

---

# Erfaringer med anvendelse af trafikstyring baseret på ”kunstig intelligens” i trafiksignalanlæg i Danmark

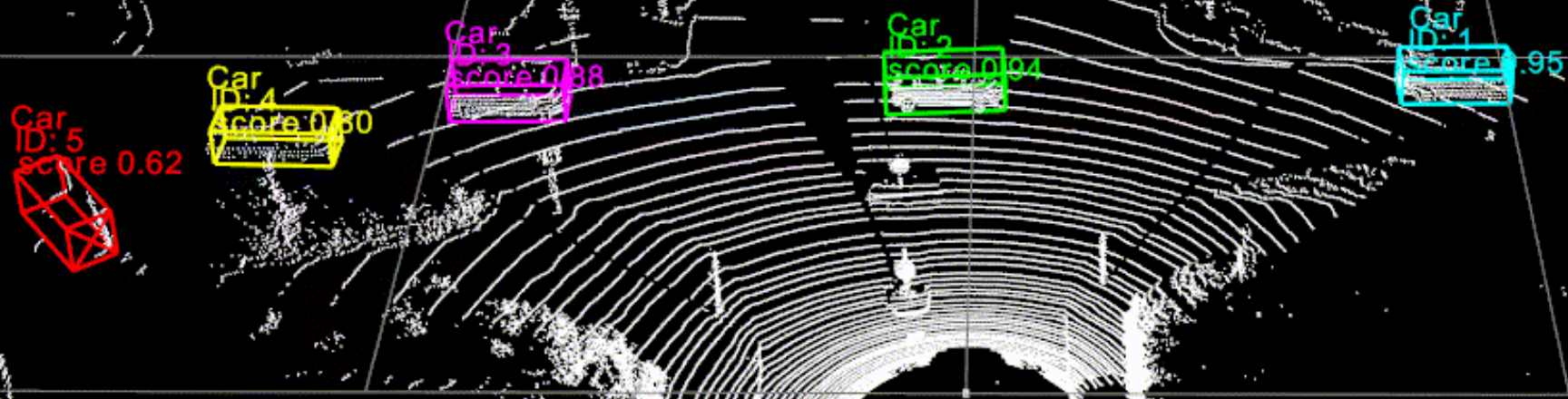
---

Bo Westhausen

# Indhold

- 01        Sensorteknologien som forudsætning
- 02        Data og grænseflader
- 03        AI baseret trafikstyring
- 04        Behov for regelarbejde
- 05        Case v. Anders Palm (Swarco Technology)
- 06        ?

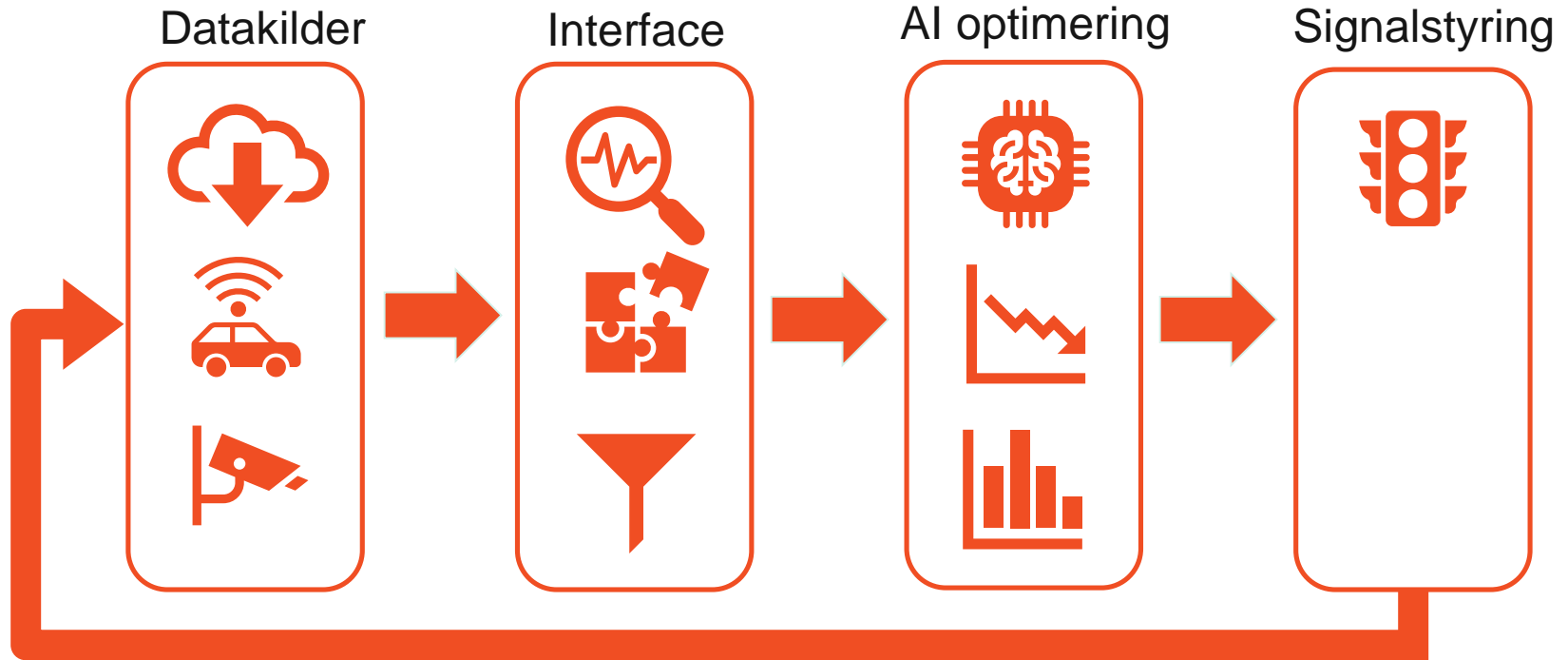
# Sensorteknologien som forudsætning



# Sensortechnologien som forudsætning



# Data og grænseflader



# Data og grænseflader

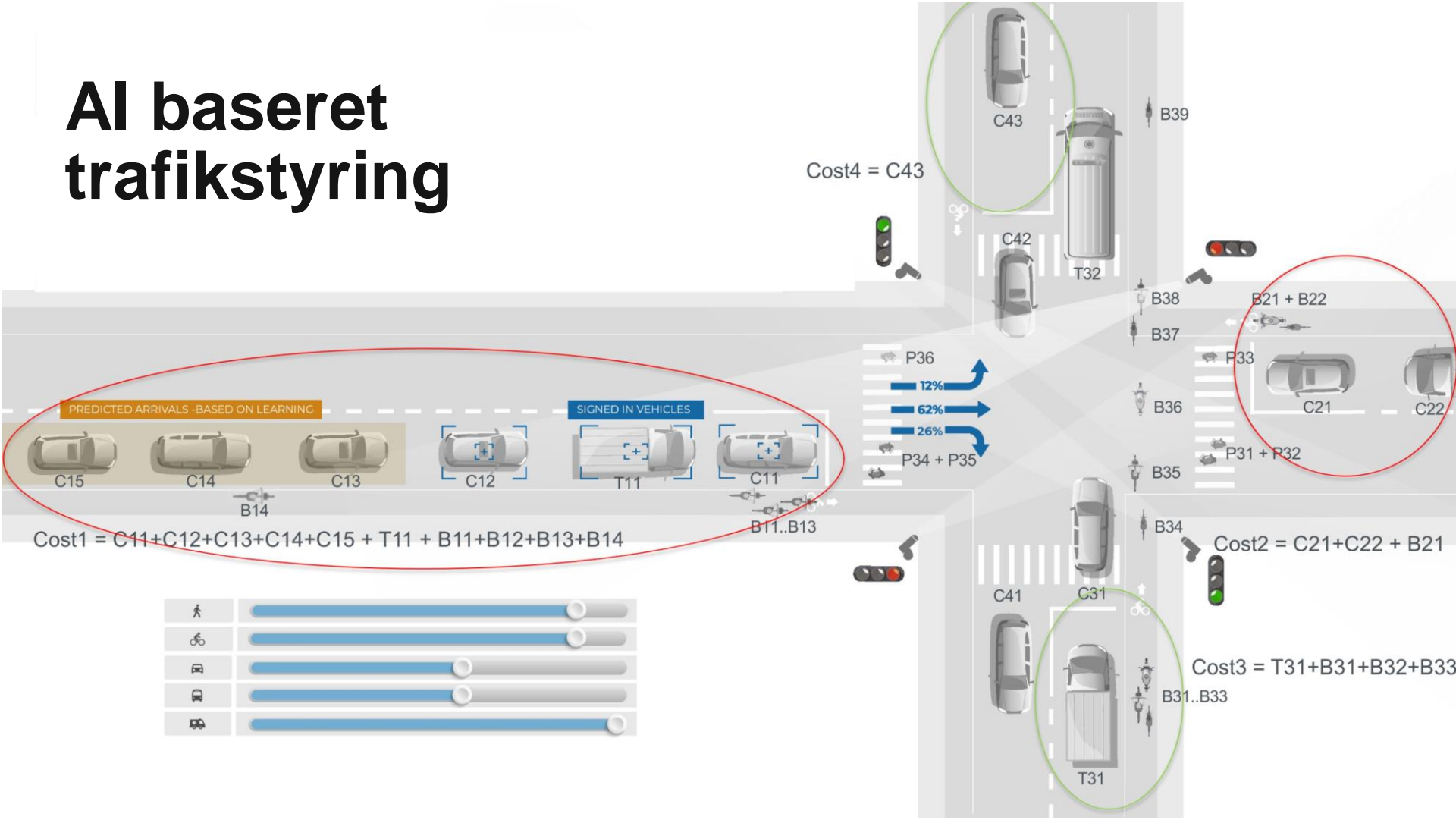
Bindinger		Til indkommende signalgruppe										
		SG-navn.	A1	A2	B1	B2	af	ag	bf	bg	A1v	B1v
		Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fra udgående signalgruppe	A1	1		AF	7	7	F	F	7	7	F	7
	A2	2	AF		7	7	F	F	7	7	7	7
	B1	3	7	7		AF	7	7	F	F	7	F
	B2	4	7	7	AF		7	7	F	F	7	7
	af	5	A	A	7	7						7
	ag	6	A	A	7	7					7	
	bf	7	7	7	A	A						
	bg	8	7	7	A	A					7	7
	A1v	9	F	7	7	7		7		7		7
	B1v	10	7	7	F	7	7			7	7	

Signalgruppe			Sensor		Anmeldelse		Tider				Prioritering (Vægte)				
Navn	Nr.	Faser	Nr.	Stoplinjeafstand	Max stoplinjeafstand	ETA<X (s)	Min. tid (s)	Fratid (s)	Max. ventetid (s)	Forskudt indkobling (s)	Kollektiv	Lastbil	Bil	Cykel	Fodg.
A1	1	1, 2	1	-25	70		10	8	120		100	1	1	1	
A2	2	1	2	-25	70		10	8	120		100	1	1	1	
B1	3	3, 4	3	-25	70		10	8	120		1	1	1	25	
B2	4	3	4	-25	70		10	8	120		1	1	1	25	
af	5	1, 2	5				14		120						1
ag	6	1	6				14		120						1
bf	7	3, 4	5				12		120						25
bg	8	3	6				12		120						25
A1v	9	2	1	-15			4								
B1v	10	4	3	-15			4								

# AI baseret trafikstyring

- Modellens optimeringsmål er at tildele grøntid til den signalgruppe (eller grupper) som har den største "effekt" på nedbringelse af den systemet samlede aktuelle og forudsete vægtede forsinkelse.
- Aktuelle passagetider anvendes til optimering af tildelingen af grøntider.
- Afslutning af grønt skal altid foregår under hensyntagen til valg- og dilemmazoneproblematikken.
- Indkobling af konfliktende signalgrupper udskydes ved "rødkørsel" eller sen rømning af krydsområdet.
- Gap-times ifm. sekundære konflikter kan overvåges (nærvæd uheld).

# AI baseret trafikstyring





# Behov for regelarbejde

- For at sikre den fornødne kvalitet og funktionalitet skal RL-modellen, og samtlige kritiske grænseflader beskrives og dokumenteres.
- Der skal opstilles relevante kvalitetskrav (SAB) til styreapparat og sensorer.
- Det skal beskrives hvordan det samlede system "trænes" og testes (FAT/SAT).
- Eksisterende lovgivning/vejregler skal ajourføres ift. den teknologiske udvikling.

# En god idé!



## Lavest mulige ventetider for de fleste

Signalstyring baseret på RL kan reducere trafikanternes ventetider og bidrage til en mere klimavenlig trafikafvikling.



## Forebyggelse af uheld

Signalstyringen har en række trafiktekniske funktioner som øger trafikanternes sikkerhed.



## Let prioritering

Trafikantgrupper og retninger kan let prioriteres, og optimering kan foretages ud fra hensyn til f.eks. fremme af ”grøn mobilitet”.



## Systemet kan ”passe sig selv”

Systemet overvåger sig selv og kan løbende foretage selvkalibrering.



## Stor grad af frihed

En parameterbaseret brugerflade, sikrer en stor grad af leverandøruafhængighed.

# Tak for opmærksomheden





# SMART AI

Praktiske erfaringer

SWARCO Technology  
Anders Palm - Vejforum 2023



## PERFORMANCE

**AI** (Objekt-baseret styring) slår alle andre strategier på performance

Jo længere trafikken kommer fra udgangspunktet, jo større bliver spændet

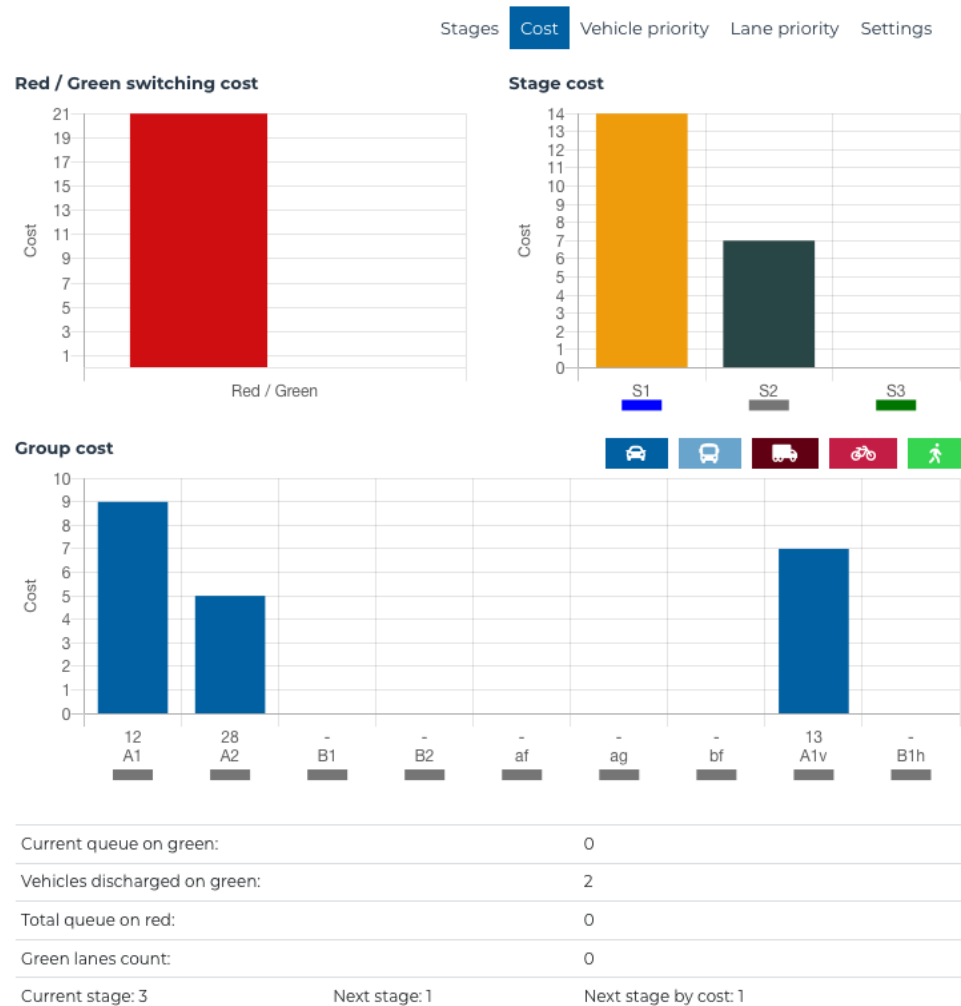
Men det gælder kun i praksis fordi detekteringsteknologien nu gør det muligt

Og performance er ikke alt

# INDSIGT

**Gennemsigtighed** – Det er umuligt at levere generelle Signalgruppeplaner på forhånd. Styringen foregår “online” og responderer til den specifikke situation.

Men det er muligt at give indsigt i hvorfor styringen træffer sine valg.



# OPSÆTNING KONFIGURERING

**Ingen programmering** – Styringen skal bare kende de grænser den opererer inden for:

Mellemtider

Min grøn

Max tilladt ventetid

Faser og faserækkefølge i ønsket omfang

Save

## Conflict matrix

	A1	A2	B1	B2	af	ag	bf	Alv	B1h
A1			3.6		3.6	4.1	3.6		
A2			2.6	3.4		2.9	2.6	5.9	5.9
B1	5.2	3.8		3.6	3.6			3.6	3.6
B2		3.6	3.6			3.6	5.8		
af	2.8		2.6			2.6			
ag	3.6	3.6		4.7	3.6			5.8	5.8
bf	4.7	4.7		2.1					
Alv		3.6	4.8			3.6			
B1h		0.6	2.6			0.6			

## Group settings

	A1	A2	B1	B2	af	ag	bf	Alv	B1h
Group name	A1	A2	B1	B2	af	ag	bf	Alv	B1h
Min. green time	4	4	4	4	4	4	13	6	10

## Max wait time

Car	Bus	Truck	Cyclist	Pedestrian
140	140	140	120	120

## Signal groups in stages

F009	A1	A2	B1	B2	af	ag	bf	Alv	B1h
Stage 1									
Stage 2									
Stage 3									

# OPSÆTNING

## DETEKTERING

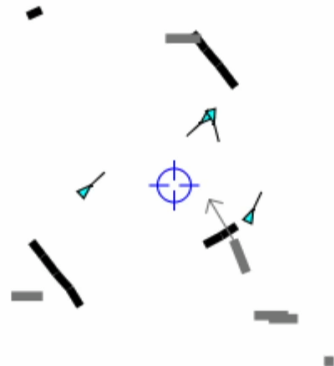
- North
- West
- South
- East
- Display text

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

### Lane 1

#### Objects:

# obj. on lane: 0





## PARADIGMESKIFT I STYREAPPARATETS TRAFIKDATA

**Zonebaseret** detektering giver os det data vi kender:

Tællinger / Belægningsgrad

**Objektbaseret** detekteringer har potentiale til meget mere:

Forbrugt tid i krydset, ventetid, kølængder, osv.

# SELVEVALUERING

**Smart AI** kombineret med viden om trafikken åbner mulighed for at styreapparatet kan selv-evaluere styringen.

Der kan laves baseline på den traditionelle styring, og vises hvor stor forbedringen er, time for time.

Feedback fra egen evaluering kan bruges aktivt til yderligere forbedring.



# LÆRINGER

Data er grundpillen, så  
god detektordata skal  
være i fokus

Hav en fallback

Pas på med æble/pære  
sammenligning

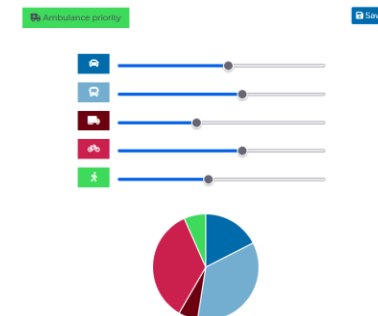
Vis hvad den gør



## PERSPEKTIVER

**Algoritmen** arbejder mere direkte på data end tidligere trafikalgoritmer. Det giver mulighed for større integration, data fusion, osv.

Busprioritet, udrykningskøretøjer. Med data bliver det trivielle funktioner.



Thank you for your attention!

[www.swarco.com](http://www.swarco.com)