



Energiemanagement in industriële gebouwen

Datamanagement en analyse
voor gebouw gebonden
installaties

Werner Vink

Engineer IoT @ Heroes

HEROES

Mission

Don't add Digital. Become Digital.

Think Digital

Vision

Coach companies to become Digital winners. **Scout** and **Build** smart digital solutions.



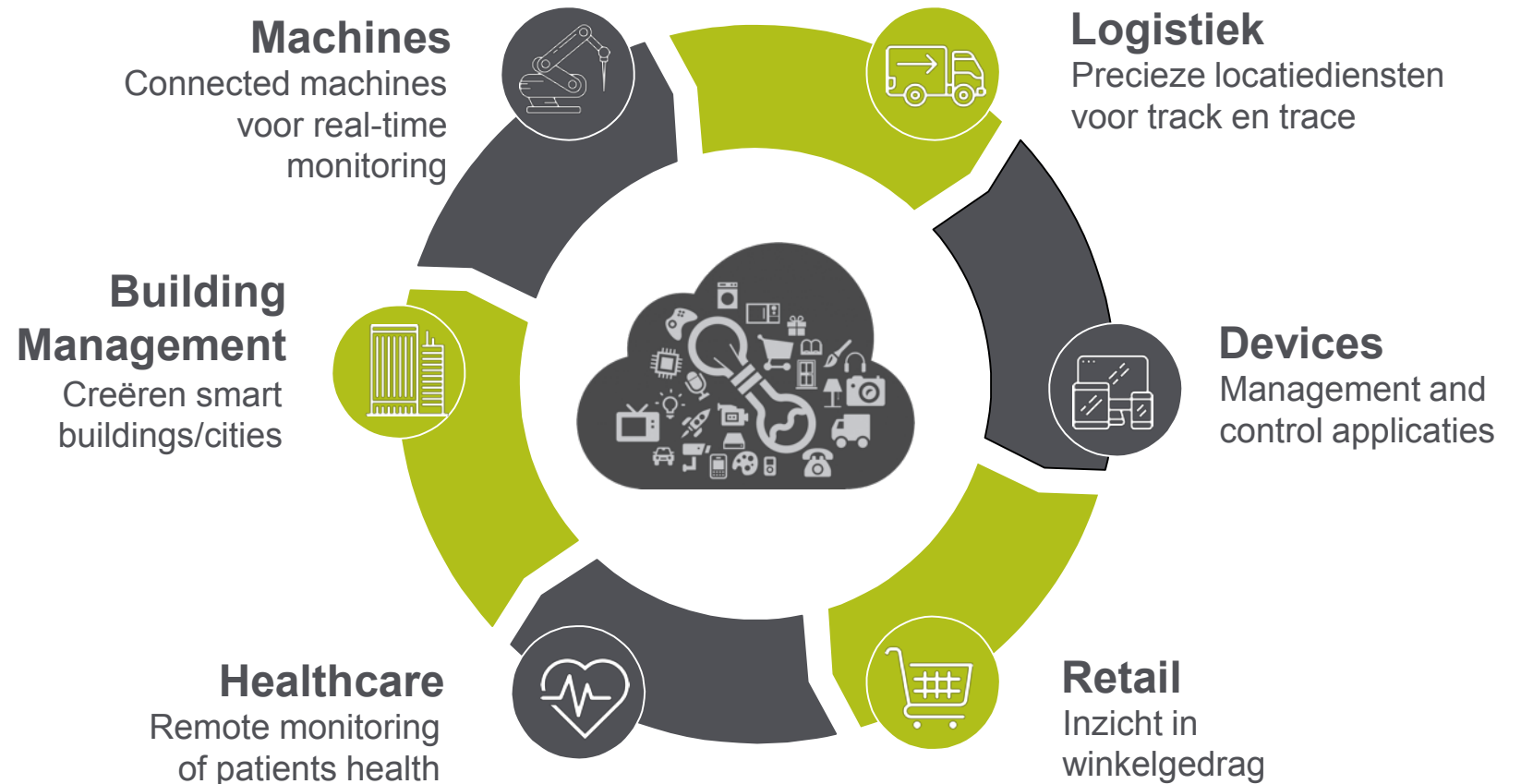
HEROES

Marktvooruitzichten 2025

Internet of Things



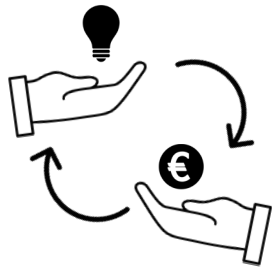
**Source: Mckinsey 2016*



HEROES

Where is the value potential?

Internet of Things



2 x meer waarde in B2B applicaties dan B2C.

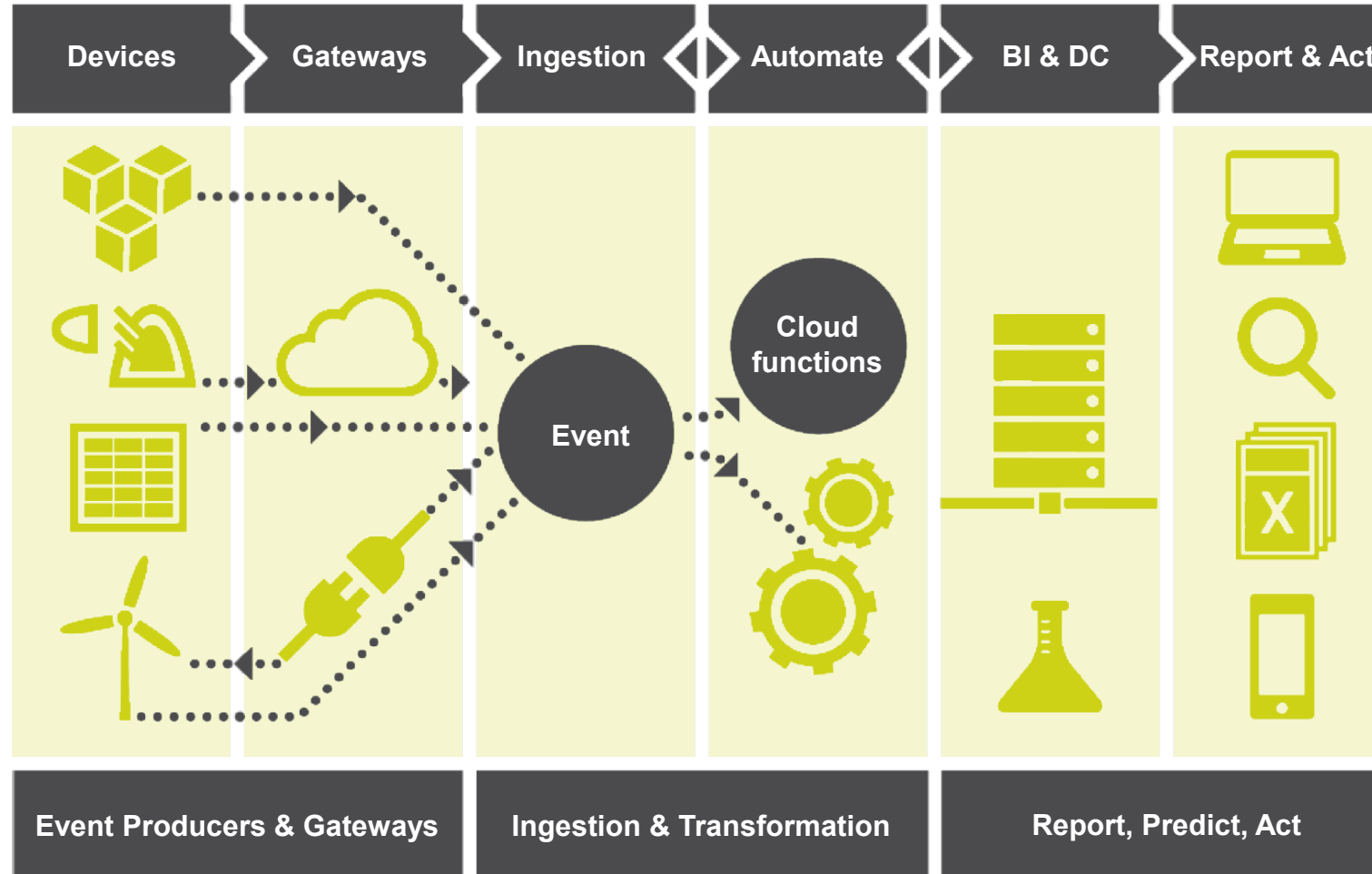


< 1 % van data wordt gebruikt, meestal voor alarmen of real-time controle; meer kan worden gebruikt voor **optimalisatie en voorspellingen**.

**Source: Mckinsey 2016*

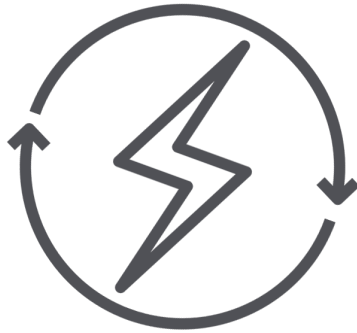
Technology Value Chain

Internet of Things



Datagedreven installatietechniek

Kansen tijdens de exploitatiefase



Energie



Onderhoud



Comfort

Internet of Things

A world connected

Semantic Data Modelling

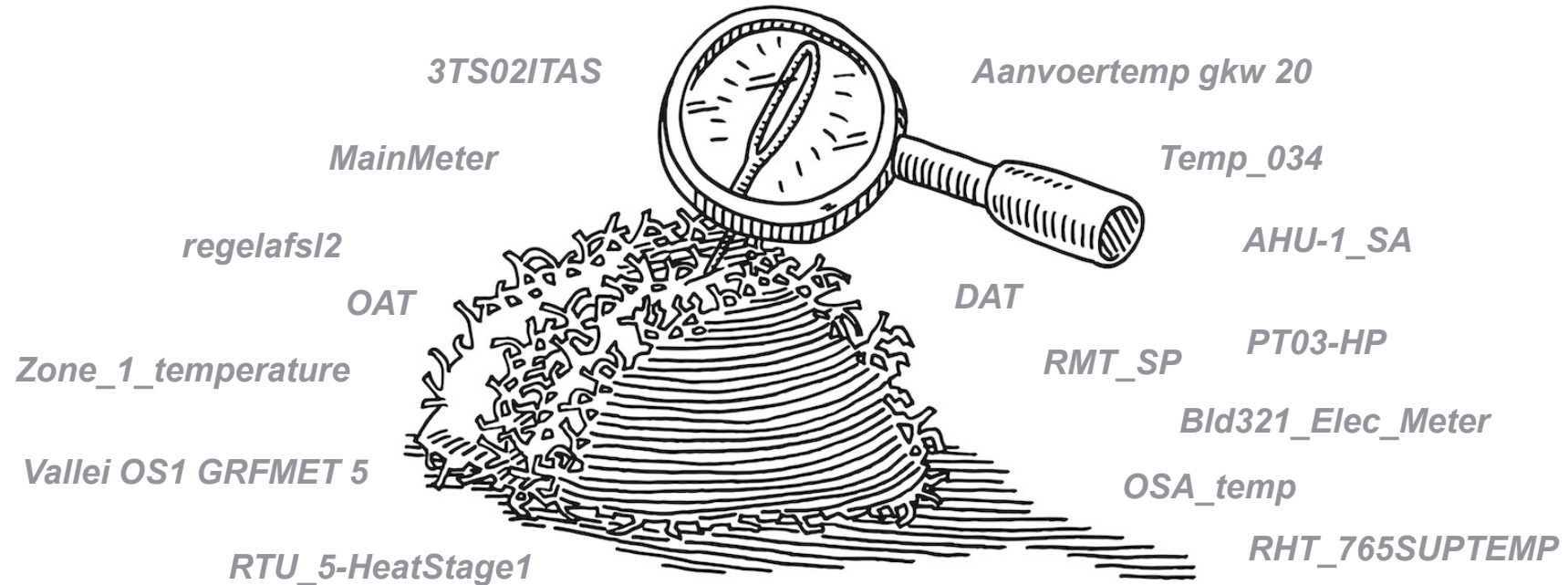
Maak je data toekomstbestendig



Semantic Data Modelling

Internet of Things

- Data uit meet- & regelsystemen en IoT apparatuur
 - Gebrek aan uniforme naamgeving
 - Gebrek aan systeem documentatie



Het is een doolhof!!!!

Semantic Data Modelling

Internet of Things

Historische data



+

*Tagging
protocol*



=

*Schaalbare
analytics*



Semantic Data Modelling

Internet of Things

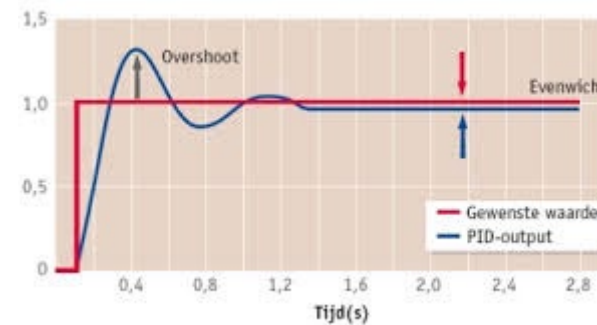
- **Equips**

- Warmtepompen
- Warmtewisselaars
- Gasketels
- Koelmachines
- Etc.



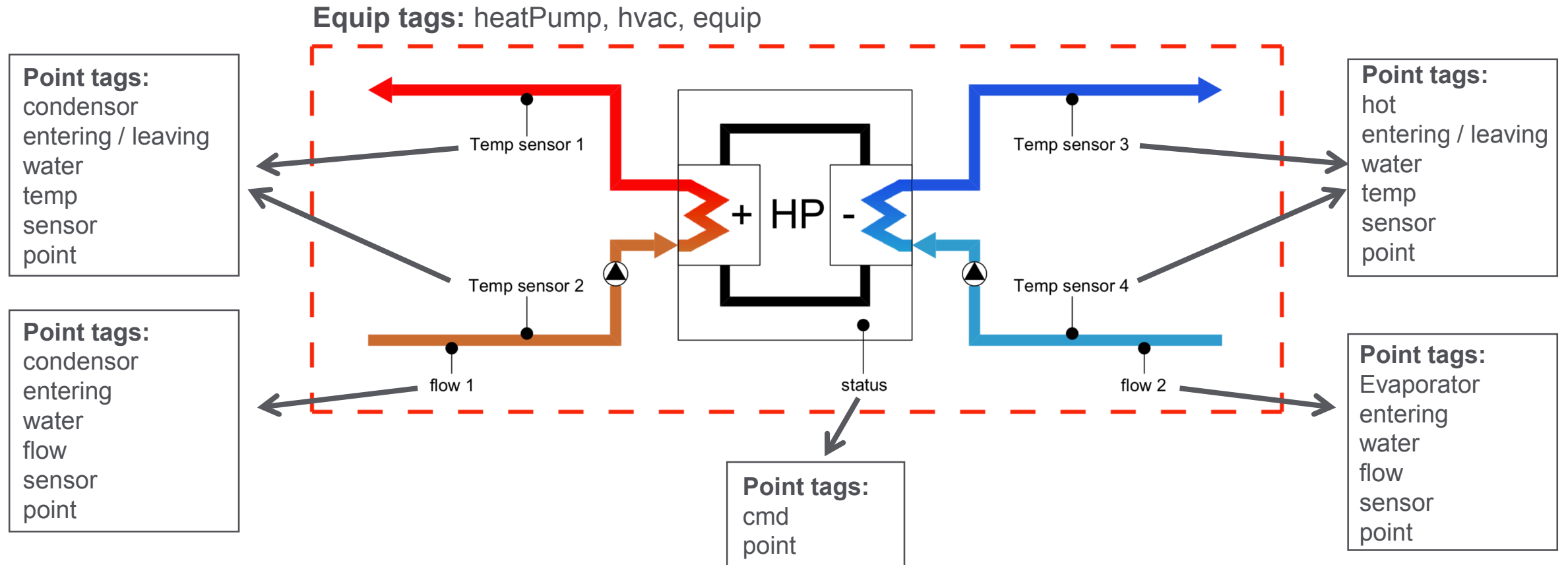
- **Points**

- Sensors
- Set points
- Control signals



Semantic Data Modelling

Internet of Things



Semantic Data Modelling

Internet of Things

Totaal 2 warmtepompen

```
> readAll(heatPump)|
```

readAll(heatPump)					
	New	Edit	Dup	Trash	Meta
	id	cc	ch	chilledWaterPlant	conden
i	HP 1	✓	✓	✓	298 kV
i	HP 2	✓	✓	✓	298 kV



Punten onder de warmtepompen

```
> readAll(point and equipRef->heatPump)
```

readAll(point and equipRef->heatPump)				
New	Edit	Dup	Trash	Me
	id		addHp	
i	HP 2 Heating Operating Stat.	▶		
i	HP 1 Evap. Supply Water Temp.	▶		
i	HP 1 Suction Press.	▶		
i	HP 2 Cond. Supply Water Temp.	▶		
i	HP 2 Status computed	▶		
i	HP 1 Status computed	▶		
i	HP 2 Injection Press.	▶		
i	HP 1 Injection Press.	▶		
i	HP 2 Cooling Operating Stat.	▶		
i	HP 1 Cooling Operating Stat.	▶		

```
1 (rec, dates, opts, yield) => do
2
3 // Heatpump operating status
4 operatingStat: readAll(point and cmd equipRef->heatPump)
5                 .hisRead(dates, opts).hisRollup(sum, 1h)
6
7 // Condenser side
8 leavingTempCond: readAll(point and water and leaving and condenser and equipRef->heatPump)
9                  .hisRead(dates, opts).hisRollup(sum, 15min)
10
11 enteringTempCond: readAll(point and water and entering and condenser and equipRef->heatPump)
12                    .hisRead(dates, opts).hisRollup(sum, 15min)
13
14 waterFlowCond: readAll(point and water and flow and condenser and equipRef->heatPump)
15                 .hisRead(dates, opts).hisRollup(sum, 15min)
16
17
18 // Evaporator side
19 leavingTempEvap: readAll(point and water and leaving and evaporator and equipRef->heatPump)
20                  .hisRead(dates, opts).hisRollup(sum, 15min)
21
22 enteringTempEvap: readAll(point and water and entering and evaporator and equipRef->heatPump)
23                    .hisRead(dates, opts).hisRollup(sum, 15min)
24
25 waterFlowEvap: readAll(point and water and flow and evaporator and equipRef->heatPump)
26                 .hisRead(dates, opts).hisRollup(sum, 15min)
27
28
29 // Calculate Qh
30 qHeat = waterFlowCond * specificHeat * (leavingTempCond - enteringTempCond)
31
32 // Calculate Qc
33 qCold = waterFlowEvap * specificHeat * (enteringTempEvap - leavingTempEvap)
34
35 // Calculate COP
36
37 // COP Heating
38 if (operatingStat == "Verwarmen") do
39   copHeating: qHeat / (qHeat - qCold)
40 else
41   copHeating: 0
42 end
43
44 // COP Cooling
45 if (operatingStat == "Koelen") do
46   copCooling: qCold / (qHeat - qCold)
47 else
48   copCooling: 0
49 end
50
51 end
```

→ Data status WP

→ Data condensor

→ Data verdamper

$$Q = mc\Delta T$$

$$COP_{heating} = \frac{Q_{hot}}{Q_{hot} - Q_{cold}}$$

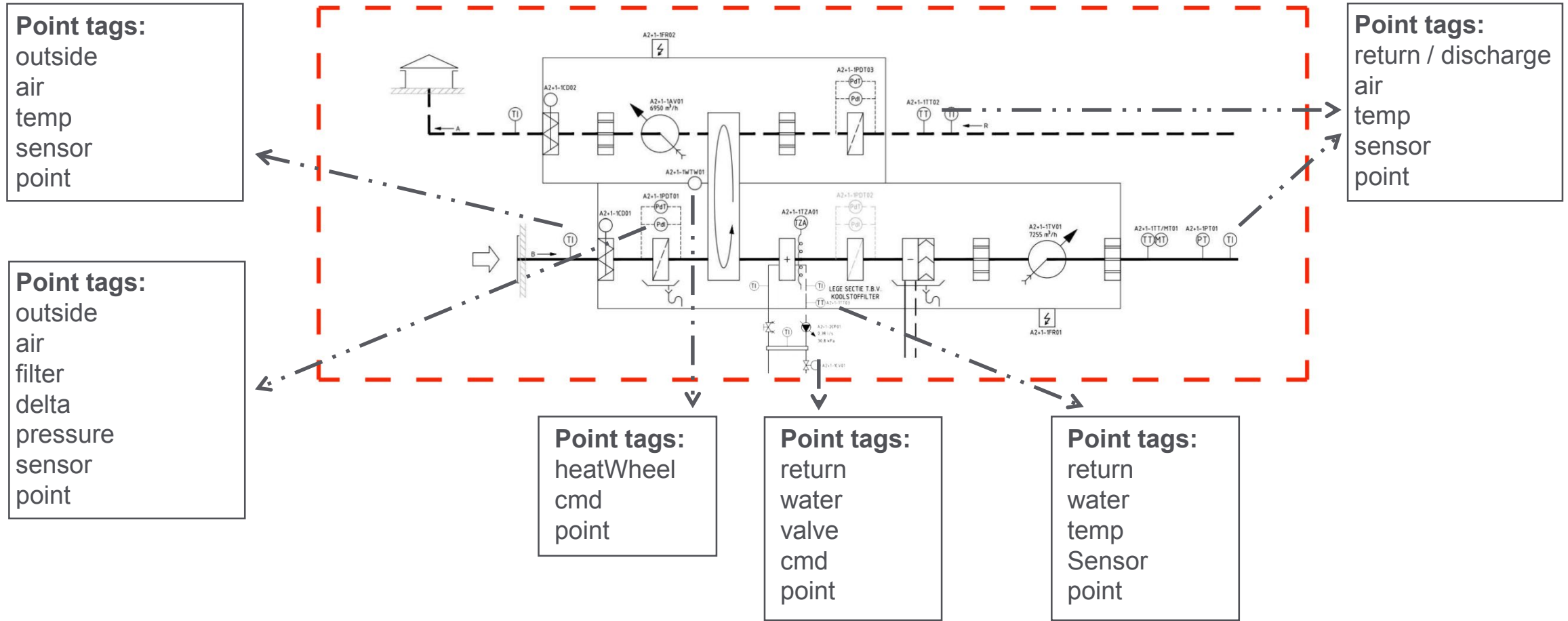
$$COP_{cooling} = \frac{Q_{cold}}{Q_{hot} - Q_{cold}}$$

HEROES

Semantic Data Modelling

Internet of Things

Equip tags: ahu, hvac, equip



Semantic Data Modelling

Internet of Things

Totaal 15 LBK's

> readAll(ahu)

readAll(ahu)

New

Edit

Dup

Trash

	id	ahu	cc	ccRef
i	AHU 1.3	✓	✓	CC Distr
i	AHU 2.3	✓	✓	CC Distr
i	AHU 2.5	✓	✓	CC Distr
i	AHU 2.1	✓	✓	CC Distr

↓
216 points

> readAll(point and equipRef->ahu)

readAll(point and equipRef->ahu)

New

Edit

Dup

Trash

	id
i	AHU 1.3 CC Return Water Valve Stat.
i	AHU 1.3 Supply Air Temp. sp
i	AHU 1.3 Supply Air RH
i	AHU 1.3 Heat Command
i	AHU 1.3 Heat Wheel Stat.
i	AHU 1.3 Supply Air Fan Stat.
i	AHU 1.3 Exhaust Air Fan Stat.
i	AHU 1.3 Exhaust Air Temp.
i	AHU 1.3 Operating Stat.
i	AHU 1.3 Exhaust Air Filtler Press.
i	AHU 1.3 Supply Air Temp.
i	AHU 1.3 Supply Air Press.
i	AHU 1.3 CU Return Water Valve Stat.

```
1 (ahu, dates, valveTh:10percent, hwTh:90percent) => do
2
3 // Read water valve data
4 valveHeating: read(point and valve and leaving and water and cmd and equipRef->ahu)
5
6 // find periods where water valve stat. < 10%
7 heatingOn: valveHeating.hisRead(dates).hisFindPeriods(x=>x>valveTh)
8
9
10 // Read heatwheel operating data
11 heatWheel: read(point and cmd and heatWheel and equipRef->ahu)
12
13 // find periods where heat wheel stat. < 90%
14 heatWheelOff: heatWheel.hisRead(dates).hisFindPeriods(x => (x<hwTh))
15
16
17 // Find the period where both statements are true
18 hisPeriodIntersection([heatingOn,heatWheelOff])
19
20 end
```

→ Data waterklep

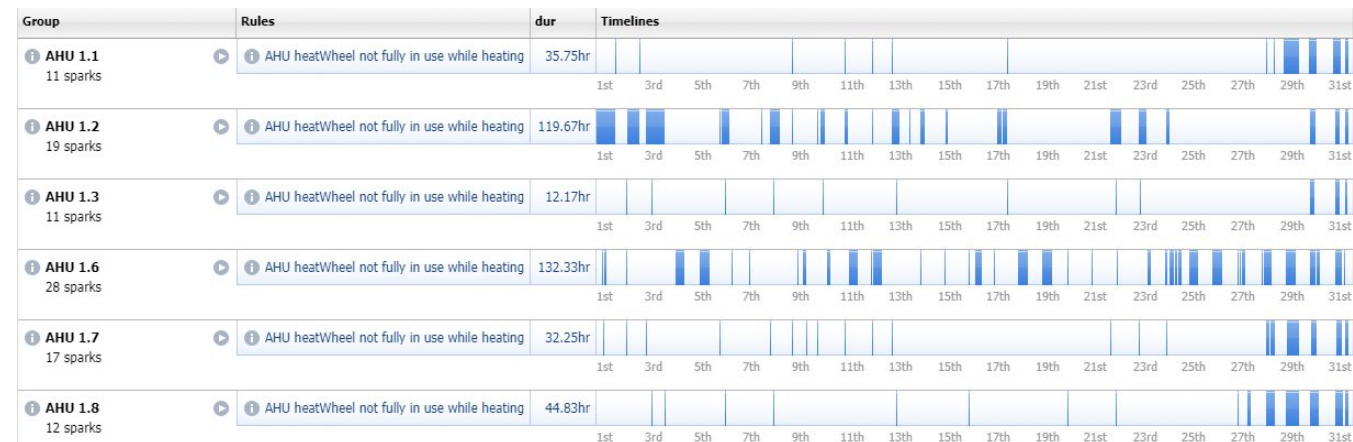
→ Filter > 10%

→ Data warmteterugwinning

→ Filter < 90%

→ Vind de perioden waar beide waar is.

Relevant voor 8 LBK's, direct in 1 overzicht



HEROES

Internet of Things

A world connected

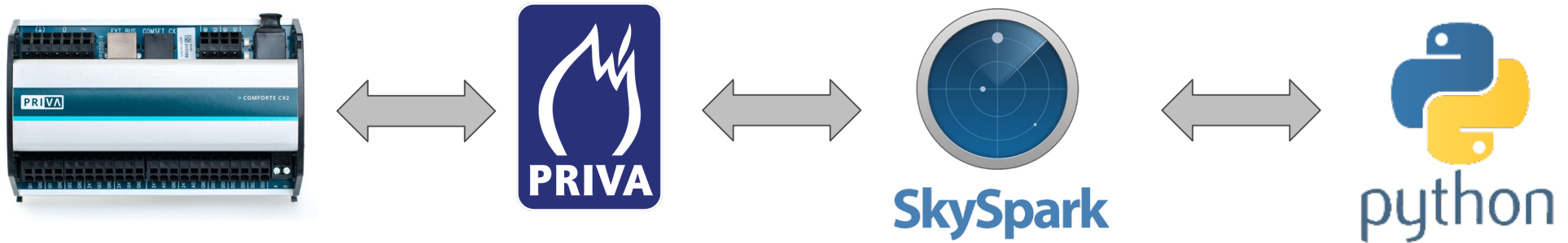
Datagedreven prestatie analyse & borging

Gebruik van data om prestaties van assets te borgen



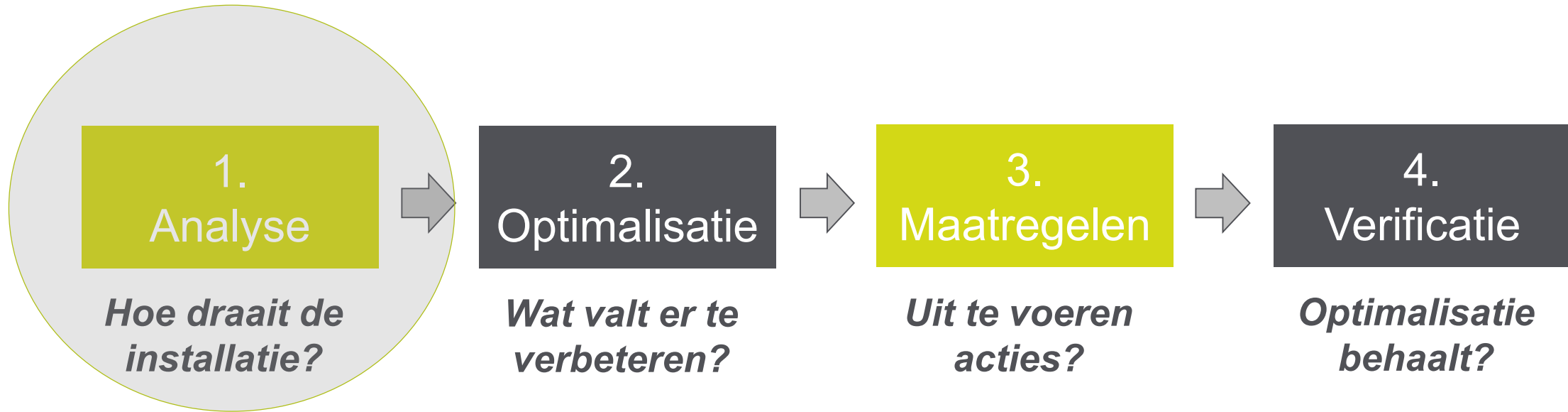
OT - IT Architectuur

Data aggregatie, ordening & analyse



Datagedreven prestatie analyse & borging

Internet of Things

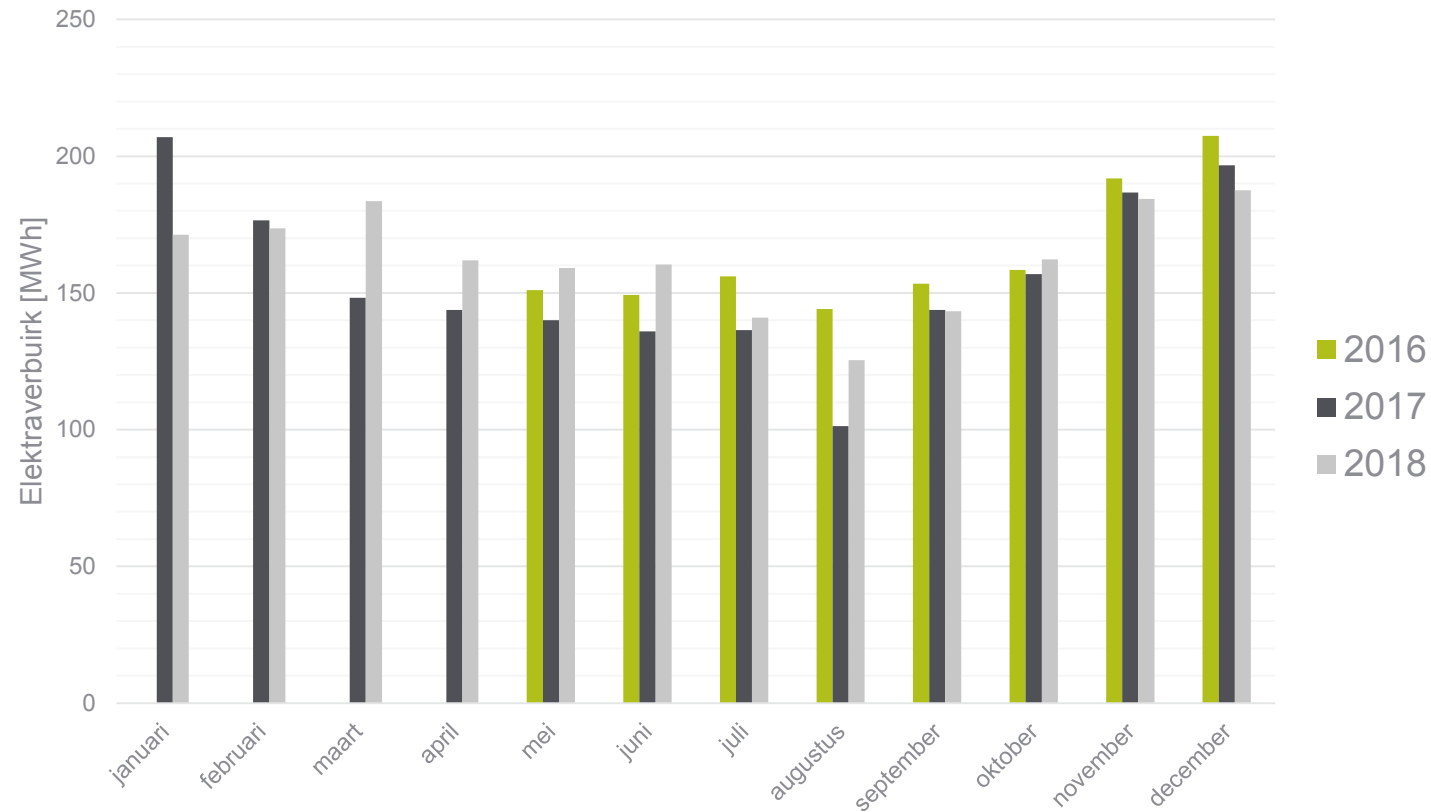


1. Analyse

Hoofdverbruik elektra

Energieprijs = 0,0957 €/kWh

Bron: <https://energiecijfers.databank.nl/dashboard/Energieprijzen>



2016
1.310 MWh
€106.000,-

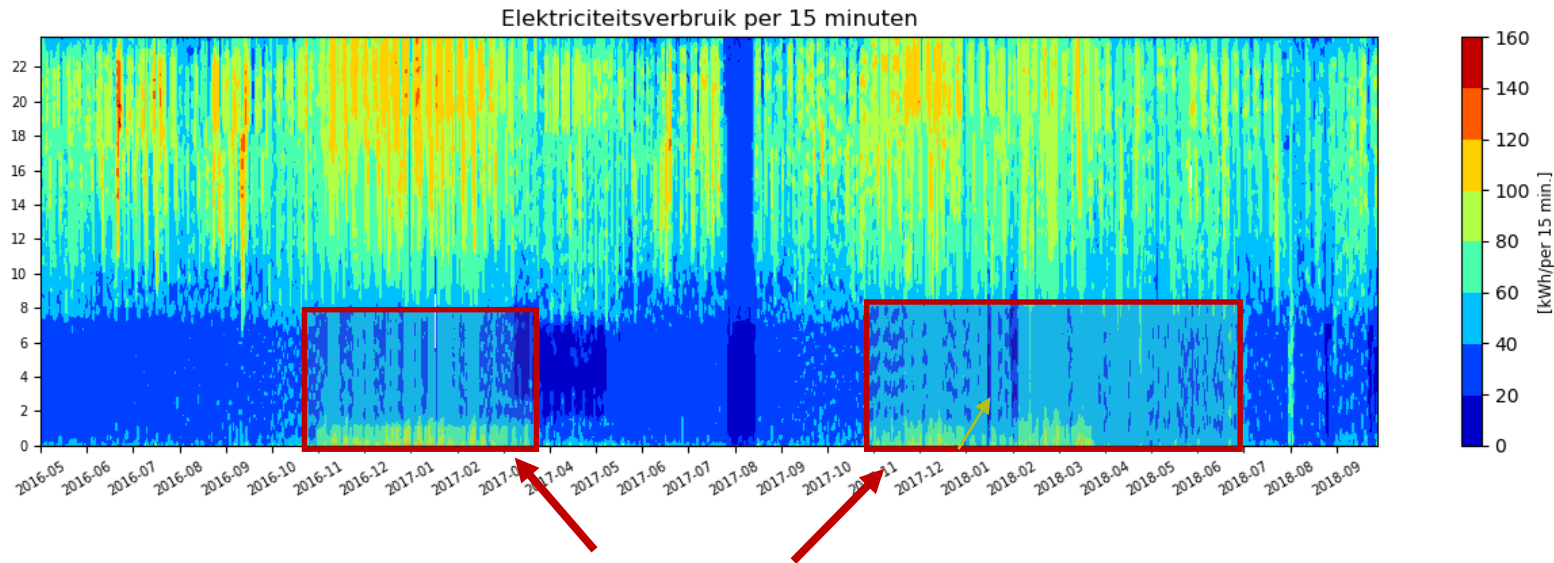
*mei t/m

2017
1.873 MWh
€160.400,-

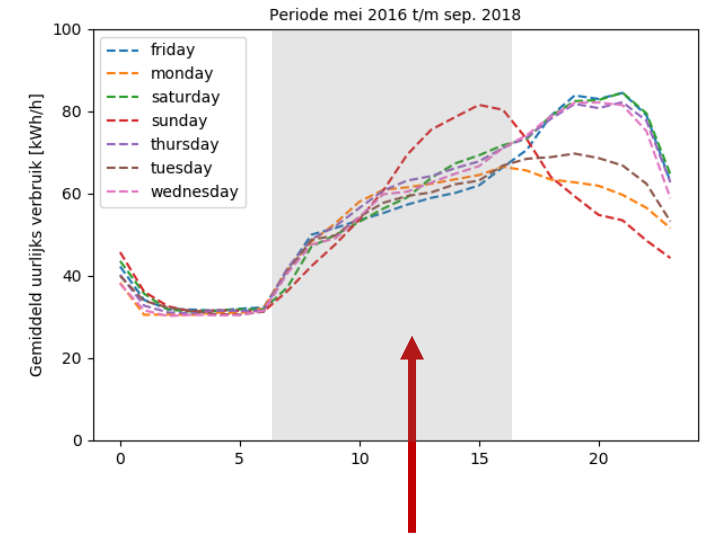
2018
1.954 MWh
€169.000,-

1. Analyse

Hoofdverbruik elektra



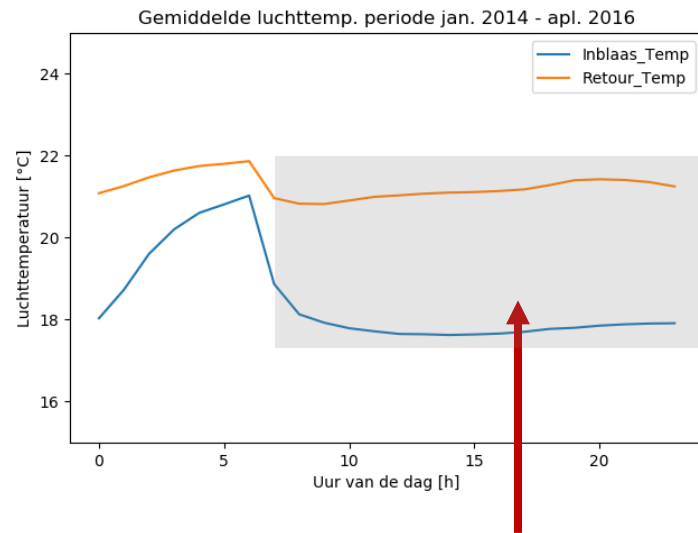
- Tijdens wintermaanden verbruik in de nacht;
- Mogelijk gerelateerd aan verwarming.



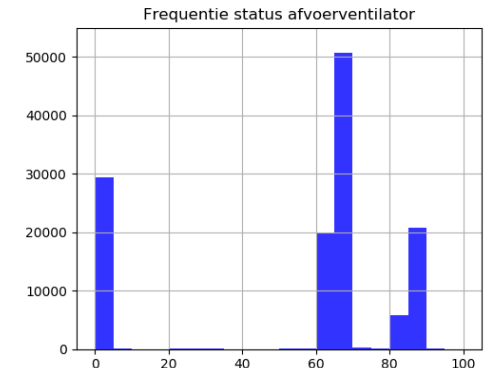
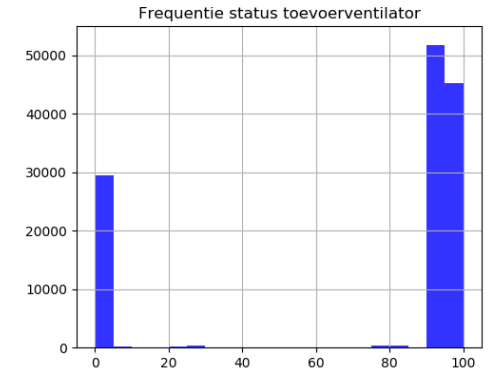
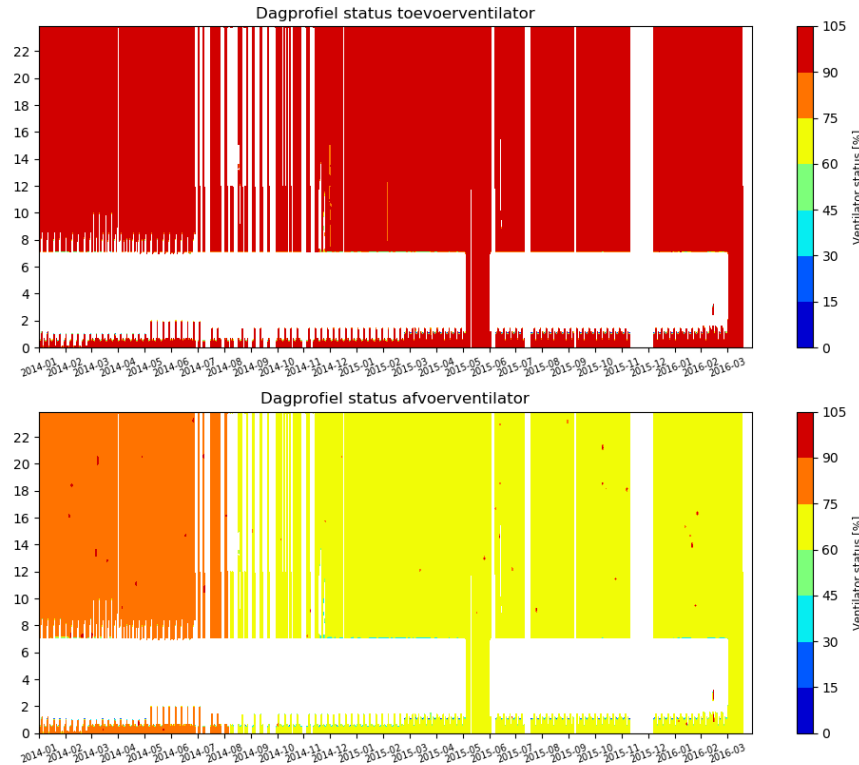
- Ma-Za tussen 07:00 – 17:00 hoog verbruik;
- Voorstellingen meestal in de avond;
- Wellicht mogelijk om installaties aan te zetten op later tijdstip.

1. Analyse

Prestaties LBK Foyer



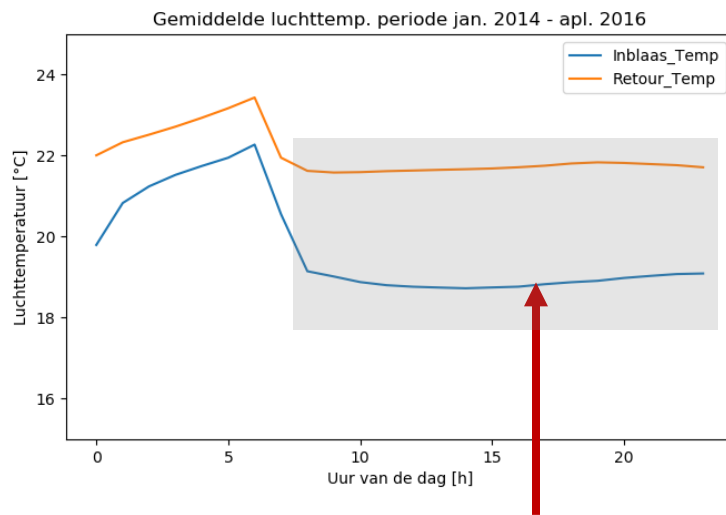
- 18°C inblaastemp. 07:00 – 01:00;
- 21°C uitblaastemp. 07:00 – 01:00.



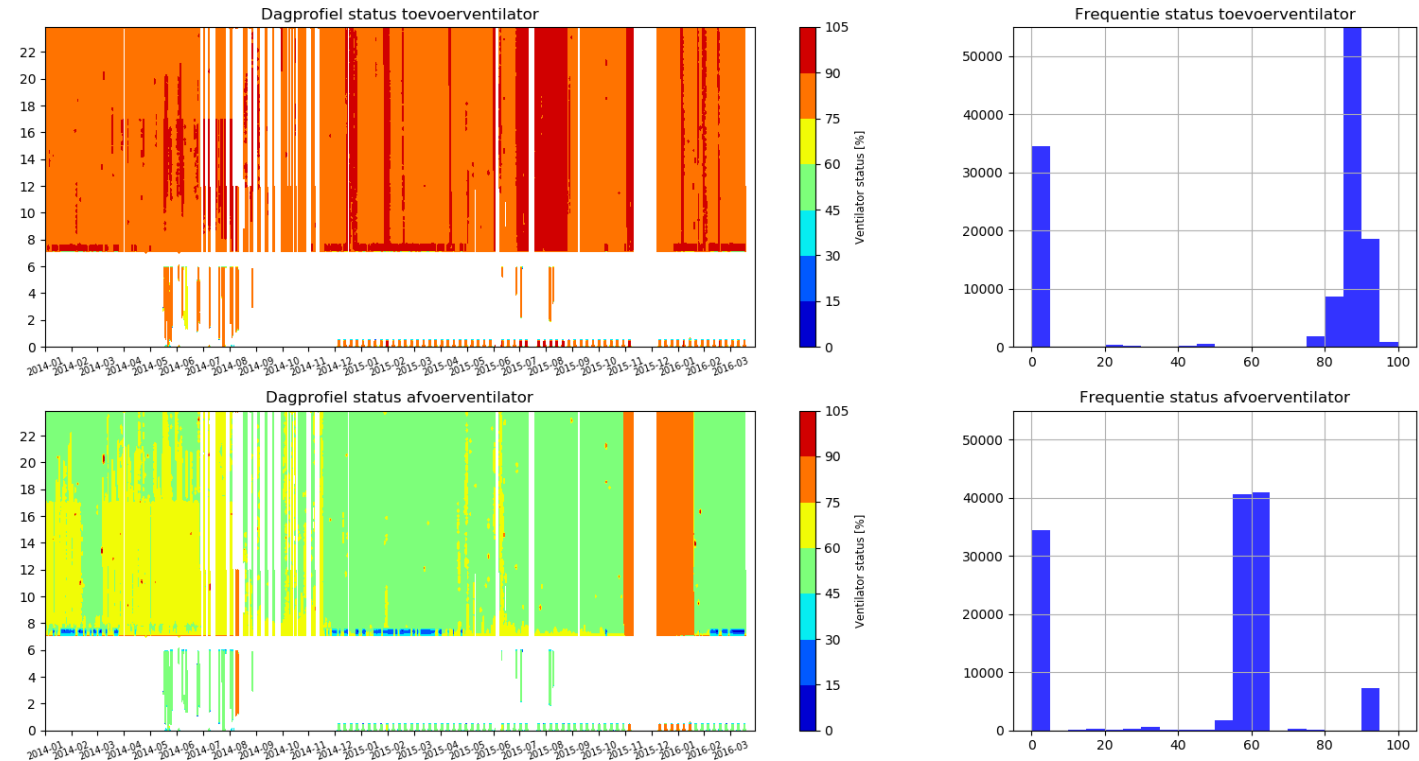
- Toevoerventilator opereert rond de 95%;
- Afvoerventilator opereert rond de 75%;
- LBK draait 7 dagen per week tussen 07:00-01:00.

1. Analyse

Prestaties LBK algemeen



- 19°C inblaastemp. 07:00 – 01:00;
- 22°C uitblaastemp. 07:00 – 01:00.

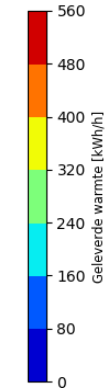
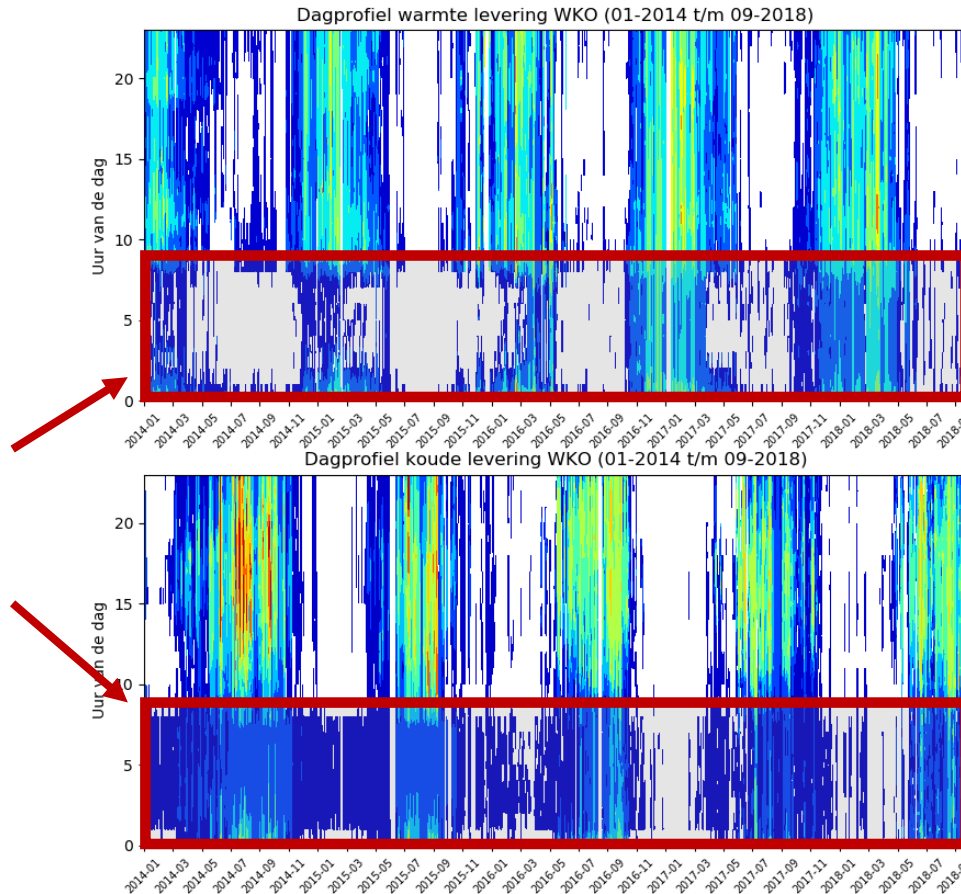


- Toevoerventilator opereert rond de 90%;
- Afvoerventilator opereert rond de 60%;
- LBK draait 7 dagen per week tussen 07:00-00:00.

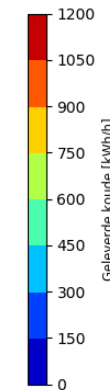
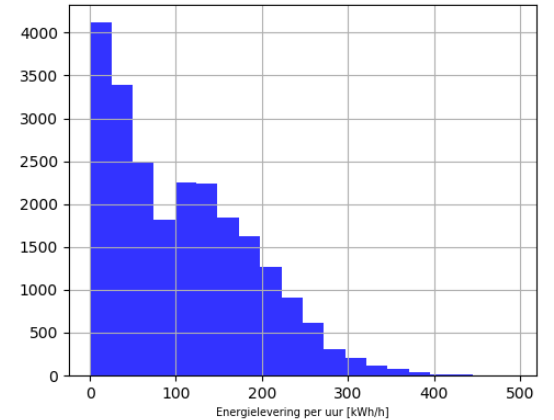
1. Analyse

Prestaties verwarmen & koelen

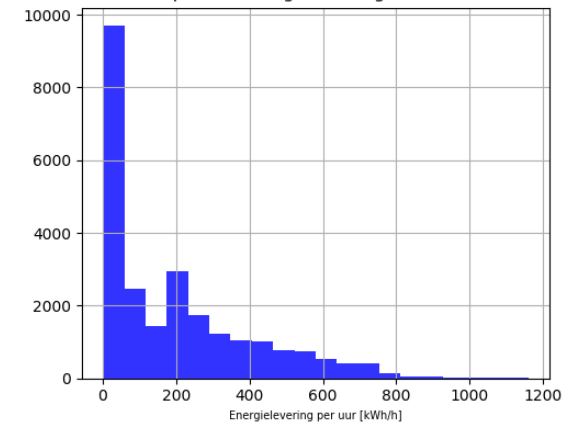
- Vanuit WKO is er levering van warmte en koude tijdens nachturen;
- WKO reageert op vraag vanuit afgiftestations. Welk(e) afgiftestation(s) zijn hiervoor verantwoordelijk?



Frequentie energielevering warme bron



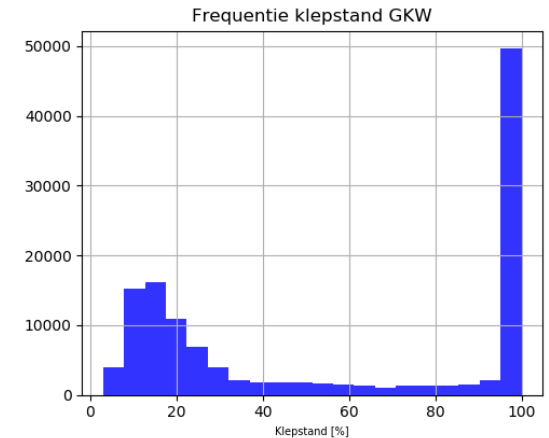
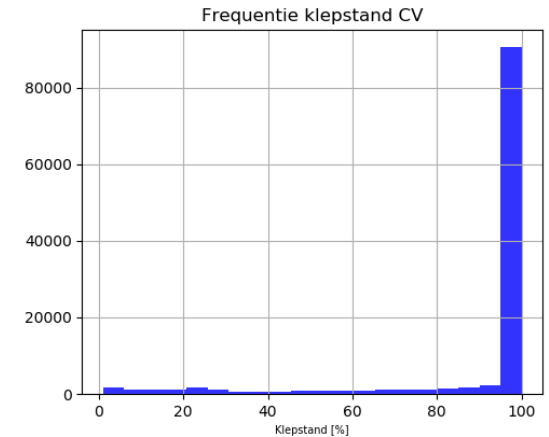
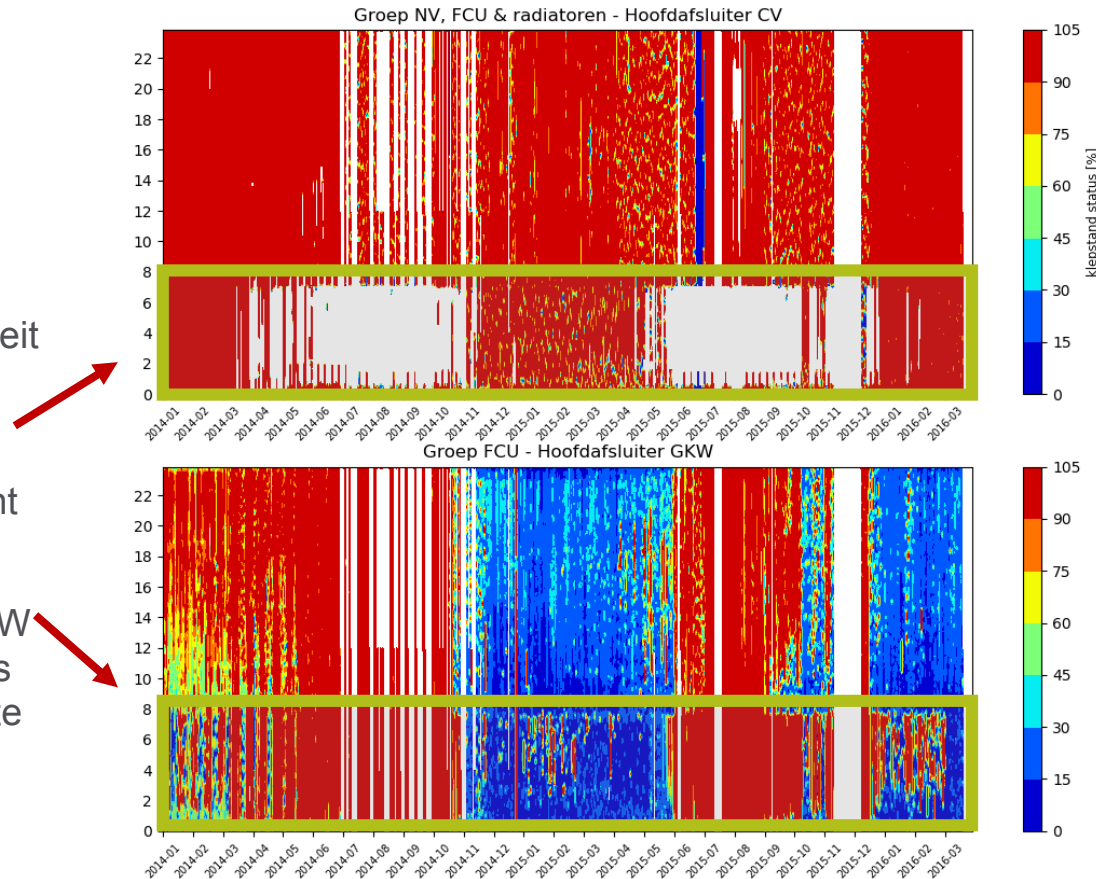
Frequentie energielevering koude bron



1. Analyse

Prestaties verwarmen & koelen

- Kleppen FCU groep tonen activiteit in de nacht;
- Bij verwarming zal tevens de warmtepomp ook tijdens de nacht aanspringen;
- Met een CV vermogen van 714kW en GKW vermogen van 261kW is tevens één van de grootste afgifte groepen.



1. Analyse

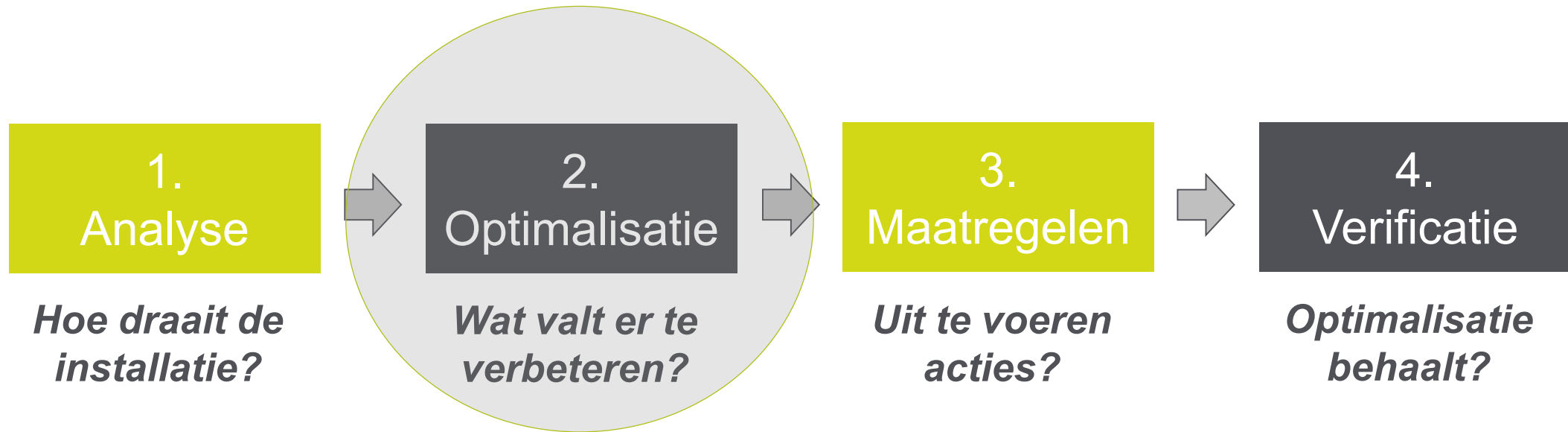
Conclusie resultaten

- LBK's starten om 07:00 en gaan respectievelijk 00:00 en 01:00 uit;
- Gebouwbezetting speelt zich ma. t/m za. voornamelijk af in de avond;
- FCU groep heeft tijdens de nacht vraag naar warmte en/of koude.



Datagedreven prestatie analyse & borging

Internet of Things



2. Optimalisatie

Mogelijkheden eenvoudige besparingen

Aanpassen kloktijden LBK's

- Hoeveel reductie ventilator energie?
- Hoeveel reductie (warmte)pomp energie?
- Welke invloed heeft dit op het onderhoud?

Warmte/koude FCU vraag reduceren

- Hoeveel reductie warmtepomp energie?
- Hoeveel reductie transportpomp energie?
- Welke invloed heeft dit op het onderhoud?

2. Optimalisatie

Besparingspotentieel aanpassen LBK kloktijden

	Scenario 1 [kWh/jaar]	Scenario 1 [€/jaar]	Scenario 2 [kWh/jaar]	Scenario 2 [€/jaar]
• Hoeveel ventilatorenergie wordt er gereduceerd?	78.870	7.550,-	118.300	11.300,-
• Hoeveel warmtepomp energie wordt er gereduceerd?	15.800	1.510,-	21.430	2.050,-
• Totale reductie elektraverbruik	94.670	9.060,-	139.730	13.350,-

2. Optimalisatie

Besparingspotentieel regeling FCU kleppen

	FCU CV [kWh/jaar]	FCU CV [€/jaar]	FCU GKW [kWh/jaar]	FCU GKW [€/jaar]
• Hoeveel WKO pompenergie wordt er gereduceerd?	6.910	660,-	8.430	810,-
• Hoeveel warmtepomp energie wordt er gereduceerd?	49.375	4.725,-	0	0
• Totale reductie elektraverbruik	56.285	5.390,-	8.430	810,-

2. Optimalisatie

Besparing installatietechnisch onderhoud

Welke invloed heeft de
aanpassing van de FCU
kleppen op het onderhoud?



Reduceert draaitijd LBK's
en belasting op
warmtepomp



Verlengt levensduur van
de assets met



Dit scheelt €..... aan
onderhoudskosten

Welke invloed heeft de
aanpassing van de
kloktijden op onderhoud?



Reduceert draaitijd
distributiepompen en
warmtepomp



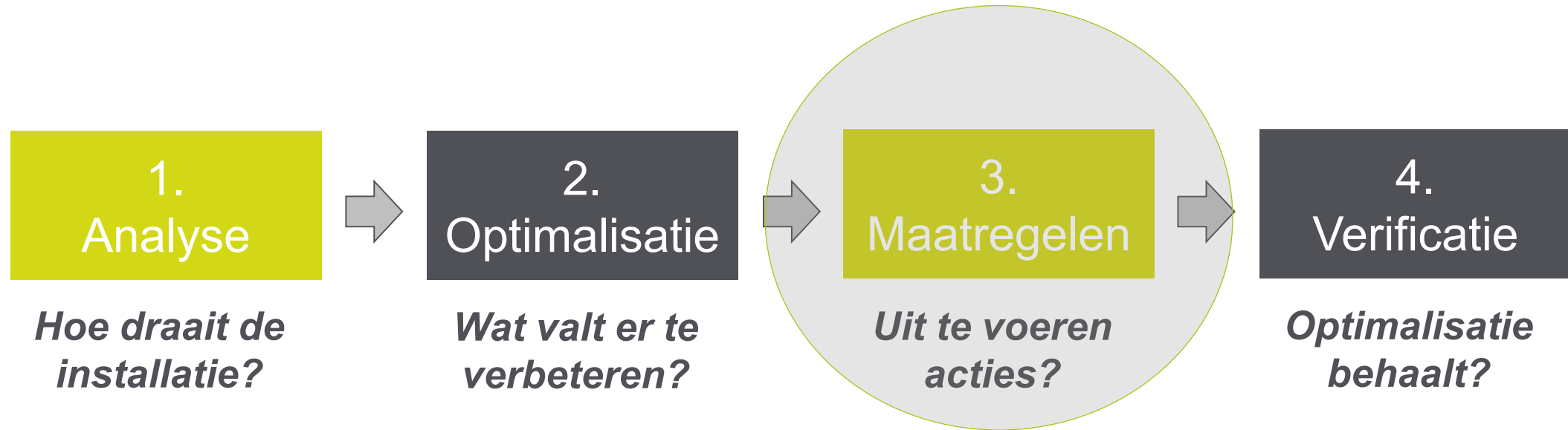
Verlengt levensduur van
de assets met



Dit scheelt €..... aan
onderhoudskosten

Datagedreven prestatie analyse & borging

Internet of Things



3. Maatregelen

Uit te voeren acties

Aanpassen
kloktijden LBK's



- Softwarematige
aanpassing GBS

Thermische vraag
FCU reduceren



- Softwarematige
klok op klepsturing
- Inspectie kwaliteit
regeling CV klep

3. Maatregelen

Investeringsen & opbrengsten

Investering

- Datavergaring & analyse = €15.000,-
- Maatregelen LBK kloktijden = €4.000,-
- Maatregelen FCU kleppen = €15.000,-
- Prestatie bewaking = 2.000,- €/jaar

Totaal = €34.000,- en 2.000 €/jaar

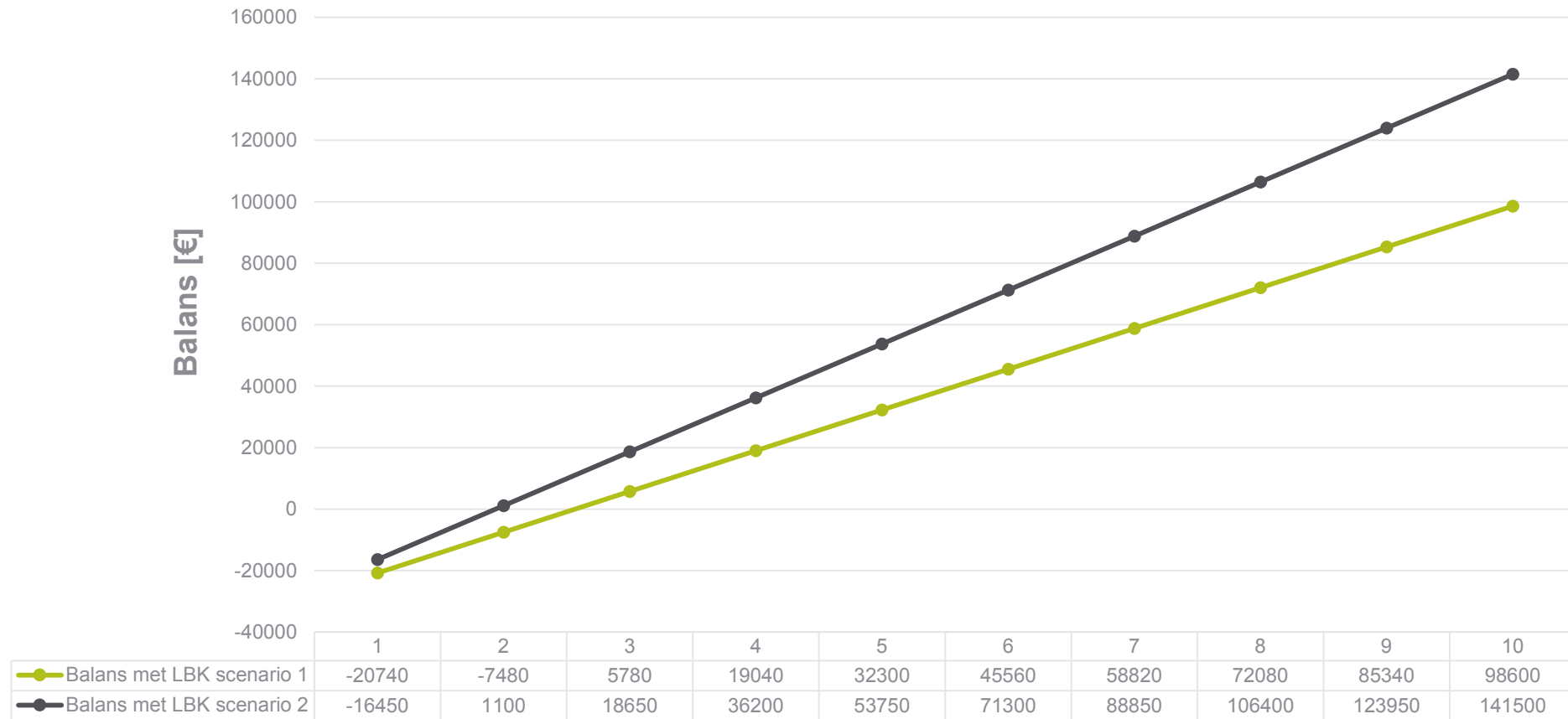
Opbrengsten

- LBK kloktijden = 9.060,- of 13.350,- €/jaar
- FCU CV & GKW nachtklok = 6.200,- €/jaar

Totaal = 15.260,- €/jaar of 19.550 €/jaar

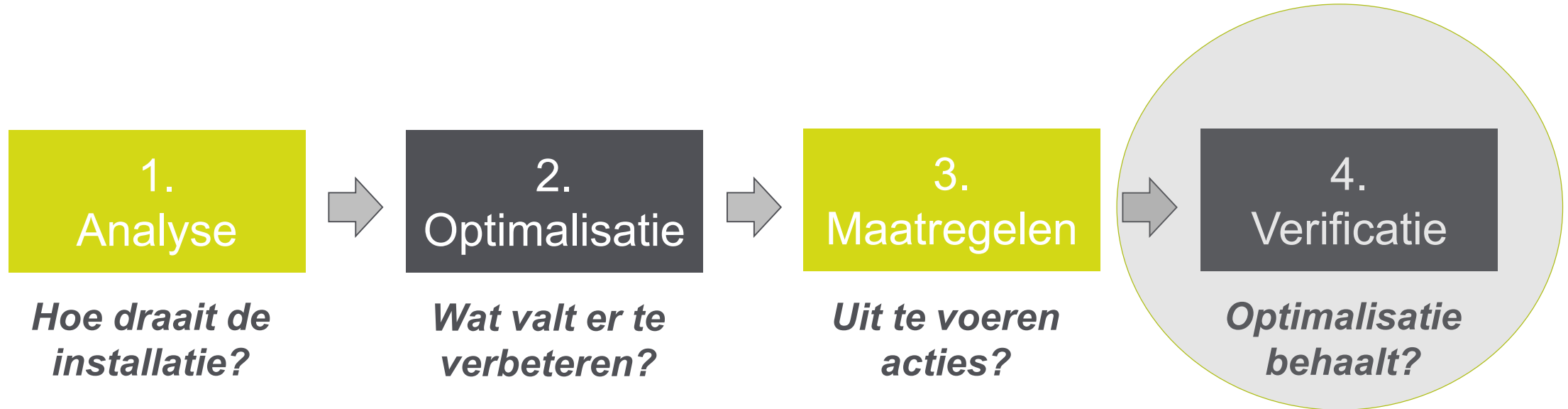
3. Maatregelen

Cashflow over 10 jaar



Datagedreven prestatie analyse & borging

Internet of Things



4. Verificatie

Geautomatiseerde monitoring & alarmering

Algoritme prestatiebewaking LBK's

- Algoritme die monitort of beoogde LBK kloktijden worden overschreden.



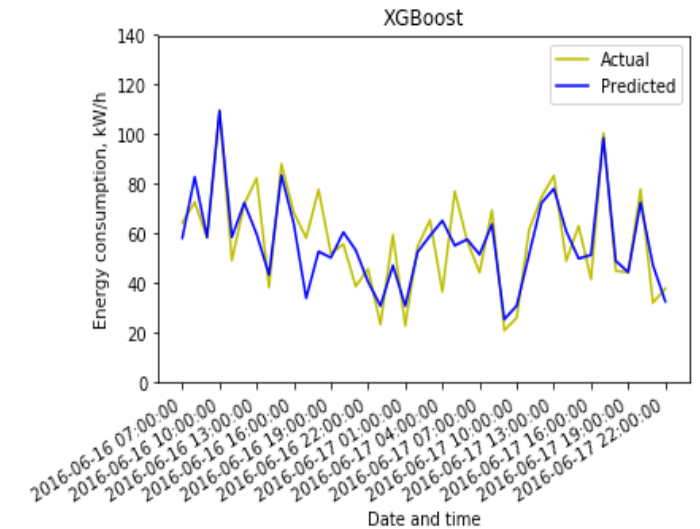
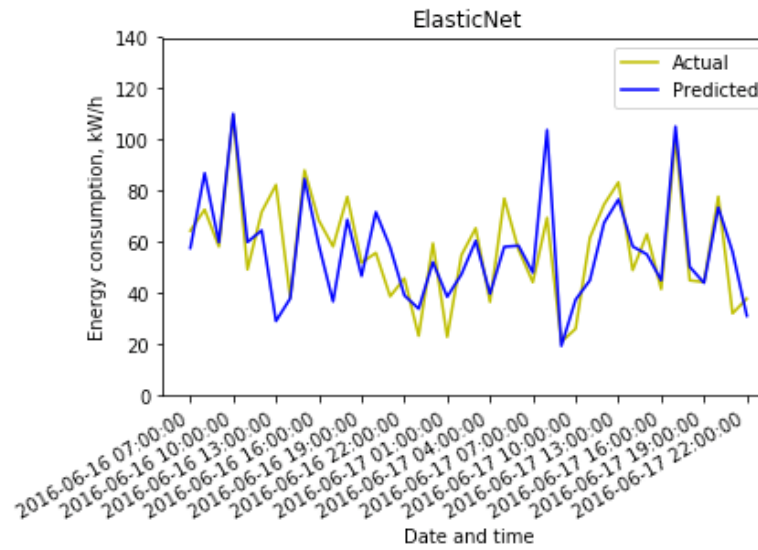
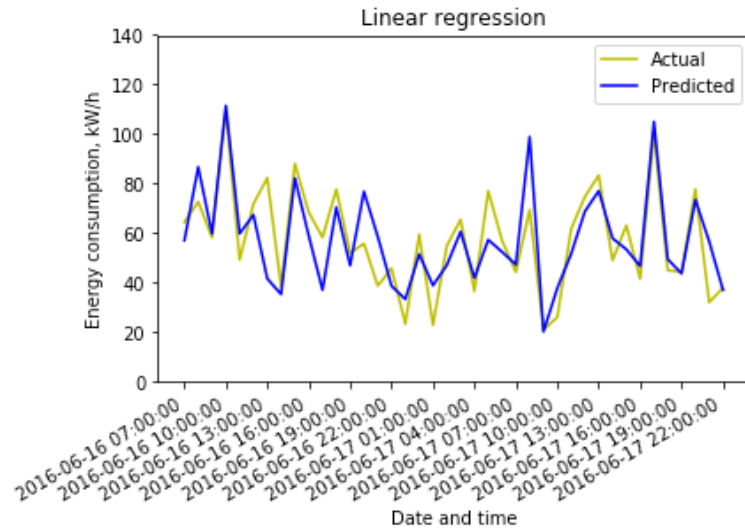
Algoritme prestatiebewaking FCU's

- Algoritme die monitort of FCU's kleppen regelen op gewenste tijden.



4. Verificatie

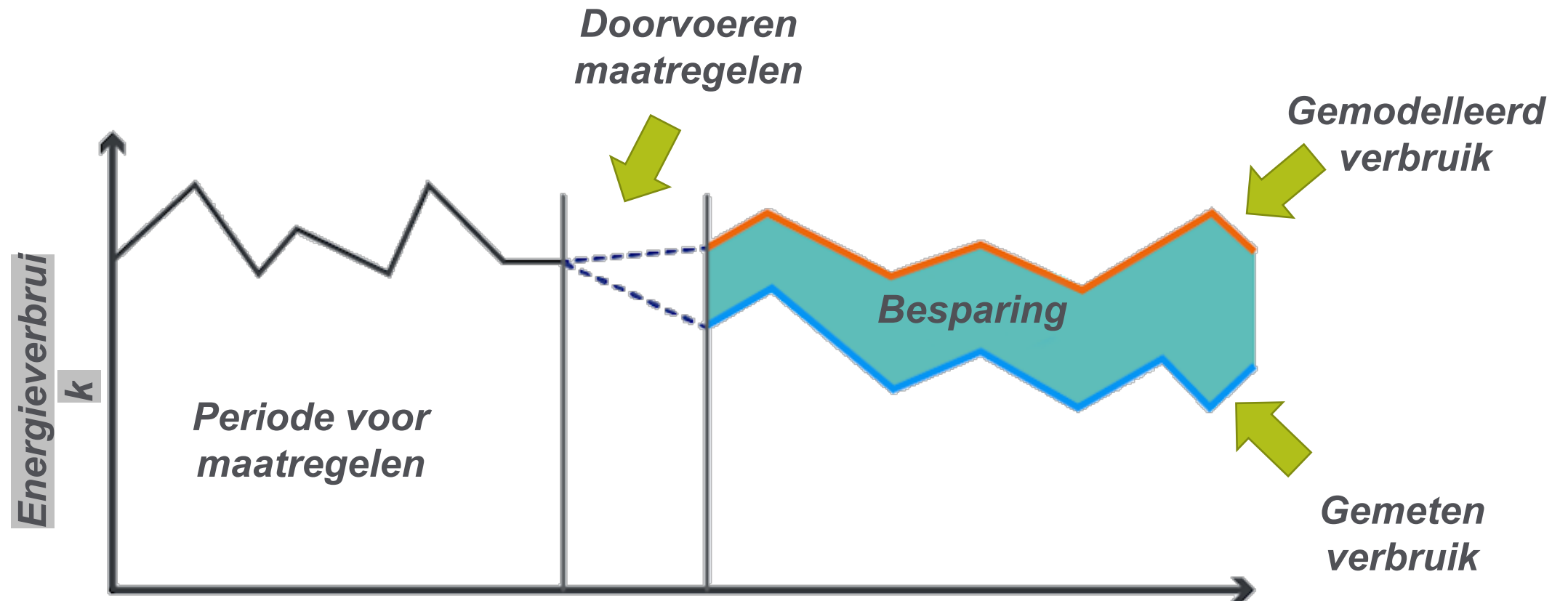
Geautomatiseerde monitoring & alarmering



	Linear regression	ElasticNet	XGBoost
Mean Absolute Error	10.9	11.1	9.0
Mean Absolute Error [%]	19.6 %	19.9 %	16.3 %

4. Verificatie

Nieuwe situatie & oude situatie



Internet of Things

A world connected

Digitale ontwikkelstrategie

Digitale innovatie in korte sprints



Digitale ontwikkelingen

Kans of bedreiging?

Huidig exploitatieproces

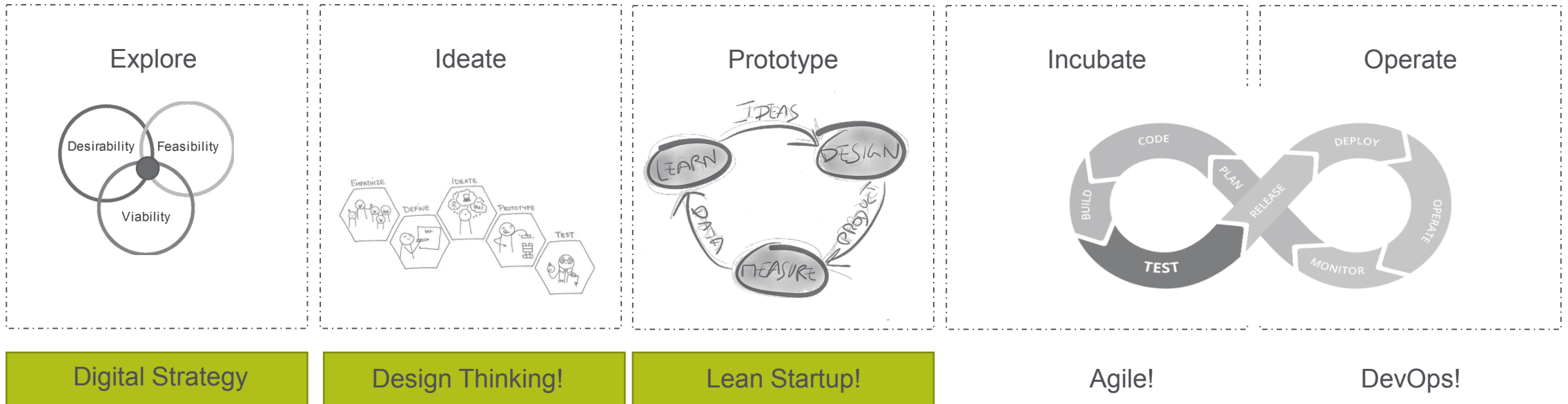


Toekomstig exploitatieproces?



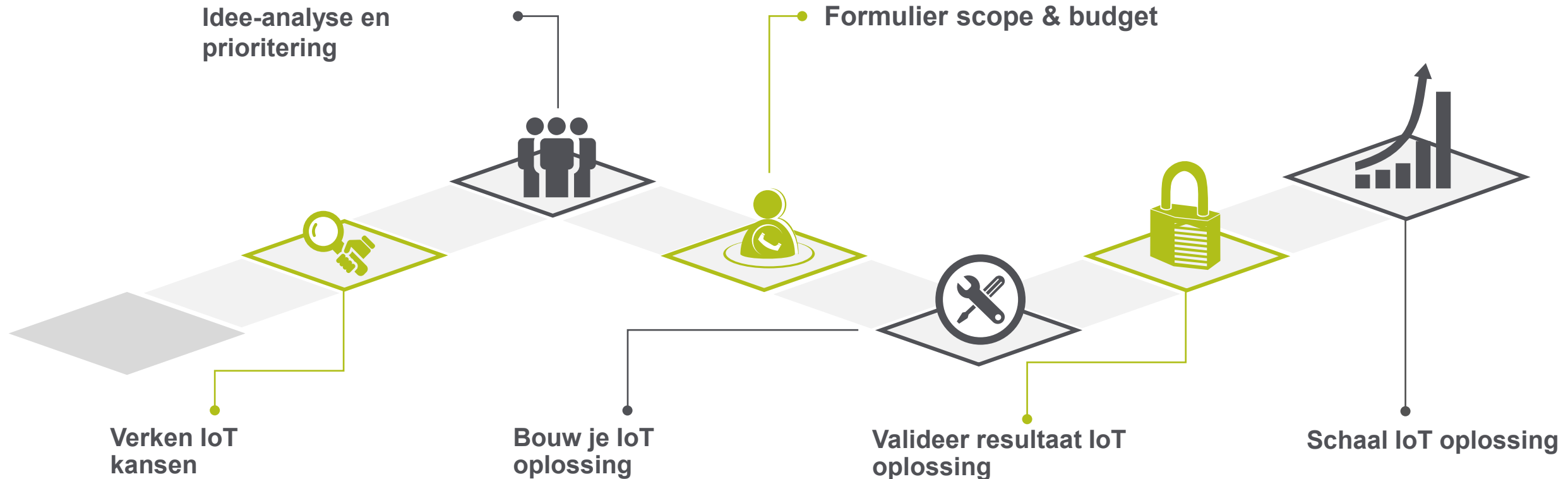
De digitale transformatie

Manier van werken en methodes



Durf te beginnen, maar begin verstandig

Snel resultaat tegen geringe investering





THINK DIGITAL

Heroes B.V. | Verenigde Naties 1, 3527 KT Utrecht | www.heroes.nl

<https://www.linkedin.com/company/heroesthinkdigital>

https://twitter.com/heroes_2017