

# IVU.SUITE

DE END-TO-END OPLOSSING VOOR E-MOBILITEIT

MARTIJN WIEFFERING

JOOST SMITS

# SPREKERS

## IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES



### ■ Martijn Wieffering

- IVU Traffic Technologies Oostenrijk
- Senior project manager



### ■ Joost Smits

- IVU Traffic Technologies Benelux
- Managing Director Nederland



# IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES

## AGENDA



1

**Introductie IVU Traffic Technologies**  
Geschiedenis, referenties, systemen

2

**Lessons learned: uitdagingen stroomnet**  
Capaciteitsplanning & kostenoptimalisatie

3

**Lessons learned: variabele actieradius**  
Invloed van weer, route, tijd & voertuig

4

**Lessons learned: menselijk gedrag**  
Verandering is lastig

5

**Oplossingen**  
Integratie van systemen – IVU.suite

6

**Conclusie**

# IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES

## IVU. SYSTEMS FOR GREEN CITIES.



### IVU.suite

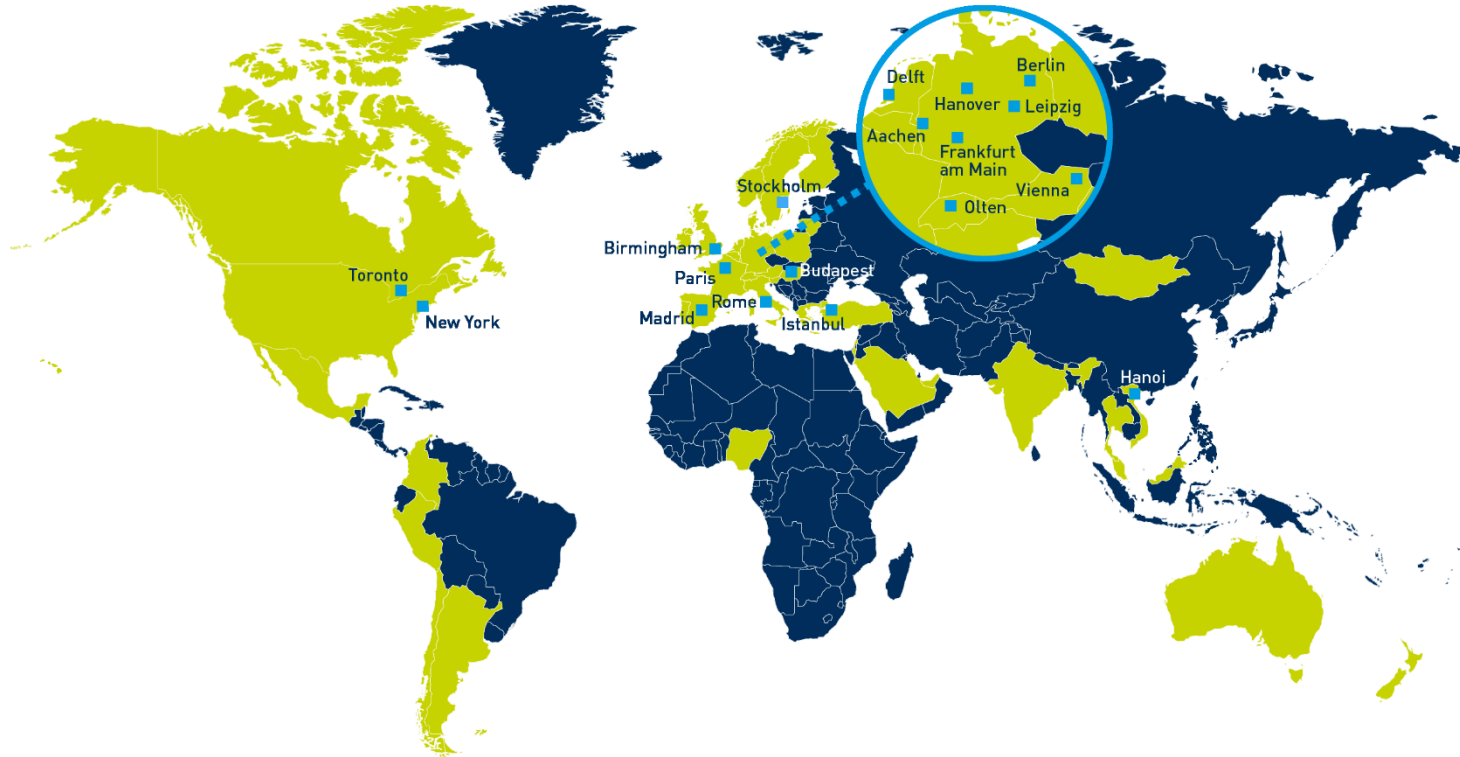
eReady vanaf het begin:  
IVU.suite is het geïntegreerde  
totaalsysteem voor elektrisch  
openbaar vervoer.

# IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES GESCHIEDENIS



# IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES

## WERELDWIJD VERTEGENWOORDIGD



■ 500 klanten  
■ 18 locaties

# IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES

## GESELECTEERDE REFERENTIES



mtrElizabeth line |



SBB CFF FFS  
SBB Cargo



> All references

# IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES

## EEN STANDAARD VOOR IEDEREEN



### IVU.suite

Krachtig standaardproduct voor alle activiteiten van transportbedrijven: van planning tot dagelijkse operatie met elektrische bussen



### IVU.integration

#### Interconnecting systems

We zorgen voor naadloze systeeminteractie en soepele gegevensstromen.



### IVU.xpress

#### Proven project process

Met ons implementatieproces kunt u uw project eenvoudiger plannen en bent u verzekerd van een snelle go-live.



### IVU.support

#### Highly skilled support team

Zelfs na de implementatie zijn onze uitermate bekwame support teams altijd beschikbaar.



### IVU.cloud

#### Reliable hosting in the cloud

Betrouwbaar en met een hoge beschikbaarheid: Wij hosten en beheren uw systeem in onze cloud.



### IVU.consult

#### Strategic consulting

Wij ondersteunen u bij het verbeteren van uw aanbod en het optimaliseren van uw processen met de producten van IVU.suite.



## GEÏNTEGREERDE OPLOSSINGEN VOOR (ELEKTRISCHE) BUS & TREIN

### SERVICE PLANNING

Network and  
timetable  
planning

IVU.timetable  
IVU.trainpath



### RESSOURCE PLANNING

Vehicle  
scheduling

IVU.run



### RESSOURCE DISPATCHING

Vehicle dispatch  
and depot  
management

IVU.vehicle  
IVU.charge



### FLEET MANAGEMENT

Control centre

IVU.fleet  
IVU.controlcentre



### TICKETING AND ON-BOARD DEVICES

Tariff  
management  
and fare  
collection

IVU.fare

### INFORMATION AND ANALYTICS

Dynamic  
passenger  
information

IVU.realtime  
IVU.journey

### CONTROLLING

Accounting  
and reporting

IVU.control



Data  
integration

IVU.pool  
IVU.integration

Personnel  
and duty  
scheduling

IVU.duty



Personnel  
dispatch

IVU.crew



Incident  
management

IVU.incident



Ticket sales  
and inspection

IVU.ticket

Big data and  
analytics

IVU.data

Mobile  
workplace

IVU.pad



On-board  
software

IVU.cockpit



Vehicle  
equipment

IVU.box  
IVU.ticket.box  
IVU.validator

# BELANGRIJKSTE LESSEN WAT HEBBEN WE GELEERD?



**De meest  
gemaakte fout...**

Een diesel (of CNG) bus is  
geén elektrische bus!

# BELANGRIJKSTE LESSEN

## NIEUWE AFHANKELIJKHEDEN EN UITDAGINGEN

### ■ Stroomnet

- Is er genoeg capaciteit? Zo niet, welke markten krijgen voorrang?
- Heb ik de hele dag toegang tot het stroomnet?
- Wat doen we als de stroom uitvalt?
- Hoe kan ik de stroomkosten zo laag mogelijk houden?

### ■ Variabele actieradius door externe factoren:

- Route invloeden: stad of streek, snelheid
- Weersinvloeden: winter vs zomer
- Tijdsinvloeden: spits vs geen spits
- Voertuiginvloeden: state of health van de accu, bestuurder

### ■ Menselijk gedrag

- Laadstress
- Bus voorkeur (“deze stoel zit tenminste lekker”)
- Extra taak: stekker inpluggen (hoeveel tijd krijgen bus bestuurders hiervoor?)
- Extra taak: laadmanagement

# BELANGRIJKSTE LESSEN

## NIEUWE AFHANKELIJKHEDEN EN UITDAGINGEN

### ■ Stroomnet

- Is er genoeg capaciteit? Zo niet, welke markten krijgen voorrang?
- Heb ik de hele dag toegang tot het stroomnet?
- Wat doen we als de stroom uitvalt?
- Hoe kan ik de stroomkosten zo laag mogelijk houden?

### ■ Variabele actieradius door externe factoren:

- Route invloeden: stad of streek, snelheid
- Weersinvloeden: winter vs zomer
- Tijdsinvloeden: spits vs geen spits
- Voertuiginvloeden: state of health van de accu, bestuurder

### ■ Menselijk gedrag

- Laadstress
- Bus voorkeur (“deze stoel zit tenminste lekker”)
- Extra taak: stekker inpluggen (hoeveel tijd krijgen bus bestuurders hiervoor?)
- Extra taak: laadmanagement (monitoring van laadprocessen)

### Oplossingen

Slimme IT systemen, zoals  
IVU.suite

Change management

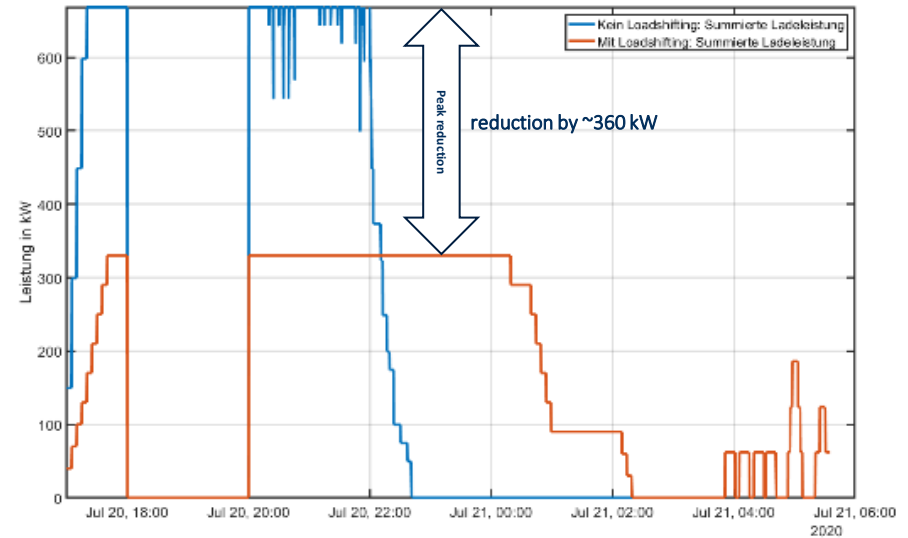
(waar mogelijk met ondersteuning van IT)

# STROOMNET

## CAPACITEITSPANNING

### ■ Management van capaciteit

Als er geen stroom beschikbaar is gedurende een periode van de dag, hoeft er niet altijd maximaal vermogen gebruikt te worden om te laden



# STROOMNET

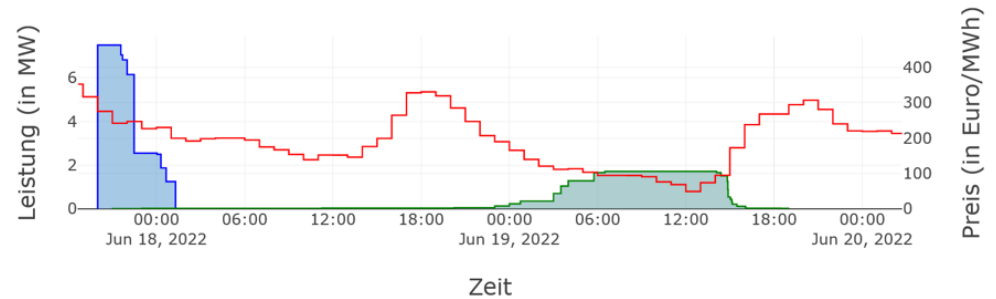
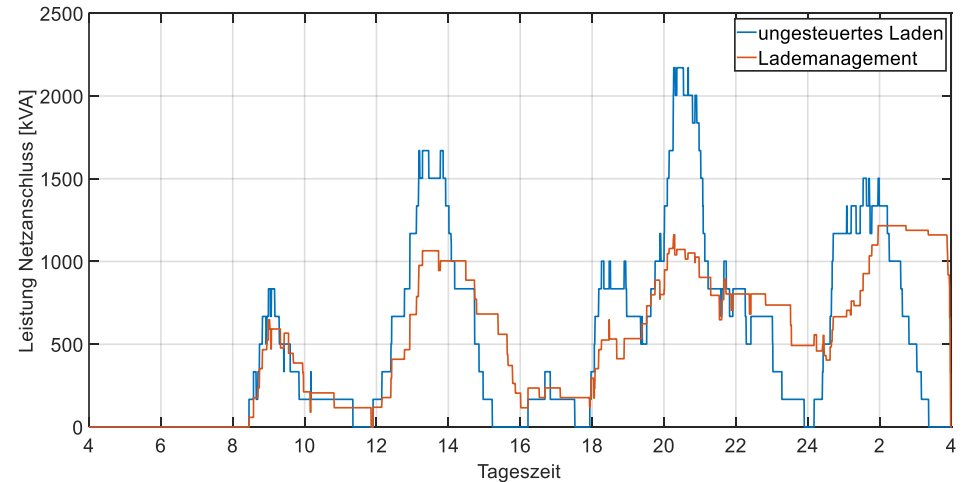
## KOSTENOPTIMALISATIE

### ■ Peak Shaving

Het verlagen van de pieken zorgt voor een goedkoper stroomcontract

### ■ Laden wanneer de stroomprijs laag is

Optimalisatie van dynamische stroomkosten is mogelijk door rekening te houden met de real-time stroomprijs per uur



—■— Initiale Lösung

—■— ALNS

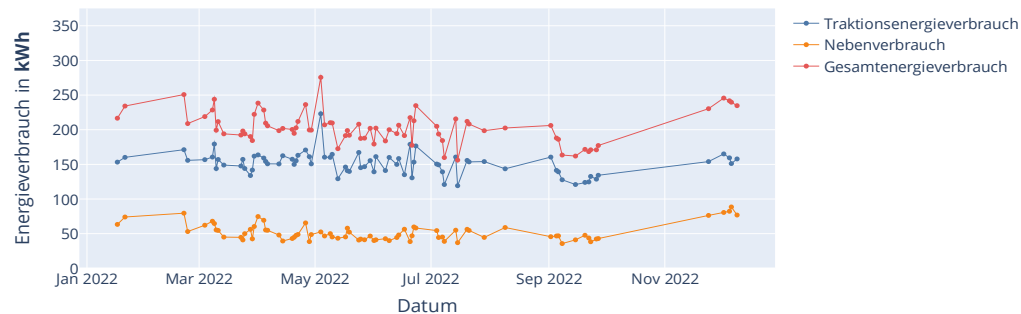
—■— Real-Time-Preis

# VARIABELE ACTIERADIUS DOOR EXTERNE FACTOREN

## ROUTE INVLOEDEN

### ■ Voorbeeld streekvervoer

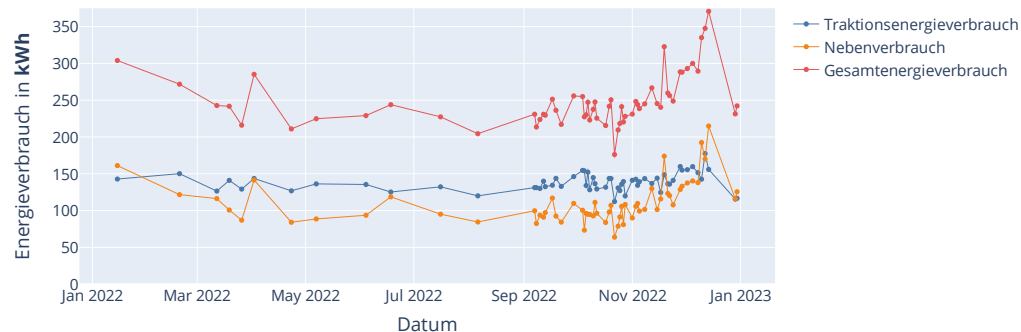
Energieverbrauch Umlauf #EFV5S007X1



### ■ Voorbeeld stadsvervoer

- Verschil met streekvervoer: secundaire/ondersteunende systemen vragen meer stroom, bijvoorbeeld omdat de deuren vaker open gaan

Energieverbrauch Umlauf #E2V0S4O2

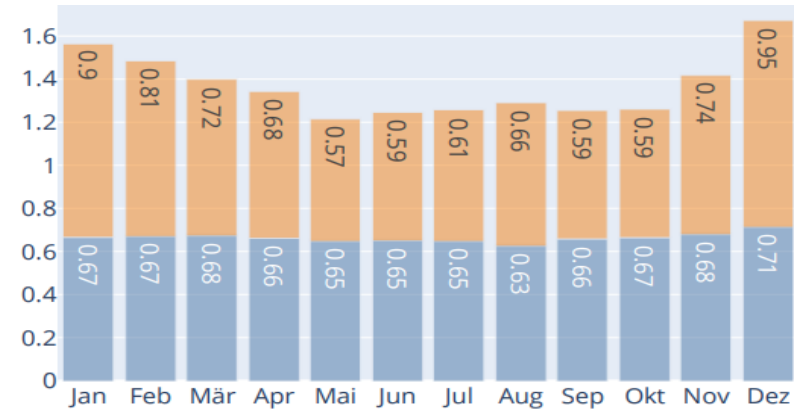


# VARIABELE ACTIERADIUS DOOR EXTERNE FACTOREN

## WEERSINVLOEDEN

### ■ Voorbeeld energieverbruik stadsvervoer

- Weinig verschil in vermogen nodig voor tractie
- Groot verschil in vermogen nodig voor secundaire/ondersteunende systemen, vooral in koude maanden



Blauw: tractie

Oranje: ondersteunende systemen

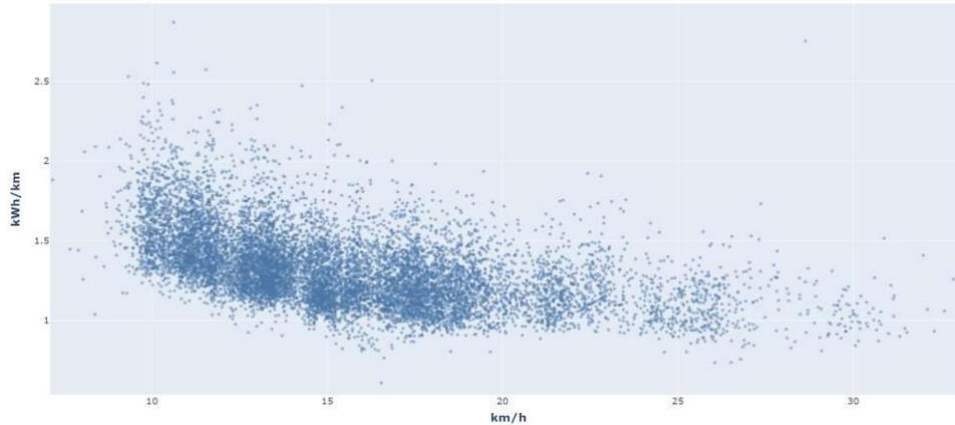
Temperatuur: tussen -8 en 30 graden Celcius



# VARIABELE ACTIERADIUS DOOR EXTERNE FACTOREN

## SNELHEID

Energieverbrauch pro km nach Durchschnittsgeschwindigkeit Je Umlauf



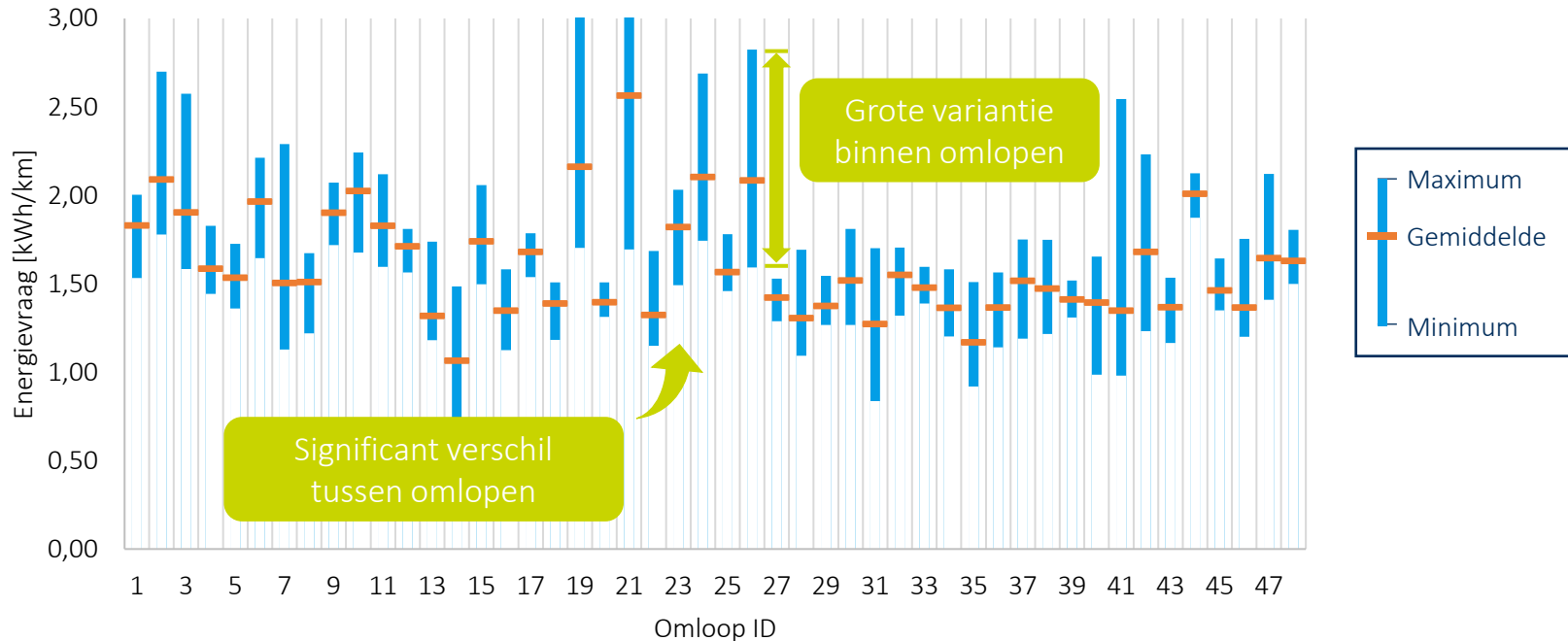
Snelheid:

- 10-12 km/u 1.2-2.0 kWh/km
  - 20-30 km/u 0.7-1.2 kWh/km
- De gemiddelde snelheid van het voertuig heeft een sterke invloed op het energieverbruik
  - Lagere snelheden leiden tot: een hoger energieverbruik en grotere schommelingen
  - Schommelingen bijna uitsluitend te wijten aan secundaire/ondersteunende systemen
  - Actieradius met een 300kW-batterij van 150-320 km

# VARIABELE ACTIERADIUS DOOR EXTERNE FACTOREN

## ACCU & MENSELIJKE INVLOED

- Hoe snel neemt de state of health van de accu af?
- Wat is de invloed van sneller optrekken, harder remmen etc.?



# VARIABELE ACTIERADIUS DOOR EXTERNE FACTOREN

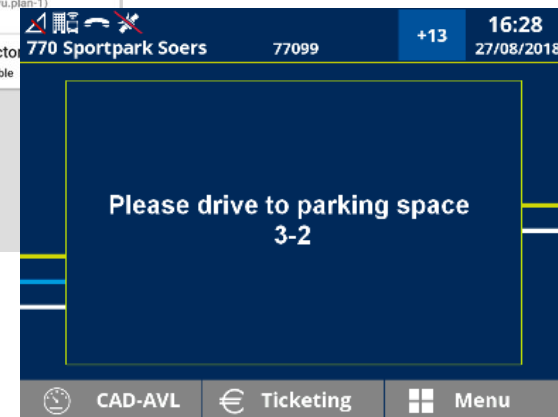
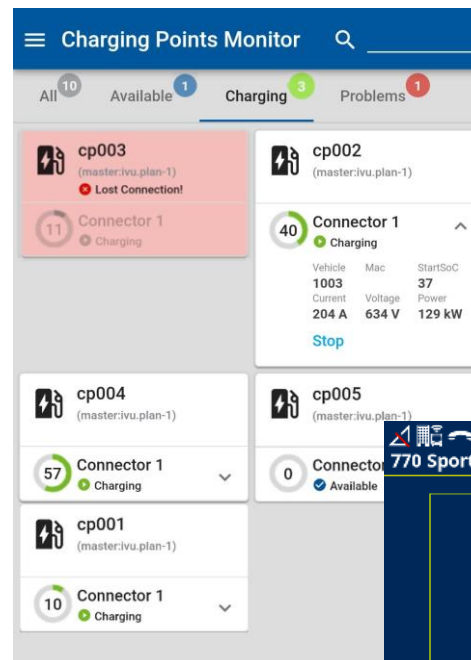
## BELANGRIJKSTE LESSEN

- De tractie-energie is vrijwel constant, afhankelijk van de afgelegde afstand
- Het verbruik van secundaire systemen is afhankelijk van de gebruiksduur van het voertuig
- Verbruik van secundaire systemen is hoger in steden dan in de streek:
  - Stadsvervoer: 50-60%
  - Streekvervoer: 30-40%
- De gemiddelde invloed van externe factoren is:
  - Snelheid: +/-30%
  - Bestuurder: +/-25%
  - Temperatuur: +/-20%
  - Topologie: +/-15%
- Zonder goede inschatting van de actieradius, is het erg moeilijk om een goede dienstregeling te rijden

# VARIABELE ACTIERADIUS DOOR EXTERNE FACTOREN

## MENSELIJK GEDRAG

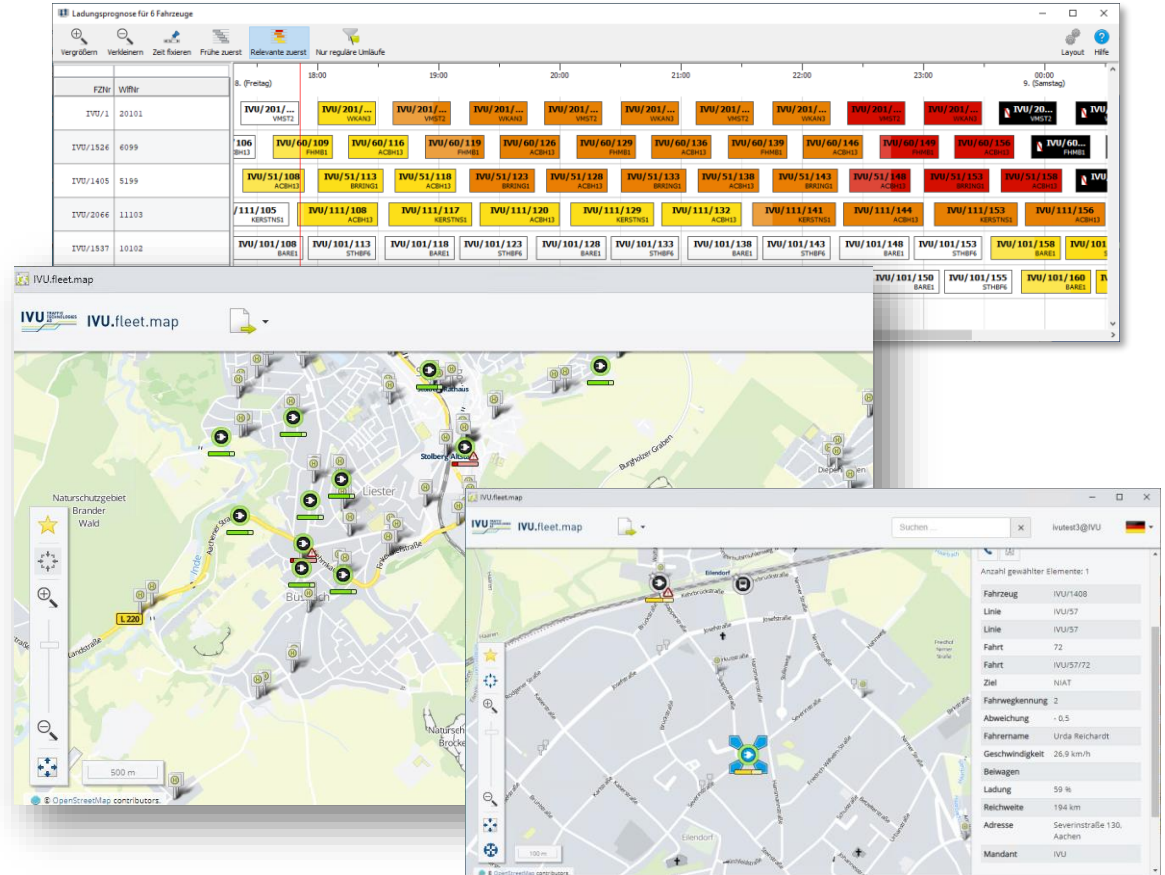
- Het belang van change en stakeholder management is makkelijk te onderschatten
- Veranderingen voor bestuurders:
  - Een specifieke bus is gekoppeld aan een omloop op basis van benodigde SoC
  - Bussen krijgen een aangewezen parkeerplaats
  - Na het parkeren moet de bus geladen worden
- Veranderingen voor management:
  - Monitoring van laadprocessen: wie is verantwoordelijk?
  - Actieve sturing in geval van problemen: wat als bussen 's nachts stoppen met laden?



# VARIABLE ACTIERADIUS DOOR EXTERNE FACTOREN

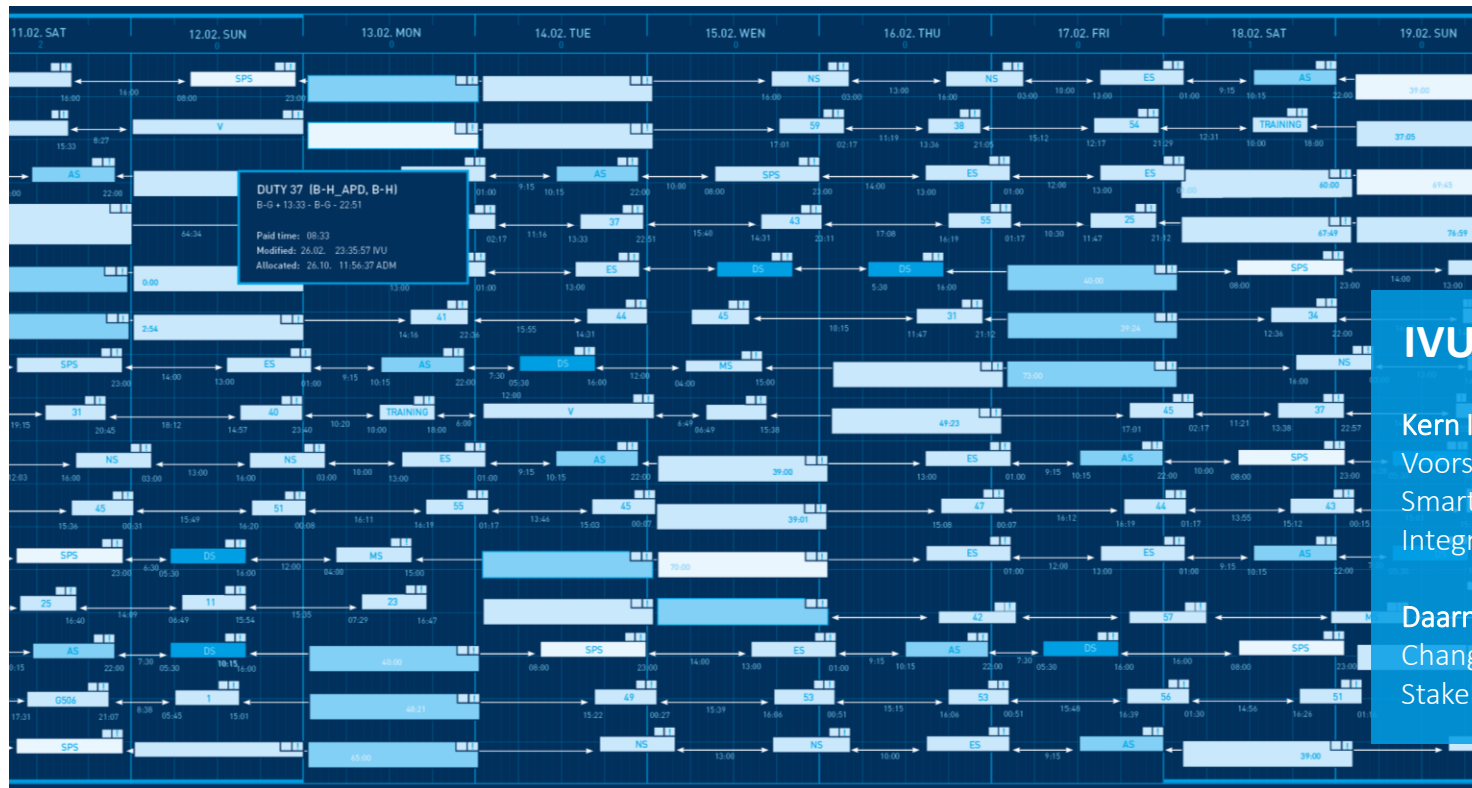
## MENSELIJK GEDRAG

- Laadstress bestaat!
- Bestuurders willen graag 100% SoC (en pakken wellicht een andere bus dan toegewezen)
- Slimme technologie kan voorspellen hoeveel SoC nodig is voor een specifieke omloop
- Externe factoren hebben impact op de range en dienen onderdeel te zijn van het algoritme
- Vertrouwen in deze systemen kan tijd nodig hebben



# OPLOSSING

## HOE HEBBEN WE DIT VRAAGSTUK OPGELOST?

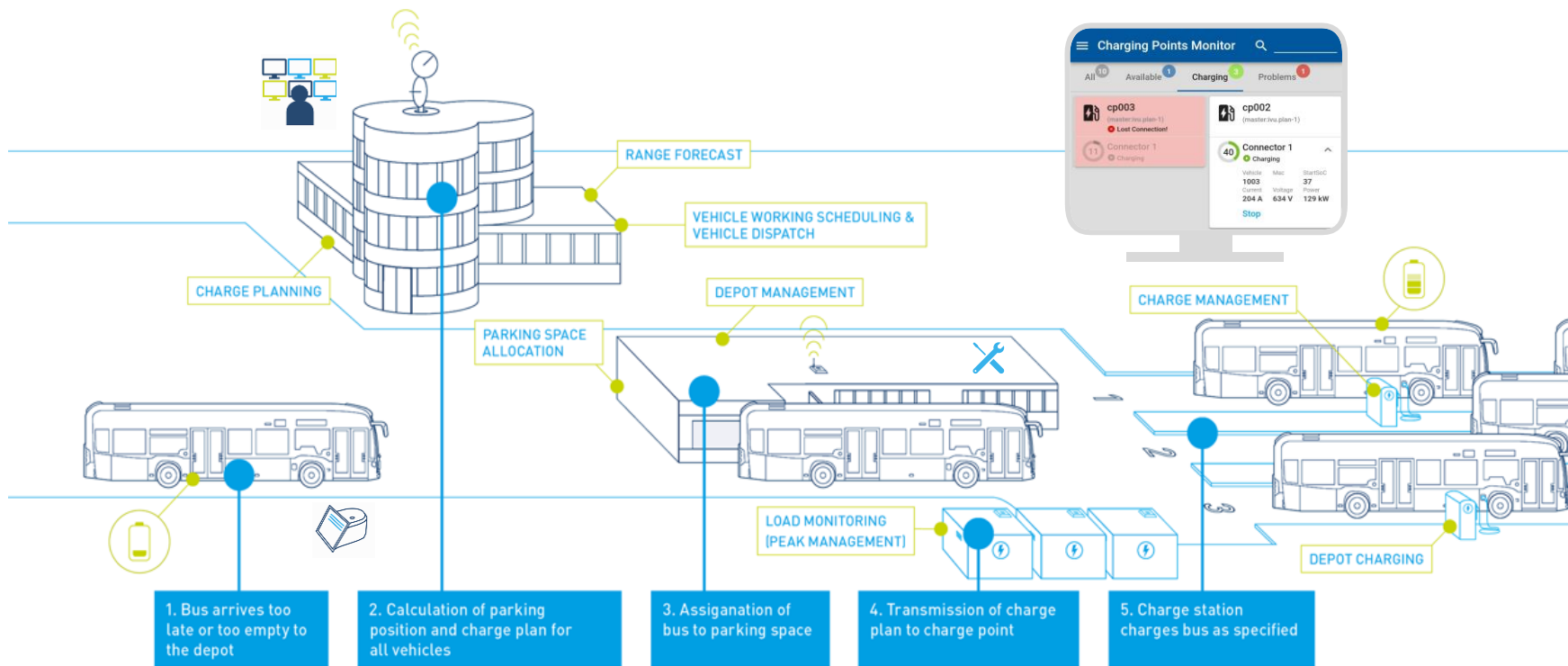


### IVU.suite

- Kern IT oplossing:
- Voorspelling actieradius
- Smart charging
- Integratie tussen systemen

- Daarnaast:
- Change management
- Stakeholder management

# OPLOSSING GEÏNTEGREERD SYSTEEM

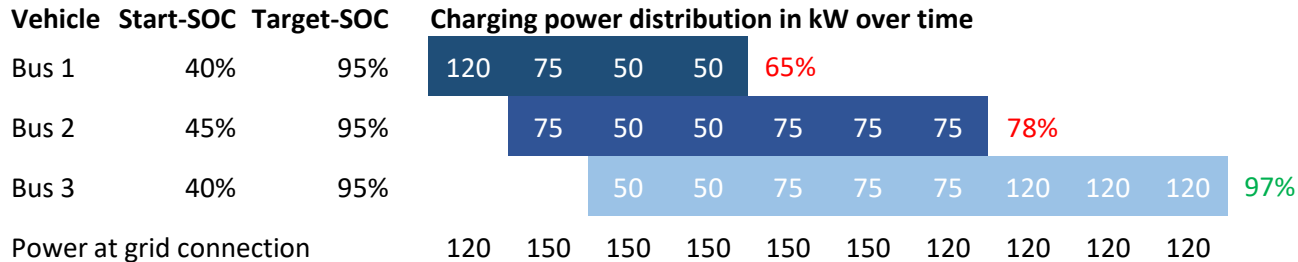


# OPLOSSING

## GEBRUIK VAN SMART CHARGING

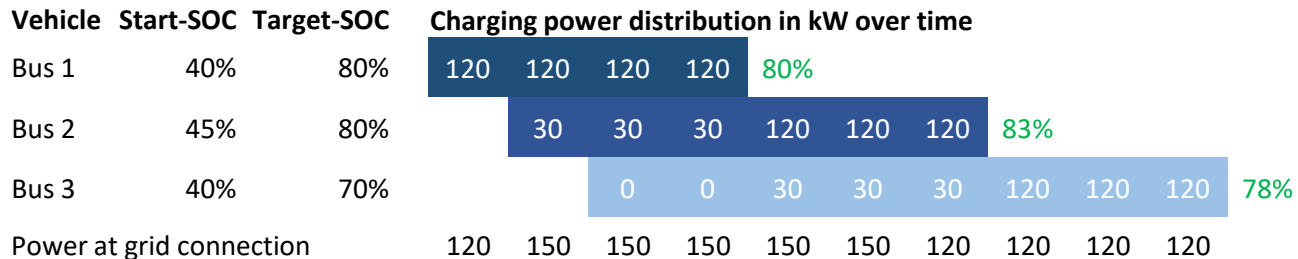
### ■ Standaard vs slim laden

#### ■ Evenredige verdeling van beschikbare stroomcapaciteit



Two buses not ready for operation

#### ■ Smart charging



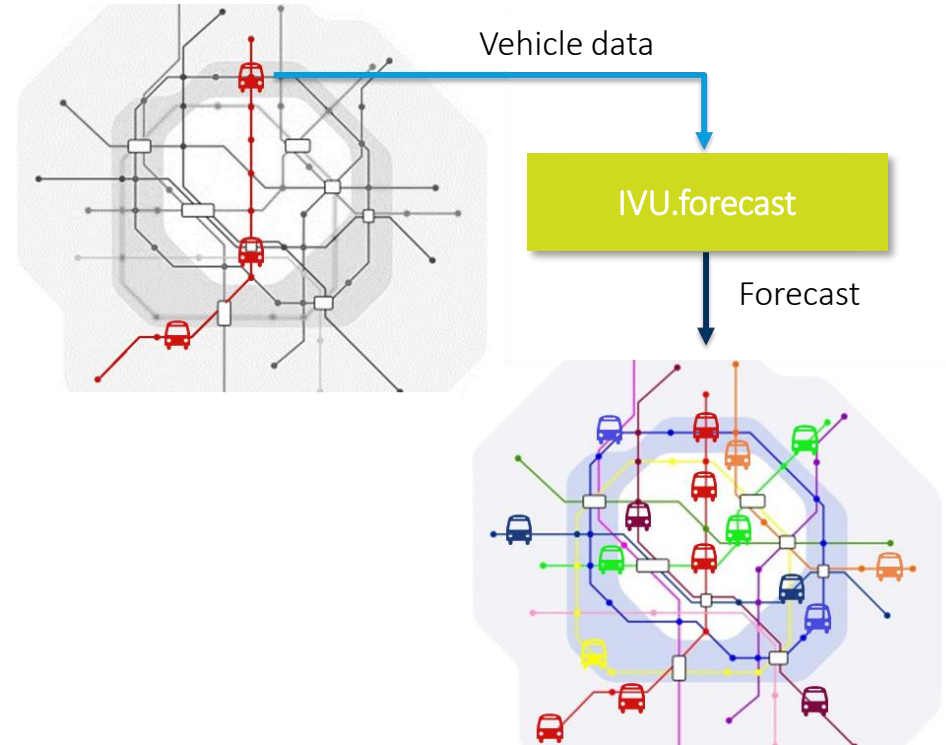
Charging targets reached, all buses ready for operation



# OPLOSSING

## VOORSPELLING ACTIERADIUS

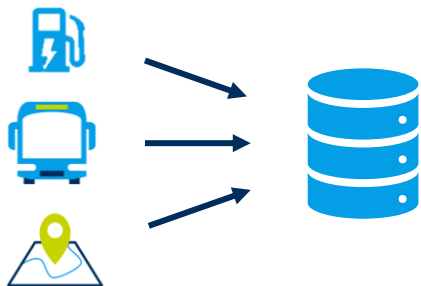
- IVU.forecast is een modelgebaseerd algoritme dat de actieradius kan voorspellen op basis van verschillende variabelen
- Het algoritme is geïntegreerd in meerdere IVU.suite modules
- Gebruik is automatisch: er is geen extra inspanning vereist van de gebruiker
- De kwaliteit van de voorspelling wordt continu verbeterd met behulp van actuele gegevens uit voertuiggebruik en machine learning



# OPLOSSING

## INZICHT IN DATA VOOR BETERE PLANNING

- Analyse van busdata is noodzakelijke input voor het optimaliseren van de dienstregeling
- Data helpt om de juiste balans te vinden tussen een veilige range en onnodig volle accu's



The screenshot shows the IVU Ebus Analytics web application. The top navigation bar includes 'IVU Ebus Analytics', 'Vehicles', 'Blocks', 'Charge Points', 'Charging Processes', and 'Plot'. The main content area is titled 'Blocks' and shows a summary of data for the 'Last Day' and 'Last 14 Days'. The summary includes: Total (24), Energy (kWh) (5,527), Duration (h) (136), and Distance (km) (4,725). Below the summary is a table with columns for Block ID, Vehicle, Departure Time, Arrival Time, Distance, Duration, SOC Start, SOC End, Temperature, and Energy Total - driving. The table contains 13 rows of data for various vehicles and their trips.

Block ID	Vehicle	Departure Time	Arrival Time	Distance	Duration	SOC Start	SOC End	Temperature	Energy Total - driving
4591217	IVU/2359	01/01/2024 8:28	01/01/2024 12:36	112.75km	4:07:18	93%	68%	4.17 °C	122.31 kWh
4591220	IVU/2539	01/01/2024 9:54	01/01/2024 13:17	29.81 km	3:22:10	99%	76%	2.24 °C	128.18 kWh
4591292	IVU/4198	01/01/2024 10:41	01/01/2024 15:38	77.98 km	4:57:31	94%	43%	3.49 °C	133.82 kWh
4591206	IVU/3259	01/01/2024 11:54	01/01/2024 19:44	161.19 km	7:50:53	99%	37%	2.84 °C	149.42 kWh
4591207	IVU/2378	01/01/2024 12:36	01/01/2024 21:51	112.75km	9:15:11	90%	41%	4.23 °C	139.42 kWh
4591232	IVU/3134	01/01/2024 13:17	01/01/2024 23:24	77.98 km	10:07:09	99%	21%	5.65 °C	133.82 kWh
4591215	IVU/1334	01/01/2024 8:38	01/01/2024 18:28	147.11 km	9:49:22	94%	18%	7.17 °C	149.42 kWh
4591212	IVU/3355	01/01/2024 9:44	01/01/2024 19:44	117.11 km	9:59:26	95%	47%	3.24 °C	122.31 kWh
4591208	IVU/4198	01/01/2024 10:51	01/01/2024 16:41	67.25km	5:50:33	89%	28%	2.46 °C	104.85 kWh
4591202	IVU/1498	01/01/2024 11:24	01/01/2024 18:54	127.98 km	7:29:48	93%	22%	3.27 °C	139.42 kWh
4591229	IVU/5932	01/01/2024 8:28	01/01/2024 19:36	136.24km	11:07:18	91%	13%	4.23 °C	104.85 kWh



IVU.integration

Interconnecting systems

We zorgen voor naadloze systeeminteractie en soepele gegevensstromen.

# OPLOSSING

## HOE ZIET EEN PROJECT ERUIT?



IVU.xpress

### Proven project process

Met ons implementatieproces kunt u uw project eenvoudiger plannen en bent u verzekerd van een snelle go-live.



# OPLOSSING

## HOE ZIET CUSTOMER SUPPORT ERUIT



- Hoe helpen we klanten na oplevering?
- Welke communicatie middelen?
- Updates?



**IVU.service**

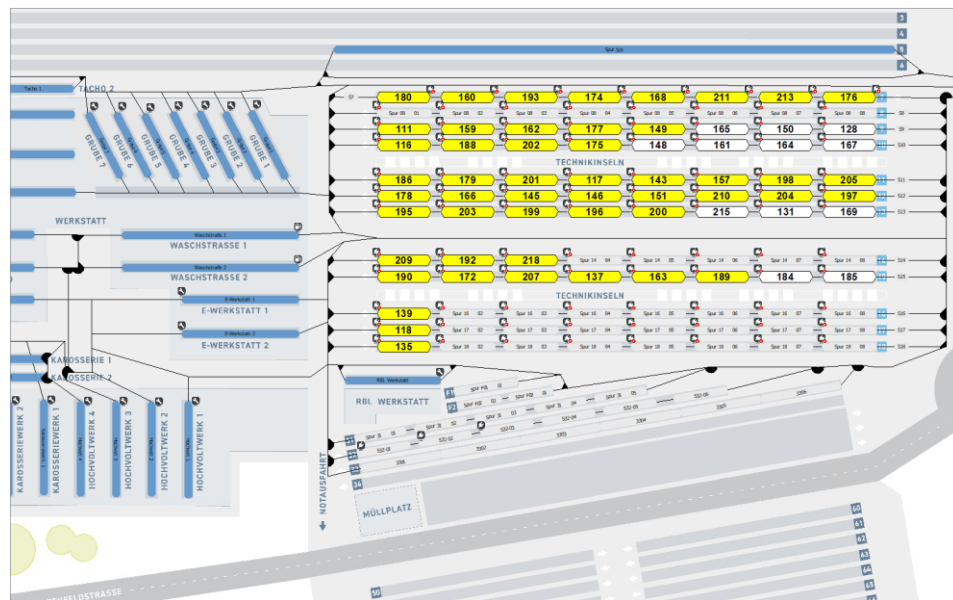
### **Highly skilled support team**

Zelfs na de implementatie zijn onze hoogopgeleide ondersteuningsteams altijd beschikbaar.

# CONCLUSIE

## GEÏNTEGREERD SYSTEEM MET SLIMME ALGORITMES

- De puzzel is te complex voor het menselijk brein
- Kern van de oplossing (IT):
  - Goede voorspelling actieradius/benodigde SoC per specifieke omloop
  - Slimme algoritmes om zo veel mogelijk (geplande) ritten te rijden tegen minimale kosten
  - Analyse van data als input voor (nieuwe) dienstregeling
  - Data delen met verschillende systemen
- Kern van de oplossing (proces):
  - Chance management niet onderschatten
  - Stakeholder management



IVU.suite

Krchtig standaardproduct voor alle activiteiten van transportbedrijven: van planning tot dagelijkse operatie.

# IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES BENELUX



- Joost Smits  
Managing Director Nederland
  - IVU Traffic Technologies Benelux B.V.  
Poortweg 4a  
2612 PA Delft  
Netherlands
- T +31 6 8171 2204  
joost.smits@ivu.nl  
www.ivu.com

