

SELVKJØRENDE BILER OG BUSSEER – VIL DETTE FUNGERE?

Terje Moen, seniorrådgiver
ESRA, Sikkerhet i fremtidens transportsystemer
Tekna, Oslo 11. april 2018

Innhold

- Litt om SINTEF AS
- Introduksjon
- Trender og drivere
- Automatisering av vegtransporten, selvkjørende biler/kjøretøy
- SAE J3016, konsept, terminologi og klassifiseringen av automatisering
- Alvorlige ulykker med selvkjørende biler
- C-ITS: Samvirkende systemer
- Når "skjer det"?
- Forskningsutfordringer



Litt om SINTEF AS

SINTEF Teknologi og samfunn



Helse



Sikkerhet og mobilitet



Økonomi og teknologiledelse

Digitalisering – Grønn omstilling – Omstilling offentlig sektor

- Helse- og velferdstjenester
- Helsefremmende arbeidsliv
- Velferdsteknologi og e-Helse
- Medisinsk teknologi

- Smart infrastruktur
- Digitale sikkerhetsløsninger og utfordringer
- Intelligente og automatiserte transportsystemer
- Nullutslippsmobilitet
- Samfunnssikkerhet

- Næringslivets konkurransekraft
- Individ, organisasjon og ledelse
- Arbeidsprosesser og partssamarbeid
- Produksjon og produktivitet
- Økonomi, verdikjeder og forretningsmodeller



Sikkerhet og mobilitet

Vår forskning bidrar til sikre og trygge samfunn, og til et effektivt, sikkert og miljøvennlig transportsystem.

Vi utvikler forskningsbasert kunnskap og løsninger i tett dialog med kunder i næringsliv og offentlig forvaltning.

FAG

- Satsingsområder
 - Automatiserte transportsystemer
 - Nullutslippsmobilitet
 - Samfunnssikkerhet
- Avdelingen er med på 4 konsernstrategiske initiativ
 - SATS – Satsing Autonom Transport
 - ZEM – Zero Emission Mobility accelerator
 - BigLearn – Big Data
 - SCC – Smart Cities and Communities

Forskningsgrupper

Digitalisering i transport

Automatisering, digitalisering og elektrifisering av transportsystemet. Sikkerhet og trygghet. Bruk av verktøy for kunstig intelligens for drift og vedlikehold av veg. Evalueringemetodikk.

Bærekraftig mobilitet

Nullutslippsmobilitet og energieffektiv transport. Utvikling av transportmodeller, metodikk for beregning av konsumentoverskudd og analyse av kollektivtransport. Nyttekostnadsanalyse for investering i transportinfrastruktur. Smart datainnsamling og –analyse.

Sikkerhet og pålitelighet

Risikoanalyse og barrierestyling. Risiko, sårbarhet, pålitelighet og indikatorer. Integreerte operasjoner. Grensesnittet mellom mennesket, teknologi, cybersikkerhet, organisasjon og samfunn. Samfunnssikkerhet, beredskap, læring og regelverk.

Dette foredraget handler ikke om førerløse biler!

Politiet: *Trafikkuhell da bil trillet **førerløs** ut i dammen i Ranheimsfjæra. Ingen personskade, men elmotoren har det nok ikke så bra.*



Men, hva sier vi da?

- **Automatisert kjøring**
- Selvkjørende kjøretøy
- Autonome kjøretøy

Trender og drivere

Politiske føringer

- ITS-direktivet
- Amsterdam-erklæringen
- Lovverket
 - NTP
 - ...

Automatisering av kjøretøy/farkoster

- Sensorer
- Programvare
- Fjernoppdatering
- ...

Samfunn og næringsliv

- Delingsøkonomien
- Nye forretningsmodeller
- Mobility as a Service
- ...

Elektrifisering

- Fordeler
- Batterikost
- Fornybar energi
- ...

Digitalisering

- IoT
- Regnekraft
- AI
- Big Data
- 4G, 5G
- (ITS-G5)
- ...

TeM 2017

**AUTOMATISERING AV
VEGTRANSPORTEN,
SELVKJØRENDE BILER/KJØRETØY**

Antatte fordeler knyttet til selvkjørende kjøretøy

- Selvkjørende biler vil ikke gjøre menneskelige feil som for eksempel å ta høy risiko
 - Færre drepte og hardt skadde i trafikken
- Mer effektiv trafikkavvikling
- Bedre utnyttelse av landarealet
- Bedre mobilitet - for alle
- Store gevinster for miljø og klima.

Antatte utfordringer knyttet til selvkjørende kjøretøy

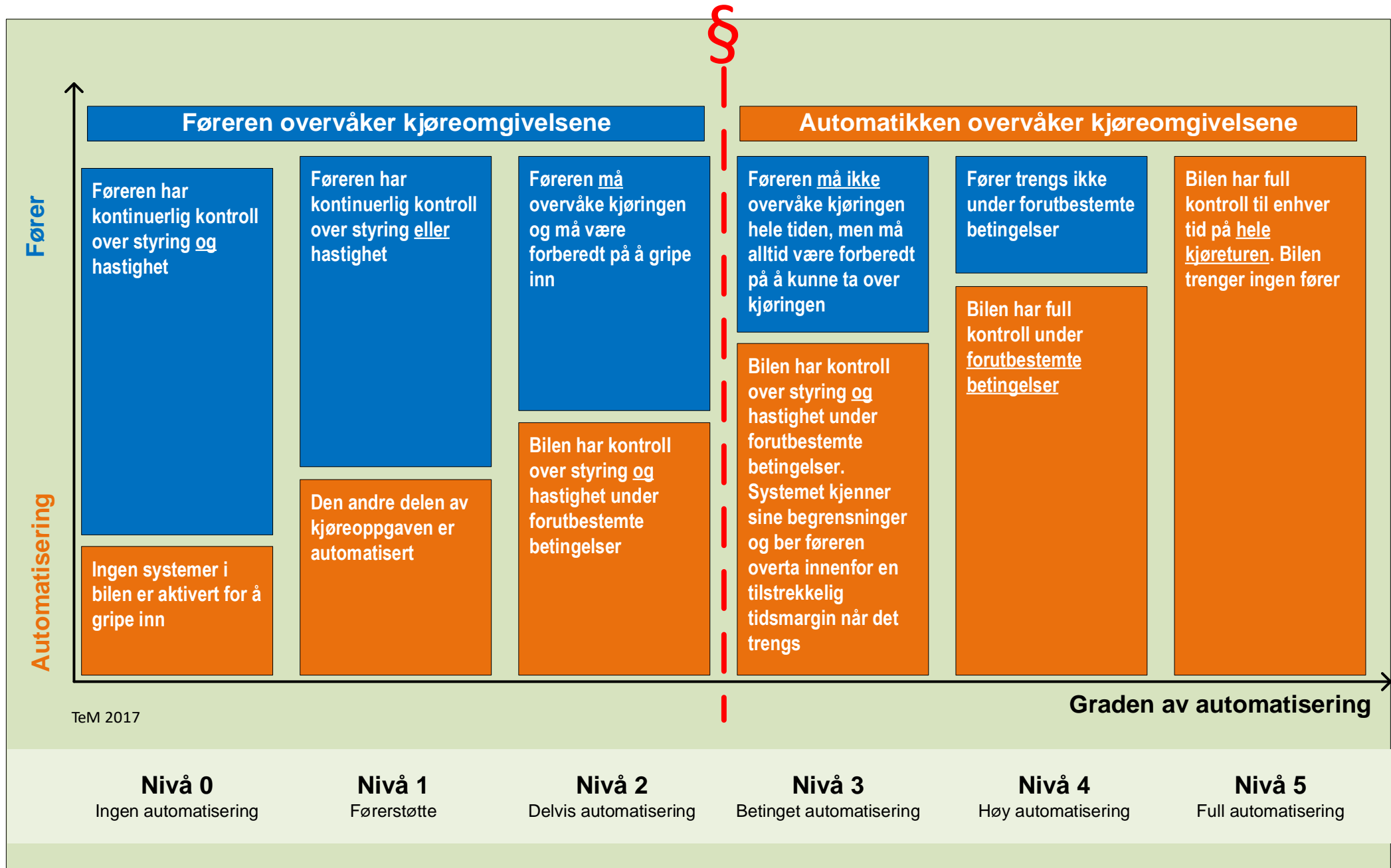
- Bevisstgjøring, brukeraksept og tillit
- Sikkerhet og personvern
- Lovgivning og systemsikkerhet
- Konkurransen med person,- og varetransport

- Nye typer ulykker vil oppstå når teknologien feiler
- Å etablere en smart "virtuell sjåfør"
- Å etablere gode sensorsystemer som fungerer under alle forhold.

SAE J3016

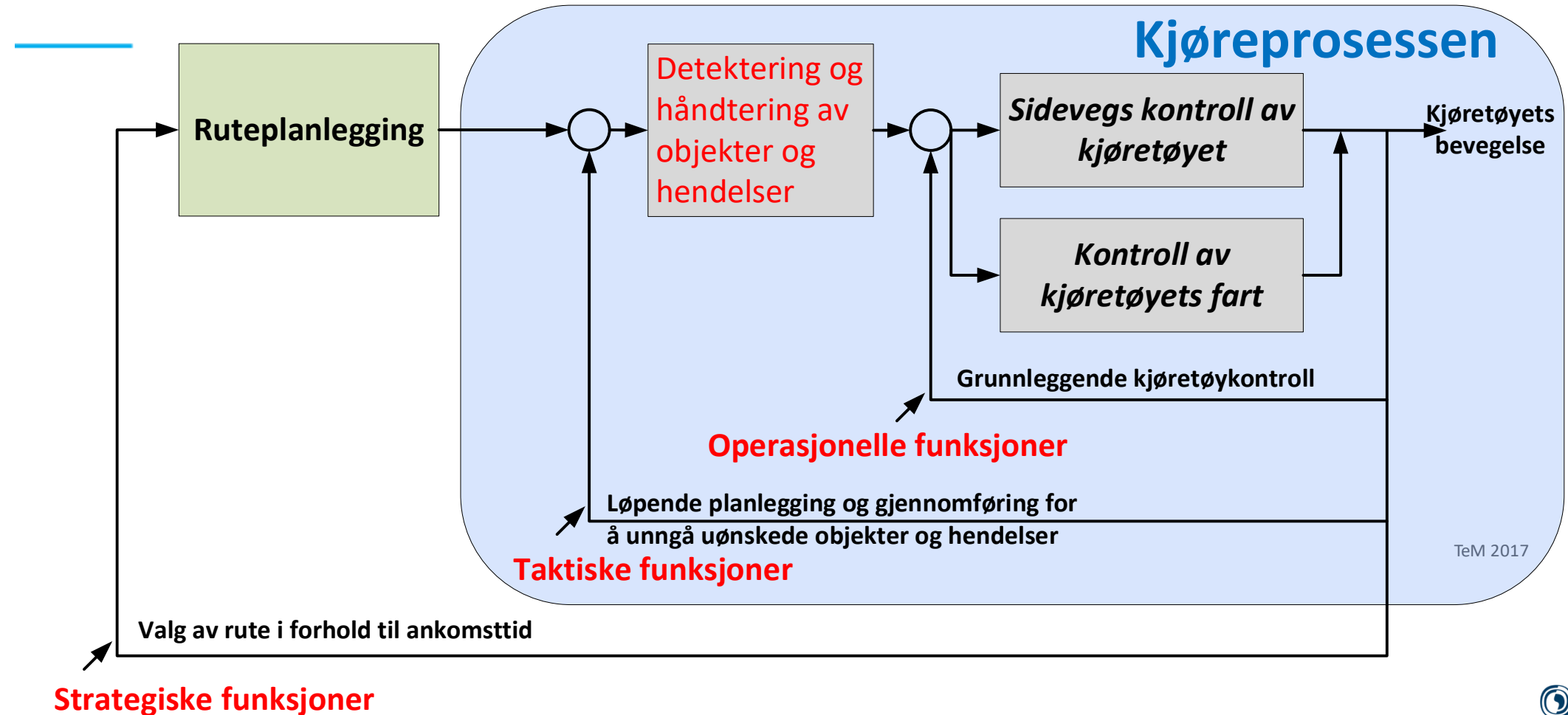
*Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving
Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*

På norsk: **Konsept, terminologi og klassifiseringen av
systemer for automatisert kjøring med motorkjøretøyer
på veg**

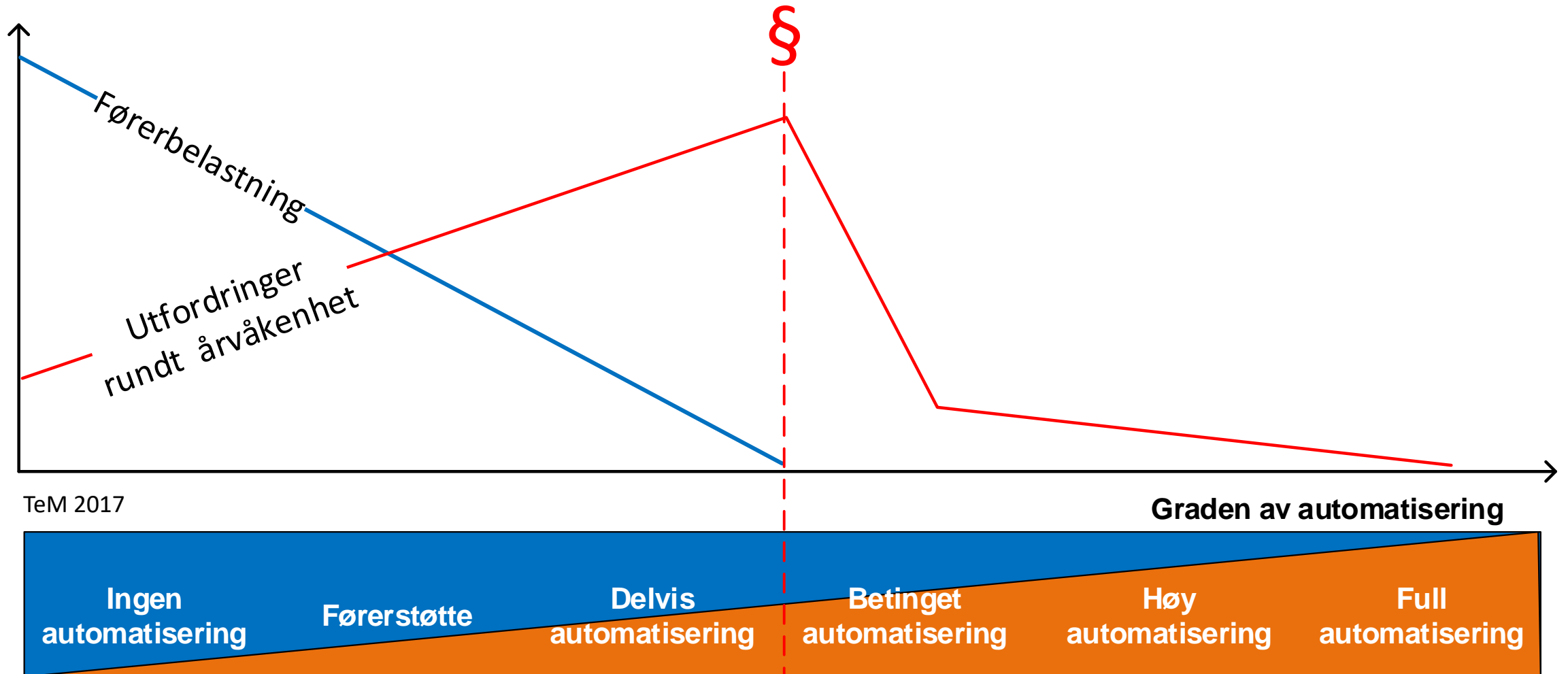


SAE J3016, Dynamic Driving Task (DDT)

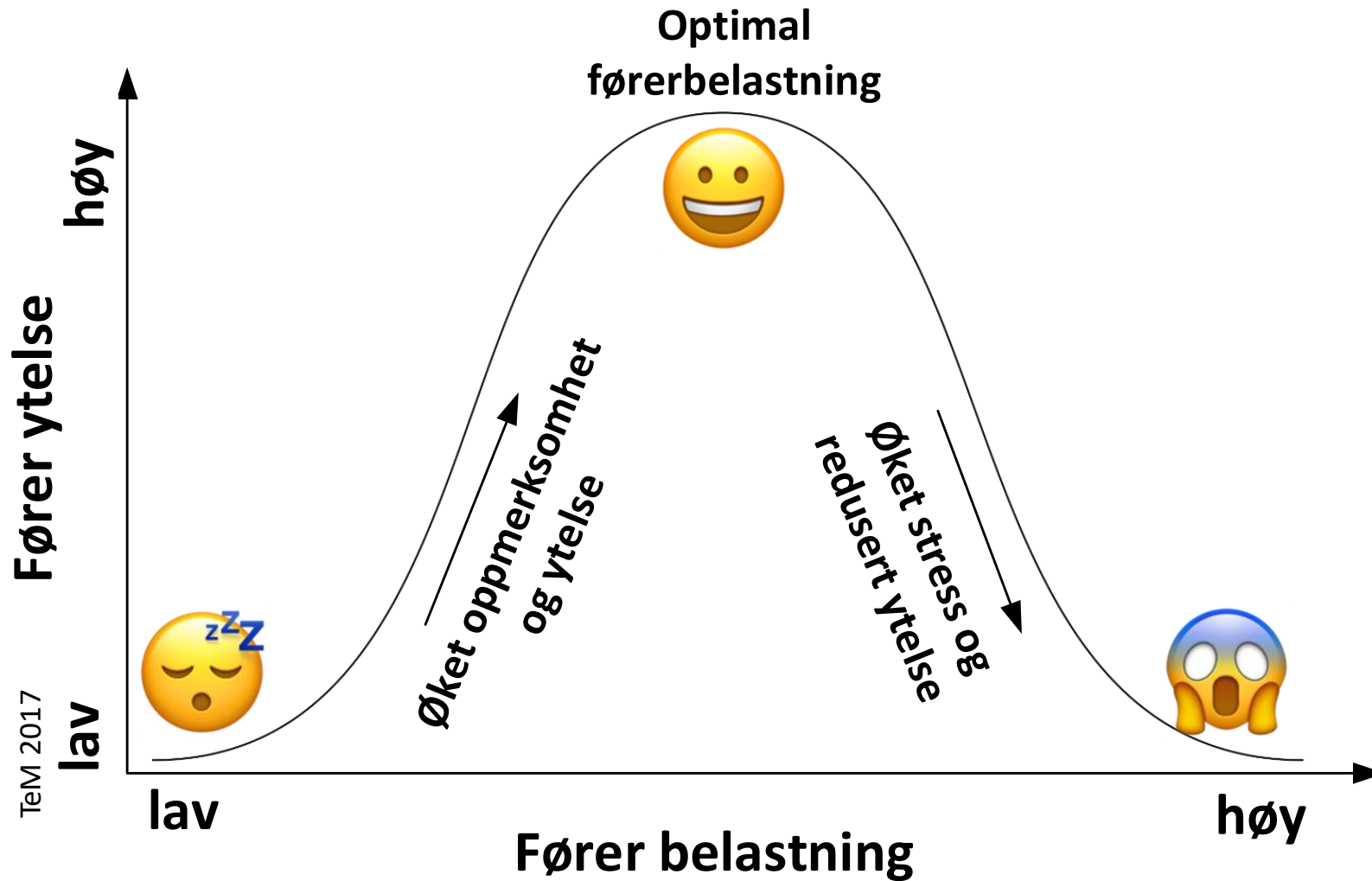
På norsk: **Kjøreprosessen**



Utfordringer rundt automatisering

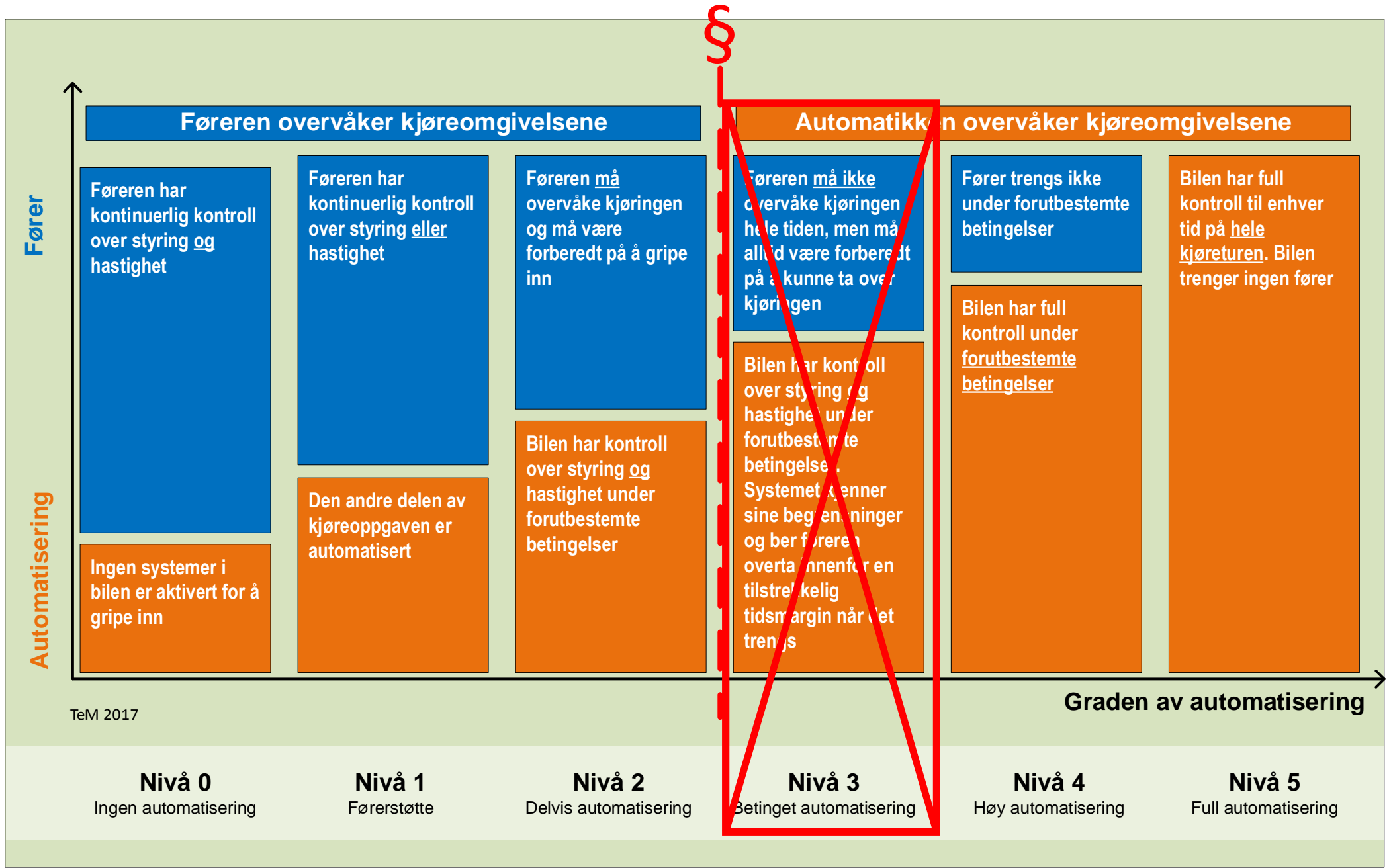


Førerbelastning og -ytelse



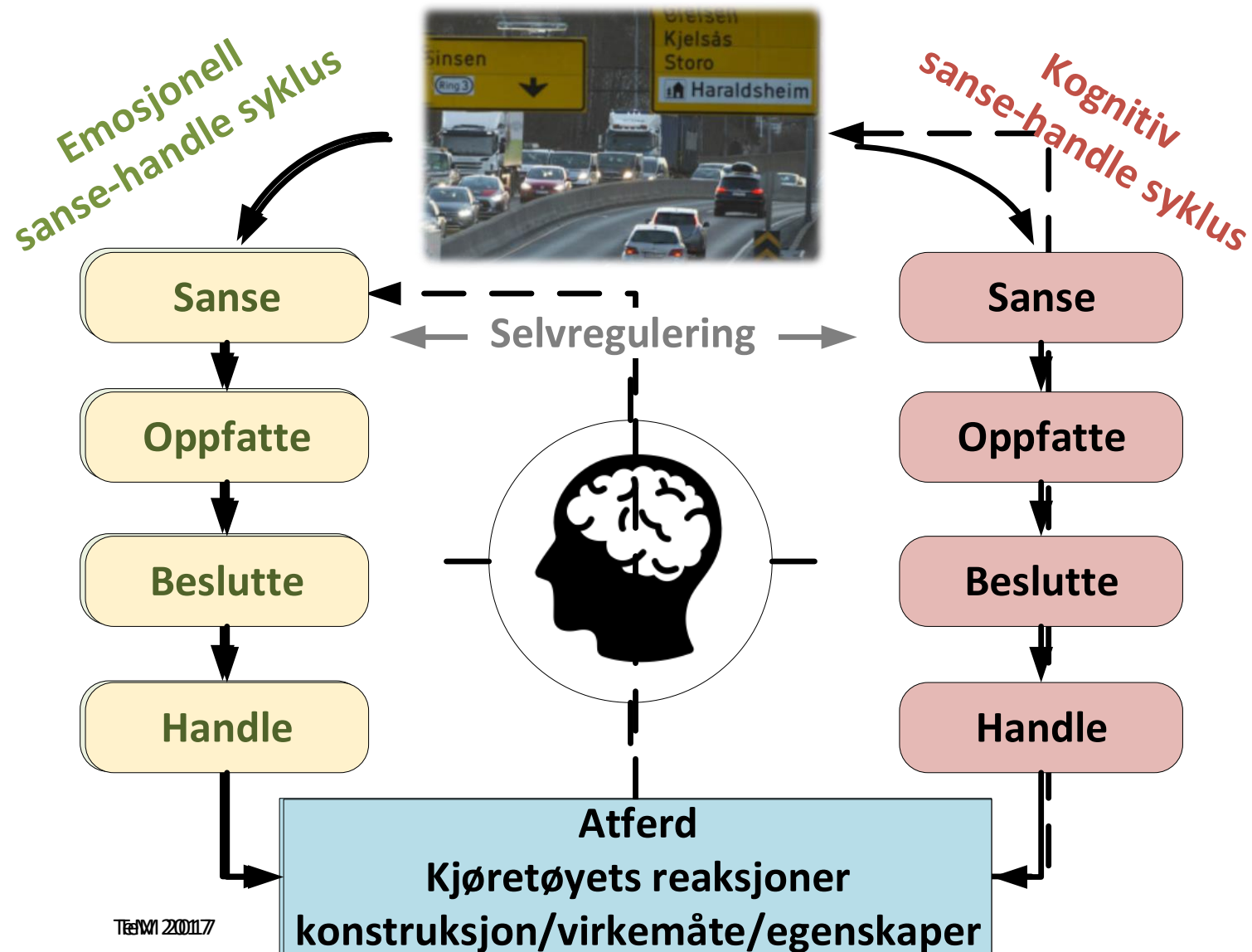
TeM 2017

The Yerkes–Dodson law



TeM 2017

Kjøreprosessen, føreropplæring



Dilemmasonen, Google patent 4. februar 2016:



Traffic signal response for autonomous vehicles

Aspects of the disclosure relate to determining whether a vehicle should continue through an intersection. For example, the one or more of the vehicle's computers may identify a time when the traffic signal light will turn from yellow to red. The one or more computers may also estimate a location of a vehicle at the time when the traffic signal light will turn from yellow to red. A starting point of the intersection may be identified. Based on whether the estimated location...

Related Terms: [Autonomous Vehicle](#) [Autonomous Vehicles](#)

Browse recent [Google Inc. patents](#)
USPTO Applicaton #: [#20160035223](#)

Inventors: [Jens-steffen Ralf Gutmann](#), [Andreas Wendel](#), [Nathaniel Fairfield](#), [Dmitri A. Dolgov](#), [Donald Jason Burnette](#)

Kort om patentet og hva det er ment å løse:

- Teknologi for å kunne bestemme av hvorvidt et selvkjørende kjøretøy skal stanse på gult trafikklys eller ikke
- Det å alltid bremse for alle gule lys behøver ikke være en god beslutning, da det har vist seg å føre til ulykker
- Dersom det er andre biler som følger tett bak et autonomt kjøretøy, forventer ikke disse en stans dersom det er tid nok til å kunne passere på gult

SAE J3016, Operational Design Domain (ODD) På norsk: **Funksjonelt virkeområde**

De spesifikke forholdene som det selvkjørende kjøretøyet er konstruert for å fungere under

Kan beskrives av blant annet

- ❖ Geografisk begrensninger
- ❖ Type veg
- ❖ Omgivelser inkl vær og føre
- ❖ Lysforhold
- ❖ Trafikkforhold
- ❖ Tidsmessig begrensning
- ❖ Hastighetsbegrensning



NOEN DØDSULYKKER MED SELVKJØRENDE BILER

Tesla Model S i Hong Kong / Macao januar 2016



Tesla Model S i Florida mai 2016



Foto: Florida Highway Patrol investigators



Foto: US NTSB

Tesla Model X, California, mars 2018



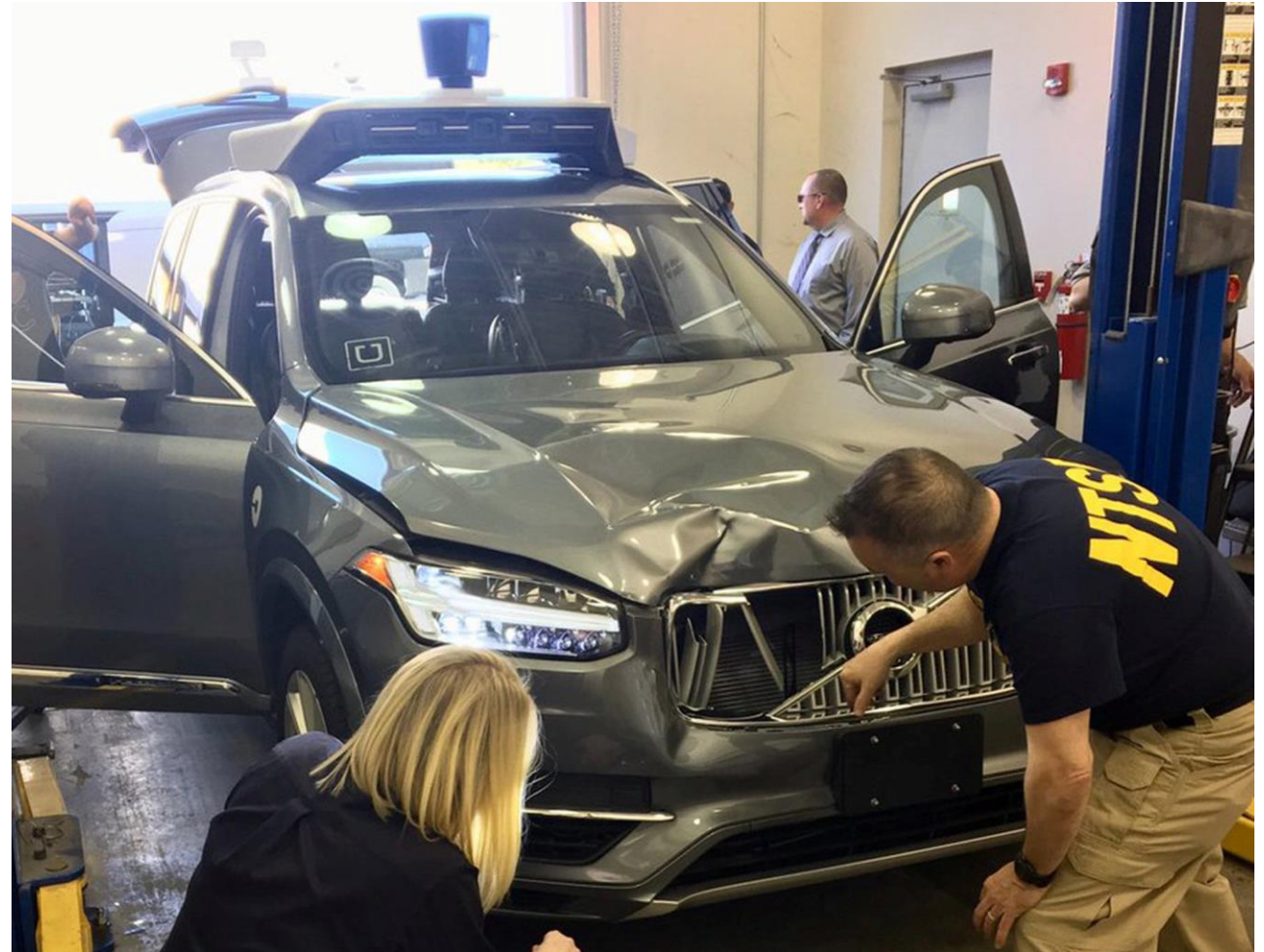
Bilde: Skjermdump fra ABC 7

Fra Tesla instruksjonsbok

- *“Warning: Traffic-Aware Cruise Control can not detect all objects and may not brake/decelerate for stationary vehicles, especially in situations when you are driving over 50 mph (80 km/h) and a vehicle you are following moves out of your driving path and a stationary vehicle or object, bicycle, or pedestrian is in front of you instead”.*

Dødsulykken med Uber i Arizona

Første gang i historien en selvkjørende bil kjører på og dreper en fotgjenger på offentlig veg.



Kilde: Reuters

Uberulykken: Refleksjon rundt bremsedistanse

$$d = \frac{v^2}{2\mu g}$$

- Fotgjenger synlig på dashcam video på ca 15 m avstand
- Uber hastighet 38 mph ($v=17$ m/s). Fartsgrense 45 mph
- Tørr asfalt
- Friksjon $\mu=0,97$: $d=15$ m
- Friksjon $\mu=0,8$: $d=18$ m

Et par sentrale spørsmål

- Hvordan kommer SAE J3016 sin ODD (funksjonelt virkeområde) inn i bildet? Hvordan har bilprodusenten beskrevet dette og hvordan er det rapportert inn hos
- Hvordan kan man forvente at en Uber-operatør skal kunne holde seg våken timevis og være forberedt til å kunne ta over når det trengs myndighetene som tillater uttesting?

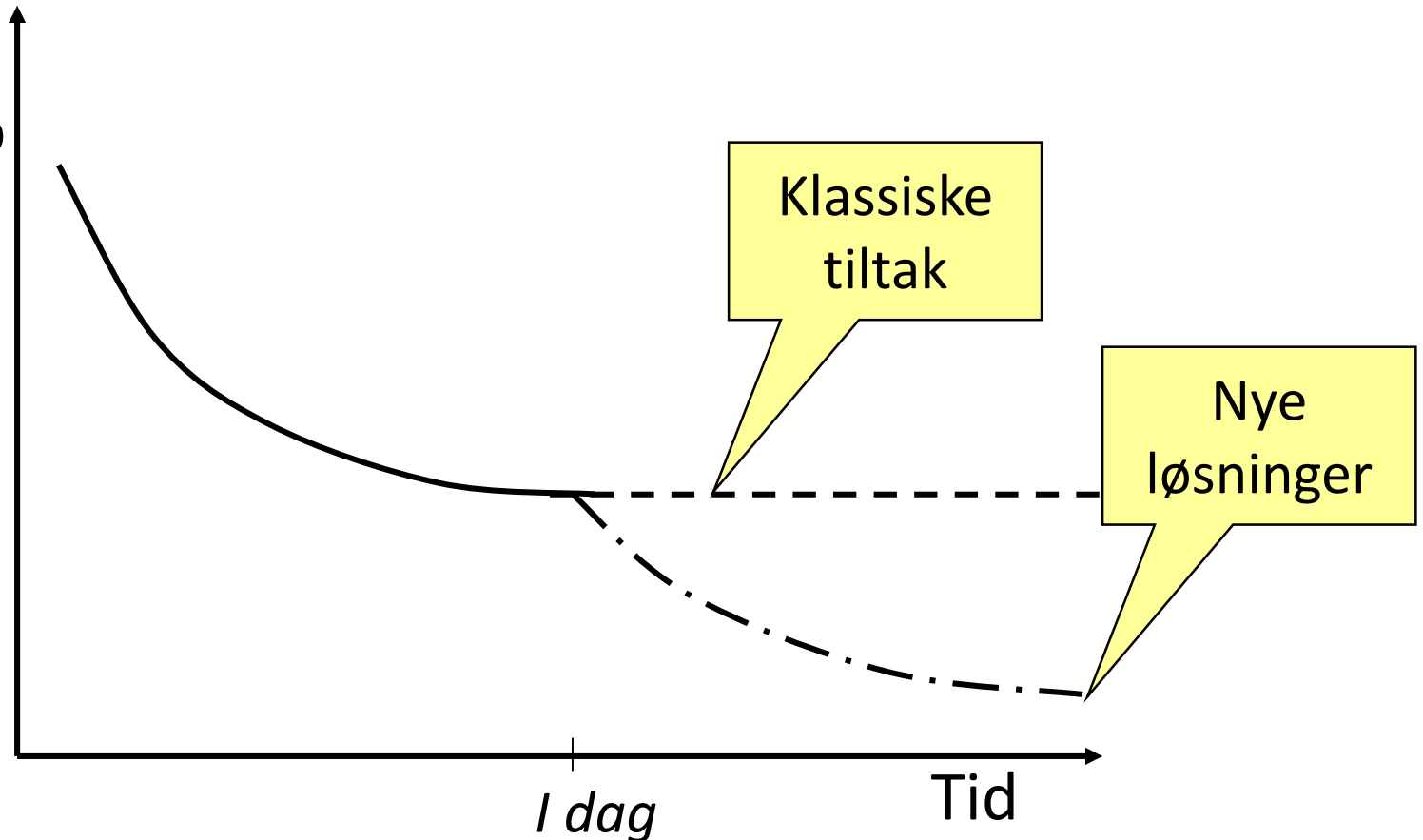
Regelverket i Norge aksepterer at selvkjørende kjøretøy gjør feil

- I forskriftens §4 står det at «Tillatelse til utprøving av selvkjørende motorvogn kan etter søknad gis til fysiske eller juridiske personer når vilkårene i kapittel 2 (Vilkår for tillatelse) er oppfylt, og trafikksikkerheten under utprøvingen blir minst like godt ivaretatt som den ville ha blitt uten selvkjørende motorvogn, jf. lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy § 4.».
- Med andre ord kan utprøving tillates når sikkerheten er minst like god som ved en menneskelig sjåfør. I 2017 døde 107 mennesker i trafikken i Norge – med mennesker bak rattet.

C-ITS: SAMVIRKENDE SYSTEMER

Selvkjørende biler i kombinasjon med C-ITS, løsningen på mange av dagens utfordringer i transportsystemet

- Ulykker
- Klima/miljø
- Køer



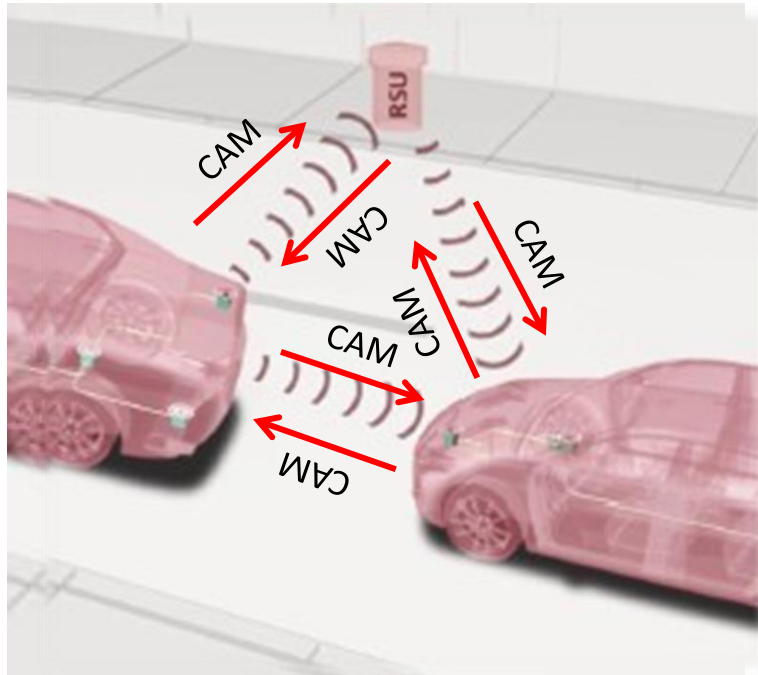
C-ITS: Cooperative Intelligent Transport Systems

C-ITS: Samvirkende systemer og selvkjørende biler



Bilene "snakker" med hverandre og systemene rundt

Cooperative Awareness Message (CAM)



CAM spesifikasjonen (ETSI 302 637-2) fokuserer på CAM sendt ut av alle kjøretøyer



TFo 2017

NÅR "SKJER DET"?

Historisk tilbakeblikk

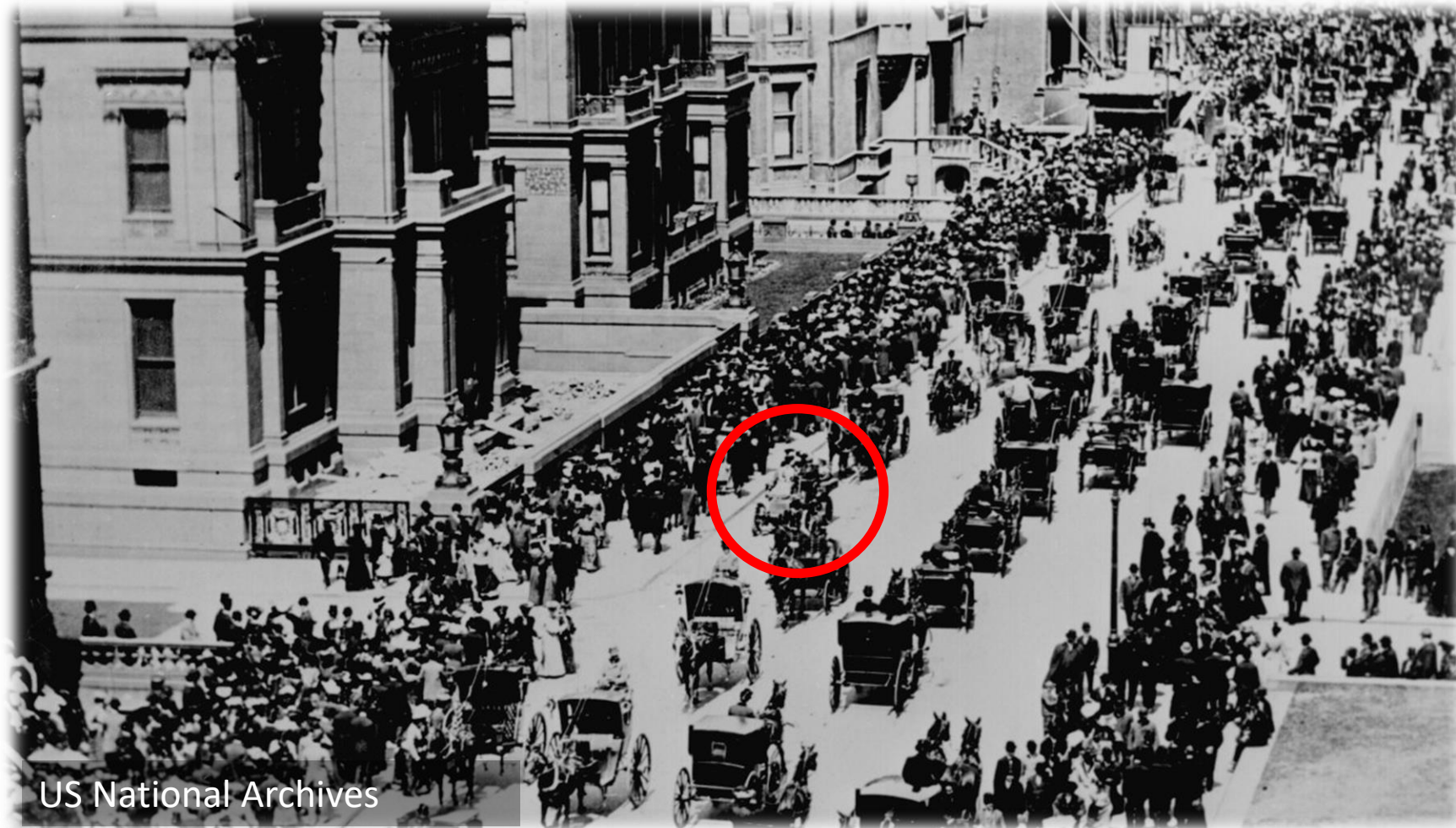


Hest og vogn fra 1890



Carl Benzs patenterte motor-
kjøretøy fra 1886

New York påsken 1900, hvor er bilen?



US National Archives

New York påsken 1913, hvor er hesten?



George Grantham Bain Collection

To utviklingsretninger

Shuttelbusser for first/last mile & circular transport. Konstruert for SAE nivå 4

Personbiler som "går gradene" fra SAE nivå 0 til 4



To utviklingsretninger

Lastebiler konstruert for SAE nivå 4

Lastebiler som "går gradene" fra SAE nivå 0 til 4



Bilde: Einride



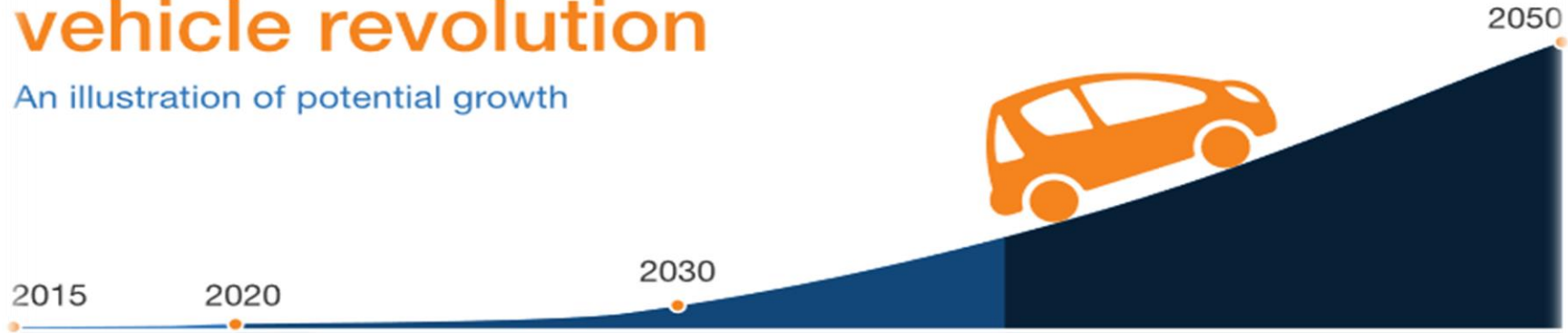
Bilde: Henrik Sandsjö, Chalmers University of Technology

Nye lastebiler med elektriske fremdrifts-systemer kommer



The self-driving vehicle revolution

An illustration of potential growth



Kilde: McKinsey & Company 2016

Era 1: Fully autonomous vehicles (AVs) being developed for consumers	Era 2: Consumers begin to adopt AVs	Era 3: AVs become the primary means of transport
<ul style="list-style-type: none">1 AVs are already a reality in industrial fleets2 Car OEMs begin to assess strategic impact3 New mobility models begin to emerge	<ul style="list-style-type: none">4 The after-sales service landscape is reshaped5 Insurers shift from covering individuals to covering technical failures6 Supply chain and logistics are redefined	<ul style="list-style-type: none">7 AVs free up to 50 minutes a day for drivers8 Parking space is reduced by billions of square meters9 Vehicle crashes fall by 90%, saving billions of dollars10 AV technology accelerates development of robots for consumer use

Utviklingen av selvkjørende biler



Feet off (level 1)

2000



Hands off (level 2)

2015



Eyes off (level 3)

2018

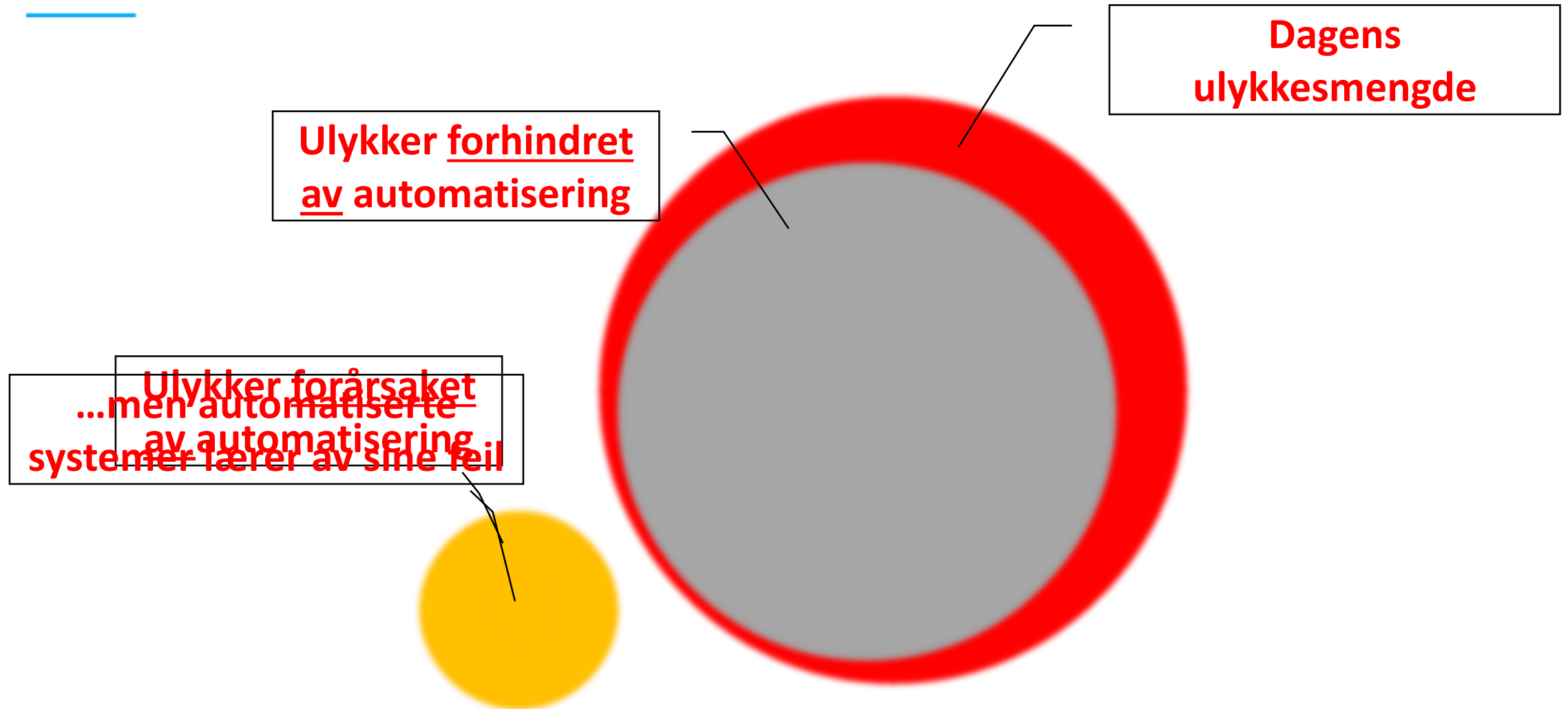


Mind off (level 4)

>2020

Kilde: Autoliv AB

Risikobilde ved automatisering



Oppsummering av selvkjørende biler/kjøretøy

- Færre drepte og hardt skadd i trafikken. Førerfeil er historie, men må regne med nye type ulykker forårsaket av automatiseringen
- Mer effektiv trafikkavvikling, også mer effektivt utnyttelse av arealet
- Bedre mobilitet, også for reisende med spesielle behov. Større fleksibilitet for den reisende
- Klare miljø og klimagevinster. Mindre CO₂ utslipp, men også et langt lavere energiforbruk
- Utviklingen skjer svært raskt, og det er noen utfordringer, men Norge har både et sterkt næringsliv, engasjerte offentlige myndigheter samt en god fagkompetanse til å løse disse.

FORSKNING

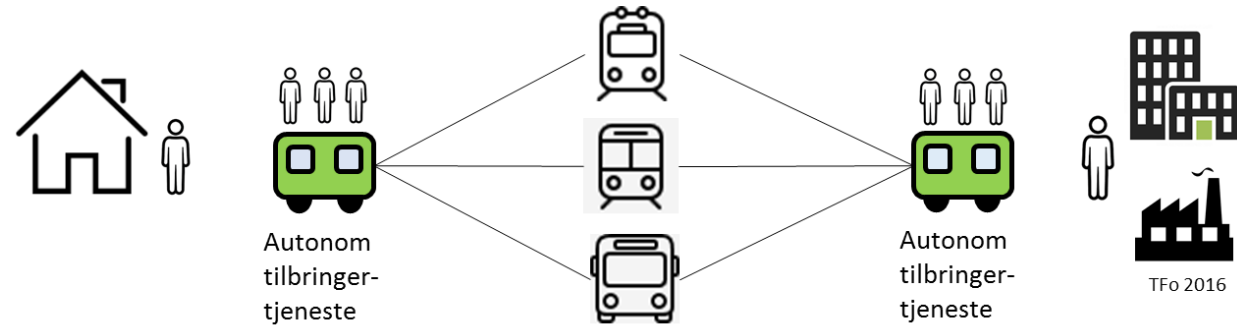
Forskningsutfordringer

- Posisjonerings- og kommunikasjonsteknologi
- Kunstig intelligens og maskinlæring
- Dataprosessering og håndtering av store datamengder
- Økonomi og forretningsmodeller
- Evalueringsmodeller og analyseverktøy
- Effektivurderinger og endringer i trafikantatferd
- Brukeraksept, systemforståelse og tillit
- Sikkerhet og personvern
- Lovgivning og systemsikkerhet
- Etikk

SmarFeeder

Hvordan kan selvkjørende kjøretøy bidra til et bedre kollektivtilbud?

- Evaluering av 3 (4) piloter:
 - Oslo (+ Fornebu)
 - Forus, Stavanger
 - Kongsberg
- Effekter, brukerkrav, lovgivning, forretningsmodeller
- Suksesskriterier, barrierer, rammebetingelser



Jernbane-
direktoratet

(Prosjekteier)



Statens vegvesen



(FoU partner)

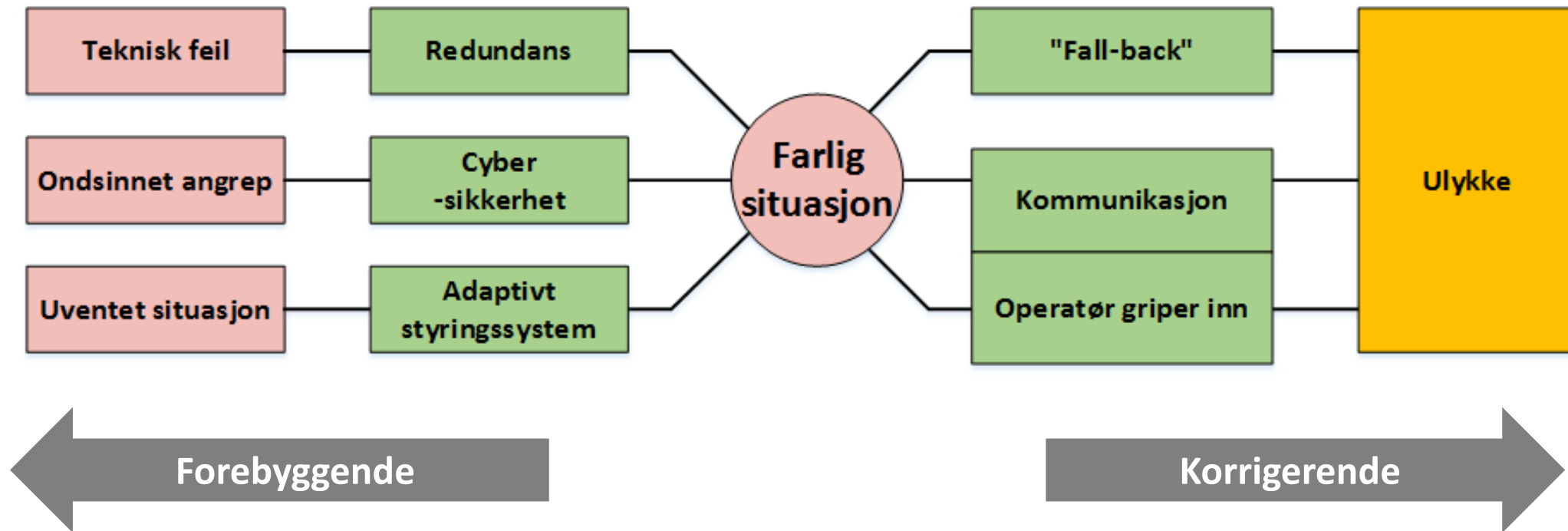
Forskningsprosjektet SAREPTA

Sikre overgangen til et grønt, smart, trygt og sikkert automatisert transportsystem

Hovedfokus på veg- og sjøtransport, men henter inn kunnskap fra jernbane og luft der det finnes og er relevant

1. Identifisere risiko og risikonivå
2. Beskrive infrastrukturens sårbarheter og trusler
3. Etablere tekniske, menneskelige og operasjonelle barrierer for å redusere systemrisikoen i automatiserte systemer
4. Organisatoriske og menneskelige faktorer, samt regulatoriske tiltak for å redusere risiko

SAREPTA: sikkerhetsbarrierer





Zos Luita

REAR GARDEN
REAR GARDEN
1. Linn
2. Linn
3. Linn
4. Linn
5. Linn
6. Linn
7. Linn
8. Linn
9. Linn
10. Linn
11. Linn
12. Linn
13. Linn
14. Linn
15. Linn
16. Linn
17. Linn
18. Linn
19. Linn
20. Linn
21. Linn
22. Linn
23. Linn
24. Linn
25. Linn
26. Linn
27. Linn
28. Linn
29. Linn
30. Linn
31. Linn
32. Linn
33. Linn
34. Linn
35. Linn
36. Linn
37. Linn
38. Linn
39. Linn
40. Linn
41. Linn
42. Linn
43. Linn
44. Linn
45. Linn
46. Linn
47. Linn
48. Linn
49. Linn
50. Linn
51. Linn
52. Linn
53. Linn
54. Linn
55. Linn
56. Linn
57. Linn
58. Linn
59. Linn
60. Linn
61. Linn
62. Linn
63. Linn
64. Linn
65. Linn
66. Linn
67. Linn
68. Linn
69. Linn
70. Linn
71. Linn
72. Linn
73. Linn
74. Linn
75. Linn
76. Linn
77. Linn
78. Linn
79. Linn
80. Linn
81. Linn
82. Linn
83. Linn
84. Linn
85. Linn
86. Linn
87. Linn
88. Linn
89. Linn
90. Linn
91. Linn
92. Linn
93. Linn
94. Linn
95. Linn
96. Linn
97. Linn
98. Linn
99. Linn
100. Linn



CF 8739



Teknologi for et bedre samfunn

terje.moen@sintef.no