

Vejforum 2024

C5: Anvendelse af AI i trafiksignaler

- *Sessionsleder: Bjørn Weitemeyer*



Vejforum 2024 - Anvendelse af AI i trafiksignaler

Program

- **Udfordringer ved anvendelse af AI i trafiksignaler set fra en vejbestyrelse – 5-10 minutter**
Michael Bloksgaard, Aarhus kommune
- Intro fra signalleverandørerne på det danske marked vedr. anvendelse af AI

Paneldebat modereret af Bjørn Weitemeyer

- Michael Bloksgaard, Aarhus kommune
- Intetra-Intelligo: Svend Tøfting
- ITS Teknik – Lars Hougaard Jacobsen
- Verdo – Malthe Birkemose Holm
- Swarco – Morten Søndergaard





Udfordringer ved anvendelse af AI i trafiksignaler – set fra vejbestyrelse

Michael Bloksgaard

AARHUS
KOMMUNE



Sikring af kommunikation

- Kommunikation til centralsystem.
- Kommunikation i forbindelse med prioritering.
- Kommunikation til detektering.
- Sikring af åbenhed i forhold til valg af komponenter og ændringer.





Dokumentation

- Øget fleksibilitet stiller krav om øget registrering.
 - Signalindstillinger
 - Detektering
- Muligheden for kontinuerlig optagelse af data bør overvejes.



Sikre leverandører uafhængighed

- Silo løsninger bør undgås.
- Løsningerne bør derfor ikke være afhængige af bestemte løsninger for eksempelvis:
 - Centralsystem.
 - Detektering.





Dagsordenen ændres

- Der kan være behov for lokale tiltag ud fra konkrete ønsker.
- Hvordan kan AI anvendes i forhold til klimadagsordenen?
 - Ønske om forbedring af forholdene for de bløde trafikanter.
 - Ønske om at forbedre fremkommeligheden for kollektiv transport.
- Kan AI hjælpe med forbedring af trafiksikkerheden?





FUTURE
ON THE ROAD

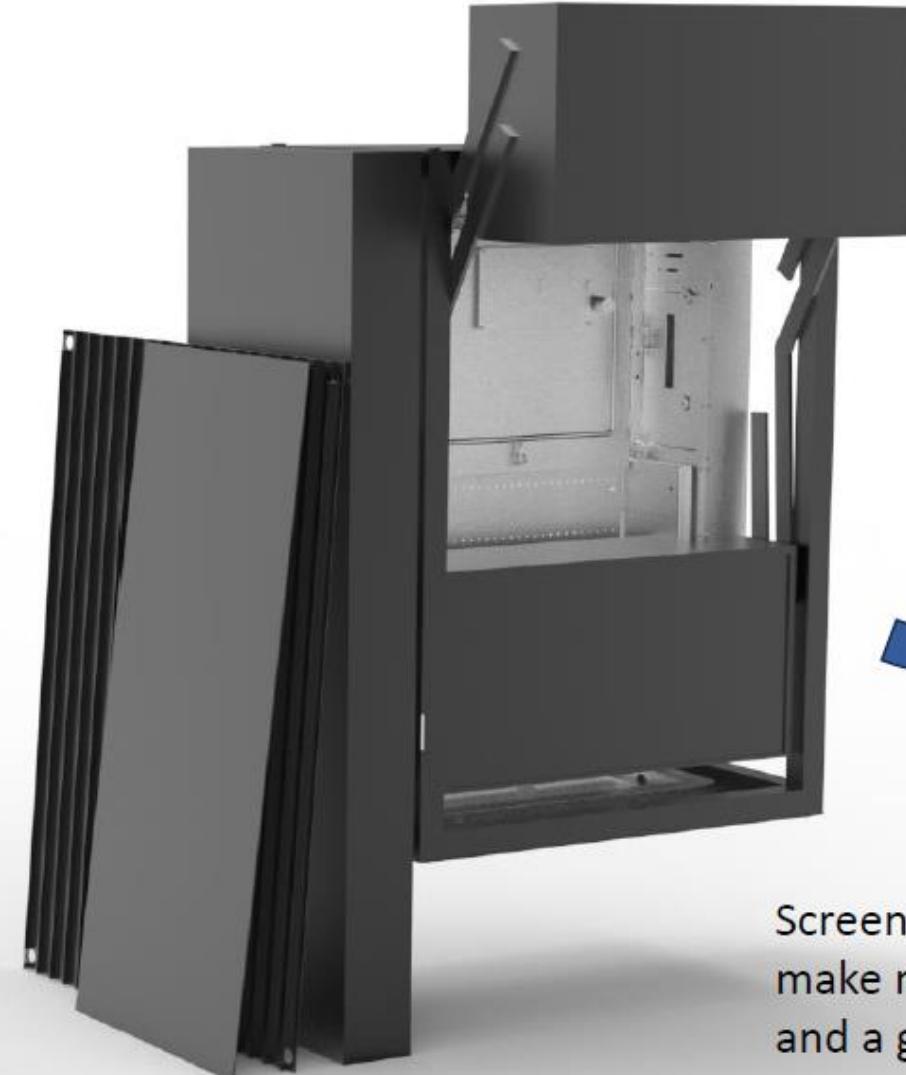
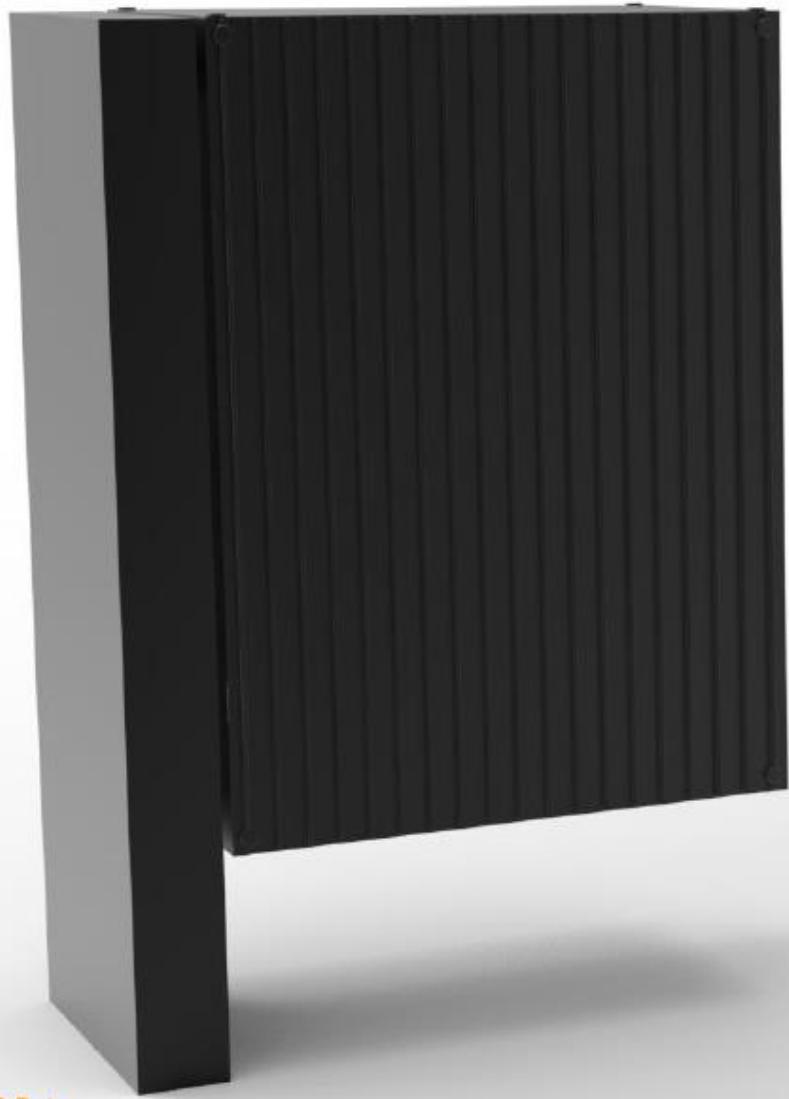


Adaptive Traffic **Control Systems**



VISIT OUR WEBSITE

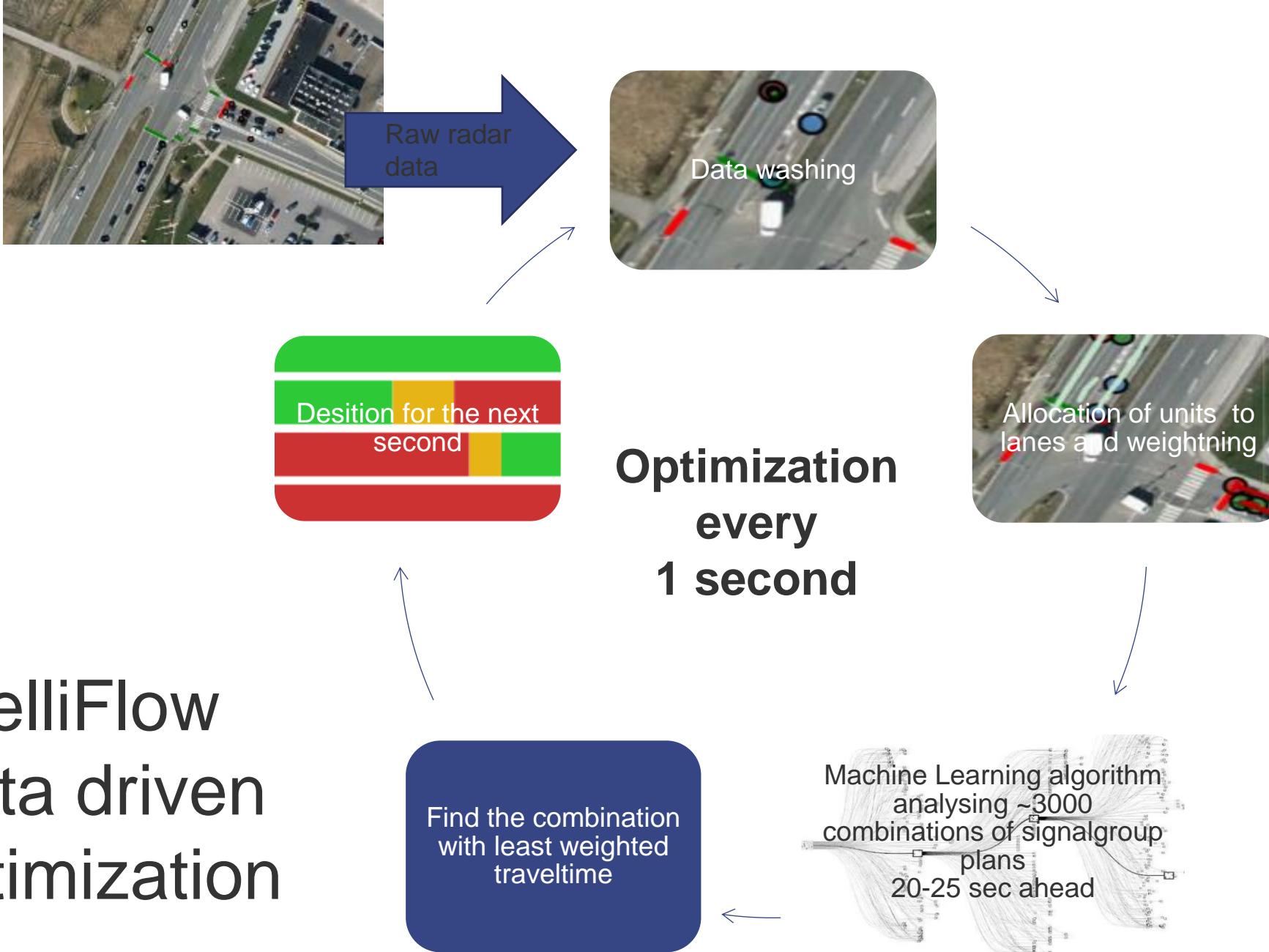




Screen flips up to
make room in cabinet
and a good reading position

IntelliFlow

Data driven optimization





Easy design



- No need for complicated design decisions
 - signal plans, bus prioritizations, max green times etc.
- Only need to specify facts and which group combinations are allowed.
- No fixed program - serve the cars we see

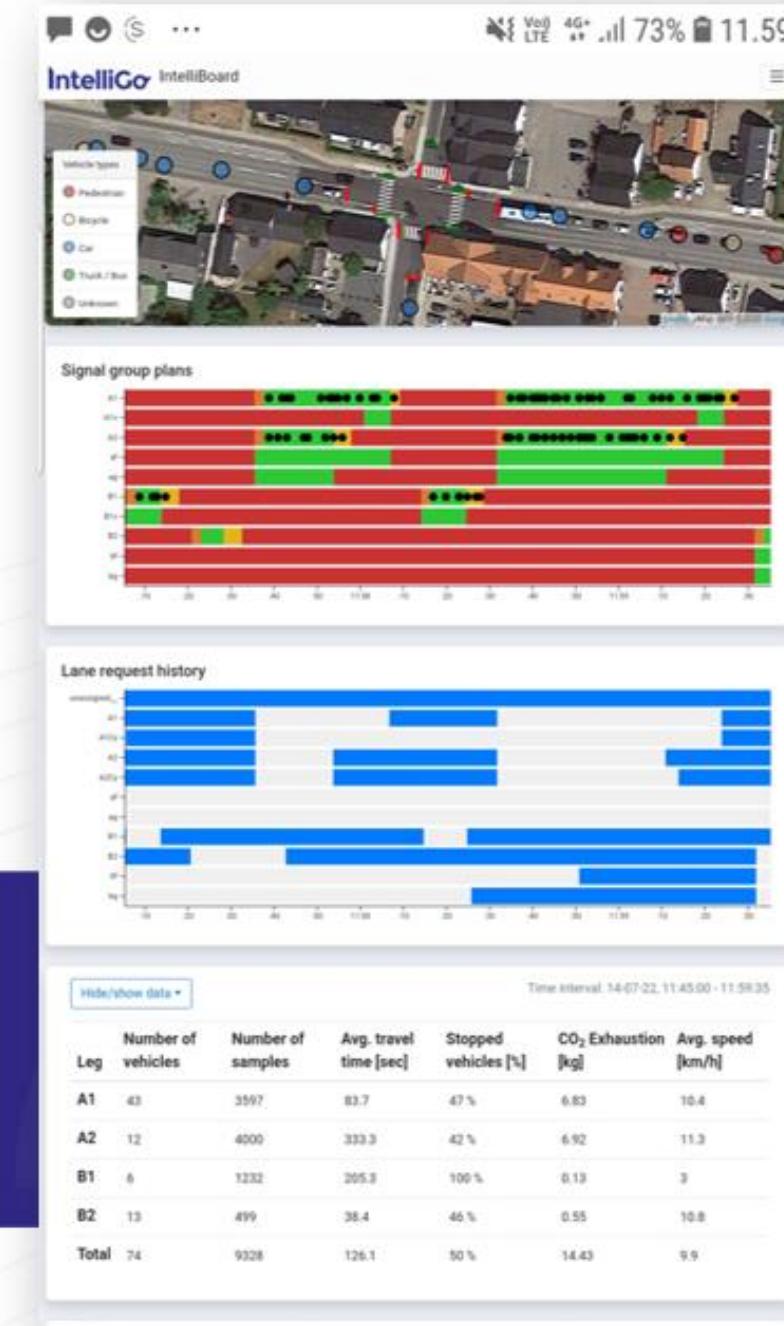
Stages:

Stage number	Active groups
1	A1 + A2
2	A1V + A2V + B1h
3	BC
4	B1 + B2
5	BC + B2v + A1h
6	B2



IntelliBoard

- Live monitoring of the intersection.
- Live priority changes in the intersection.
- Live statistics of the intersection performance
- Historical statistics



Effect Bredstenvej/Skibetvej i Vejle

Drone footage

13-16% reduced waiting time

Up to 20% less queue



Floating Car Data

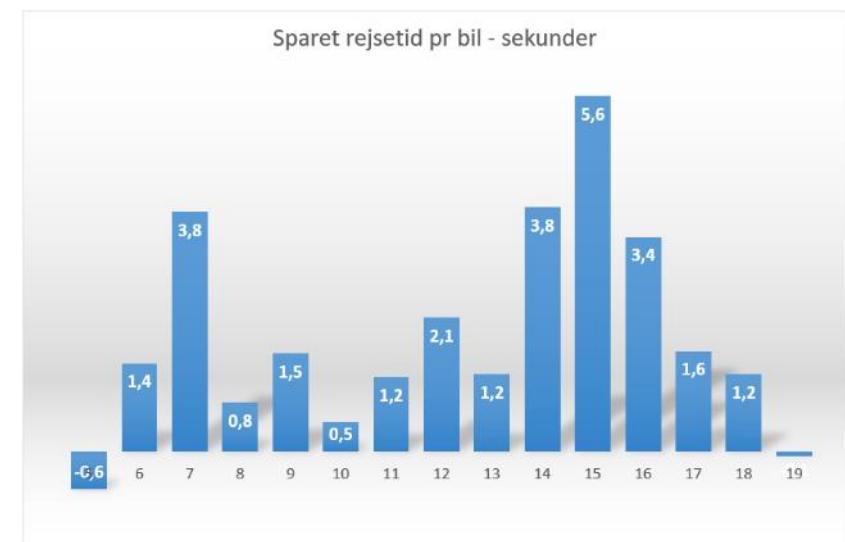
Saved driving time at 5-19: 2.55 seconds per car

Great effect in the peak hours

3.8 - 5.6 seconds Per car

Small effect at low traffic load

60-90 days payback time **Kilde Cowi**



 TRAFIKSIGNALER

CO₂-beregner for trafiksignalanlæg

I forhold til at understøtte den grønne omstilling i transportsektoren arbejder Vejdirektoratet over en bred front med tiltag til reduktion af CO₂-udledningen, fx gennem klimavenlig asfalt, samkørsel og kampagner for mere miljøvenlig kørsel i bil. Blandt de mere lavthængende frugter er optimering af trafiksignalanlæg samt øget anvendelse af kunstig intelligens i trafiksinaler, der reducerer antallet af stop i trafikken og dermed også brændstofforbruget og CO₂-udledningen. I artiklen gennemgås en model til dynamisk beregning af CO₂-udledningen for køretøjer i et trafiksinal.


AF STEEN LAURITZEN
Vejdirektoratet
stej@vd.dk


AF SVEND TOFTING
IntelliGo
stj@intelli-go.dk

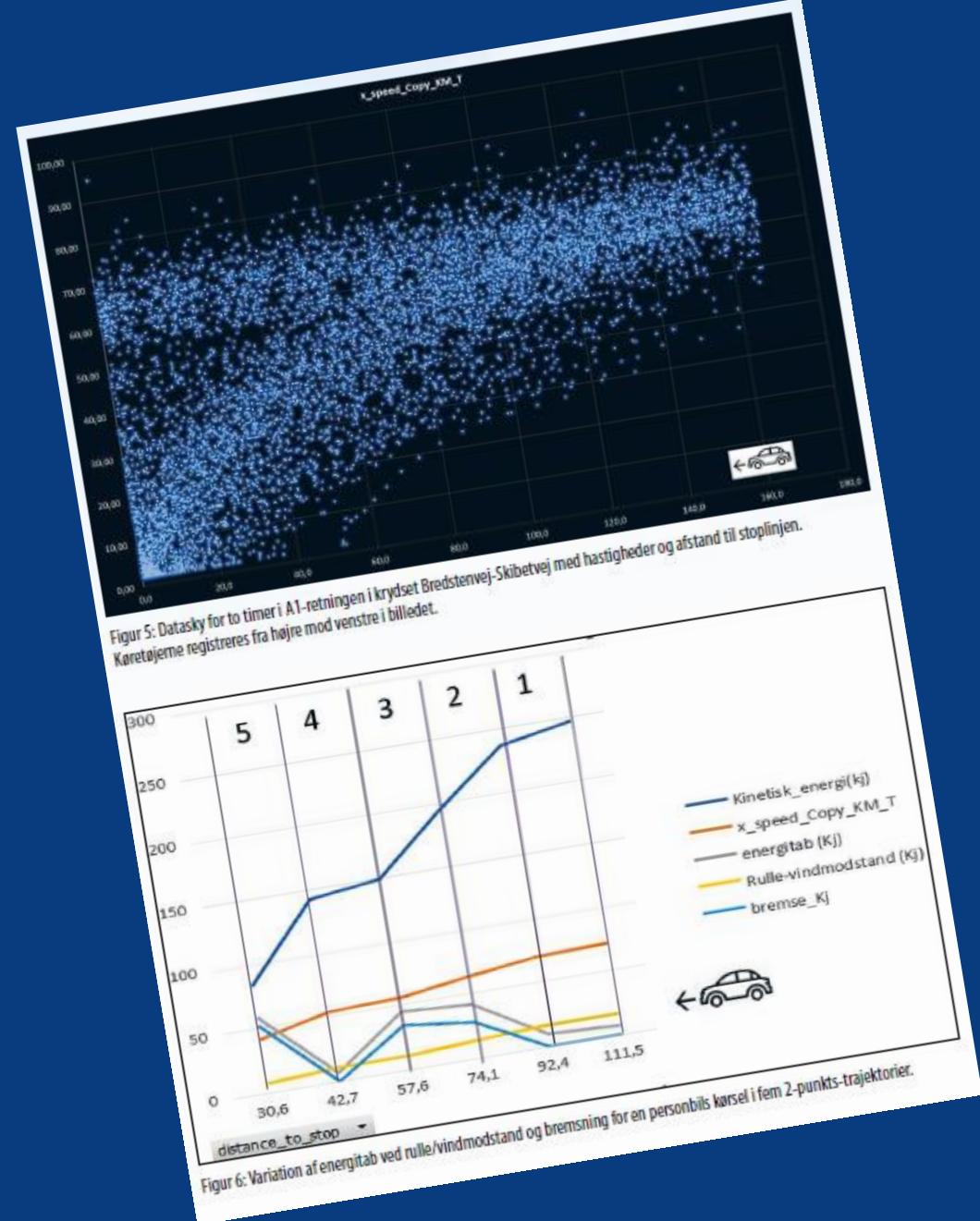
Vejdirektoratet har stigende fokus på trafikkens klimaaftryk. I 2012 blev potentialene for forbedringer afdækket i rapport 411 "Bedre trafiksinaler" (Vejdirektoratet, 2012). Rapporten giver myndigheder en anvisning på, hvordan trafiksinaler kan optimeres for at få både en bedre trafikafvikling og et reduceret brændstofforbrug. For trafiksinaler er det især energitabet ved stop for rødt lys, der bidrager til et øget brændstofforbrug og i mindre grad togang for rødt, hvor i øvrigt mange nyere biler automatisk slukker for motoren. Rapporten viste, at især vedligehold af signalsamordninger har en stor betydning, fordi netop signalsamordninger har til formål at reducere antallet af stop i trafikken. Men også godt vedligehold af detekteringen og optimering af enkeltstående trafiksinaler har betydning.

Energitabsmodel
Modellen er en "energitabsmodel". Det vil sige, at der

folger hvert enkelt køretøj fra det øjeblik, køretøjet kommer ind i radarfeltet og frem til stoplinjen. Med radardetektionen holder algoritmen styr på hvert eneste køretøj i tifarterne og har derfor kendskab til køretøjets aktuelle hastighed og eventuelle ventetid i køen. Disse informationer anvendes af algoritmen til omløb at holde den samlede ventetid lavest muligt.

Flervejmyndigheder, deriblandt Vejdirektoratet, har fået installeret systemet i trafiksinaler. Vejdirektoratet har derfor taget initiativ til at få undersøgt, hvorledes data indsamlet fra radardetektion kan anvendes til beregning og visualisering af CO₂-udledningen i et signalanlæg.





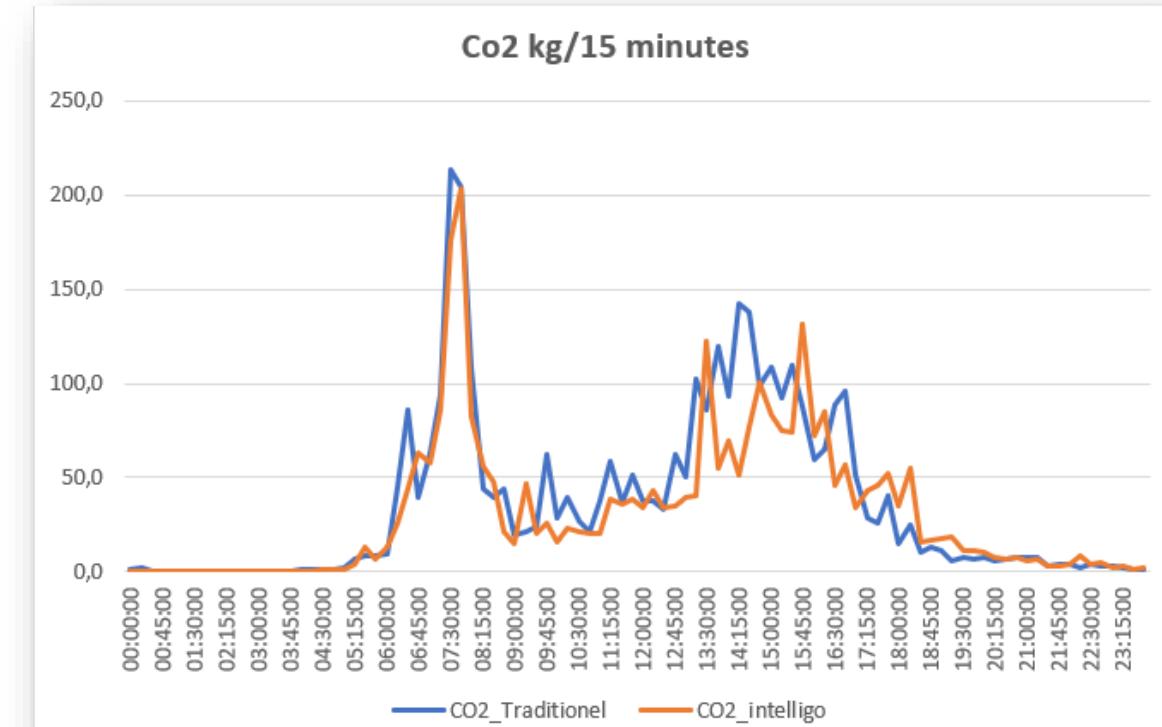
CO2 counter – last 100 meter



Statistics – Bredstenvej/Skibetvej – Vejle

January 27th - 28th - Traditional controller
February 3rd - 4th - IntelliGo

	Kg co2/day	Cars/day	g co2/car
Traditional	3472	11423	304
IntelliGo	2987	11798	253
Reduction	485 kg CO2/day		16,7%



Anvendelse af AI i trafiksignaler

ITS Teknik - Vejforum 2024

Vi leverer kundetilpassede løsninger



Signalanlæg



ITS Projekter



Cyklisme



Trafikregistrering



Trafiksikkerhed



Politiudstyr



Parkeringsløsninger

Detektering – radar – smartmicro



SEAMLESS TRACKING AT INTERSECTIONS - ADVANTAGES

- ✓ Seamless Tracking on the entire intersection, including turning vehicles
- ✓ Inner part of intersection is covered by four sensors
 - ✓ Full coverage, less occlusion, good redundancy
- ✓ Increased accuracy
 - ✓ Increased detection & classification accuracy
 - ✓ Excellent counting performance across many lanes, including turning counts
- ✓ One single object list available in real-time for Automated Vehicles (AV)
- ✓ 200m range: Any object is detected at 200m distance and will be tracked seamlessly
 - ✓ Over full intersection
 - ✓ Will only be dropped if object leaves 200m radius
- ✓ The Seamless Tracking through multi-sensor fusion at intersections is a unique feature only offered and patented by smartmicro



Confidential and proprietary.

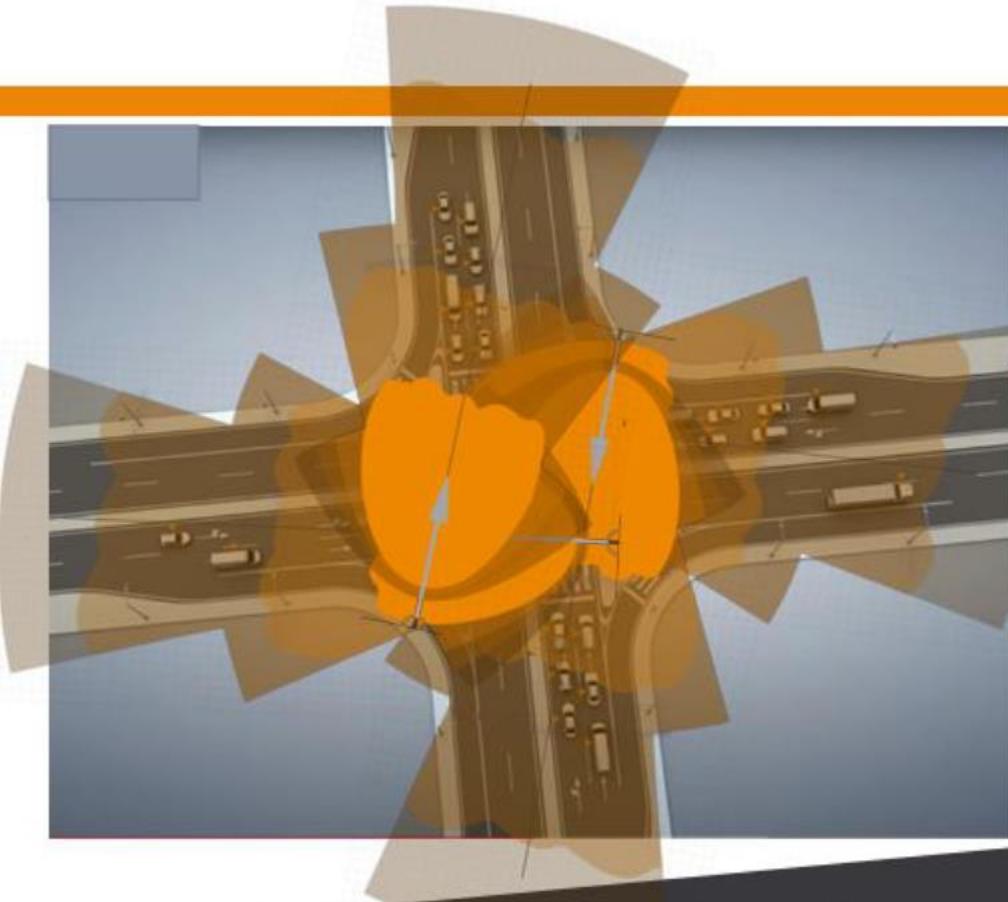
This document may be subject to change without notice. The information shall remain the exclusive property of s.m.s, smart microwave sensors GmbH.

Detektering – radar – smartmicro



SEAMLESS TRACKING

- ✓ Four sensors cover four approaches
 - ✓ Stop bar and advance detection with one single sensor, 200m range
 - ✓ Multi-lane coverage per approach
 - ✓ Detection of stopped and moving objects
 - ✓ Tracking uses data from all sensors
 - ✓ Detection software runs on sensor
 - ✓ Tracking software runs on COM HUB
 - ✓ Application now covers all approaches, including inner part of intersection
 - ✓ Overlapping fields of view, redundancy
 - ✓ Handles crossing traffic very well
 - ✓ No occlusion



Confidential and proprietary.

This document may be subject to change without notice. The information shall remain the exclusive property of s.m.s., smart microwave sensors GmbH.

Detektering – kamera – YUNEX TRAFFIC



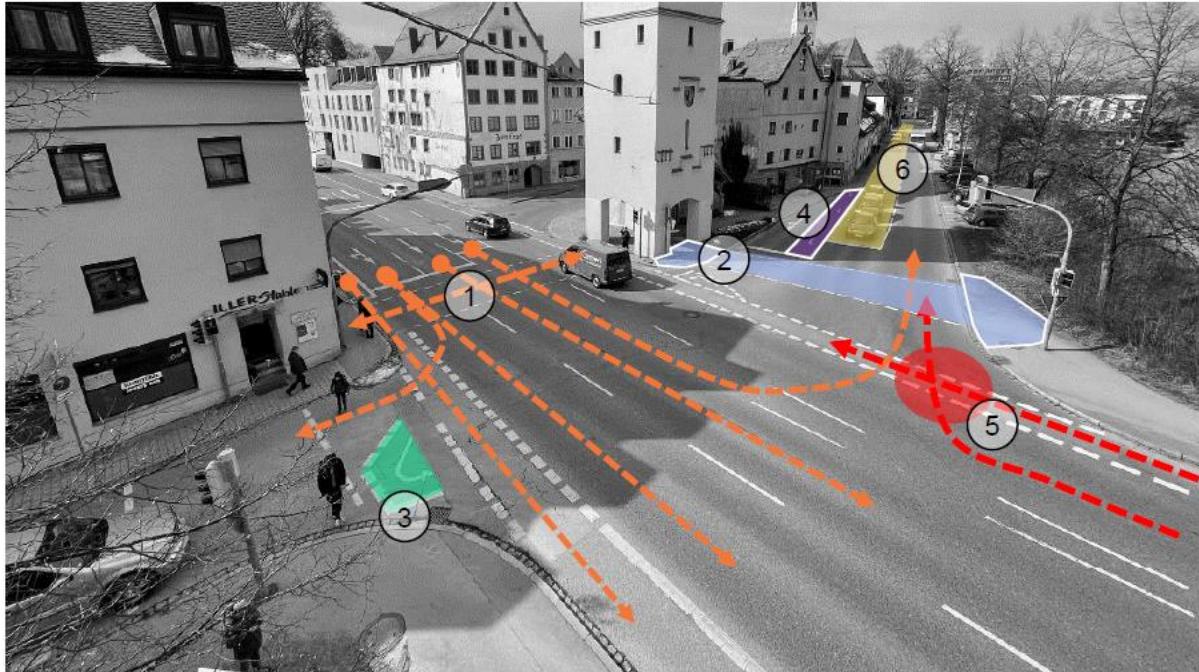
awareAI Video Analytics

Smart Detection – Partner Days

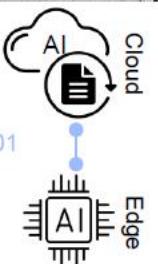
Detektering – kamera – Yunex

Supporting a variety of standard and advanced applications

YUNEX
TRAFFIC



01011101010101



YU Products

Symphony	FUSION
RSU	sX
OBU	...

7

Traffic Flow Insights

for real-time motion analysis of all road users such as pedestrians, cyclists, vehicles in the entire intersection area

Traffic Optimization

Safe Pedestrian Crossing

for contactless request and adjustment of green time

VRU protection

Dynamic Spot Detector

for counting, speed measurement and occupancy of all road users for any zones

Traffic Optimization

Intelligent Priority

individually for all classes of road users

Traffic Optimization

VRU Conflict Awareness

To reduce accidents between non-motorized and motorized traffic.

VRU protection

Traffic Light Controller Optimization

by tailback length estimation, distance estimation between vehicles etc.

Traffic Optimization

:

ITS Teknik

VERDO

Vejforum 2024 oplæg AI Verdo



eDaptiva - control panel 3.9.11.2 - Google Chrome
drd-test.edaptiva.com/utc-control-panel.html

SA_999-1111
(142-3103) Elverdamsvej / Munkholmvej

Bar diagram

Intersection detail

Search: SA_999-1111
Date: 10/23/2024
Time: 3:00:40 PM

Bar diagram for (142-3103) Elverdamsvej / Munkholmvej

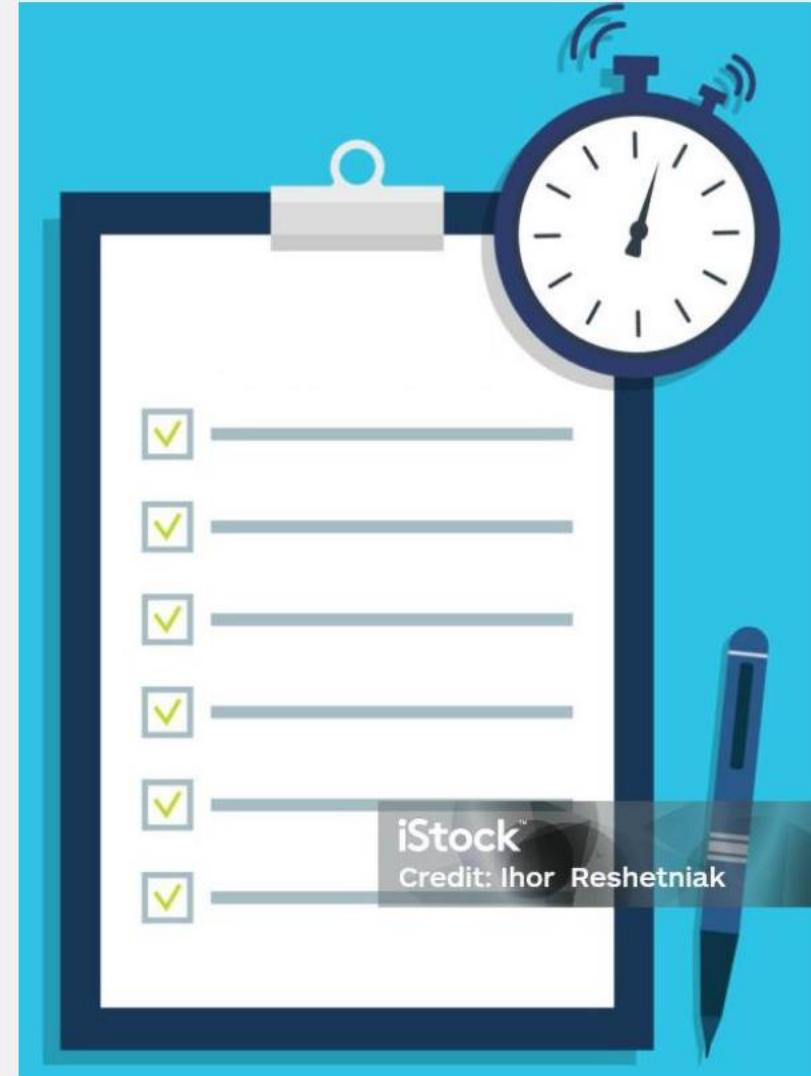
Stage	Duration
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5
7	5
8	5
9	5
10	5
11	5
12	5
13	5
14	5
15	5
16	5
17	5
18	5
19	5
20	5
21	5
22	5
23	5
24	5
25	5
26	5
27	5
28	5
29	5
30	5

TX: 7
State: Operating
Has request: No
Occupancy: No
Timestamp: 10/23/2024 3:00:36 PM

Map of Herning, Denmark, showing various locations marked with green and orange dots.

Agenda

- Anvendelse af AI i trafiksignaler ifølge Verdo/Cross
- Central styring og scenarier
- Eksterne datakilder



Anvendelse af AI i egne styreapperater

- Identificering af optimeringer ud fra sensor data
- Indsamling af avanceret data – AI detektering
 - klassificering, hastighed, OD-matrix
- Dynamiske programskift
- Intelligent hjælp til faste spilleregler og definerede faseskift
- Minimering af black-box

Sja x HCO
Sjællandsgade x H. C. Oesterdsvej

Day Week Extra day Extra period

+

Man-Tor

00:00 Plan P4
TA PT IT
Modifications

05:00 Plan P3
TA PT IT
Modifications

07:00 Plan P1
TA PT IT
Modifications

09:00 Plan P3
TA PT IT
Modifications

14:30 Plan P2
TA PT IT
Modifications

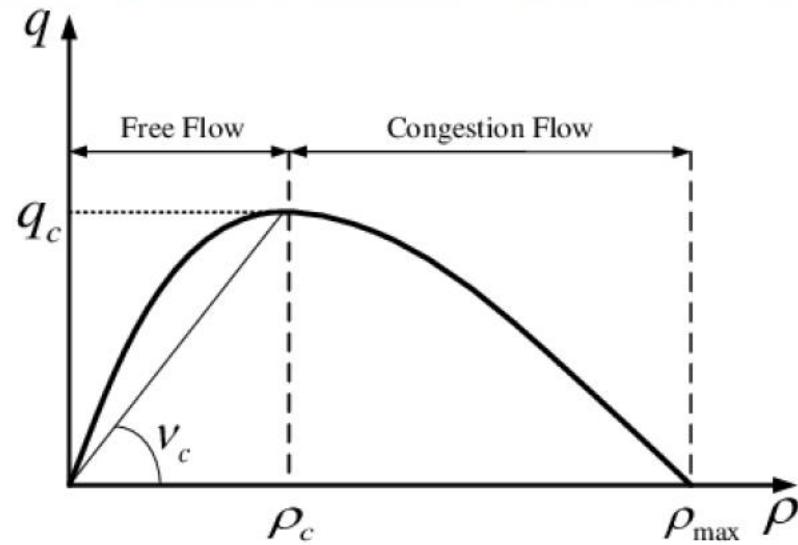
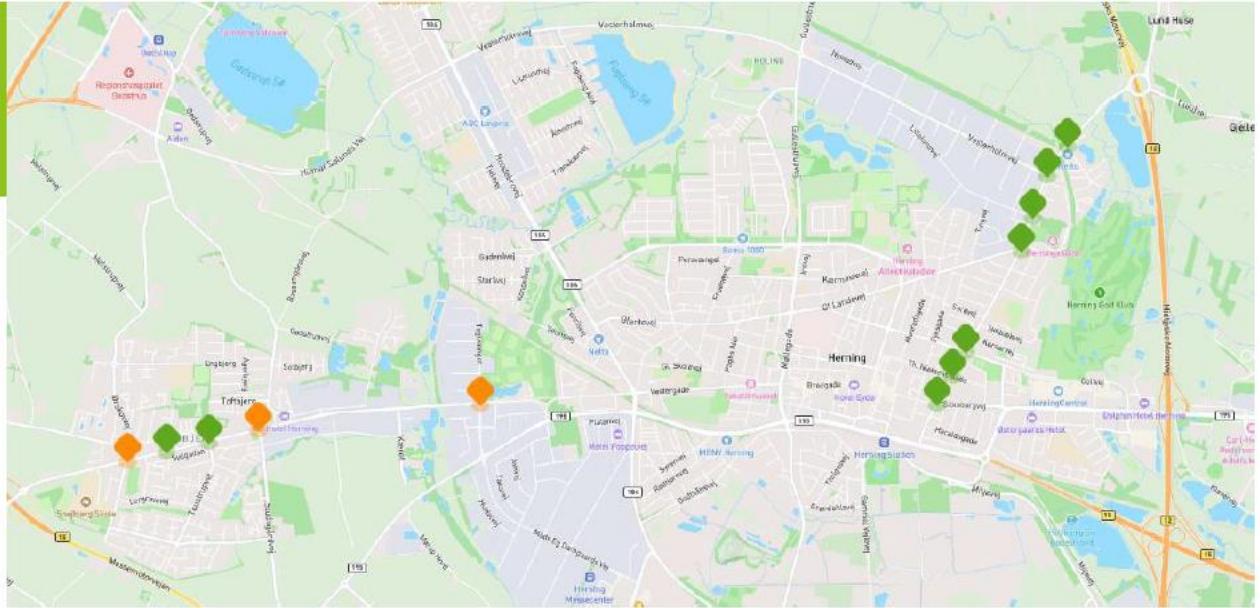
17:30 Plan P3
TA PT IT
Modifications

Actions

Controller Monitoring Manual control Logs Bar diagram Archive Automatics Schedules System controls

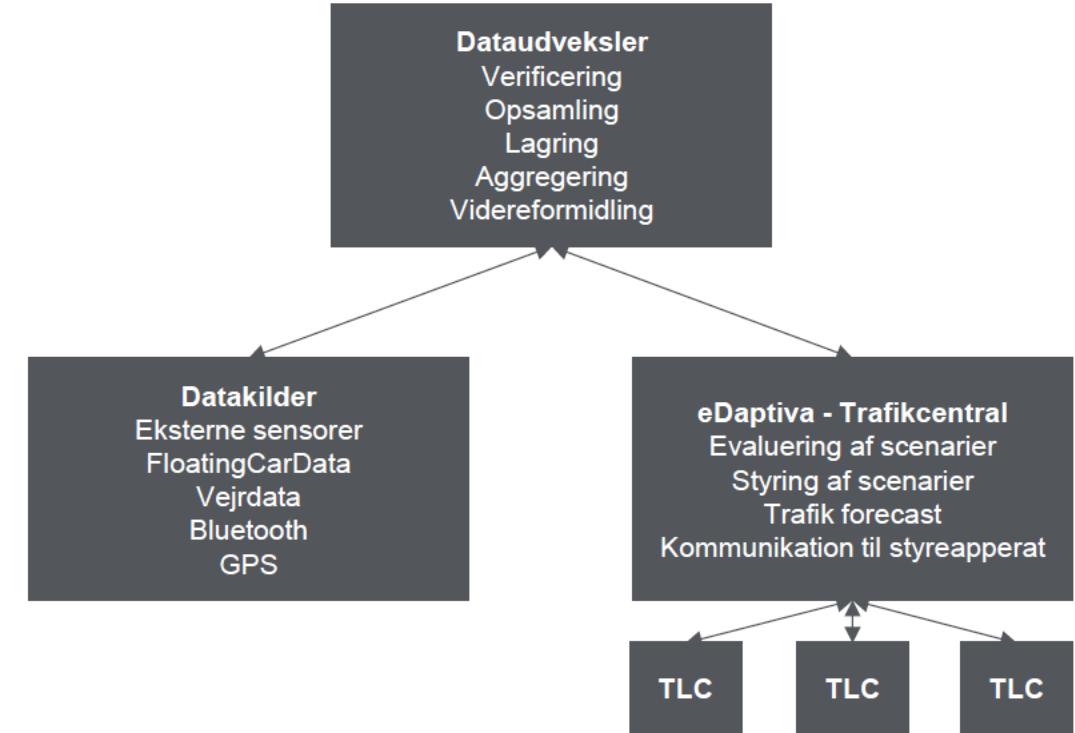
Central styring og scenarier

- Netværk af styreapperater på fælles overvågningssystem
- Ikke fastlåst af styreapperatsleverandør
- Central processering af detector-data
 - Flow
 - Hastighed
 - Headway
- Styring af scenarier ved hjælp af AI ud fra defineret målsætning, så som øget flow
- AI traffic forudsigelse
 - Avanceret data -> avanceret databehandling -> avanceret forudsigelse
- Hierarki i beslutninger



Eksterne datakilder

- Central styring giver mulighed for integration af eksterne datakilder til dette
 - Sensorer ikke associeret til styreapperat
 - FloatingCarData
 - Vejrdatal
 - Bluetooth data
 - Osv



Morten Søndergaard

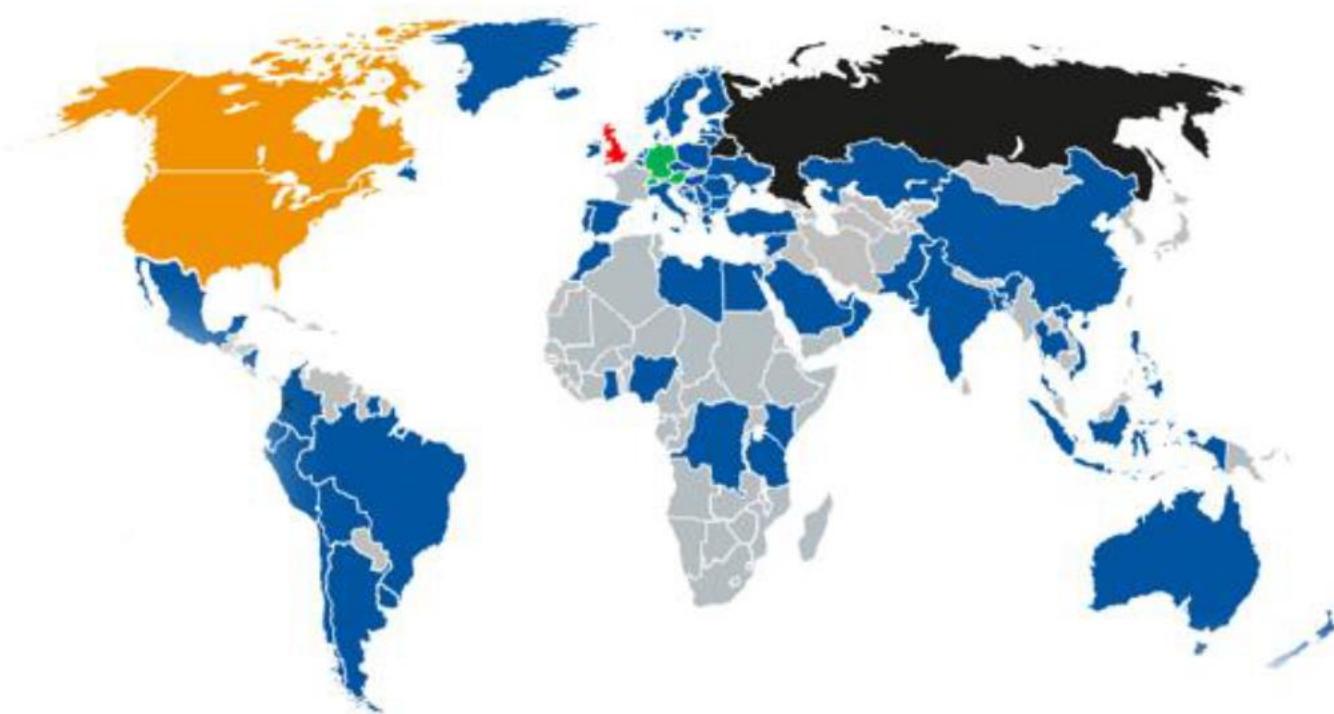
Administrerende Direktør, SWARCO Technology

Produktion og udvikling af styreapparater til verdensmarkedet.

Årlig produktion 3.000 stk. Salg i ca. 60 lande



SWARCO TLC Installed base / Cooperation partners



SWARCO Technology, Danmark



STS, Tyskland



SUK&I, England



SWARCO McCain, USA

AI – Et teknologispring?

Et teknologispring betegner en hurtig og markant udvikling eller introduktion af ny teknologi, som fundamentalt ændrer den måde, vi arbejder, kommunikerer og lever på.

Historisk set har teknologispring i vores branche haft omfattende konsekvenser for alle, der arbejder inden for området.

Overgangen fra programmerbare styreapparater til AI baserede vil betyde betydelige ændringer for alle aktører:

- **Producenter:** Nye styringsmetoder vil kræve udvikling af nye kompetencer og ekspertise.
- **Rådgivere:** Udbudsmateriale og indkøbskrav skal gentænkes; signalgruppeplaner vil ikke længere være relevante.
- **Programmører:** Kravet til manuel konfiguration reduceres markant, idet AI-baserede processer selv vil kunne lære og tilpasse sig.
- **Indkøbere:** Fokus vil skifte fra blot at vælge den billigste løsning, der opfylder kriterierne, til at prioritere det udstyr, der leverer den bedste performance.



Smart AI – Status på udviklingsprojekt

swarco

Smart-AI: Udviklingsprojekt

- Startet ultimo 2023 – Beskæftiger 5+2 ansatte

Projektet er støttet af:

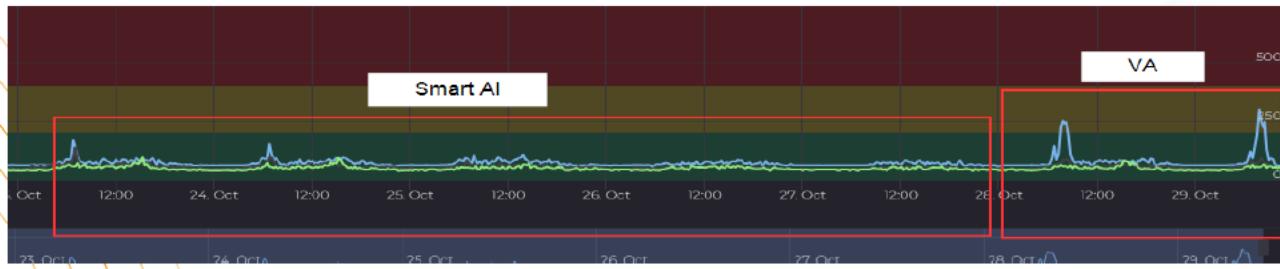
- EUDP-midler (Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram), 2024–2025 – Finansiering på **7 MDKK**
- Det Norske Vegvesen, inkl. testprojekt for **15 lyskryds: 2024–2026** – Finansiering på **7 MNOK** (NV, SINTEF, SWARCO Norge, SWARCO Technology)

Formål og fordele, Smart-AI bidrager til:

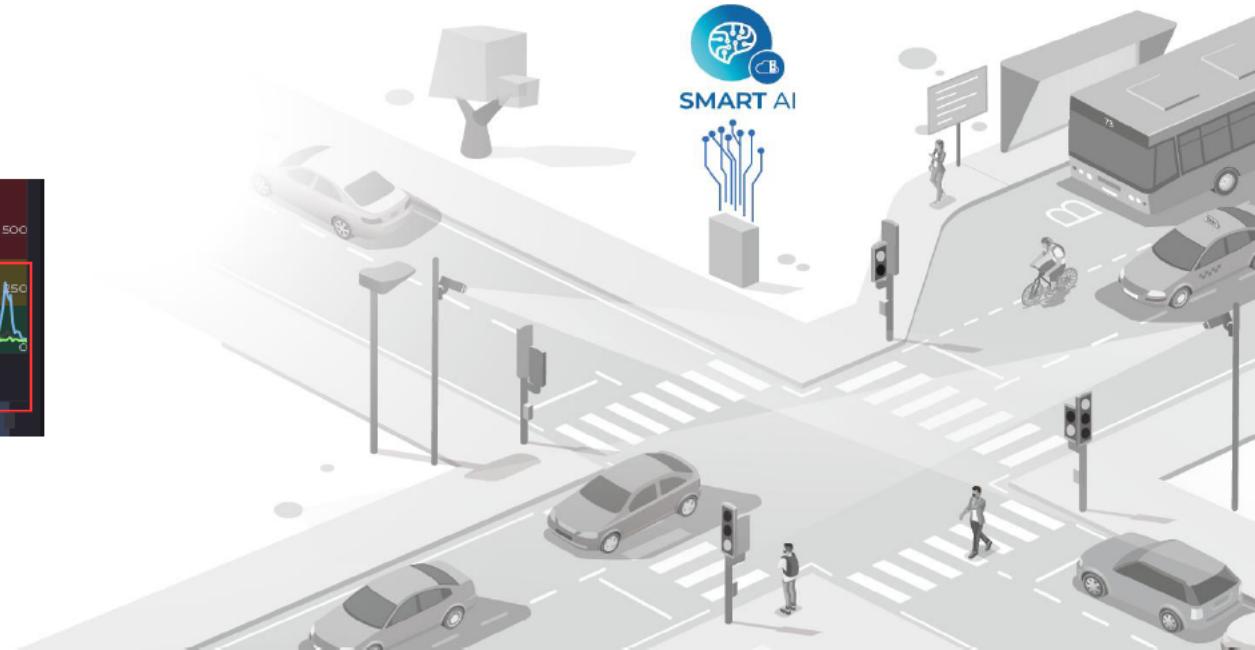
- Betydelige tidsbesparelser og bedre fremkommelighed for trafikanter
- Reduceret CO₂-udledning og energiforbrug i transportsektoren
- En hurtig gevinst for **92 kommuner** med energi- og grønne handlingsplaner frem mod 2030

Potentiale på det danske marked:

- 500 SWARCO ITC-3, Kan opdateres til Smart-AI via softwareopdatering
- 1.500 SWARCO ITC-2, Løsning til opdatering under udvikling



4



Smart AI – idriftsat / pipeline



Idriftsat 5 stk

Kunde

1. Jun 24 Kolding 1
2. Aug 24 DOLL Living Lab
3. Sep 24 Ishøj
4. Nov 24 Køge 1
5. Nov 24 Hvidovre

Sted

Fynsvej – Jensholmsvej
Fabriksparken
Ishøj Stationsvej - Køgevej
Strandvejen - Stevnsvej
Av. Havnevej – Biblioteksv.

Detektering

SmartMicro, FLIR-AI
SmartMicro
SmartMicro
SmartMicro, DataFromSky, FLIR
SmartMicro

Pipeline ca. 30 stk Q1 + Q2 2025

Kunde

1. Dec 24 Åbenrå
2. Dec 24 Køge 2
3. Jan 25 Kolding 2
4. Jan 25 Ballerup 1
5. Jan 25 Ballerup 2
6. Andre, ca. 8 kryds

7. Norge, 15 kryds

8. Sverige, Malmø & Göteborg, 2 – 4 kryds

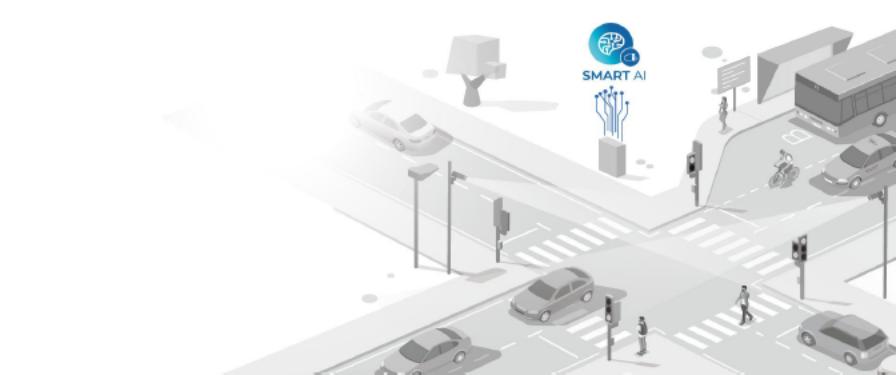
9. Island, Reykjavik 1 kryds

Sted

Omfartsv. - Industrivej
Ringv. – Sdr. Viduktvej
Vejlevej-Kokholm
Fs.vej-Malmparken
Malmparken-Industrib.

Detektering

SmartMicro
SmartMicro, DataFromSky, FLIR
Smart Micro
LiDAR, Smart Micro
LiDAR, Smart Micro



Smart AI - 5 superkræfter



1

Ydeevne



Smart-AI overgår alle konventionelle algoritmer i reduktion af rejse- og ventetid under alle forhold. Jo større trafikforskelle, desto større fordel i forhold til traditionelle algoritmer.

2

Forståelse for AI's beslutninger

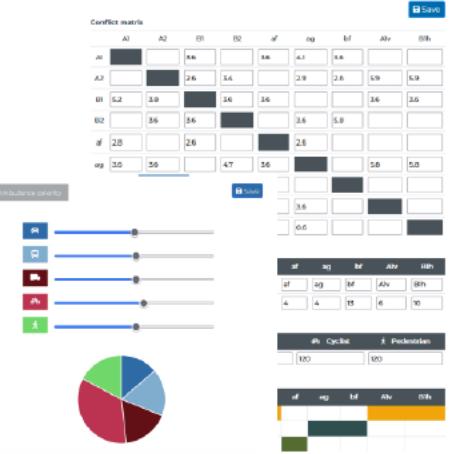


Det kan føles utrygt at overlade kontrollen til AI. Derfor fokuserer SmartAI på at skabe klarhed og gennemsigtighed, så brugerne let kan forstå de beslutninger, der træffes, og hvorfor de træffes. Dette visualiseres i webinterfacet.

3

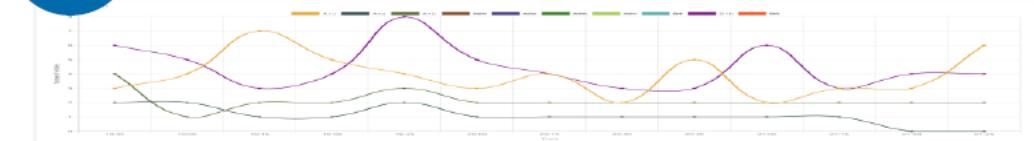
Konfiguration

1. Henter automatisk mellemstider og minimumstider fra styreapparatet.
2. (Valgfrit) Indstil prioriteter.
3. Færdig!



4

Overblik over data



De nuværende trafikdata fra styreapparater giver kun tællinger og belægningsprocent og kræver ofte simuleringer for at få yderligere indsigt. SmartAI leverer øjeblikkelige og brugbare data som; Kø længder, Forsinkelser og Rejsetider.

5

Gør det komplekse simpelt!



Ambulance Prioritering

Efterhånden som detektorsystemer udvikler sig, bliver behovet for specialsystemer overflødig. SmartAI, kan med det rette detekteringssystem genkende udrykningskøretøjer og give dem øjeblikkelig prioritet.



Bus og letbane prioritering

Grøntidsforlængelse/forkortelse, skip fase? Trafikingenører behøver ikke længere træffe disse beslutninger. Indstil den relative prioritet for offentlig transport (PT), og SmartAI klarer resten.



Koordinering

Koordinationsmønstre opstår som spontane egenskaber ved AI-styring. Ved at lade nærliggende vejkryds dele information i et multi-agent-system skabes avancerede koordinationsfunktioner uden behov for forudprogrammering.

Vejforum 2024 - Anvendelse af AI i trafiksualer

Paneldebat modereret af Bjørn Weitemeyer

- Kommunikation med styreapparaterne
 - prioritering af trafikanttyper
 - Kommunikation videre til vejmyndighedens overvågning
- Dokumentation af signalafviklingen
- Leverandør uafhængighed
- Løsning af konkrete problemer
- Hensyn til bløde trafikanter
- AI og trafiksikkerhed

Michael Bloksgaard, Aarhus kommune

Intetra-Intelligo: Svend Tøfting

ITS Teknik – Lars Hougaard Jacobsen

Verdo – Malthe Birkemose Holm

Swarco – Morten Søndergaard

