

# Kjøretøyteknologi og førerstøttesystemer



Dr. Gunnar D. Jensen  
Seniorforsker  
SINTEF Transportforskning

9 mars 2016

"Hva skal til for å få en sikrere vegtrafikk"

# Gunnar Deinboll Jenssen SINTEF Seniorforsker, PhD fra NTNU, Institutt for Bygg, Anlegg og Transport

- Hovedfag i Psykologi fra NTNU 1986 Menneskelige faktorer - Trafikksikkerhet.
- Ansatt ved SINTEF Transportforskning siden 1988
- Doktorgrad i 2010 *Behavioural Adaptation to Advanced Driver Support Systems. Steps to Explore Safety Effects.*
- *Prosjekterfaring*
  - *EU –Prosjekt Prometheus, Stardust, Claresco, Mobinet. Med mere*
  - *Autonom vinterdrift av flyplasser i 2013-2014 -AVINOR som nå realiseres gjennom YETI prosjektet (OFU).*
- *Pågående prosjekt på autonome kjøretøy*
  - 1) **SmartFeeder** -Autonom grønn tilbringertjeneste med selvkjørende minibusser dør-til- dør fra/til kollektivknutepunkt,
  - 2) **SAREPTA** - Tverrfaglig prosjekt som høster erfaringer med selvkjørende kjøretøy og farkoster både innen vegsektoren og maritime sektor.
  - 3) **Borealis** som dreier seg om tilrettelegging for autonom trafikk på E8 vinterveien mellom Norge og Finland.
  - Ble våren 2016 invitert til å orientere *Stortingets teknologigruppe* om selvkjørende kjøretøy og systemer for autonom transport
  - Bokprosjekt "*Teknologien endrer samfunnet*" – med et bidrag om *Autonom mobilitet*, på oppdrag fra Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA).

## Innhold

- Historisk tilbakeblikk
- Passive sikkerhetssystemer
  - Euro NCAP
- Aktive sikkerhetssystemer
  - Førerstøtte
  - Automatisering
  - Hva gjør det med oss som fører?
- Samvirkende systemer, C-ITS
- Autonome og Automatiserte Systemer



Innen 2050 vi 2/3 av verdens befolkning bo i by



## Historisk tilbakeblikk



Hest og vogn fra 1890



Carl Benzs patenterte motor-  
kjøretøy fra 1886

## Økende fart fører til ulykker



Trafikkulykke i 1912



Trafikkulykke i 1918

# Passiv sikkerhet



# Passive sikkerhetssystemer

Reduserer skade på fører og passasjerer  
når ulykken først er ute.

Eksempler på passive sikkerhetssystemer:

- **Mekanisk konstruksjon, "sikkerhetsbur"**
- **Sikkerhetsbelter**
- Airbag
- Bilbeltestrammer
- Aktive hodestøtter

# Barrierer



Motorway class B, without barrier



Motorway class B, with barrier

# Hva gjøres for å nedre sikkerhet i Kjøretøy?

Euro NCAP, test fra 2009



Voksen



Barn



Fotgjengersikkerhet

## ■ Kollisjonstester

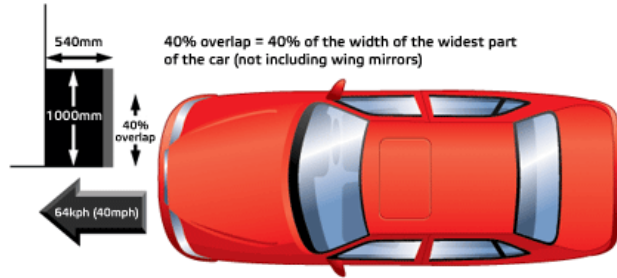
- Frontkollisjon
- Sidekollisjon
- Kollisjon med stolpe
- Fotgjengersikkerhet

## ■ Sikkerhetsstøtte

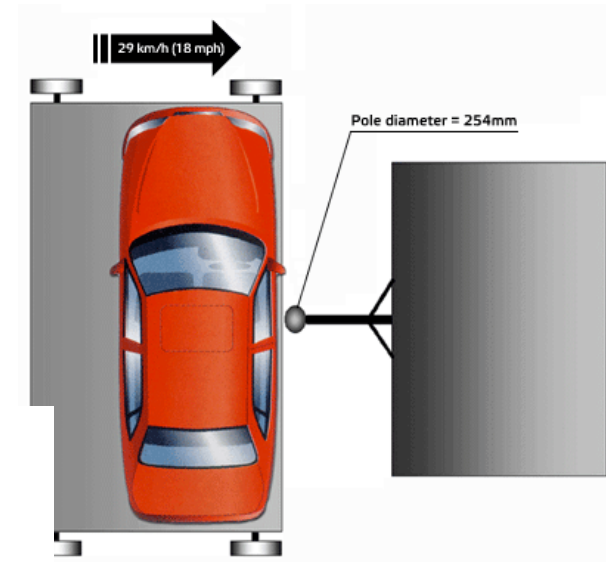
- Seat Belt Reminder
- ESC (antiskrens)
- Speed Limiters, inkl ISA (Automatisk fartstilpassning)

## ■ Må nå ha ESC som standard for å oppnå 5 stjerner

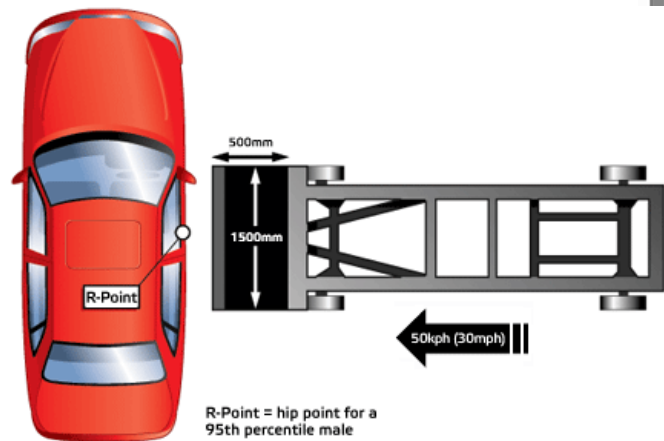
## Frontkollisjon



## Kollisjon med stolpe



## Sidekollisjon



## Fotgjengersikkerhet



Fra og med 2009 må bilen ha minimum 25% i fotgjengerbeskyttelse for å oppnå 5 stjerner. Fra 2010 økes kravet til 60%

## Testdukker tilpasset voksne



Hybrid III: Samler data fra frontkollisjon



ES-2: Samler data fra sidekollisjon

## BS6 Brilliance fra Kina testet etter Euro NCAP retningslinjer



\* (1 stjerne)  
Test nr 1 (2007),  
ADAC, Tyskland



\*\*\* (3 stjerner)  
Test nr 2 (2007) 79 dager senere, IDIADA,  
Spania

# Aktiv sikkerhet





Situasjon analyse  
og beslutning

Hørsel

Balanseorgan

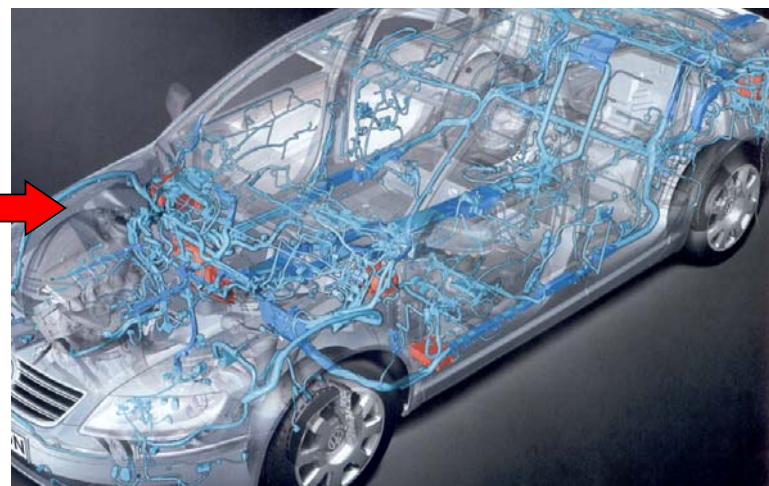
Observasjon – syn –  
fokus

Koordinert reaksjon/ balanse,  
optimal stabilisering i forhold til  
sikkerhet og effektivitet

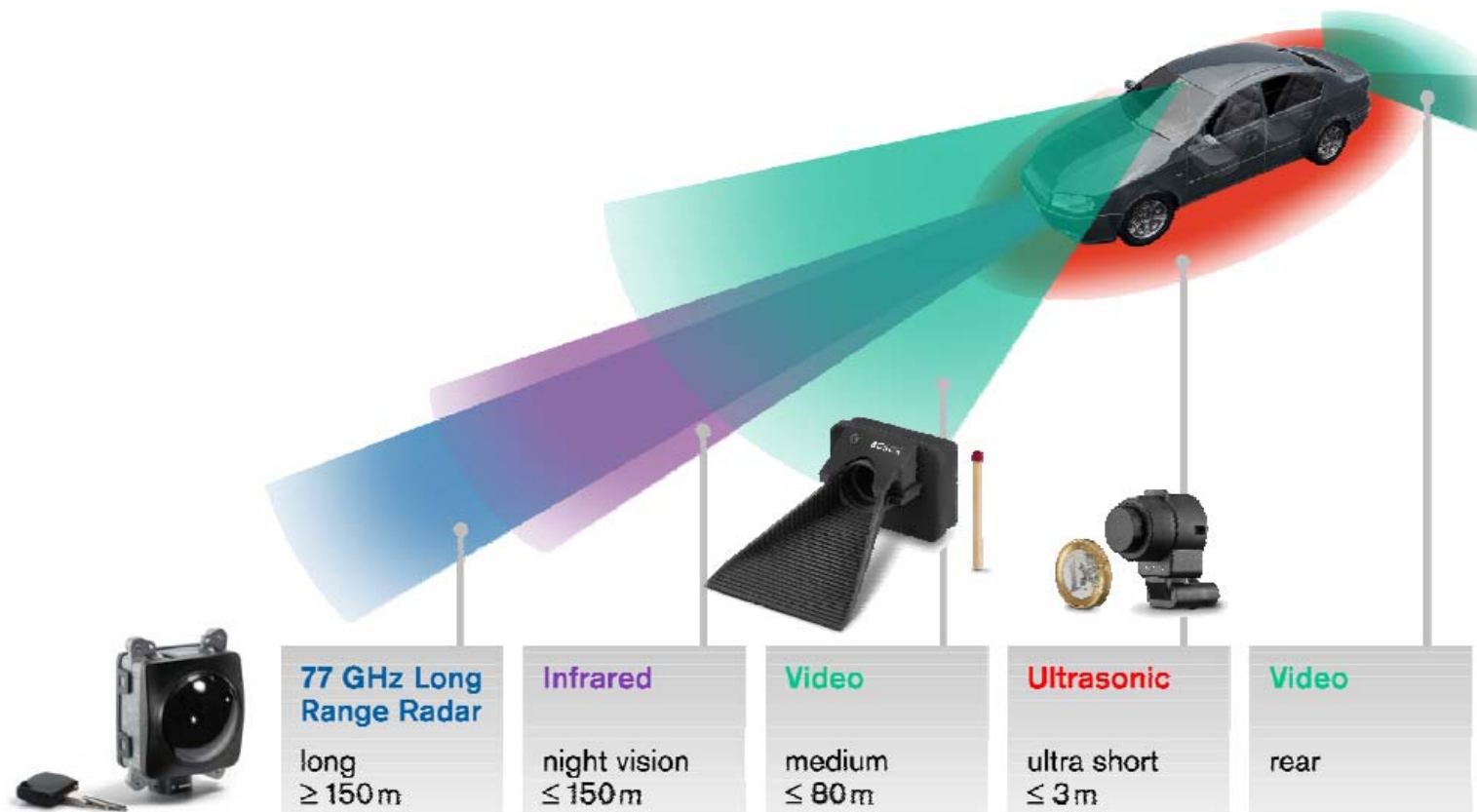
Sensorer i  
muskler/sener/ledd

Justere kantrykket for optimalt  
grep

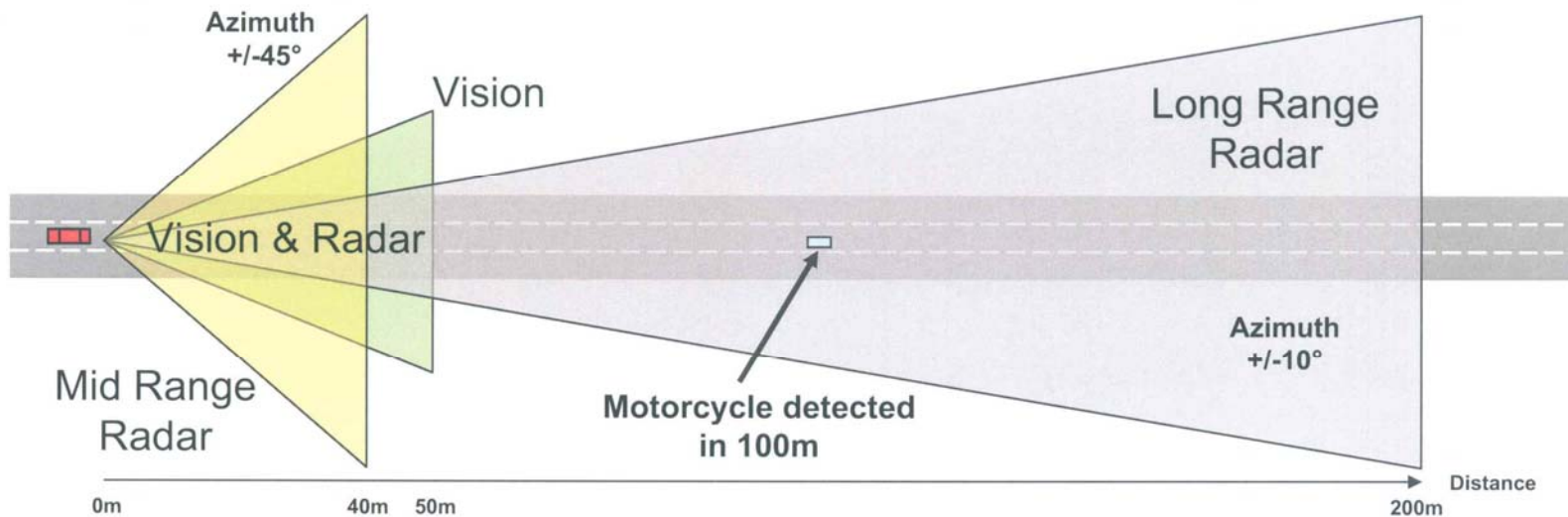
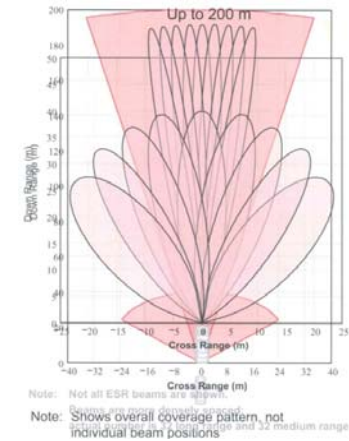
## Fra biologi til aktive systemer i bil



## Nye sensorer gjør kjøretøyet i stand til "å se"

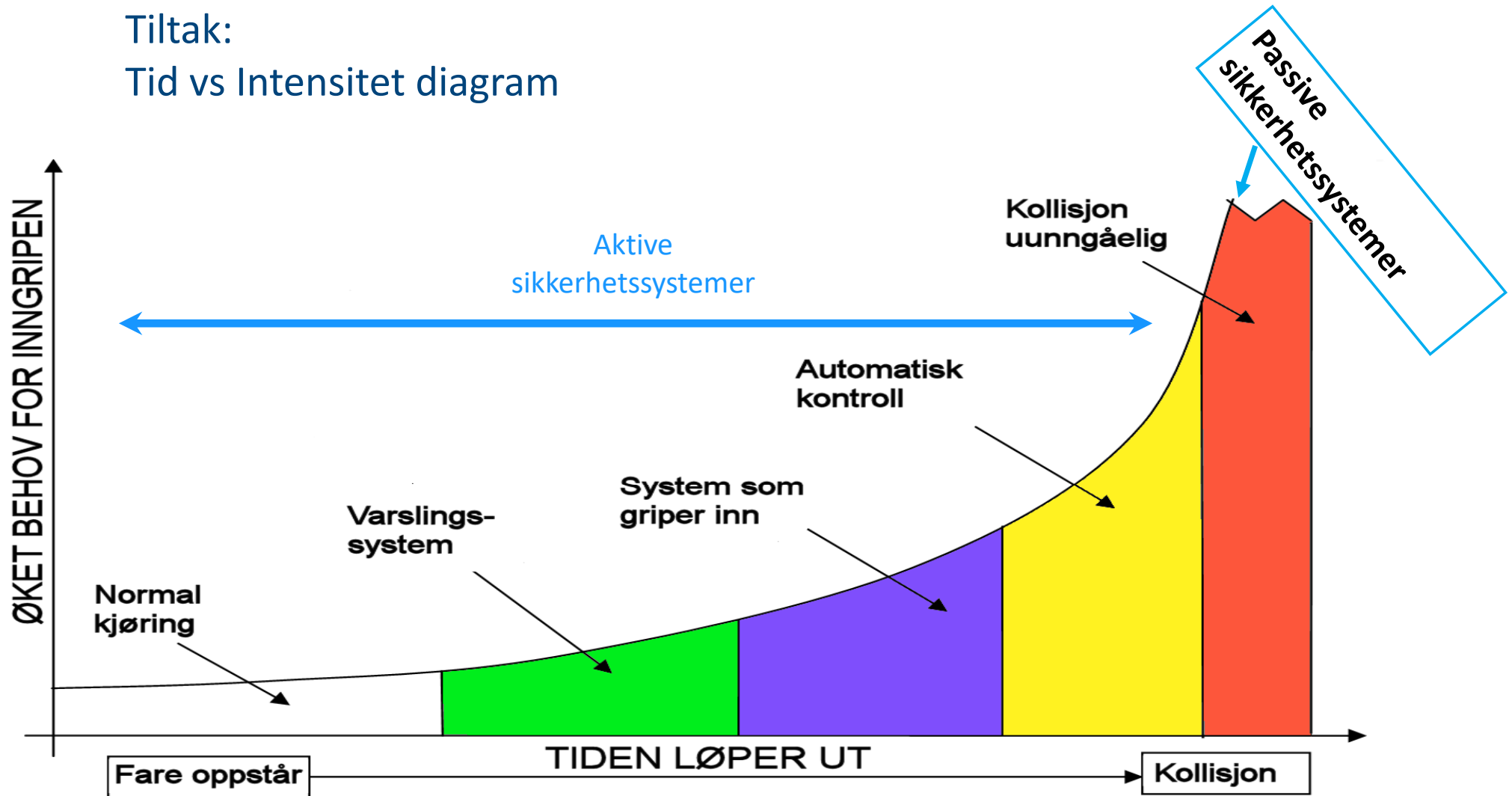


"Sensor fusion", mange ulike sensorer jobber sammen, den autonome bilen kan "se" enda mer ...

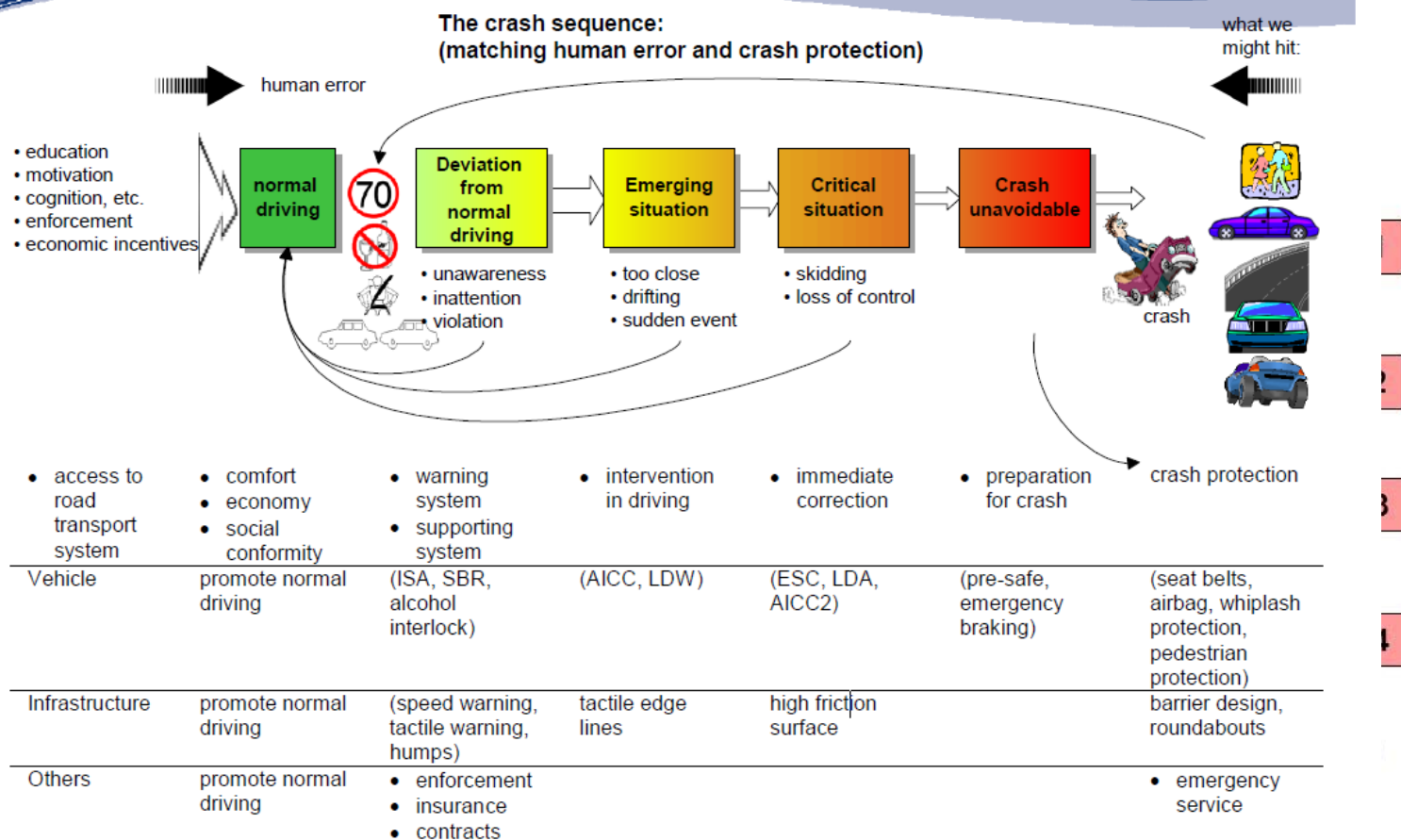


Kilde: Dephi

Tiltak:  
Tid vs Intensitet diagram



# Førerstøtte og ITS som barriere



# Atferdstilpasning

## Hva gjør de nye støttesystemene med føreren?



- Går komforten / "førerstøtten" ut over sikkerheten?



# Atferdstilpasning

**Hvis vi oppfatter relevante endringer, endrer vi atferd for å tilpasse oss nye situasjoner**

- Vi kan opptre **mer forsiktig** hvis endringene oppfattes som farlige
  - Eller vi kan prøve å utnytte nye muligheter for å nå personlige mål på en mer effektiv måte, opptre **mer uforsiktig**
- **Fenomenet:**  
Beskrives innen transportforskning som ***behavioural adaptation, risk compensation*** eller ***risk homeostasis*** (Wilde, 1994)

# ADAS - Potensielle sikkerhetsproblemer

## Passivitet

- Bruk av ledig kapasitet til andre aktiviteter (sms, tv, mobil med mer.)
- Understimulering, manglende situasjonsbevissthet
- “Out of the loop” forårsaket av passiv overvåking og manglende årvåkenhet
- Ikke oppmerksom på teknisk svikt og funksjonsfeil
- Forvirring i forhold til system modus
- Tap av manuelle kontrollferdigheter



Kilder: Stevens (2008), Sheridan and Nadler (2006), Sheridan (2001), Bainbridge (1987)

## ADAS - Potensielle sikkerhetsproblemer

### Tillit

- Overdreven tillit til system:
  - Bremssevne
  - Funksjonsområde
  - Mulighet til å ta inn skrens
- **Kontrollerbarhet**
  - Stående fast opp glatt bakke
  - Ukjent med betjening
- **Mistillit**
  - Motstand påvirker bruk, aksept, spredning (dermed sikkerhet)



**Hva kan vi si om sikkerhetseffekt av førerstøtte ?**

# Problem i forhold til å estimere sikkerhetseffekter

- Teknologien endrer seg stadig
- Integreerte system
- Atferden endrer seg over tid
- Liten eksponering, ulykkesdata Reliabilitet
- Potensial for misbruk
- Brukeraksept
- Markedsandel, utbredelse (aksept)
- Utviklingstadie
  
- Og... Atferdstilpasning

# Antiskrens – ESC

**Virkemåte:** Sensorer knyttet til styring, rotasjon og fart på hvert enkelt hjul – ”hvor ønsker føreren å styre bilen?”

## Konklusjoner:

- 50% red. på de ulykker det skal virke på
- Noen få:
- Problem opp bakke



**ESC checks 25 times per second:**  
Where does the driver want to steer?



**ESC checks 25 times per second:**  
Where is the vehicle going?



**ESC takes action:**  
It "steers" the vehicle by brake interventions. The car is kept more safely on track

*Figure 46. ESC is active all the time. It recognizes critical situations before the driver can and intervenes independently. From (Bosch 2008).*

# Intelligent fartstilpasser - ISA

## Ulik grad av påvirkning:

- Informerende ISA – begrenset virkning
- Støttende ISA – noe fartsreduksjon
- Kontrollerende ISA – størst fartsreduksjon

## Andre atferdsendringer:

- Tendens til å "kjøre etter fartsgrensen" (neg.)
- Økende tendens til å vike for fotgjengere (pos.)

## Konklusjoner:

- Stort potensial for ulykkesreduksjon, minus 20-25%
- Utfordring å skape aksept og utbredelse

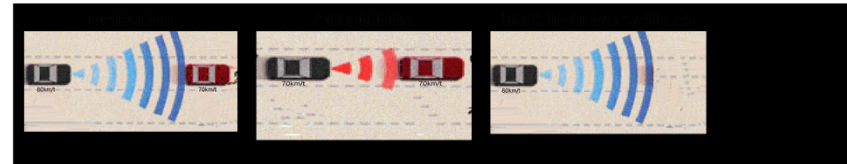
Norwegian ISA  
On-board speed, speed limit  
and overspeed warning  
Integrated in PDA



- Display
- Digitalt kart  
m/fartsgrenser
- GPS

# Adaptive Cruise Control (ACC)

1. **Ønsket atferd**  
De fleste bruker ACC som intendert
2. **Ca 10 % bruker feilaktig**  
(Jenssen et al, 2003)
3. **Ingen ulykker med ACC rapportert så langt**
4. **Potensial**  
ACC har et stort sikkerhetspotensial, men det krever at teknologiske utfordringer løses .

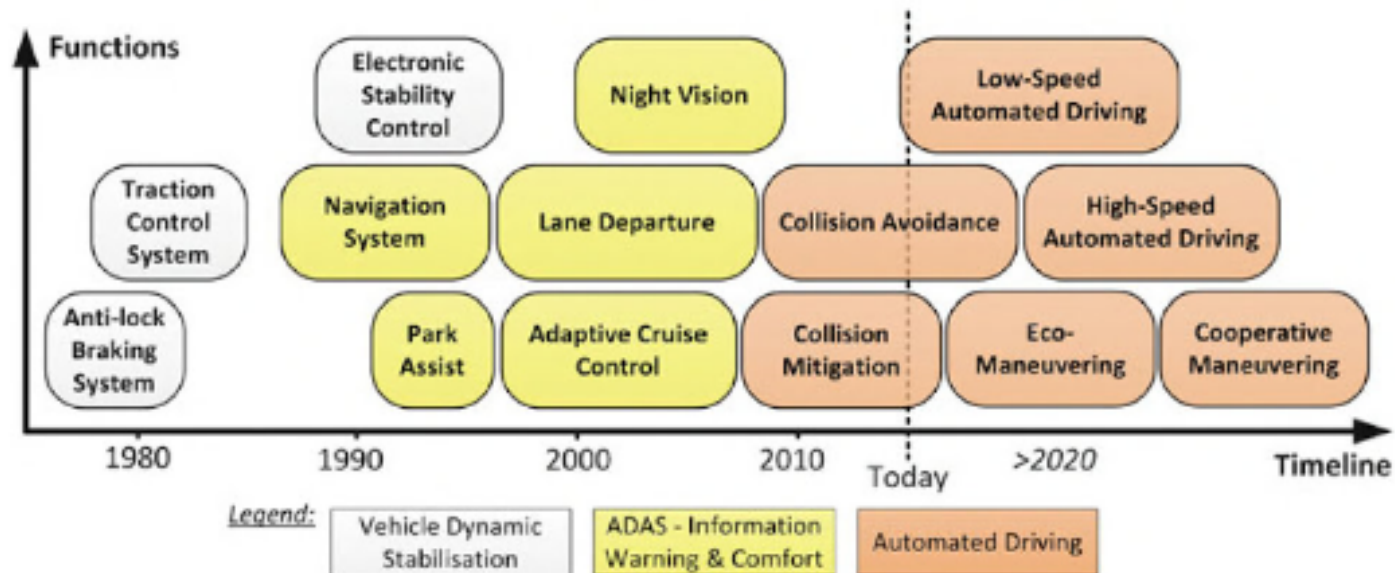


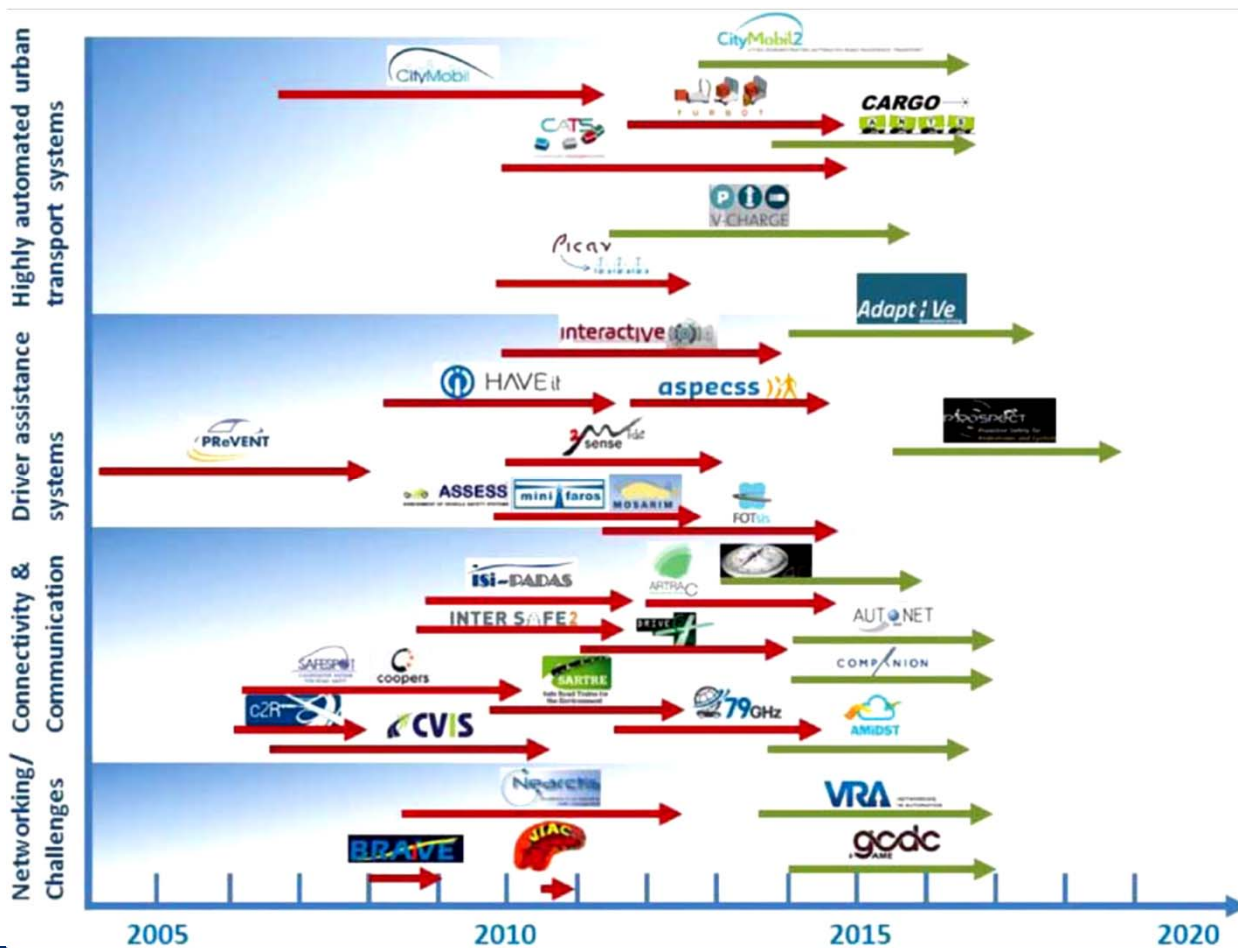


# Trender .....

## **kjøretøyteknologi og fører støtte**

# Evolusjon eller revolusjon?





### Norske prosjekt

- Wisecar
- Yeti
- Borealis
- SmartFeeder
- Borealis
- ...og flere

## VIDEO Autonom Barnevogn

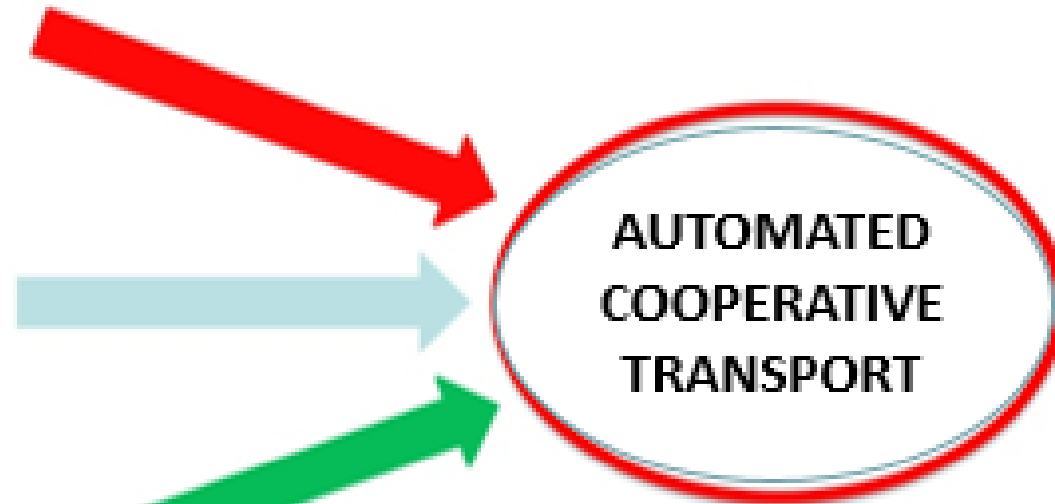


Paradigmeskifte –  
Flere utviklingsløp møtes

**Automated  
Vehicles**

**Connected  
Vehicles**

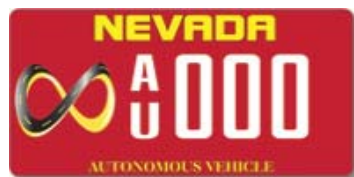
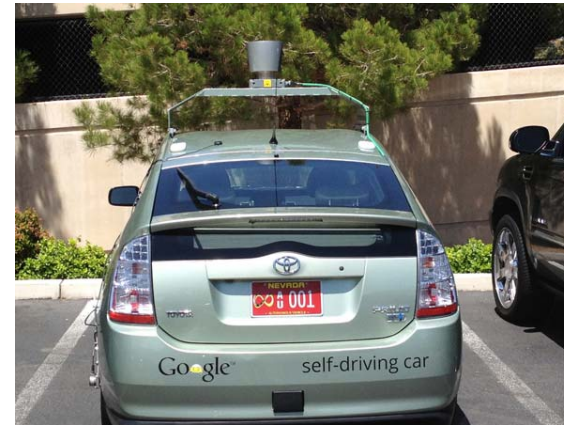
**Electric  
Vehicles**



Automatisering - Førerløse kjøretøy

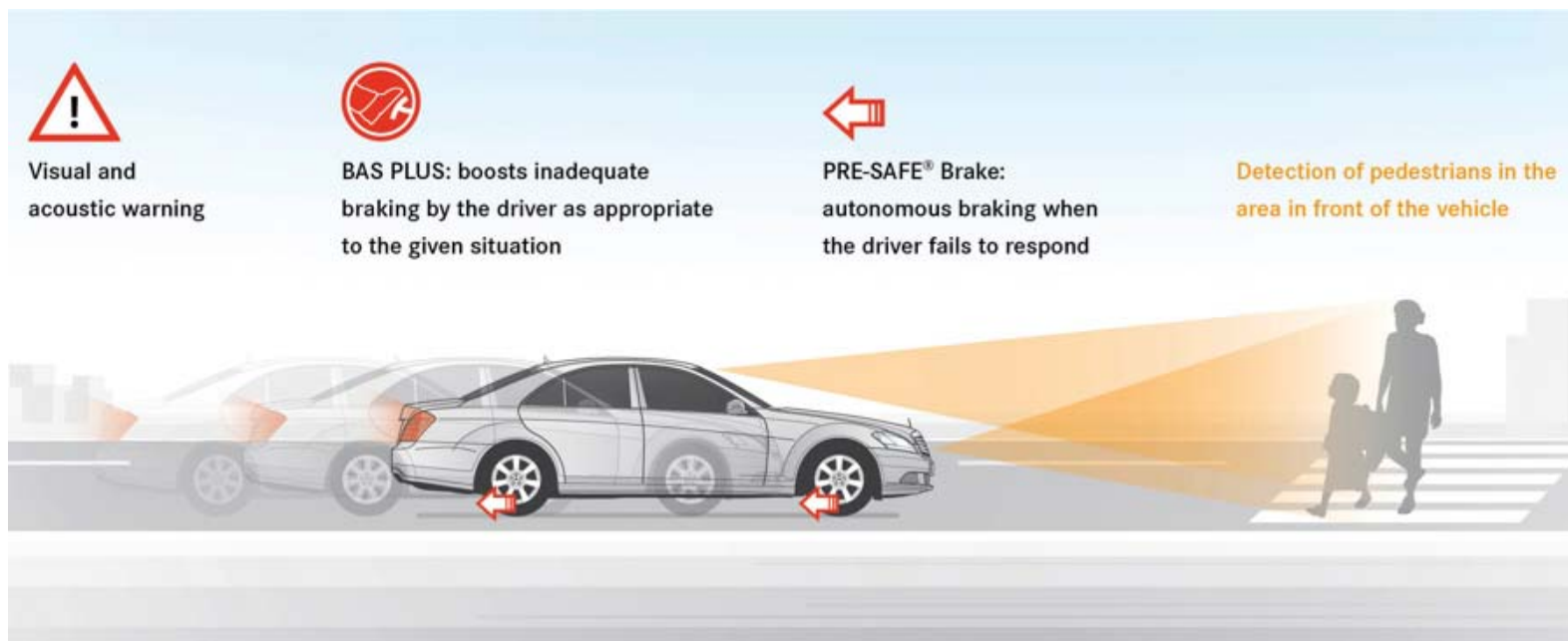
## Paradigmeskifte

- Nevada godkjente en lov som tillater selvstyrte biler på veger fra 1 mars 2012
- Omfattende program for testing og lisensiering
- Autonome biler må ha røde nummerkilt slik at de raskt kan identifiseres av andre
- Det første nummerskiltet ble gitt til - hvem andre?  
Google's autonome Toyota Prius prototyp
- Førerløse brøytebiler på flyplass



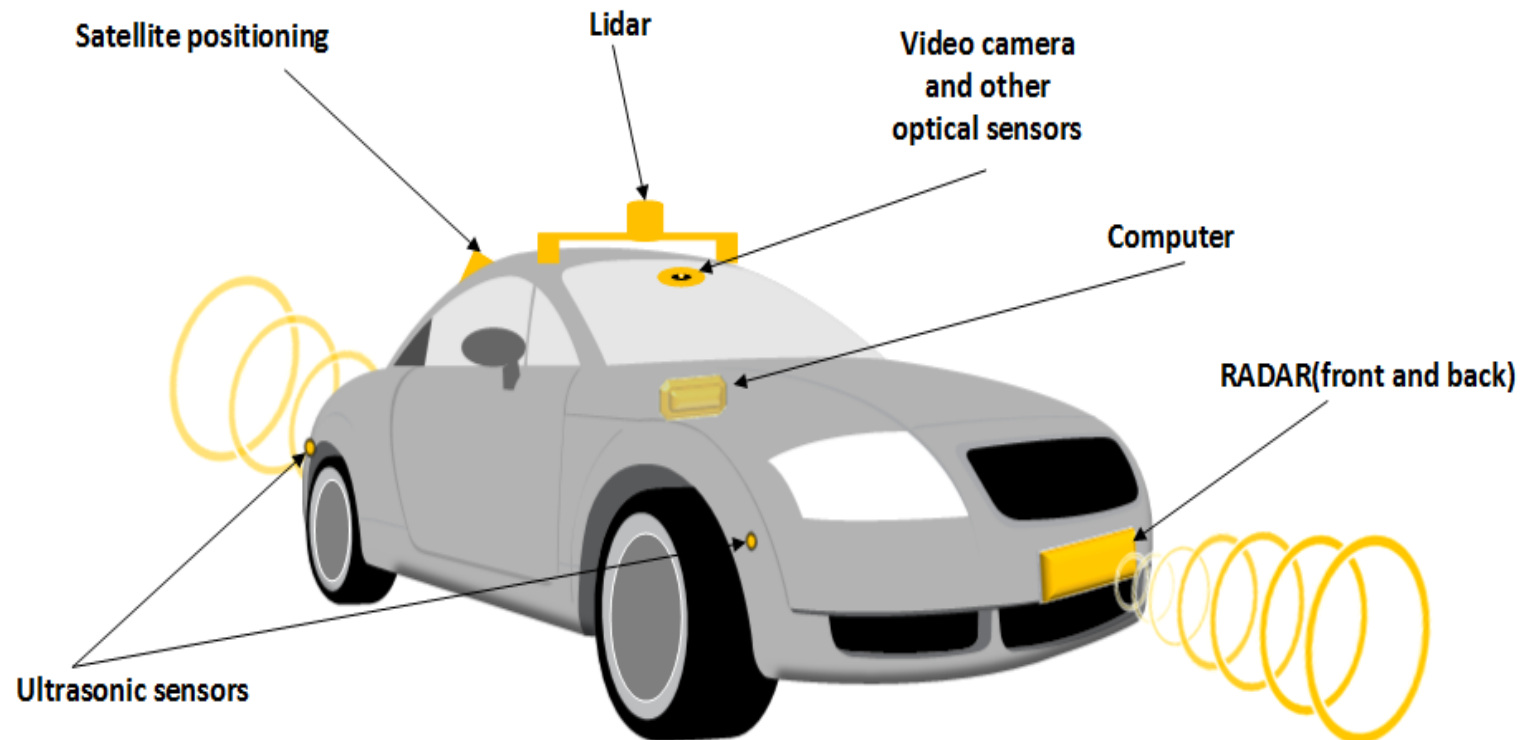
# Auto Brems

## Fotgjengerdeteksjon med varslings, støtte og inngripen



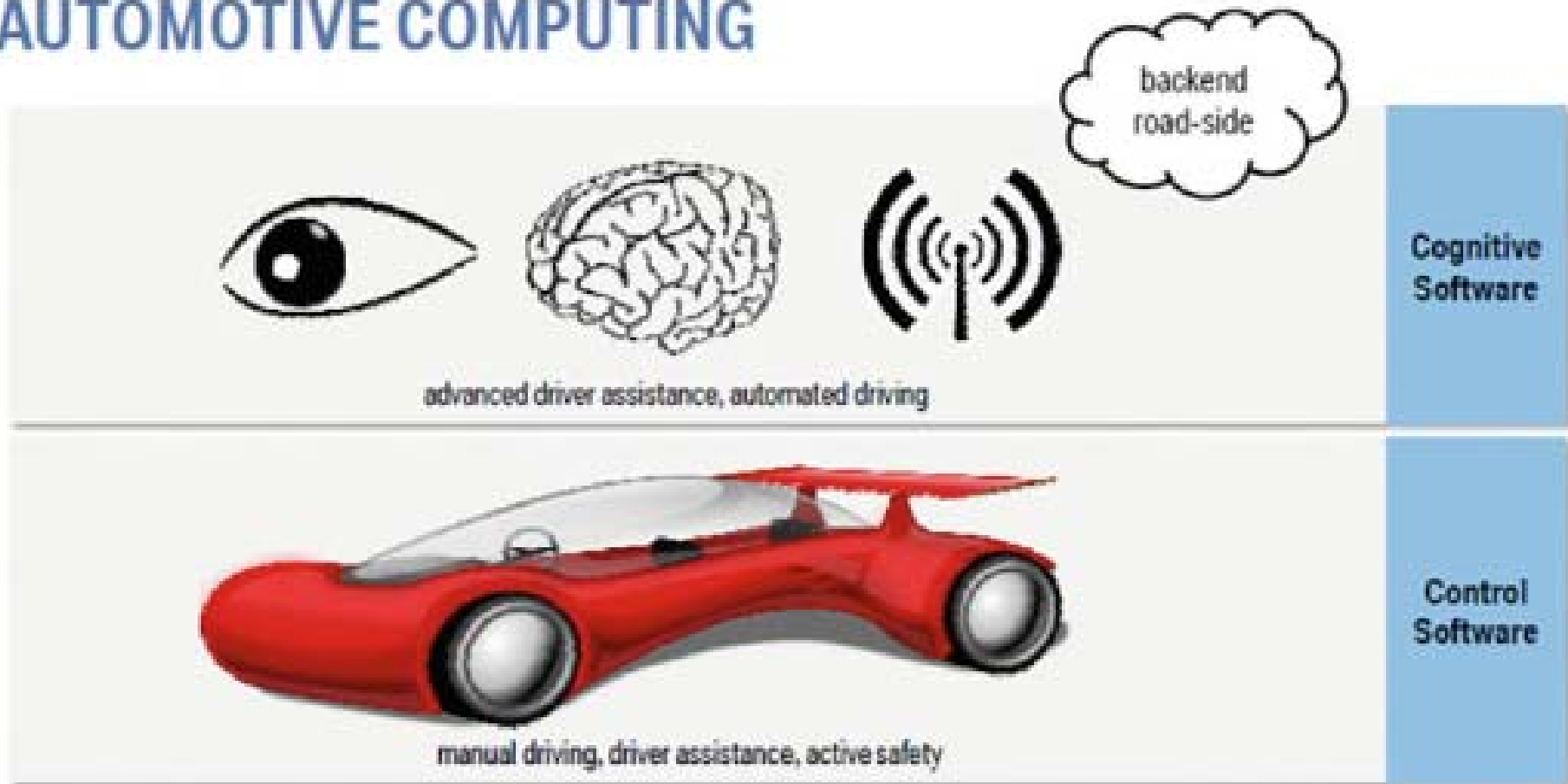
Mercedes-Benz

## Key on-board technologies

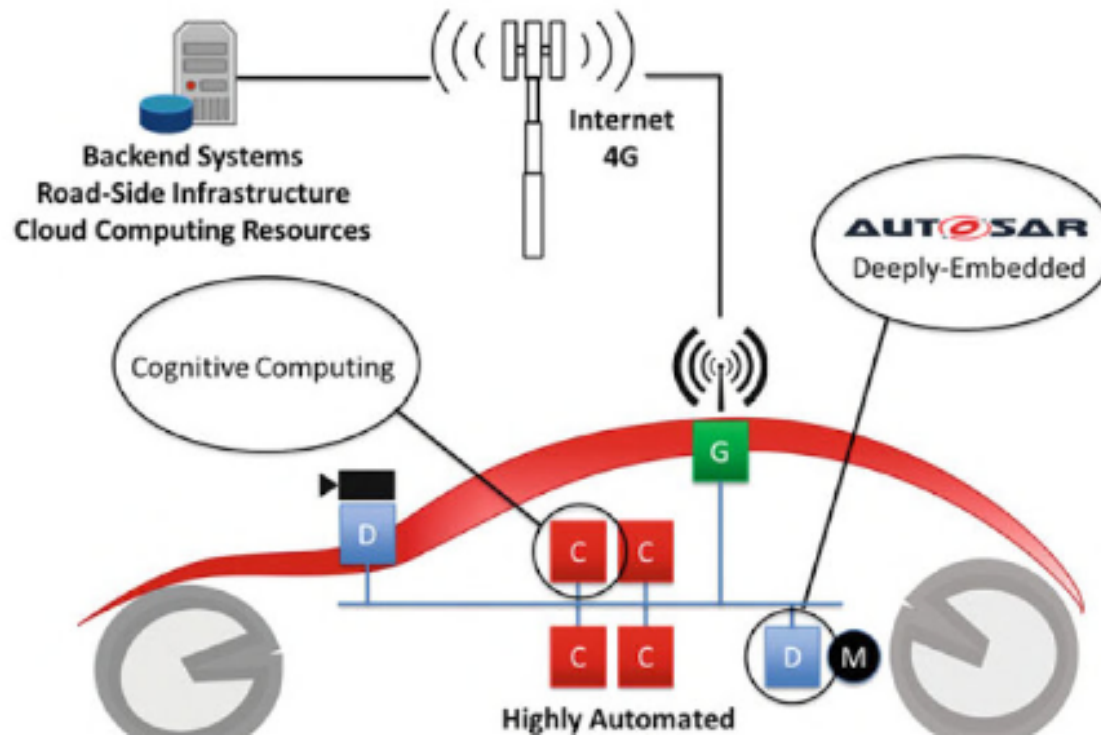




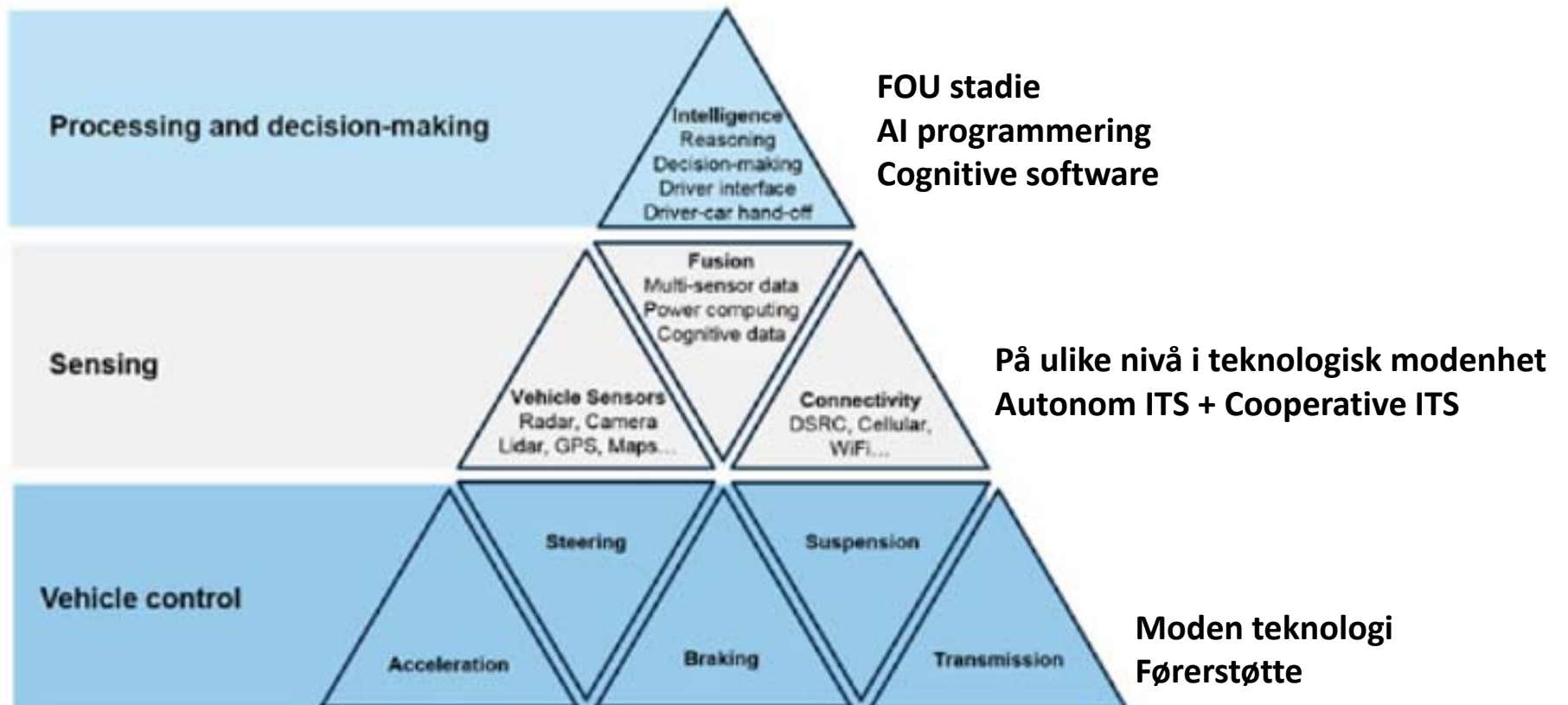
# AUTOMOTIVE COMPUTING



# Leitner et al 2017

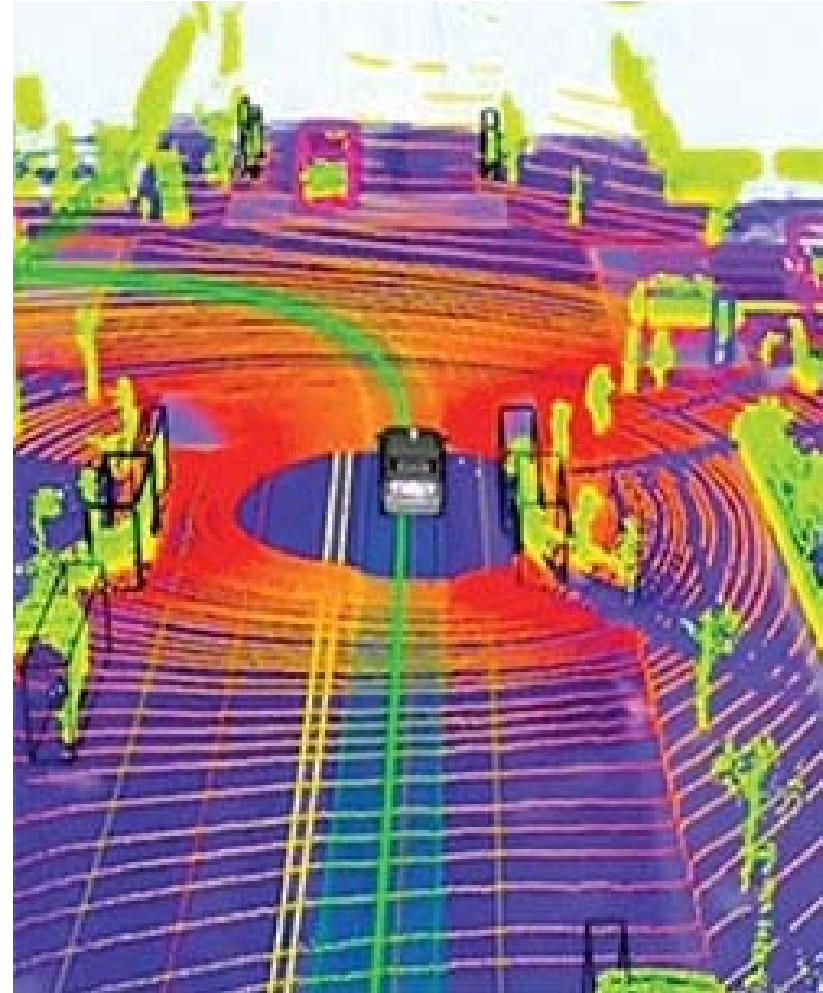


# Byggestener i realisering av automatiserte kjøretøy

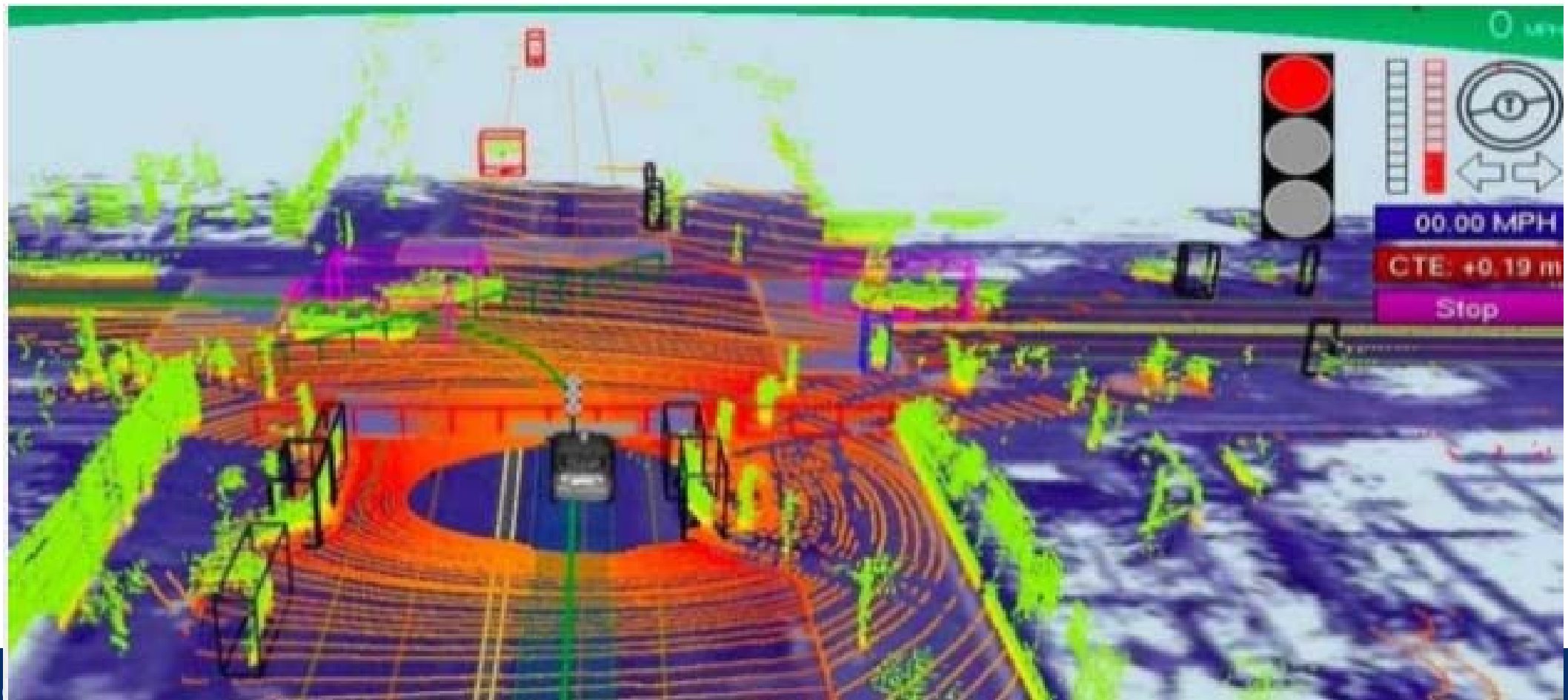


# Teknologisk status

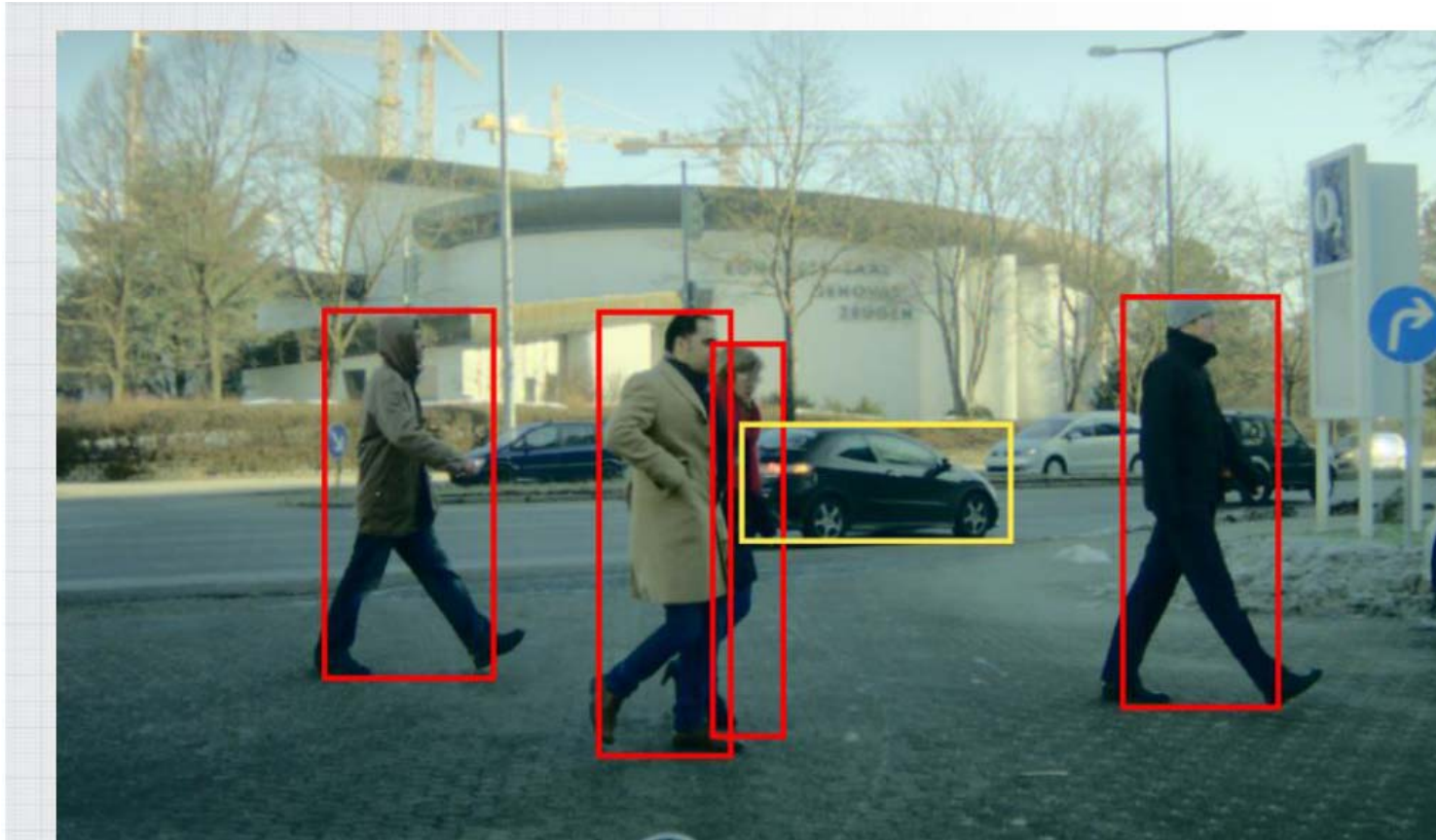
- Hva en Google bil ser når det tar en venstresving
- Utfordring med
  - Snø, støv, dugg
  - Motlys
  - Ukjente objekt
  - Broer, umerket veg, rundkjøring
  - Hacking, fjernstyring



## Lidar vision

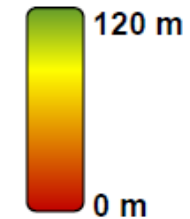


## Stereo kamera leverer mye informasjon



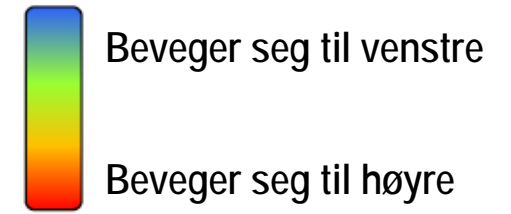
Kilde: Autoliv AB

## Stereo kamera leverer mye informasjon, 3D data



Kilde: Autoliv AB

## Stereo kamera leverer mye informasjon, bevegelse



Kilde: Autoliv AB

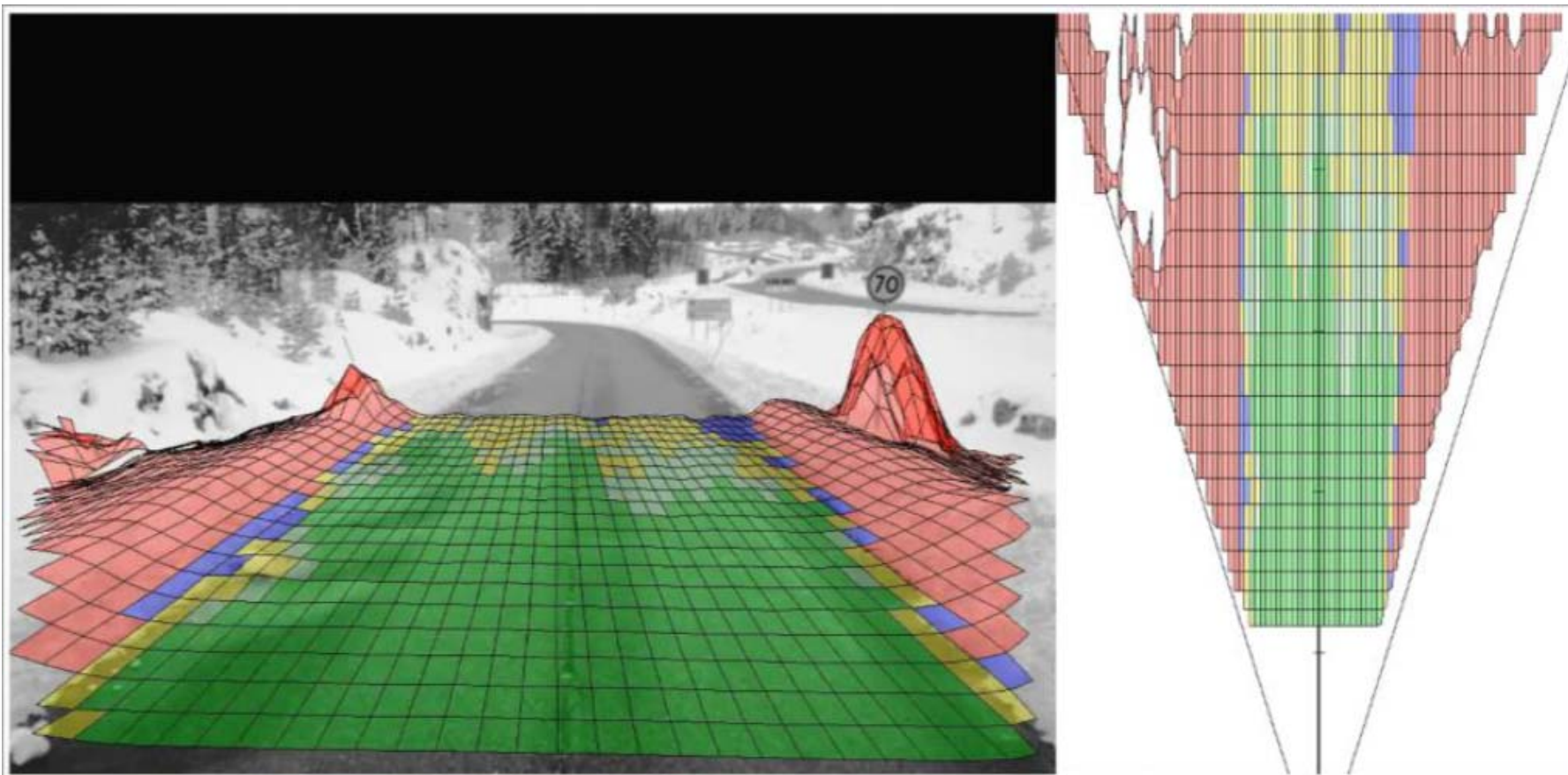


## Stereo kamera, deteksjon av "kjørbare flater", sommer



Kilde: Autoliv AB

## Stereo kamera, deteksjon av "kjørbare flater", vinter

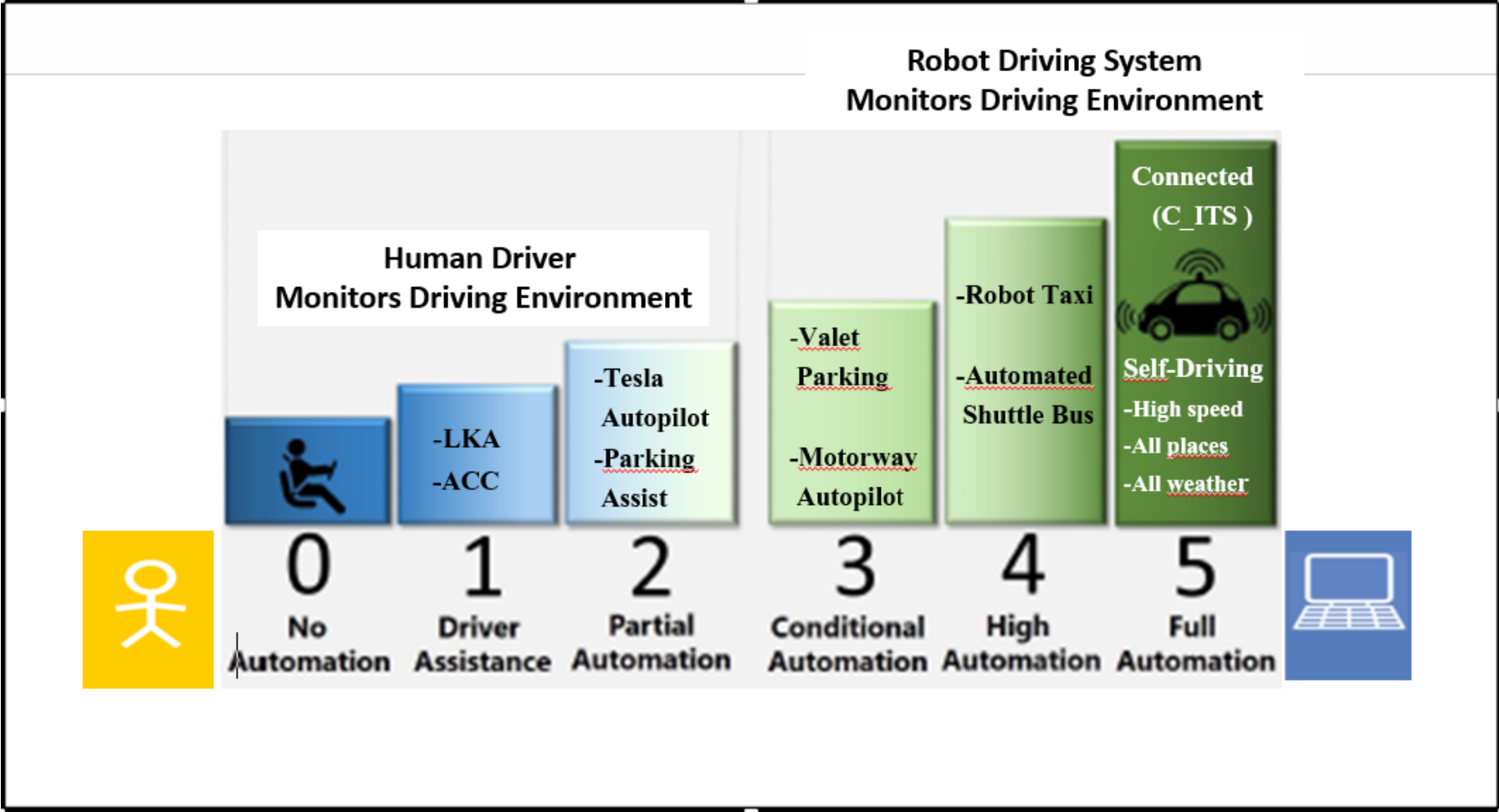


Kilde: Autoliv AB

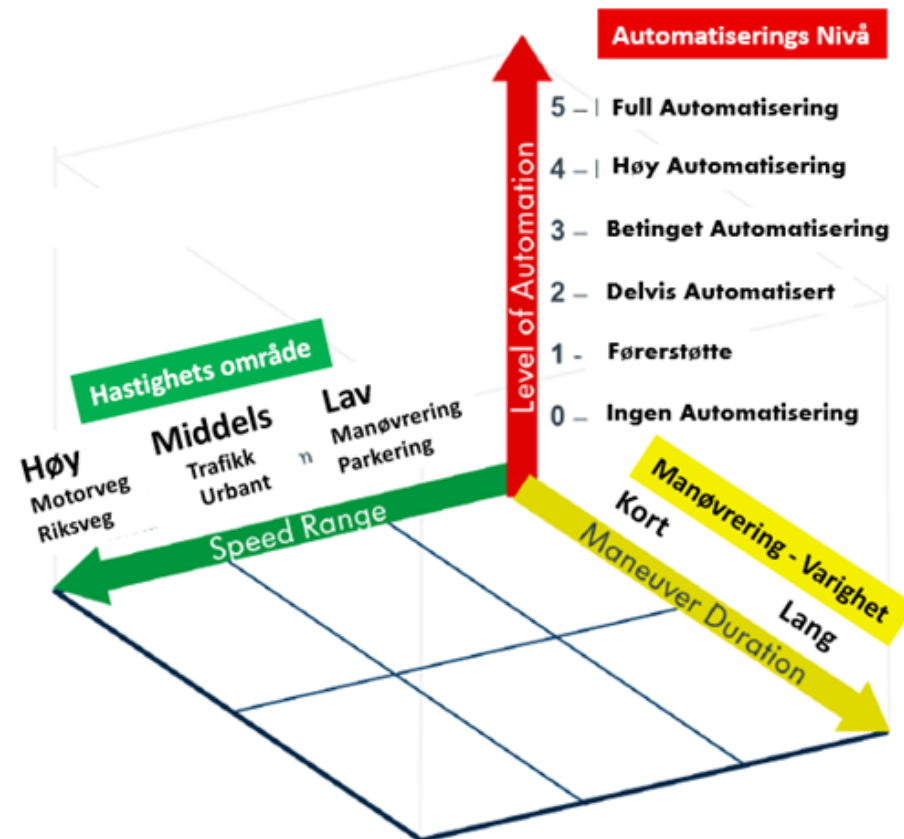
# SAE J3016

Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving  
Automation Systems for On-Road Motor Vehicles

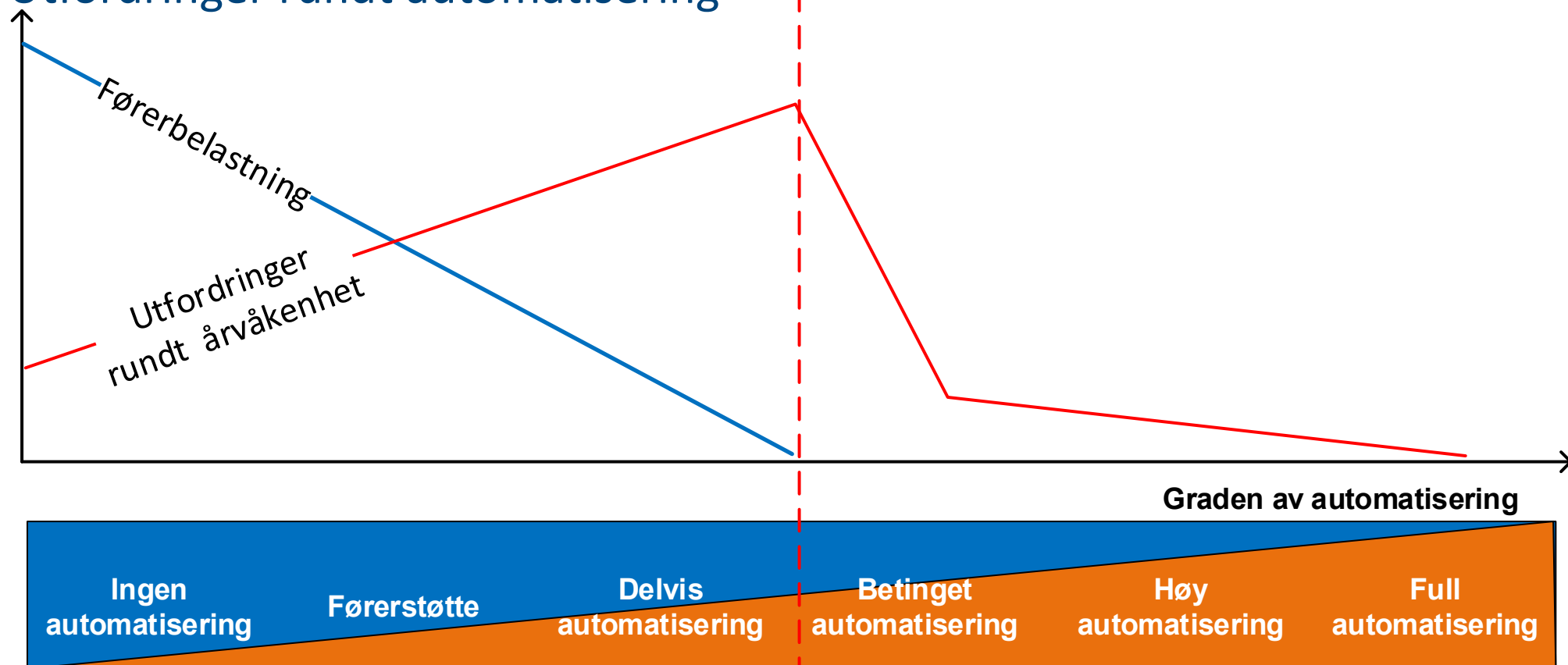
# Levels of Vehicle Automation (SAE J3016)



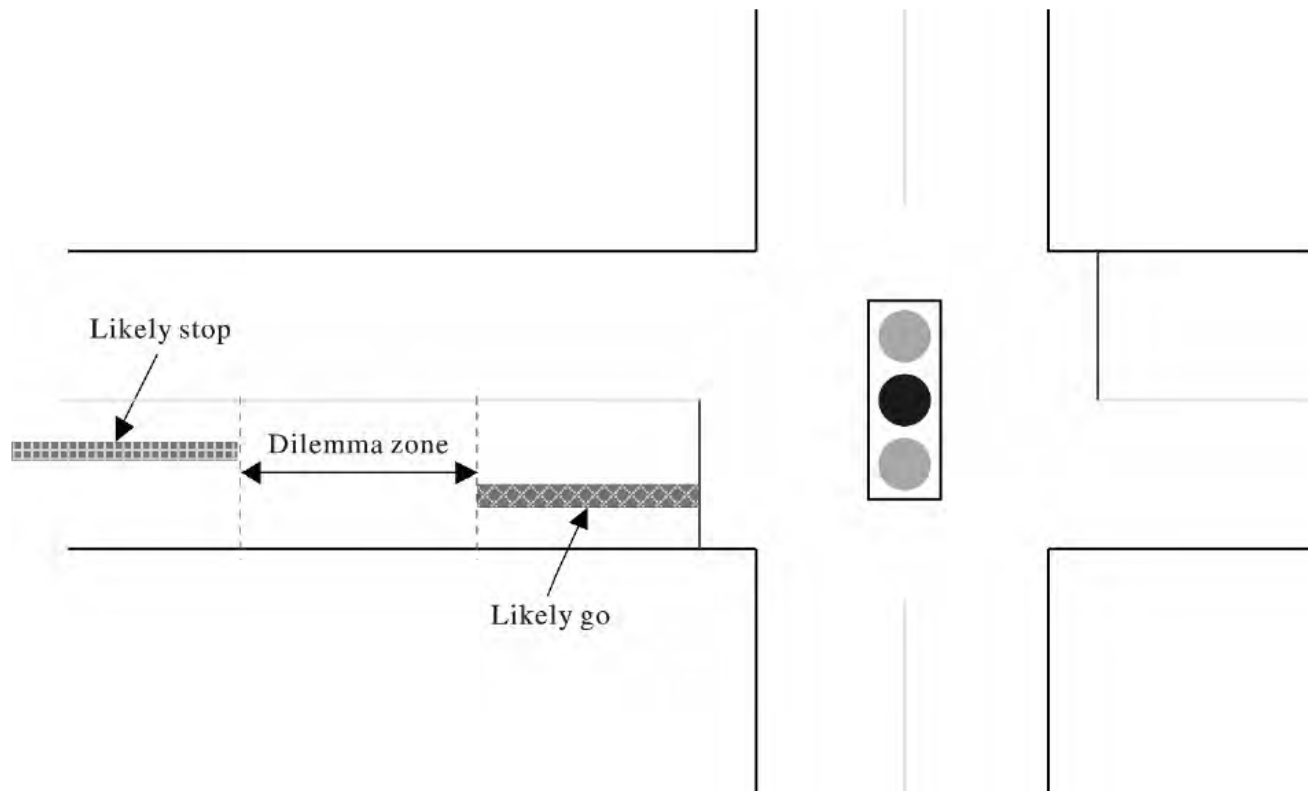
# Funksjonelle dimensjoner for automatisert kjøring og parkerings-system. Inspirert av NHTSA (2013) og AdaptIVe (2015)



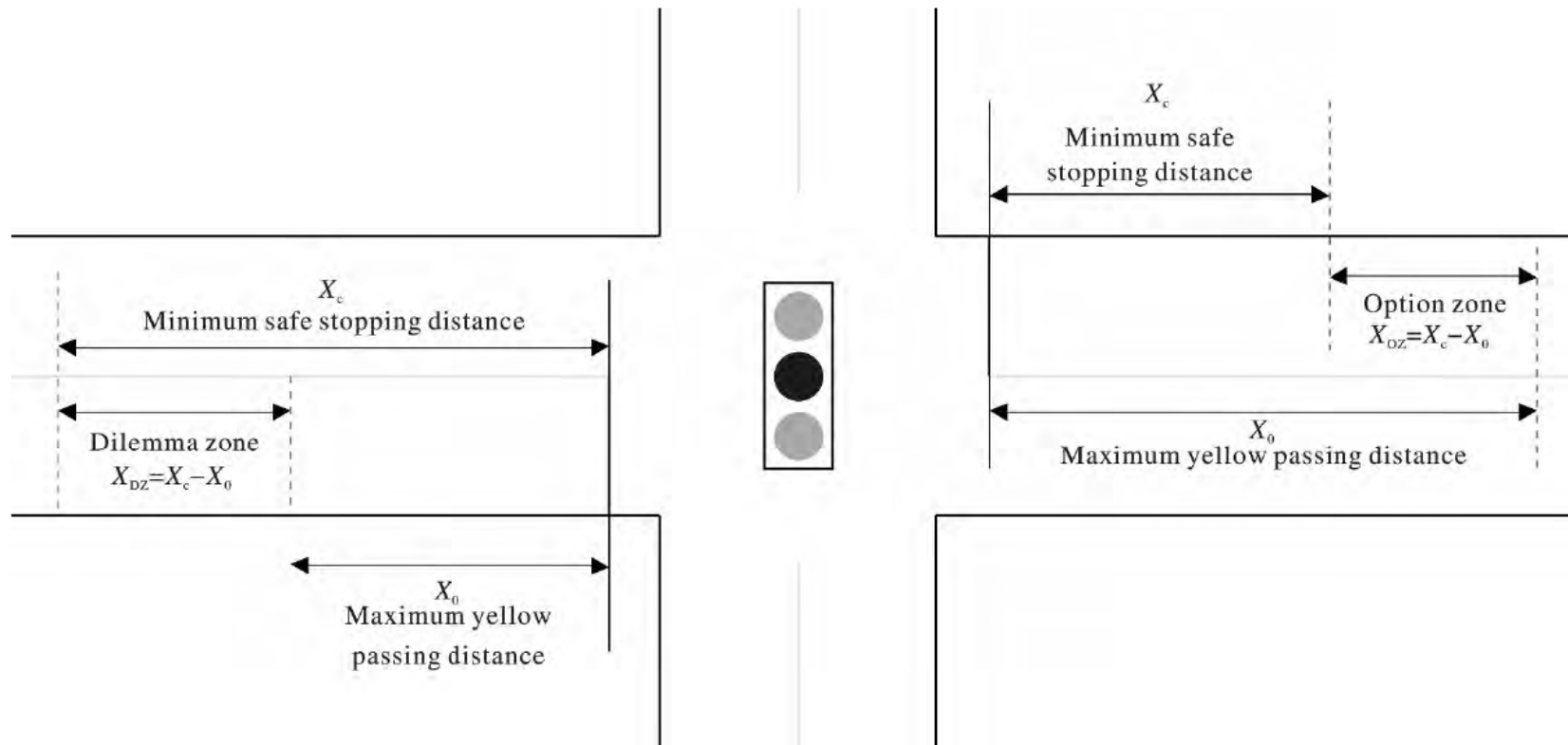
## Utfordringer rundt automatisering



## Dilemmasonen, Google patent 4. februar 2016:

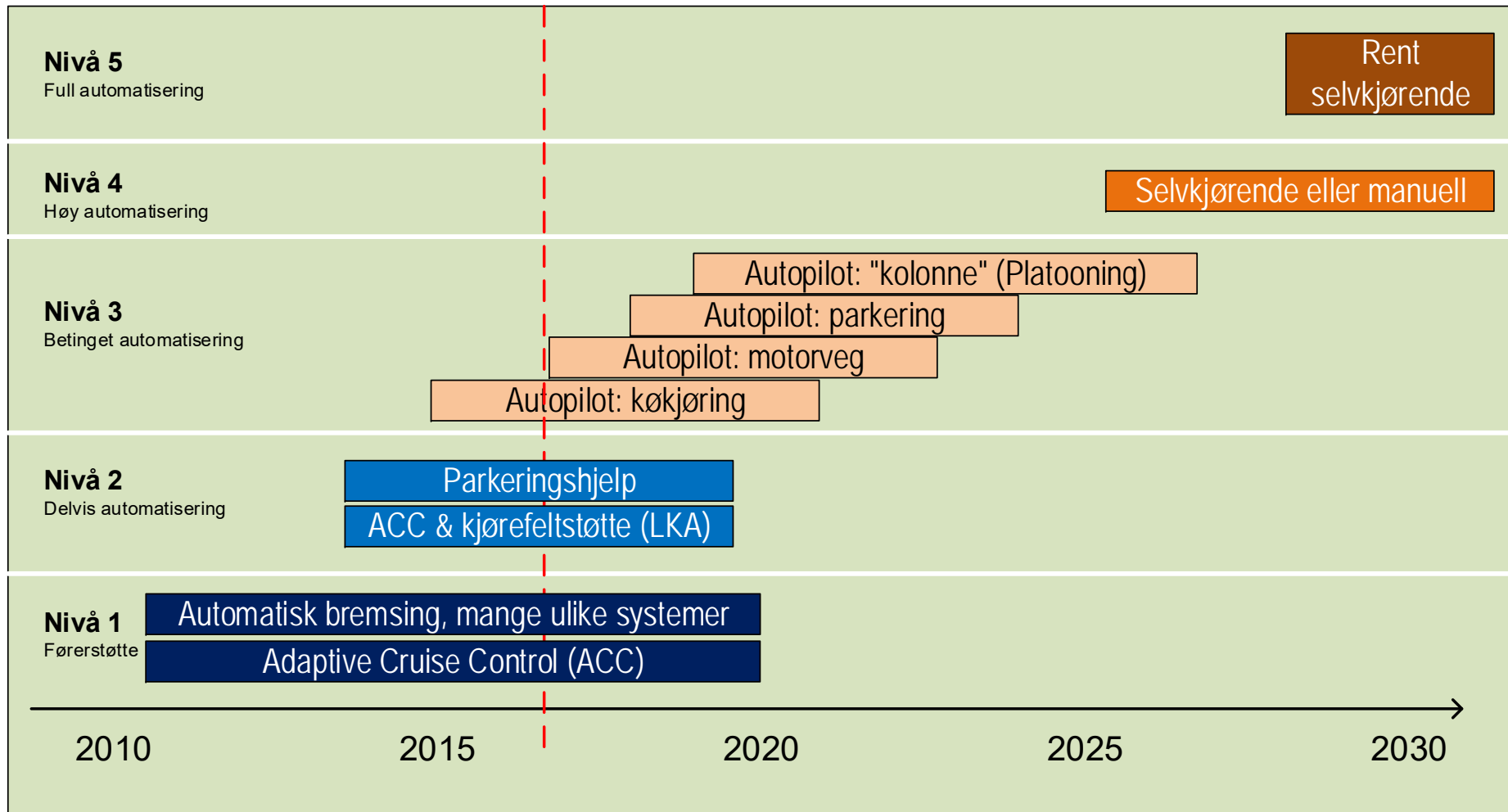


## Dilemma sone





# Utviklingen i autonom transport



## Bilindustrien tar ansvar

Sagt av Hakan Samuelsson februar 2016- Volvo Car Group President og CEO

- *Volvo vil ta på seg fullt ansvar når en av våre biler er i selvkjørende modus. Vi er en av de første bilprodusentene i verden som gir et slikt løfte.*

# Utviklingen i autonom transport



Feet off

2000



Hands off

2015



Eyes off

2018



Mind off

>2020

Kilde: Autoliv AB

# Oppsummering

- **Aktiv sikkerhet** reduserer sannsynlighet for ulykke
- **Automatiserte transportsystemer** består helt eller delvis av selvkjørende enheter som tar egne beslutninger om retning, hastighet og oppførsel i trafikken, basert på informasjon innhentet gjennom kjøretøyets egne sensor-, kommunikasjonssystem og informasjon om sine omgivelser
- **Autonome og Automatiserte Kjøretøy** på nivå 4-5, kan gå i fast rute eller styres til ønsket destinasjon ved at passasjerer tilkaller kjøretøyet og trykker på en knapp for ønsket endepunkt adresse.
- **Mye av teknologien** som inngår i autonome og automatiserte kjøretøy er utviklet over lang tid (førerstøtte system) og har nådd et tilstrekkelig modenhetsnivå til å anvendes i trafikk. Reguleringsteknikken og algoritmene som tolker og agerer på samordnet sensor informasjon imidlertid av nyere dato.

## Antatte fordeler knyttet til selvkjørende kjøretøy

- Bedre trafiksikkerhet
- Mer effektiv trafikkavvikling
- Bedre mobilitet
- Miljøgevinster

## Antatte utfordringer knyttet til selvkjørende kjøretøy

- Bevisstgjøring, brukerksept og tillit
- Sikkerhet og personvern
- Lovgivning og systemsikkerhet
- Konkurransen med person,- og varetransport
  
- Å etablere en smart "virtuell sjåfør" som snakker med omgivelsene
- Å etablere gode sensorsystemer som fungerer under alle forhold

# Refleksjon

1. Hvordan bør automatiserte kjøretøy oppføre seg
  - Følge alle regler til punkt å prikke?
  - Ta med seg unotene som vanlige sjåfører har?
2. Hvordan skal andre "manuelle biler" forholde seg til automatiserte kjøretøy?
  - Bør kjøretøy varsle andre om at det er i autonom modus?
  - Hva med føreropplæringen rundt dette?
3. Hvordan skal automatiserte kjøretøy kommunisere med myke trafikanter, og i "gentlemans" situasjoner (fletting, vike, mm)

[gunnar.d.jenssen@sintef.no](mailto:gunnar.d.jenssen@sintef.no)