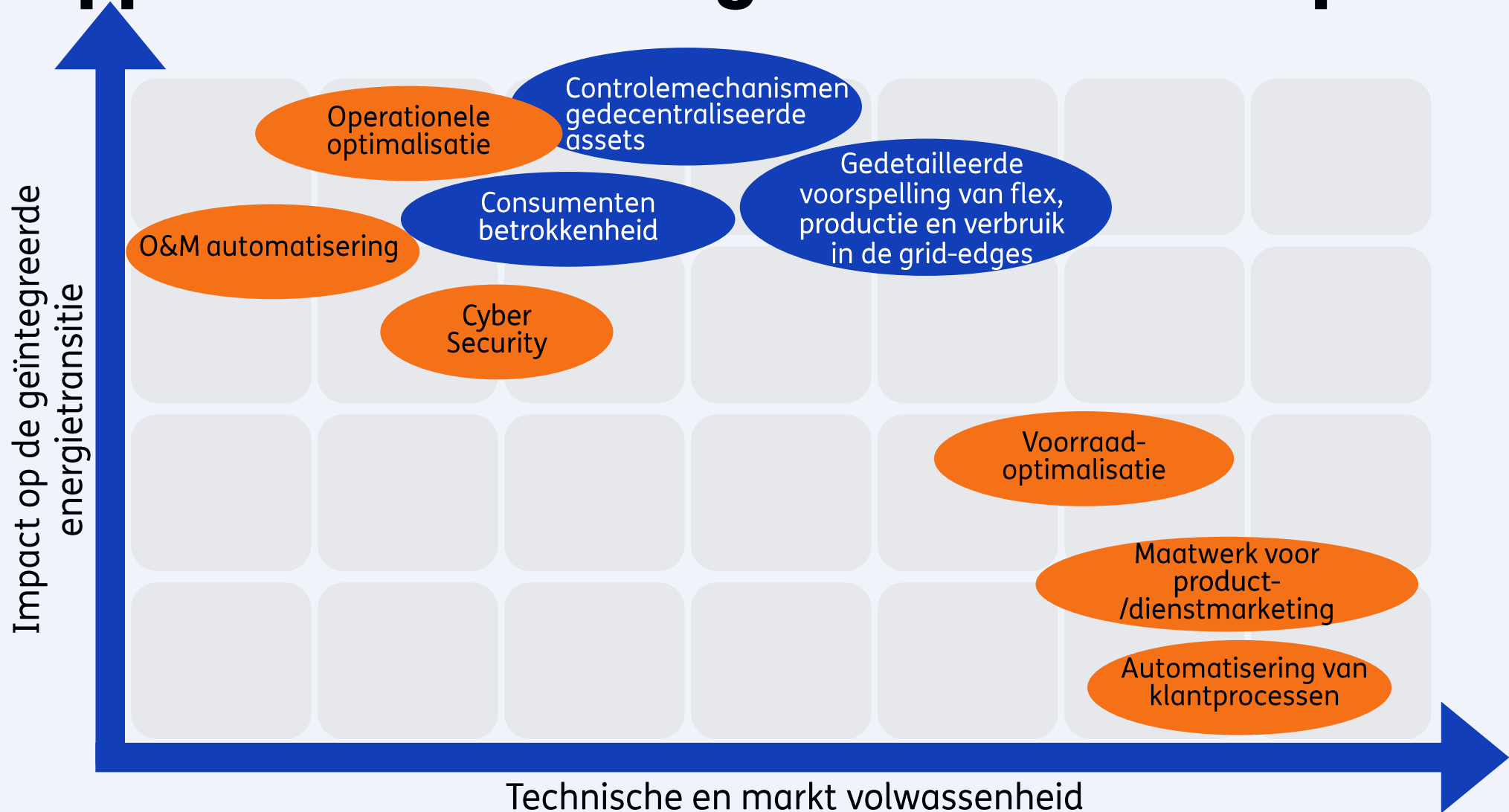
*AI gaat over “het ontwerpen en bouwen van intelligente agenten die waarnemingen uit de omgeving ontvangen en acties ondernemen die die omgeving beïnvloeden.”*

(Russel & Norvig, AIMA, 1995).



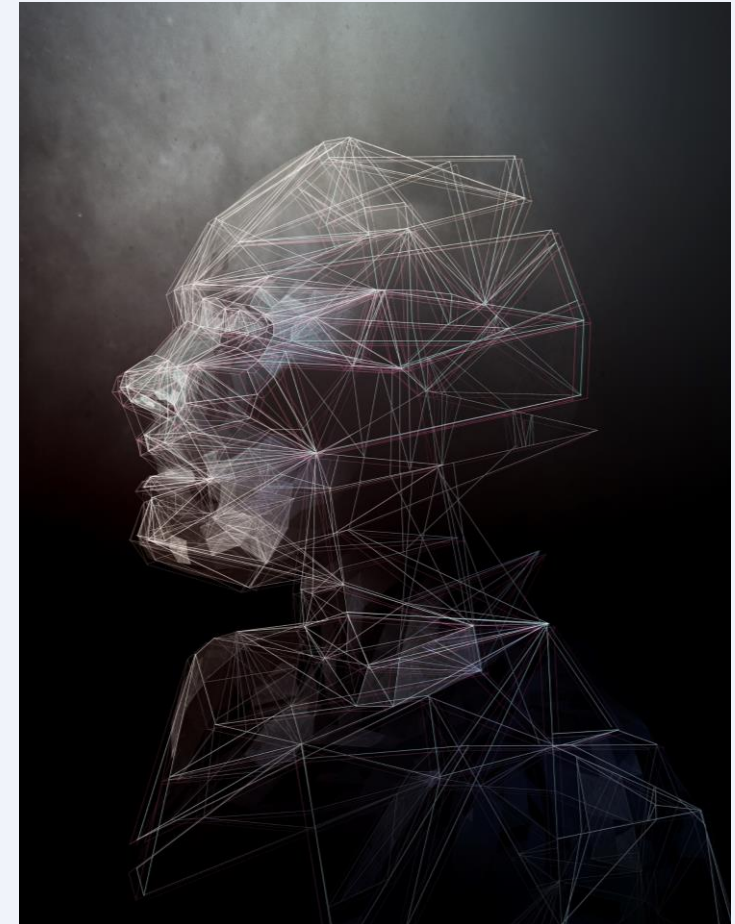
- Gemeenschappelijke elementen van deze definities zijn (Hoekstra et al, 2021):
- Door mensen ontwikkelde **software en / of hardware systemen**
  - **Dataverwerking** voor specifieke, **complexe doelstellingen**
  - Verschillende **niveaus van zelfstandigheid** (benaderen van aspecten van menselijke intelligentie)
  - Gebruiken symbolische regels of numerieke modellen voor **voorspellingen, aanbevelingen of geautomatiseerde beslissingen**

# AI applicaties in de energietransitie in Europa



# Uitdagingen van AI in het energiesysteem

- Onbekende risico's van AI-implementatie, met name aan de grid-edges
- Een gebrek aan vertrouwen in AI bij burgers
- ‘Onder de radar’: AI nu intern bij actoren of ingebed in softwarediensten van grote elektrotechnische bedrijven
- Een gebrek aan digitalisering van het Nederlandse energienetwerk



# XAI om deze uitdagingen te overbruggen



Helpt bij het creëren van betrouwbare AI



Systemeverkenning mogelijk

Creëer een goede gebruikerservaring



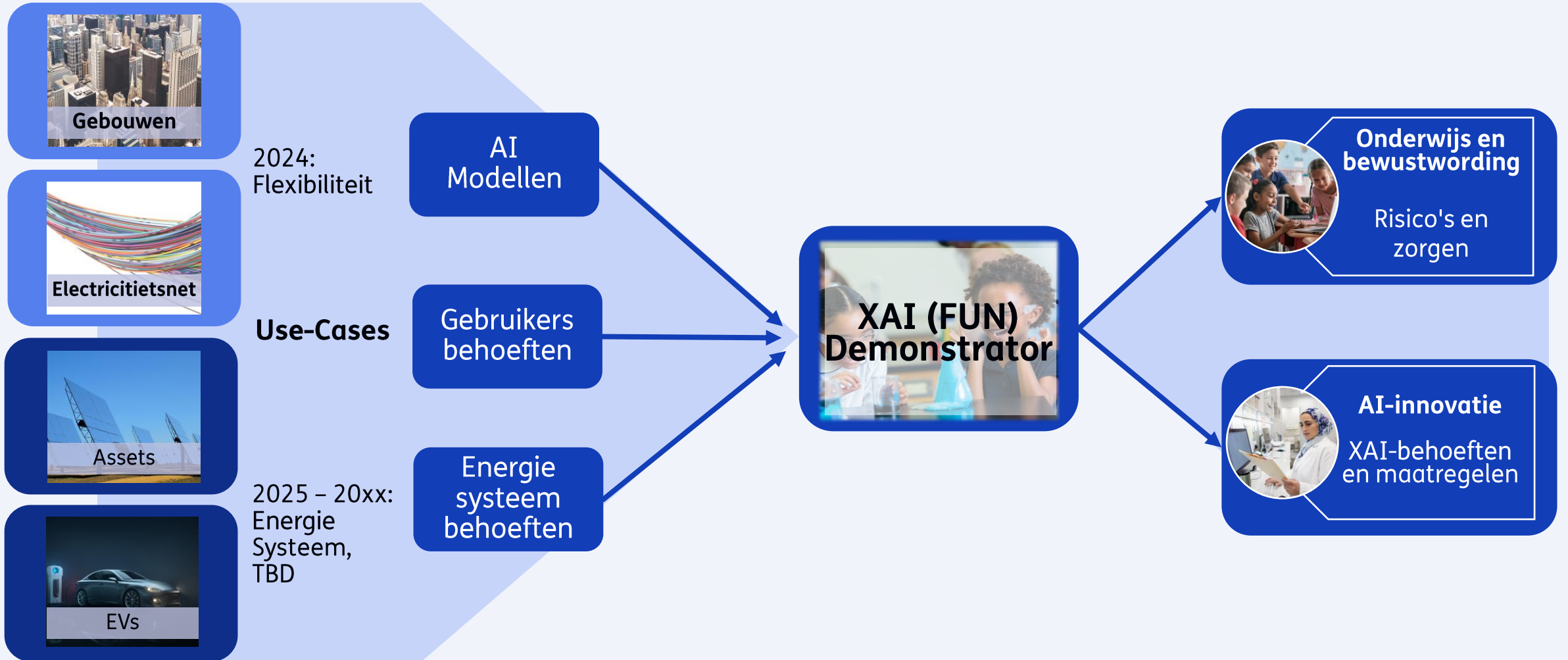
Ondersteun de betwistbaarheid

Verbeter de gebruikersacceptatie



Creëer nieuwe kennis

# Functionaliteit van de FUN Demo





# Gebouw AI

## BEMS en HEMS ondersteuning





# Overzicht zones



Bart  
Building manager

Dashboard

Zones

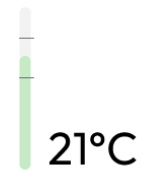
Maintenance

## Industrieweg 17

Mode: Energy saving

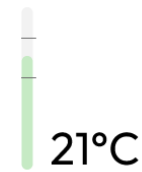
### Zone 1

Wing A



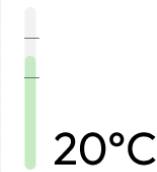
### Zone 2

Wing B



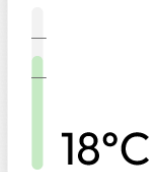
### Zone 3

Auditorium

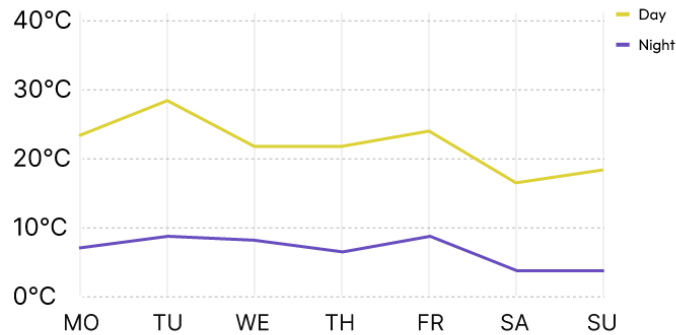


### Zone 4

Staircase



### External temperature



### Maintenance

Detected defects  
**3**

Handled cases  
**3**

### Satisfaction





Systeem is ingesteld op "energie besparen"

Overzicht van huidige status in verschillende zones

Tevredenheid van gebruikers

# Overzicht zone 1

  
  
**Bart**  
Building manager  

---

Dashboard

**Zones**

- Zone 1
- Zone 2
- Zone 3
- Zone 4

Maintenance

## Zone 1


Mode: Energy saving

### Summary

Today is a typical spring day, where two interventions are proposed to save energy. Sunrise facilitates natural heating of the building, and low occupancy enables lower energy usage in the late afternoon.

### Current temp.

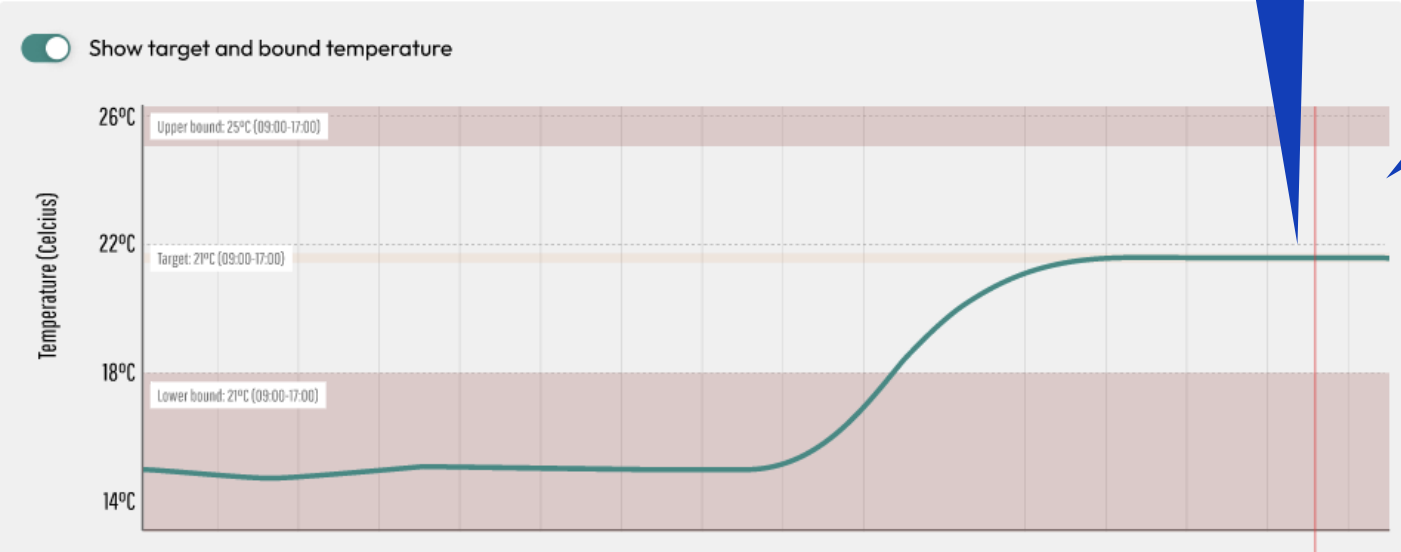
Wing A



21°C

### Temperature

Show target and bound temperature




Temperature (Celsius)	Time	Setting
26°C	09:00-17:00	Upper bound
22°C	09:00-17:00	Target
18°C	09:00-17:00	Lower bound

Werkelijke temperatuur in deze zone

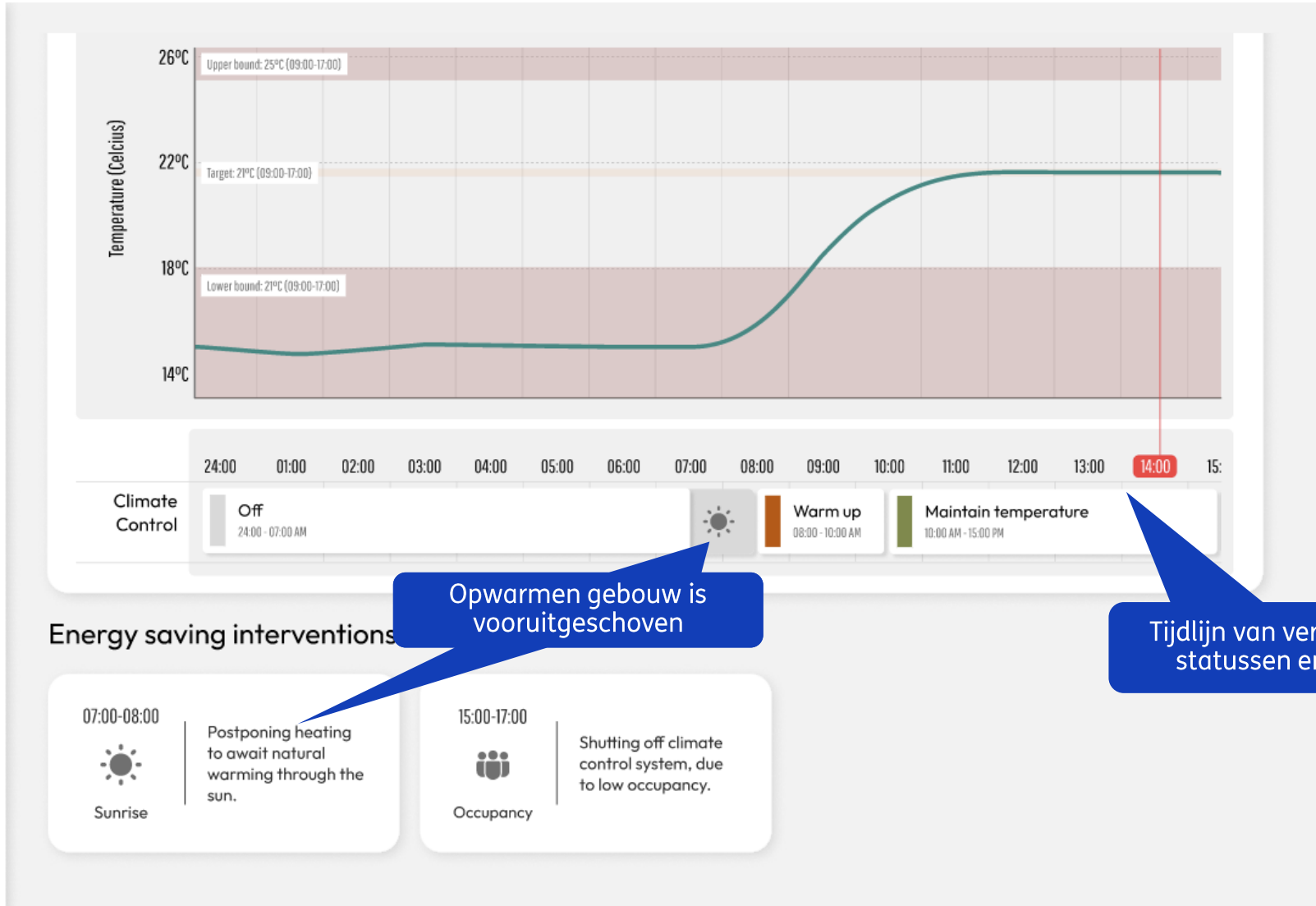
Algemene instellingen (ingesteld door Bart)

# Overzicht zone 1



**Bart**  
Building manager

- Dashboard
- Zones**
- Zone 1
- Zone 2
- Zone 3
- Zone 4
- Maintenance



Opwarmen gebouw is vooruitgeschoven

Tijdlijn van verschillende statussen en events

# Uitleg module zone 1



Bart  
Building manager

Dashboard

Zones

Zone 1

Zone 2

Zone 3

Zone 4

Maintenance

Today is a typical spring day, where two interventions are proposed to save energy. Sunrise facilitates natural heating of the building, and low occupancy enables lower energy usage in the late afternoon.

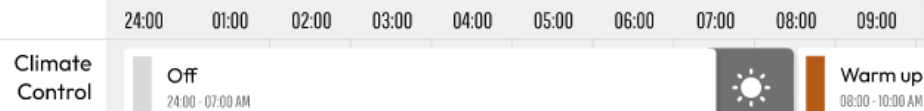
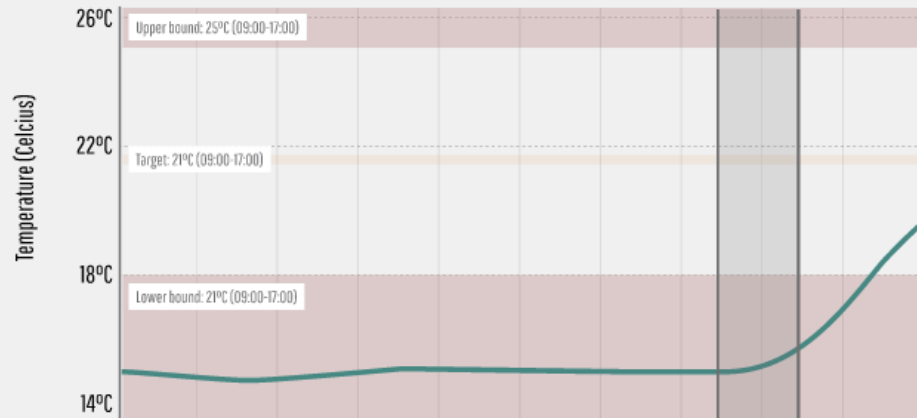
temp.

Wing A

21°C

## Temperature

Show target and bound temperature



07:00-09:00

Off extended  
**Sunrise**

### Details

The weather forecast states a clear sky. Expectedly, the sun will hit the building at 7:16, on the side where zone 1 is located. Solar power can be used for further heating.

### Consequences

Optimal temperature will be reached slightly later, at 11:00, instead of 09:00.

### Savings

Expected saving of heating power is 35 kWh for this intervention.

Show comfort mode

Uitleg van AI actie:  
verlate opwarming van  
zone 1 door de zon



# Uitleg module zone 1



Bart  
Building manager

Dashboard

Zones

Zone 1

Zone 2

Zone 3

Zone 4

Maintenance

Today is a typical spring day, where two interventions are proposed to save energy. Sunrise facilitates natural heating of the building, and low occupancy enables lower energy usage in the late afternoon.

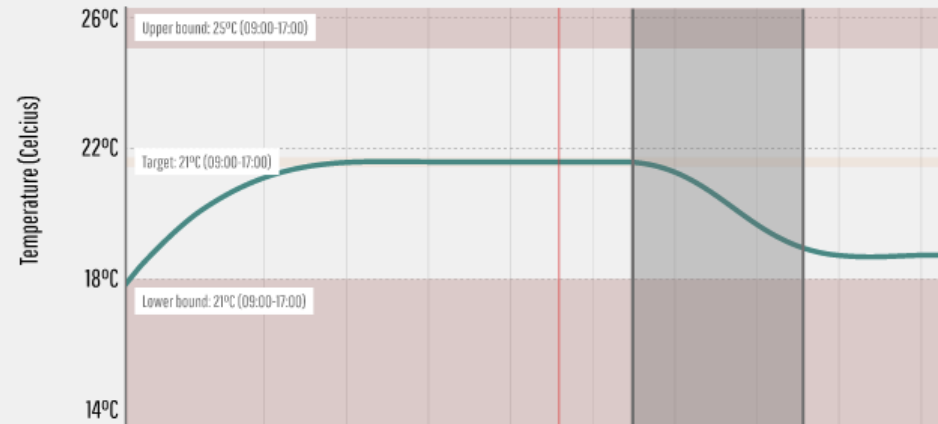
temp.

Wing A

21°C

## Temperature

Show target and bound temperature



09:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00

Climate Control

arm up  
10 - 10:00 AM

Maintain temperature  
10:00 AM - 15:00 PM



Off  
17:00 - 24:00 PM



20:00-24:00

Maintain temp. extended  
**Occupancy**

Details

Friday afternoon is typically a occupied time with people leaving earlier than usual. Therefore climate control is turned off earlier than usual.

Consequences

Zone 1 will cool down to below target temperature, before the end of office hours (17:00). This will have some impact on the comfort level of the occupants in the zone.

Savings

Since heating is shut off earlier, this will result in significant energy saving.

Uitleg van AI actie:  
T omlaag door lage bezetting

# Uitleg module zone 1



Bart  
Building manager

Dashboard

Zones

Zone 1

Zone 2

Zone 3

Zone 4

Maintenance

Today is a typical spring day, where two interventions are proposed to save energy. Sunrise facilitates natural heating of the building, and low occupancy enables lower energy usage in the late afternoon.

temp.

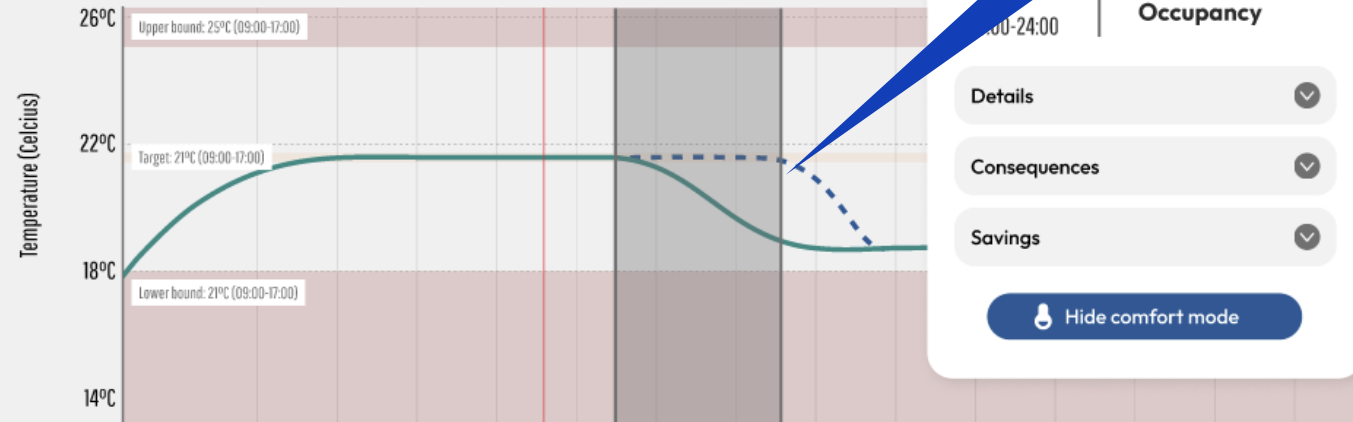
Wing A

21°C

Vershil als wordt  
gekozen voor comfort  
mode

## Temperature

Show target and bound temperature



Maintain temp. extended  
Occupancy

09:00-24:00

Details

Consequences

Savings

Hide comfort mode

09:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 24:00

Climate Control

arm up  
10 - 10:00 AM

Maintain temperature  
10:00 AM - 15:00 PM



Off  
17:00 - 24:00 PM

24/03/24

# Verdieping 1: Uitleg module

**Zone 1** Modus: Energiebesparing

### Temperatuurverloop

23/04/2024

Tijd	Temperatuur (°C)
14:00	20
15:00	21
16:00	21
17:00	18
18:00	16
19:00	15
20:00	14
21:00	14
22:00	14
23:00	14
24:00	14

den | Uit

#### Uitlegmodule

Temperatuurverloop wijkt af van default. Het systeem staat op energiebesparing, waardoor de prioriteit ligt op besparing zonder grote invloed op de tevredenheid.

De volgende factoren waren van invloed op het systeem:

- Besparing 10 kWh
- Gebouwbezetting vrijdag: 09:00-16:00
- Streeftemperatuur 21°C
- Ondergrens 18°C
- Bovengrens 26°C

Samenvatting van de AI-interventie

Verschillende factoren die de AI interventie beïnvloeden

Schakelen om effect in grafiek te zien

Uitleg over factor

# Verdieping 1: Regelgebaseerde uitleg

The screenshot displays a user interface for a building management system. On the left is a sidebar with navigation options: Dashboard, Zones (selected), Configuratie, Resultaten, Tevredenheid, and Onderhoud. The main area shows 'Zone 1' with a 'Modus: Energiebesparing' indicator. A 'Temperatuurverloop' graph for 23/04/2024 shows temperature fluctuating between 18°C and 22°C during the day, then dropping to 14°C at night. A 'Gebouwbezetting' pop-up explains that occupancy affects the system's temperature determination and that low occupancy leads to lower target temperatures. A 'Uitlegmodule' on the right lists settings like 'Besparing' (10 kWh), 'Gebouwbezetting' (09:00-16:00), and 'Streeftemperatuur' (21°C), all with toggle switches.

het 'algemene effect' dat deze factor heeft op het gedrag van het AI-systeem

**Gebouwbezetting**

Gebouwbezetting is een van de factoren die het systeem meeneemt bij het bepalen van de temperatuur. De Gebouwbezetting heeft namelijk invloed op de tevredenheid van de temperatuur in het gebouw.

Een lage gebouwbezetting betekent dat er weinig mensen aanwezig zijn, waardoor er weinig tot geen invloed is op de tevredenheid. Bij een hoge gebouwbezetting is de streeftemperatuur daarom extra belangrijk.



# Verdieping 1: meer informatie

**Bart**  
Building manager

Dashboard  
Zones  
Zone 1  
Zone 2  
Zone 3  
Zone 4  
Configuratie  
Meten  
Tevredenheid  
Onderhoud

**Zone 1**  
Modus: Energiebesparing

23/04/2024

**Temperatuurverloop**

Gebouwbezetting

26°C -100%  
22°C -75%  
18°C -25%  
14°C -0%

10:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 24:00

den Uit

Tijdstempel waar de AI ingreep

Dus... op dit moment is het gebouw slechts +/- 10% bezet

Klik voor meer info

De bezetting van het gebouw is uitgezet in de grafiek

**Uitlegmodule**

Temperatuurverloop wijkt af van default. Het systeem staat op energiebesparing, waardoor de prioriteit ligt op besparing zonder grote invloed op de tevredenheid.

De volgende factoren waren van invloed op het systeem:

- Besparing ① 10 kWh
- Gebouwbezetting ① vrijdag: 09:00-16:00
- Streeftemperatuur ① 21°C
- Ondergrens ① 18°C
- Bovengrens ① 26°C

# Verdieping 1: meer informatie

**Zone 1** Modus: Energiebesparing

### Temperatuurverloop

23/04/2024

**Gebouwbezetting**

Time	Temperature (°C)	Occupancy (%)
14:00	21	100
15:00	21	100
16:00	21	75
17:00	18	75
18:00	16	75
19:00	15	75
20:00	14	75
21:00	14	75
22:00	14	75
23:00	14	75
24:00	14	75

**Patroonherkenning: lagere gebouwbezetting**  
Wanneer: vrijdag vanaf 16:00  
Effect: temperatuur omlaag

**Uitlegmodule**

Temperatuurverloop wijkt af van default. Het systeem staat op energiebesparing, waardoor de prioriteit ligt op besparing zonder grote invloed op de tevredenheid.

De volgende factoren waren van invloed op het systeem:

- Besparing 10 kWh
- Gebouwbezetting vrijdag: 09:00-16:00
- Streef temperatuur 21°C
- Ondergrens 18°C
- Bovengrens 26°C

den Uit

# Onderhoud



Bart  
Building manager

Dashboard

Zones

Maintenance

## Maintenance

### Handled defects

Radiator

Status: repaired

Complete

Thermostat

Status: repaired

Complete

Thermostat

Status: repaired

Complete

Gebreken uit het verleden die Bart moet afvinken

### Reported defects

Thermostat

Notification: buttons not responding



Thermostat

Notification: incorrect temperature



Thermostat

Notification: buttons not responding



Gemelde defecten  
(niet gedetecteerd  
door AI)

### Detected anomalies

Ventilation system

Detection: airflow deviation



Gedetecteerde  
afwijkingen

# Onderhoud



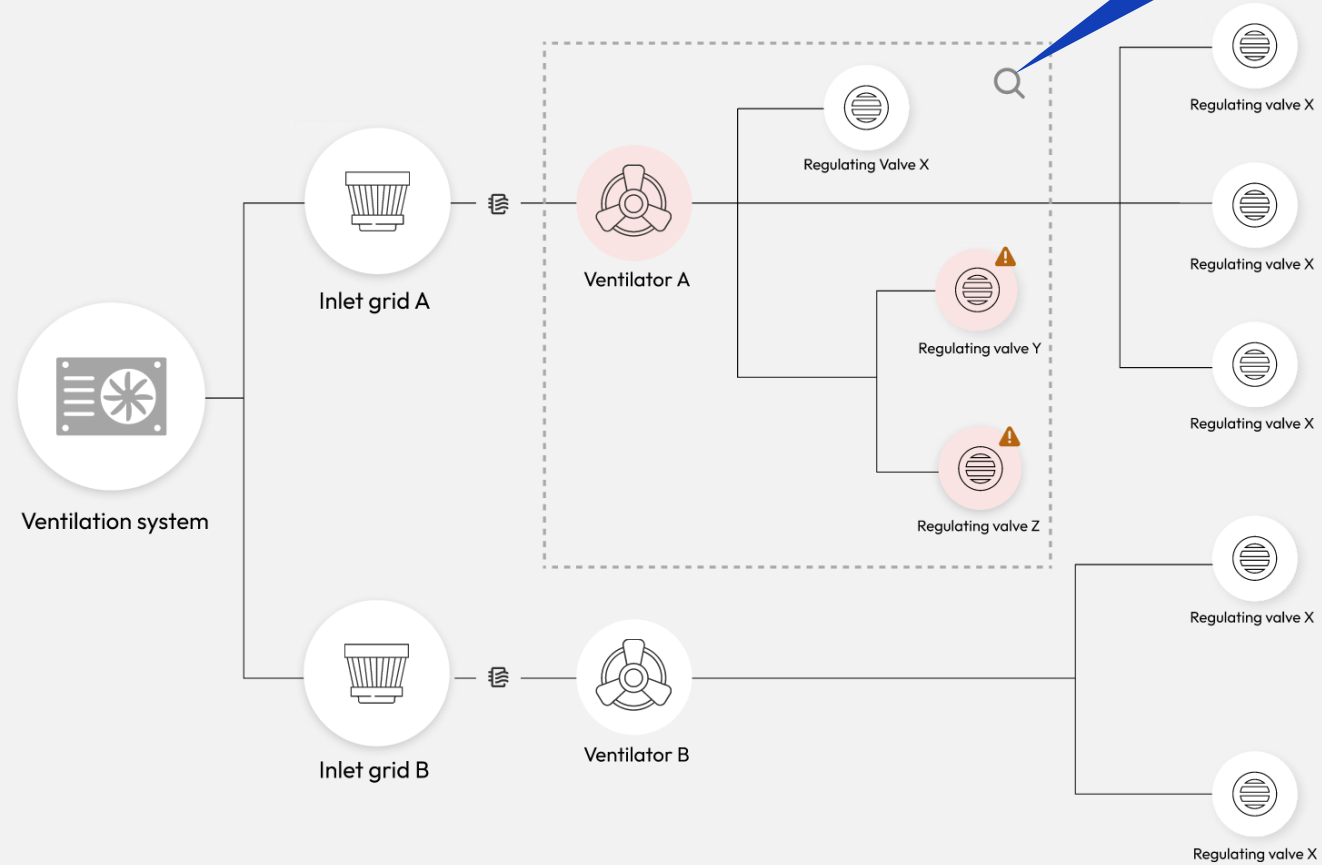
Bart  
Building manager

Dashboard

Zones

Maintenance

## Detected anomalies





# Onderhoud



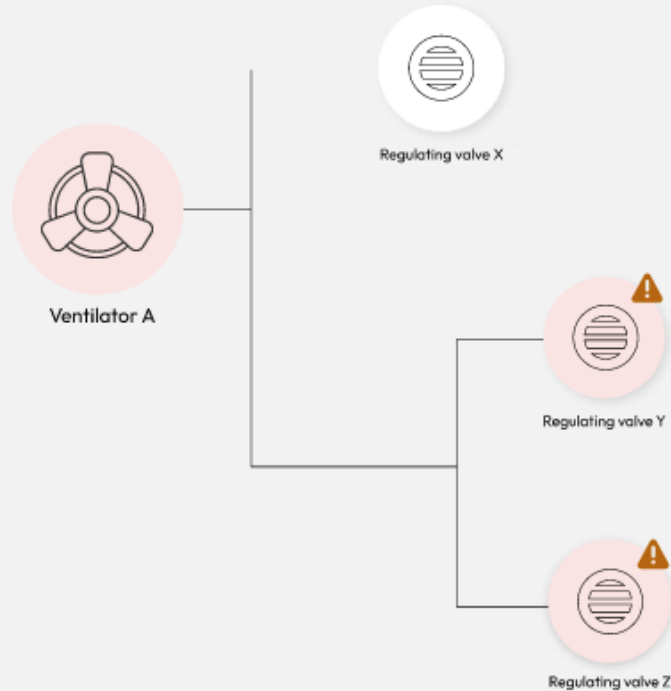
Bart  
Building manager

Dashboard

Zones

Maintenance

## Detected anomalies



Meer informatie over het defect, het gevolg en de aanleiding

Regulating valves Y and Z appear to be defective, resulting in difficult air circulation.

### Indications

**Increased energy consumption** of fan A, because it has to work harder to maintain the desired air circulation.

Pressure differences are measured before and after regulating valves Y and Z.

### Predictive maintenance

Prolonged overloading of **ventilator A** can lead to overheating and accelerated wear.

# Onderhoud



**Bart**  
Building manager

Dashboard

Zones

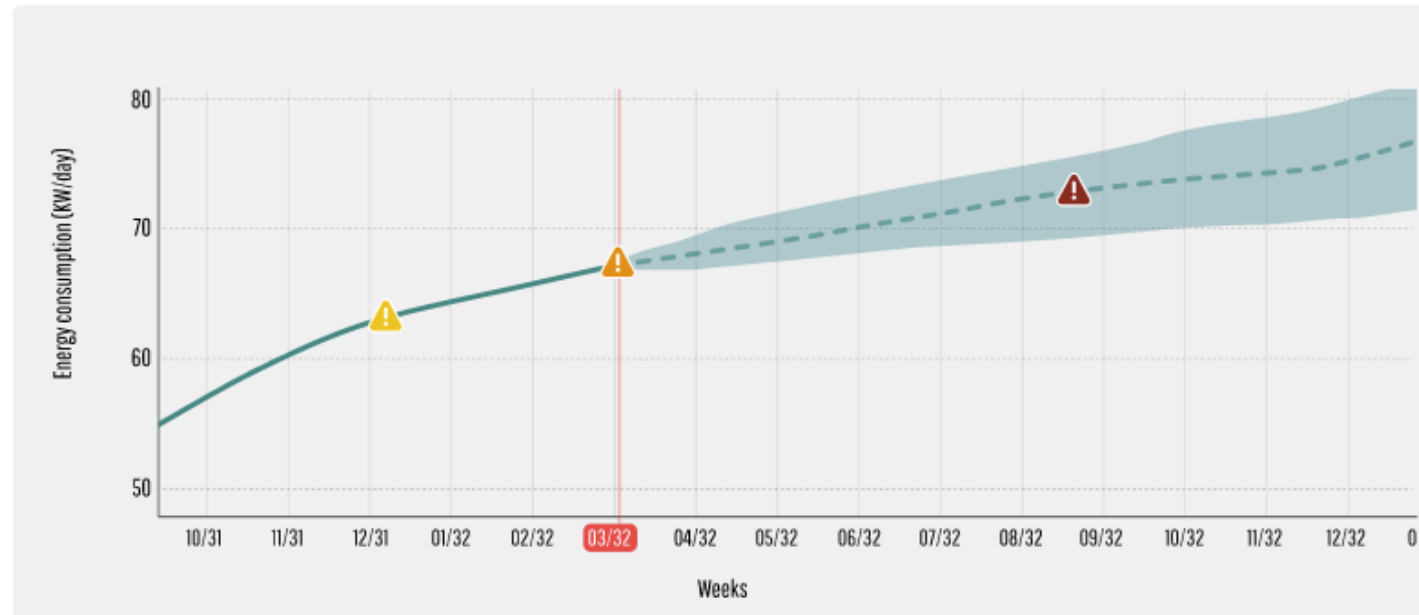
Maintenance

## ← Predictive maintenance

Prolonged overloading of **ventilator A** can lead to overheating and accelerated wear.

Toelichting de  
mogelijke gevolgen

### Energy consumption Ventilator A



# Dank voor uw aandacht



**Devin Diran**

**[devin.diran@tno.nl](mailto:devin.diran@tno.nl)**

Onderzoeker Energietransitie en Digitalisering  
Sustainability & Spatial Governance  
TNO Vector