



SINTEF



Rapport

Automatisering og føreropplæring

Forfatter(e):

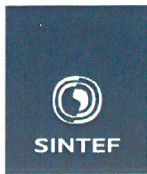
Gunnar Deinboll Jenssen, Isabelle Roche Cerasi, Dagfinn Moe, Trine Stene og Terje Moen

Rapportnummer:

2023:00163 - Åpen

Oppdragsgiver:

Statens vegvesen, Trafikant og kjøretøy



SINTEF Community
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Rapport

Automatisering og føreropplæring

EMNEORD

Automatisering
Fører støtte
Føreropplæring
Førerprøven

VERSJON

Versjon 1,0

DATO

2023-02-02

FORFATTER(E)

Gunnar Deinboll Jenssen, Isabelle Roche Cerasi, Dagfinn Moe, Trine Stene og Terje Moen

OPPDAGSGIVER(E)

Statens vegvesen,
Trafikant og kjøretøy

OPPDAGSGIVERS REFERANSE

Lars Inge Haslie

PROSJEKTNUMMER

102027793

ANTALL SIDER OG VEDLEGG

78

SAMMENDRAG

De siste årene har hatt en rask utvikling av førerstøtteapplikasjoner (ADAS) for moderne kjøretøy. Hensikten med mange av applikasjonene er at kjøretøyet varsler, støtter eller tar over kontrollen av kjøretøyet. Dette er basert på antagelsen om at førere har nok kunnskap og kompetanse for å bruke applikasjonene riktig. Manglende forståelse for applikasjonenes virkemåte og begrensninger vil kunne medvirke til ulykker ved misbruk, og kunne gi det motsatte av ønsket effekt, det vil si å redusere trafikksikkerheten.

Denne rapporten gir grunnlag for å ta stilling til og vurdere behovet for revisjon av læreplan for førerkortklasse B.

UTARBEIDET AV

Gunnar Deinboll Jenssen

SIGNATUR

KONTROLLERT AV

Trond Foss

SIGNATUR

GODKJENT AV

Terje Reitaas

SIGNATUR

RAPPORT NR.

2023:00163

ISBN

978-82-14-07952-4

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE

SIDE

Åpen

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

Forsidebilde: Tittel: Framtidsbil, Opphaver: Shutterstock, Rettighetshaver: Leverandør NTB scanpix, Kilde: <http://www.ntb.no>

Forord

Denne rapporten presenterer resultatene fra prosjektet Automatisering og Føreropplæring.

Prosjektet er gjennomført av SINTEF Community, avd. Mobilitet, på oppdrag av Statens Vegvesen, Trafikant og kjøretøy.

Oppdragsgiver har vært representert ved Lars-Inge Haslie og Cristina Eriksen. Prosjektgruppen ved SINTEF har bestått av Gunnar Deinboll Jenssen (prosjektleder), Isabelle Roche Cerasi, Dagfinn Moe, Trine Stene og Terje Moen. Trond Foss har vært kvalitetssikrer.

De siste årene har hatt en rask utvikling av førerstøtteapplikasjoner (ADAS) for moderne kjøretøy. Hensikten med mange av applikasjonene er at kjøretøyet varsler, støtter eller tar over kontrollen av kjøretøyet. Dette er basert på antagelsen om at førere har nok kunnskap og kompetanse for å bruke applikasjonene riktig. Manglende forståelse for applikasjonenes virkemåte og begrensninger vil kunne medvirke til ulykker ved misbruk, og kunne gi det motsatte av ønsket effekt, det vil si å redusere trafikksikkerheten.

Denne rapporten gir grunnlag for å ta stilling til og vurdere behovet for revisjon av læreplan for førerkortklasse B med bakgrunn i den pågående og forventede utvikling av applikasjoner for førerstøtte og automatisert kjøring.

Arbeidet som er utført er basert på en litteraturstudie av modeller for føreradferd, nivåer for automatisert kjøring, relevante applikasjoner for førerstøtte og utfordringer ved økt automatisering. Avslutningsvis inneholder rapporten våre vurderinger knyttet fremtidig kompetansebehov og føreropplæring.

Gjennomgangen av litteratur viste at dette fagområdet mangler en omforent terminologi for førerstøtteapplikasjoner både nasjonalt og internasjonalt. Bilindustrien og internasjonal standardisering har definert og brukt litt ulike begreper for applikasjoner med tilnærmet samme funksjonalitet, men med forskjellige navn. Vi ser tilsvarende for applikasjoner med forskjellig funksjonalitet, men med navn som kan lede brukere til å tro at det er den samme funksjonaliteten som tilbys. Vi har derfor foreslått ovenfor Statens vegvesen og Standard Norge at det utarbeides en norsk standard for førerstøtteapplikasjoner som kan bidra til at myndigheter, bilindustrien og brukere for øvrig har en felles forståelse av hvilken funksjonalitet, forutsetninger og begrensninger som ligger i de ulike applikasjonene for førerstøtte. Her vil en ha god støtte av ISO-standarder utarbeidet av ISO TC204 ITS WG14 Vehicle/roadway warning and control systems som allerede har publisert nesten 40 standarder på dette temaet.

Trondheim, 2. februar 2023



Erlend Aakre
Forskningsjef

Sammendrag

For 20 år siden vedtok Stortinget en "Nullvisjon" for vegtrafikken om ingen drepte eller hardt skadde i vegtrafikken. I tillegg, har de siste årene hatt en utvikling av teknologi i form av fører støtteapplikasjoner (ADAS¹) for moderne kjøretøy. Hensikten med mange av applikasjonene er at kjøretøyet varsler, støtter eller tar over kontrollen av kjøretøy. Slike applikasjoner kan bidra til å øke trafikksikkerheten til en viss grad, og dermed støtte "Nullvisjonen" for vegtrafikken.

Kjøretøyer som er tilgjengelige per i dag i markedet er fra SAE nivå 0 til nivå 3, hvor ADAS applikasjonene støtter kjøring (nivå 1 og 2) og kjøretøyet system for automatisert kjøring tilbyr betinget automatisering (nivå 3) der systemet tar rollen som operatør og hvor føreren kan ta over ved behov. Fra nivå 1 til 3, må førere være klar til å overvåke kjøring og å ta over kontroll og gripe inn ved systemsvikt eller feil. Dette er basert på antagelsen om at førere har nok kunnskap og kompetanse for å bruke applikasjonene riktig. Manglende forståelse for applikasjonenes virkemåte og begrensninger kan medvirke til ulykker ved misbruk, og kunne gi det motsatte av ønsket effekt, det vil si å redusere trafikksikkerheten.

Statens Vegvesen Vegdirektoratet ønsker derfor å vurdere dagens føreropplæring klasse B (personbil). Formålet med prosjektet er å få kunnskap om i hvilken grad innfasingen av nye fører støtteapplikasjoner vil kreve endringer i kompetansebehovet hos førere. Dette vil fungere som grunnlag for Vegdirektoratet for å vurdere endringer i føreropplæring og førerprøver.

Rapporten har basis i nullvisjonen og de muligheter spesifikke applikasjoner har for å bedre trafikksikkerheten. For å kunne vurdere sikkerheten til moderne kjøretøy som har fører støtteapplikasjoner er det viktig å vite hvor avansert og omfattende applikasjonene er, samt hvordan mennesker interagerer med teknologien i automatisert kjøring. Rapporten bygger dermed på 3 grunnleggende temaer: i. applikasjoner for automatisert kjøring, ii. utfordringer ved økt automatisering i kjøretøy og iii. menneskelig perspektiv i automatisert kjøring. Rapporten er delt i 7 kapitler som følger:

Kapittel 2 er en innføring i modeller for føreradferd basert på en sosioteknisk teori, der mennesker er en aktiv part som samspiller med andre elementer i systemet, f.eks. teknologi, infrastruktur og regelverk. Kapitlet presenterer først kjøringens grunnprinsipper for deretter å vise til bilkjøring som en handlingsorientert, kognitiv og affektiv kjøreprosess. Teorien om Prediction Error Minimization (PEM) er forankret i biologisk-psykologisk tenkning og er sentral i forståelsen av førerens prestasjoner i trafikken og i tilpasningen til ADAS.

Kapittel 3 gir en oversikt over nivåer for automatisert kjøring, ADAS applikasjoner, deres markedsandel og regelverk i Europa. Kapittel 4 presenterer relevante ADAS applikasjoner som er forventet å påvirke trafikksikkerheten og som allerede kan finnes i de nye bilene i dag. Disse to kapitlene sammen indikerer at markedsandelen av kjøretøy med ADAS i Europa har økt voldsomt i perioden 2018-2021. Flere ADAS applikasjoner kommer til å bli påbudt i Europa og vil kreve en tilpasning i regelverk og nye tiltak, spesielt om hvordan førere bør få opplæring om nivåer for automatisert kjøring og ADAS applikasjoner.

De utfordringene ved økt automatisering som diskuteres i kapittel 5 er relatert til både juridiske og regulatoriske spørsmål rundt ansvar, personvern og databeskyttelse; kunnskap, informasjon og opplæring om automatisering og utfordringer om ADAS; og ferdigheter og menneskelig tilstand i kjøreprosessen med tanke på automatisering.

Kapittel 6 presenterer en diskusjon om det kompetansebehovet som bør vurderes for å kunne tilpasse føreropplæring for klasse B (personbil) til nye biler med fører støttesystemer. Dette inneholder f.eks. temaer som grunnleggende kunnskap om ADAS og de ulike nivåer for automatisert kjøring samt det føreransvaret

¹ ADAS – Advanced Driver Assistance Systems

ved disse ulike nivåene, forståelse for begrensinger ved teknologien, vanlige ulykkesårsaker og førerfeil ved bruk av ADAS, og atferds-tilpasning og sikkerhet.

Basert på en gjennomgang av litteraturen rundt effekter og utfordringer med ADAS-applikasjoner, kan det konkluderes med at et minimum av opplæring er nødvendig for at ADAS-applikasjoner (både de som kan finnes i dag og de som kommer inn i bilparken) skal ha den tilsiktede effekten på trafiksikkerhet.

Læreplanen for førerkort klasse B åpner for å ta inn momenter knyttet til ny teknologi. Grunnleggende informasjon og opplæring om nye ADAS-applikasjoner er avgjørende for at førere skal forstå hvordan de fungerer, deres begrensninger og hvordan de best og trygt kan bruke dem i tråd med intensjonene bak nullvisjonen.

ADAS-opplæring kan gjennomføres ved hjelp av ulike metoder. For eksempel som en integrert del av føreropplæringen for personbil klasse B, inkludert i kurs, videoer og simulatortrening. Podkaster, gruppeoppgaver og praktiske demonstrasjoner på øvingsbane eller offentlig veg kan være inkludert også. Opplæring om automatisering og ADAS-applikasjoner kan innpasses i teoridelen til førerkortklasse B, f.eks. kunnskap om automatiseringsnivå og hvilket ansvar fører har på Nivå 0-5. I tillegg, er det behov for å konkretisere modulene i opplæringsmodellen og vurdere hvilke elementer som egner seg for teoriundervisning, eller praktiske øvinger på enten øvingsbane eller offentlig veg.

Basert på litteraturen og kunnskapen presentert i rapport, gjøres det oppmerksom om at det er flere forhold som må vurderes, blant annet:

- Hvilke ADAS-applikasjoner som kjøreskolene har i dag i sine kjøretøyer
- Krav til ADAS-applikasjoner i kjøretøy
- Hvilke øvelser og demonstrasjoner som bør gjennomføres på bane
- Hvilke øvelser og demonstrasjoner med ADAS-applikasjoner det er forsvarlig og tilrådelig å gjennomføre på offentlig veg
- Hvilke spørsmål som bør inngå i teoriprøven
- Hvilke tester av ADAS-applikasjoner det er mulig og tilrådelig å legge inn i førerprøven

Denne rapporten gir grunnlag for å ta stilling til og vurdere behovet for revisjon av læreplan for førerkortklasse B.

Summary

Twenty years ago, the Norwegian Parliament adopted the "Vision Zero" strategy for road traffic, which implies to have no fatalities or serious injuries in road traffic. In recent years there has been an increase of advanced driver assistance systems (ADAS) and their applications in modern vehicles. Most of these applications, support or take over control of the vehicle. Such applications contribute to increasing traffic safety to a certain extent and support the "Vision Zero" strategy for road traffic.

The vehicles available today on the market are of SAE level 0 to level 3 of Driving Automation, where the ADAS applications support driving (levels 1 and 2) or offer conditional automated driving (level 3) where the system for automated driving takes the role of operator, and the driver is required to monitor the driving and be prepared to take over if necessary. From level 1 to 3, drivers must be ready to take over control and intervene in the event of a system failure. This assumes that drivers have enough knowledge and competence to use the applications correctly. A lack of understanding of the systems' operation and limitations could contribute to accidents due to their misuse, and could produce the opposite of the desired effect, i.e., reduce traffic safety.

The Norwegian Road Administration therefore wishes to assess the current driver training class B (passenger car). The purpose of this project was to gain knowledge about the extent to which the phasing in of new vehicle technology and applications will require changes in the required skills of drivers. This will serve as a basis for the Road Directorate to assess changes in driver training and driving tests.

The report has a basis in the Vision Zero and the possibilities that specific ADAS applications have to improve traffic safety. To assess the safety of modern vehicles with automated driver support applications, it is important to know how advanced and comprehensive the automation is, as well as how drivers interact with the applications for automated driving. The report is thus based on 3 basic themes: i. ADAS applications for automated driving, ii. challenges related to increased automation in vehicles and iii. human perspective in automated driving. The report is divided into 7 chapters as follows:

The report discusses the human perspective in automated driving. This is presented in chapter 2, which present models of driver behaviour based on a socio-technical theory, where the driver takes an active part and interacts with elements in the system, e.g., technology, infrastructure and regulations. After introducing the basic principles of driving, chapter 2 presents the action-oriented, cognitive and affective driving process and the theory of Prediction Error Minimization (PEM) rooted in biological-psychological thinking. PEM is central to the understanding of the driver's performance in traffic and the adaptation to ADAS.

ADAS applications for automated driving are presented in chapters 3 and 4. Chapter 3 provides an overview of important ADAS applications present in modern vehicles, their market share, the SAE levels of Driving Automation, and regulations in Europe. Chapter 4 presents relevant ADAS applications which are expected to contribute to traffic safety, and which can already be found in new cars today. The market share of vehicles with ADAS in Europe has dramatically increased in the period 2018-2021. Several ADAS applications are or will be mandatory soon in Europe. This will require adapted regulations and new measures, especially for the driver education and training.

The challenges of increased automation discussed in Chapter 5 are related to both legal and regulatory issues around responsibility, privacy and data protection; knowledge, information and training about automation and challenges about ADAS; and skills and human condition in the driving process in view of automation.

Chapter 6 presents a discussion about the competence needs that should be assessed in order to be able to adapt driver training for class B (passenger car) to new cars with driver support applications. This contains e.g., topics such as basic knowledge of ADAS and the different levels of automation as well as the driver's responsibility at these different levels, understanding of the limitations of the technology, common causes of accidents and driver errors when using ADAS, and behavioural adaptation and safety.

Based on a review of the literature describing the effects and challenges of ADAS, it can be concluded that a minimum of driver training is required for at ADAS applications (both those that can be found today and those entering the market) can have the intended effect on traffic safety.

The curriculum for class B driver's license allows for the inclusion of elements related to new technology. Basic information and training about new ADAS applications are essential for drivers to understand how they work, their limitations and how they can best and safely use them in line with the intentions behind the Vision Zero strategy.

ADAS training can be delivered through various methods. For example, as an integral part of driver training for class B passenger cars, including courses, videos, and simulator training. Podcasts, group assignments and practical demonstrations on a practice track or public road may also be included. Training on automation and ADAS technologies can be incorporated into the theory part of driving license class B, e.g., knowledge of automation level and what responsibility the driver has at Level 0-5. In addition, there is a need to assess the modules in the training model and consider which elements are suitable for theory teaching, or practical exercises on either a practice track or public road.

Based on the literature and knowledge presented in the report, attention is drawn to the fact that there are several factors that must be considered, including:

- Which ADAS applications that the driving schools have today in their vehicle fleet
- Requirements for ADAS applications in vehicles
- Which exercises and demonstrations should be carried out on a practice track
- Which exercises and demonstrations with ADAS-applications it is safe and advisable to carry out on public roads
- Which questions should be included in the theory test
- Which ADAS-application tests are possible and advisable to include in the driving test

This report provides a basis for deciding on and assessing the need for a revision of the curriculum for driving license class B.

Innhold

1	Innledning og bakgrunn	13
2	Modeller av føreratferd	15
2.1	Kjøringens grunnprinsipper	15
2.2	Kjøreprosessen – En dynamisk og kontinuerlig oppdatering av informasjon	16
2.3	Modell for føreratferd ved økt automatisering	22
3	Nivåer for automatisert kjøring	24
3.1	Utviklingstrekk	24
3.2	Ny kjøretøyteknologi	24
3.3	Nivåer for automatisering og førerstøtte	25
4	Relevante ADAS applikasjoner	30
4.1	ADAS applikasjoner som er eller vil bli påbudt i Europa i nye bilmodeller	30
4.2	Kjørekontrollassistanse	31
4.3	Kollisjonsungåelse	34
4.4	Kollisjonsvarsler	36
4.5	Parkeringsassistanse	39
4.6	Viktige ADAS applikasjoner (i alle nye biler i dag)	40
4.7	Andre førerstøttesystemer	40
4.8	Andre ADAS applikasjoner (nye i markedet)	43
5	Utfordringer ved økt automatisering	47
5.1	Juridiske og regulatoriske spørsmål	47
5.2	Kunnskap om automatiseringsnivå	47
5.3	Situasjonsbevissthet, årvåkenhet og reaksjonstid	48
5.4	Ferdigheter og endringer i kjøreprosessen	49
5.5	Utfordringer med ADAS-applikasjoner	49
5.6	Tillit	50
5.7	Informasjon og opplæring	51
5.8	Konklusjon	52
6	Kompetansebehov og føreropplæring	53
6.1	Førerkompetanse - Definisjon og vurdering	53
6.2	Føreransvar	53
6.3	Føreropplæring for klasse B (Personbil)	54
6.4	Anbefalinger for ADAS-systemer (SAE nivå 2)	57
7	Konklusjon	60

8	Referanser	62
9	Vedlegg 1: Analyse av data fra OFV	67
9.1	To kilder til data fra OFV	67
9.2	Beskrivelse av datakilder	67
9.3	Beskrivelse av data kobling	68
9.4	Usikkerhet ved kobling	68
9.5	Resultat av data kobling	68
9.6	Norges mest solgte bilmerker i 2022	69
10	Vedlegg 2: Standardisering - Kjøretøyrelaterte ITS tjenester (uoffisiell oversettelse)	71

Figurer

Figur 1: Områder for "fri bevegelse" (alle blå områder) og "minimum stoppdistanse" (mørk blå). (Marek & Sten, 1973).	15
Figur 2: Top-down kognitiv kontroll og Bottom-up prosesser med affektive stimuli (Fuster, 2015; Arnsten, 2015). PFC=Prefrontal cortex, PAG=Periaqueductal gray, LC=Locus coeruleus.	19
Figur 3: Kjøreplassen, Top-down kontrollert (blå piler) styring av kjøreatferden i interaksjon med affektive Bottom-up stimuli (røde piler).	20
Figur 4. Eksempler på allo- og egosentrisk analyse av omgivelser i hippocampusområdet (O'Keefe,1978 og (Buzsáki & Moser,2013).	21
Figur 5: Fører-Bil interaksjonssystem (Marinik et al., 2014).	23
Figur 6: Forenklet beskrivelse av SAE nivå for grad av automatisering. (SINTEF)	26
Figur 7: Forenklet beskrivelse av ISAD nivåer for fysisk og digital infrastruktur (SINTEF)	27
Figur 8. Markedsandel for ADAS i personbiler i Europa. (Kilde: Canals, 2020).	28
Figur 9: Adaptiv cruisekontroll (Kilde: audi-mediacent.com).	31
Figur 10: Holding av kjørefelt (Lane Keeping Assist System) (Kilde: caradas.com).	33
Figur 11. Typiske situasjoner (Edge cases) om kan forårsake fantombremsing.	35
Figur 12: Automatisk nødbremming ved rygging (Kilde: goldsteinsubaru.com)	36
Figur 13: Blindsonersvar (Kilde: bosch-mobility-solutions.com)	37
Figur 14: Automatisert parkering (Kilde: Ford Active Park Assist, Ford.com).	39
Figur 15: Nattsynkamera (Kilde: cinch.co.uk)	42
Figur 16: Intelligent fartstilpasning (kilde: euroncap.com)	44
Figur 17: Reklameskilt tolket som et fartsgrenseskilt (Kilde: Aslat Heandarát Moen Sara/Statens Vegvesen)	45
Figur 18: Estimert effekt av ISA systemer på trafiksikkerhet	46
Figur 19. Statens vegvesen læreplan klasse B og utvikling av førerkompetanse.	53
Figur 20. Noen utfordringer med automatisering og hvilken effekt opplæring kan gi.	55
Figur 21. Norges mest solgte bilmerker i 2022 (Kilde: OFV).	69
Figur 22. De mest populære bilmodellene, bruktimport 2022. (Kilde: OFV).	70

Tabeller

Tabell 1: Kjøretøydata (Antispinn og Kjøassistant er tatt vekk).....	29
Tabell 2: ADAS-applikasjoner gradert med hensyn om de bør være med i føreropplæringen (høy, middels og lav).....	57
Tabell 3: Resultat av kobling av data	68
Tabell 4: Resultat av kobling av data, der Antispinn og Kjøassistant er tatt vekk.....	69
Tabell 5: Struktur av ITS tjenestegrupper for ITS tjenestedomenet, Kjøretøytjenester (Vehicle Services) (Kilde: ISO 14813-1).....	71

Akronymer

ABS	Anti-lock braking system
ACC	Adaptive Cruise Control
ADAS	Advanced Driver Assistance System
ADS	Automated Driving System
AEB	Automatic Emergency Braking
AI	Artificial Intelligence
C-ACC	Cooperative - Adaptive Cruise Control
CCAM	Connected, Cooperative and Automated Mobility
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems
ECU	Electronic Control Unit
ESC	Electronic Stability Control
ETSC	European Transport Safety Council
FCW	Forward Collision Warning
FSRA	Full Speed Range Adaptive Cruise Control
GPS	Global Positioning System
GRVA	Working Party on Automated / Autonomous and Connected Vehicles
HMI	Human-Machine Interface
ISA	Intelligent Speed Adaptation
ISO	International Organization for Standardization
ITS	Intelligent Transport Systems
LCD	Liquid-crystal display
LDW	Lane Departure Warning
LED	Light-emitting diode
LiDAR	Light Detection And Ranging
LKAS	Lane Keeping Assist Systems
LSRA	Limited Speed Range Adaptive Cruise Control
ODD	Operational Design Domain
PDI	Physical and Digital Infrastructure
SAE	Society of Automotive Engineers
UNECE	The United Nations Economic Commission for Europe
V2I	Vehicle-to-Infrastructure
V2V	Vehicle-to-Vehicle
V2X	Vehicle-to-everything

1 Innledning og bakgrunn

Statens vegvesen Vegdirektoratet har gitt SINTEF i oppdrag å vurdere dagens føreropplæring klasse B (personbil).

Formålet med prosjektet er få kunnskap om i hvilken grad innfasingen av nye applikasjoner for førerstøtte vil kreve endringer i kompetansebehovet hos førere, og følgelig også behov for endringer i føreropplæring og førerprøver.

Rapporten har basis i nullvisjonen og de muligheter applikasjonene har for å bedre trafikksikkerheten, beskrivelse av ITS² systemer og førerstøtte i nye biler, utbredelse i markedet, samt kommende EU-krav til teknologi (standardisering). Videre gis en vurdering og rangering av hvilke applikasjoner som i første rekke bør prioriteres tatt inn i *føreropplæringen (klasse B)* i forskrift og læreplan.

Moderne kjøretøy har en rekke førerstøtteapplikasjoner (ADAS³). Applikasjonene kan bidra til å øke trafikksikkerheten ved riktig bruk, men kan også medvirke til ulykker ved misbruk eller manglende forståelse for applikasjonenes virkemåte og begrensninger. Slik applikasjoner kan ta ansvar for føreroppgaver automatisk eller bli igangsatt av føreren.

For 20 år siden vedtok Stortinget en "Nullvisjon" for vegtrafikken om ingen drepte eller hardt skadde i vegtrafikken. **Nullvisjonen** er tuftet på tre grunnpillarer (Nasjonal trafikkplan 2022 -2033):

1. *Etikk*: Ethvert menneske er unikt og uerstattelig. Vi kan ikke akseptere at et stort antall mennesker blir drept eller hardt skadd i trafikken hvert år.
2. *Vitenskapelighet*: Menneskets fysiske og mentale forutsetninger er kjent og skal ligge til grunn for utformingen av veisystemet. Kunnskapen om vår begrensede mestringsevne i trafikken og tåleevne i en kollisjon skal legge premisset for valg av løsninger og tiltak. Veitrafikksystemet skal lede trafikantene til sikker atferd og beskytte dem mot alvorlige konsekvenser av normale feilhandlinger.
3. *Ansvar*: Trafikantene, myndighetene og andre som kan påvirke trafikksikkerheten, har et delt ansvar. Trafikantene har ansvar for sin egen atferd; de skal være aktsomme og unngå bevisste regelbrudd. Myndighetene har ansvar for å tilby et veisystem som tilrettelegger for mest mulig sikker atferd og beskytter mot alvorlige konsekvenser av normale feilhandlinger. Transportkjøpere og -tilbydere har ansvar for å legge til rette for en sikker transport. Kjøretøyleverandørene og -produsentene har ansvar for å tilby, utvikle og produsere trafikksikre kjøretøy. Andre aktører, som for eksempel politiet og ulike interesseorganisasjoner, har også et ansvar innenfor sine områder for å bidra til at trafikksikkerheten blir best mulig.

Dette gir føringer for prioritering av **tiltak**, og vil være basert på kunnskap om "**menneskets mestrings- og tåleevne**". Det er lagt stor vekt på fysiske tiltak som utforming av veg og sideterreng, men også forbedringer av teknologi og kjøretøy. Når det gjelder mennesket, har majoriteten av tiltak vært rettet mot å beskytte utsatte trafikanter som barn, fotgjengere og syklister.

Det er videre verdt å merke seg vektleggingen av **delt ansvar** mellom produsenter/leverandører av kjøretøy, myndigheter, trafikanter, m. fl.

² Intelligent Transport Systems

³ ADAS - Advanced Driver Assistance Systems

Den sikkerhetsmessige hensikten med førerstøtteapplikasjoner er at kjøretøyet varsler, støtter eller tar over kontrollen fra føreren ved identifisering av tegn ved kjøringen som erfaringsmessig kan bidra til en farlig situasjon, eksempelvis kryssing av midtstripa. Dermed kan applikasjonen øke sikkerheten ved å redusere førerfeil som kilde til ulykker. Utførelsen av føreroppgavene endres fra at føreren har manuell kontroll til at kjøretøyet i større og større grad overtar føreroppgavene. Dette kan gi fundamentale endringer i en førers oppgaver, for eksempel det å holde avstand til forankjørende.

Utredningen i denne rapporten er avgrenset til applikasjoner for automatisert kjøring som forventes å ha innvirkning på trafikksikkerheten. I tillegg er det beskrevet noe av de mest vanlige førerstøtteapplikasjonene som kan være mer relatert til komfort enn sikkerhet.

2 Modeller av føreratferd

Tilnærmingen til praksisfeltet er i denne rapporten basert sosioteknisk teori. Mennesket er en aktiv part som samspiller med andre elementer i systemet, som eksempelvis teknologi, infrastruktur, organisasjon, og regelverk. I dette kapitlet beskrives først kjøringens grunnprinsipper, deretter skisseres en modell for førerstøtte- og informasjonssystemer (CCAM). Modellen er en videreutvikling av doktorgradsarbeid ved NTNU (Jenssen, 2010). Videre bemerkes det hvordan denne avviker fra den tradisjonelle modellen for kjøreprosessen som inngår i dagens føreropplæring.

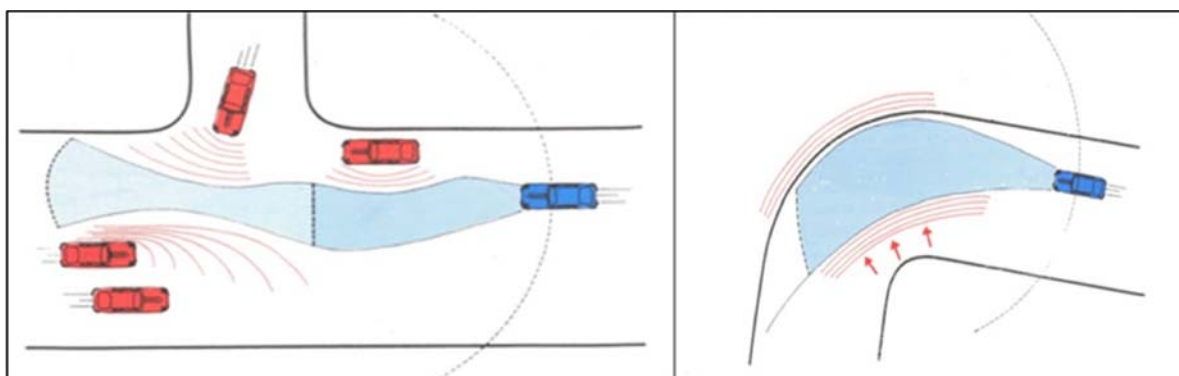
2.1 Kjøringens grunnprinsipper

2.1.1 Mennesket i samspill med omgivelsene

Allerede i 1938 beskrev Gibson og Crooks de mest sentrale komponentene i bilkjøring. Miljøet eller omgivelsene representerer muligheter for å innhente informasjon når man beveger seg. Stimuli som styrer menneskets atferd, er forandringer i forholdet mellom "området for fri bevegelse"⁴ og "minimum stoppdistanse"⁵:

$$\frac{\text{Området for fri bevegelse}}{\text{Minimum stoppdistanse}} > 1$$

Ut ifra sin handlingsplan og mål for atferden, kan føreren se muligheter og begrensninger i omgivelsene i med tanke på videre kjøring. "**Området for fri bevegelse**" angir den gitte avstanden (i lengde- og sideretningen) som det er mulig å benytte uten å støte mot andre trafikanter eller objekter. Den "**minimale stoppdistansen**" er den strekningen føreren har til rådighet for å manøvrere og bremse kjøretøyet for å unngå sammenstøt (Marek & Sten-1973).



Figur 1: Områder for "fri bevegelse" (alle blå områder) og "minimum stoppdistanse" (mørk blå). (Marek & Sten, 1973).

Figur 1 viser at hvis "området for fri bevegelse" ikke er stort nok relatert til "minimum stoppdistanse", vil det kunne føre til sammenstøt med andre kjøretøy eller trafikanter. Føreren har i prinsippet tapt kontrollen i situasjonen. Han vil være avhengig av andres hjelp, eksempelvis at andre førere setter ned farten, stanser og lar være å kjøre ut i vegkrysset. Da kan han benytte området for fri bevegelse som oppstår og manøvrere

⁴ Engelsk: "The field of safe travel"

⁵ Engelsk: "Minimum stopping zone"

bilen gjennom situasjonen. Men ved riktig tilpasset fart og plassering, kan han stanse på den minimale stoppdistanse og unngå sammenstøt.

2.1.2 Informasjonsprosessen

Tidlige perspektiver på trafikal atferd er basert på rådende teoretiske tilnærminger. Kognitive teorier om samspillet individ – omgivelser har vært sentrale, men tilnærmingen har endret seg. I tiden etter at rasjoneringen på bil ble opphevet i 1960 i Norge, var det stor interesse for persepsjon og informasjonsprosessen - hvordan mennesket mottar og bearbeider informasjon via sansene, og da spesielt via synssansen (Stene, 2005).

Allerede for 50 år siden benyttet SINTEF en systemanalytisk tilnærming til oppgaven å kjøre bil og trafikantens håndtering av informasjon fra omgivelsene.

"Idet forandringer oppstår i førerens omgivelser, må han møte disse endringene med å håndtere kjøretøyet. ... Når stimulusbildet forandrer seg, må føreren betjene kjøretøyet for å utlikne disse. I denne oppgaven med å møte den uavbrutte strømmen av forandringer med egne handlinger, blir føreren stilt overfor en rekke ulike typer endringer. Veien han følger forandrer retning og stigning slik at han må dreie på rattet og endre trykket på gasspedalen. Føreren må oppveie forandringer i vegens topografi og overflate, i skilter og signaler, vegkryss, andre kjøretøyer og trafikanter, fysiske objekter og i sitt eget kjøretøy." (Marek og Sten, 1973)

Informasjonsprosessen innebærer at forandringer i omgivelsene må håndteres i tre stadier; (1) *søke* informasjon med hjelp av sansene, (2) *identifisere* betydningsfull informasjon i omgivelsene og (3) *forutse* fremtidige hendelser. Hvert stadium er en nødvendighet, men ikke tilstrekkelig, betingelse for hensiktsmessige valg. Dette kan eksempelvis være å forandre retning og hastighet på kjøretøyet for å møte endringer i omgivelsene. Kjøretrening bør romme systematisk læring av fremgangsmåter for å utføre hvert stadium på en tilfredsstillende måte.

2.2 Kjøreprosessen – En dynamisk og kontinuerlig oppdatering av informasjon

Begrepet "*kjøreprosessen*" ble allerede beskrevet for 60 år siden og beskriver en kontinuerlig dialog mellom fører, kjøretøy, andre trafikanter, vegforhold og trafikkregulering. Dette system-perspektivet ble i Norge videreført av Marek og Sten (1977) som peker på at føreren og bilen til enhver tid er en del av en stadig skiftende situasjon.

2.2.1 Mentale modeller – Kognisjon

Innen kognitiv teori benyttes ofte begrepet "*mentale modeller*" om folks oppfatning av virkeligheten. Dette omfatter ofte antakelser om hvordan en person blir klar over verden og lager bedømmelser av omverden. Folk utvikler og bruker indre representasjoner av den eksterne virkeligheten som tillater dem å samhandle med verden (Johnson-Laird 1983). Mentale modeller anses som en kognitiv struktur som danner grunnlaget for resonnement, beslutningstaking og atferd. Konstruksjon av slike modeller blir basert på individets egne erfaringer, oppfatninger og forståelse av omverden. Videre, danner slike modeller grunnlag for hvilken ny informasjon som tillegges vekt, filtreres og lagres (Jones et al., 2011).

Andre liknende begrep er skjema og skript. Et "*kognitive skjema*" representerer organisert kunnskap om et gitt område. Det er antatt at skjema dannes gjennom erfaringer og styrer informasjonsprosessering i senere liknende situasjoner. Skjema opererer primært ubevisst og er relativt stabile.

"*Skript*" omfatter kognitive skjema fra flere mindre episoder som er slått sammen til hendelseskategorier eller -skjema med en viss varighet. Hendelsesskjema påvirker hvordan vi oppfatter og tolker omgivelsene, eksempelvis valg om å foreta en forbikjøring. Skript kan styre både forståelse og atferd.

2.2.2 Handlinger og atferd – Praktiske ferdigheter

Motoriske skjema. Tilsvarende med at folk har skjema for kognitiv gjenkjenning, så kan de ha skjema for bevegelse (motoriske skjema) for ulike kroppsbevegelser. Motoriske og kognitive skjema påvirker hverandre. Kognitive skript kan spesifisere en plan for handling som omfatter "atferds-spesifikk" informasjon, og som kan iverksette eller starte motoriske skript eller atferd. *Motoriske skript* er handlingssekvenser av bevegelse som er nødvendig for eksempel for å gå, sykle eller kjøre bil.

Automatisering av spesifikke kognitive skjema til hendelsesskjema, gjør det mulig for en person å bearbeide mer informasjon fra omgivelsene. Trening kan føre til at automatiserte prosesser kan foregå parallelt med mer bevisste beslutninger. Trening og automatisering av kognitive ferdigheter frigjør kognitiv kapasitet, dvs. at større mengder informasjon kan bli behandlet. Dette innebærer at både beslutninger og kroppsbevegelser kan utføres raskere og sikrere.

Når det gjelder manuell føreropplæring, så vil nybegynnere bruke all kognitiv oppmerksomhet på selv enkle motoriske operasjoner, som å trække inn koblingspedalen, skifte gir og slå på blinklyset. Det er vanskelig å kjøre og følge trafikkbildet samtidig. Etter hvert som motorikken blir automatisert, vil bevegelsene gradvis utføres raskere og med større flyt. Samtidig blir også kognitive skript utviklet, og føreren vil bli sikrere i tolkingen av trafikken. Det er ikke lenger nødvendig å rette så mye oppmerksomheten mot de motoriske bevegelsene. Kognitiv og motorisk automatisering medfører at personen får frigjort mental kapasitet, og dermed ha større kapasitet til å følge med på endringer i omgivelsene.

2.2.3 Holdninger, mestring og følelser

Holdninger og mestring. Innen trafikksikkerhet har mye av senere teori og forskning vært relatert til trafikanters holdninger og hvorvidt disse har sammenheng med risikoatferd (Stene, 2005). Kognitive teorier har vært dominerende, og hvor forventningsteorien til Ajzen fra 1991 (Teorien om planlagt atferd) har vært sentral. Et ankepunkt mot bruk av begrepet "holdning" har imidlertid vært mangel på sammenheng mellom holdninger og atferd. Ofte er dette basert på måling av generelle holdninger eksempelvis til sikkerhet eller bærekraft. Ifølge Ajzen må holdninger være *spesifikke*, eksempelvis holdning til å bryte fartsgrensen eller kjøre på rødt lys. Sammenhengen mellom atferd og oppfatning av påfølgende konsekvenser omfattes av holdninger til en spesifikk atferd. Oppfatninger om konsekvenser eller effekter kan omfatte sannsynligheten for negative utfall (eksempelvis uhell, ulykker, kork, køkjøring) eller positive utfall (eksempelvis komfort, tidsgevinst, eller avvikling).

Tilsiktede handlinger. Det antas at personen er kognitivt *bevisst sine atferdsvalg*. Ajzen omtaler ikke kroppslige bevegelser, men *intensjoner* som angir mål for en handling. Eksempelvis at føreren bevisst kjører over fartsgrensen, skrenser eller lar være å stoppe for fotgjengere ved gangfelt.

Vurdering av omgivelsene og egen mestring. Holdning kan omfatte evaluering av alle typer objekter, som eksempelvis folk, kjøretøy, handlinger, og hendelser. I tillegg til å vurdere de fysiske omgivelsene og kjøretøyet, så har oppfatningen av den *sosiale kontekst* betydning. Både sosiale normer og oppfatning av egen *atferdskontroll*, har innvirkning på en persons valg av atferd. Vurderingen av "signifikante andre" er avgjørende, det kan være foreldre som øvingslærere, trafikklærere og passasjerer.

Likt med holdninger, så vil oppfatning av atferdskontroll og av **mestring** vanligvis variere på tvers av situasjoner. Mestring er også sentralt i Bandura sin teori (1997) om egendyrktighet⁶. Begrepet er knyttet til en persons vurdering av egen evne til å kunne utføre en konkret og spesifikk atferd. Begrepet omfatter både

⁶ Engelsk: "self efficacy"

(a) forventninger om å lykkes og (b) bedømmelse av egen evne. Egendyktighet kan påvirke både valg av aktiviteter, innsats og utholdenhet.

Erfaringene som fører kan også ha sammenheng med **emosjonelle** aspekter (Stene, 2005). Perspektiver som kan være relevante for føreropplæringen, er teori om *motivasjon*. Mens Ajzens teori er begrenset til bevisste og rasjonelle faktorer, omfatter eksempelvis teori om målorientering (se eksempelvis Pintrich & Schunk, 1996; Skaalvik & Skaalvik, 1996; Dweck, 1999; Urdan, 1997) både *kognitive og affektive responser*. Teori om målorientering er avgrenset til prestasjoner og atferd for å nå disse, dvs. *hensikten* med å engasjere seg i prestasjonsatferd – *hvorfor* individet ønsker å nå bestemte mål og *hvordan* de nærmer seg oppgaven. Trafikkopplæring er klart målstyrt, det vil si at målet for eleven er "å få lappen". Eleven ønsker å bestå førerprøven, opplæringen blir derfor i det minste noe førerprøvestyrt.

De fleste teoretikere skiller mellom mestringsorientering og prestasjonsorientering. (1) *Mestringsorientering* innebærer at *læring er et mål i seg selv*. Individet fokuserer på læring, å mestre oppgaven ut ifra selvbestemte standarder, å utvikle nye ferdigheter, forbedre kompetansen, prøve å fullføre noe utfordrende, og å prøve å oppnå forståelse eller innsikt. (2) *Prestasjonsorientering* på sin side innebærer at *eleven er opptatt av seg selv i læringssituasjonen*. Fokus er på hvordan evner blir bedømt og relativ evne, eksempelvis å prøve å gjøre det bedre enn andre eller å oppnå et gitt nivå på en prestasjon. Målet er å bli oppfattet som flink, eller i verste fall å unngå å bli oppfattet som dum.

Mestringsorientering kan innebære at eleven eksempelvis et opptatt av å lære hvorfor trafikkregler er nødvendige og hvordan disse eventuelt kan fungere for å forebygge ulykker (Stene, 2005). Prestasjonsorientering kan innebære at elevens motivasjon er å ha færrest mulig kjøretimer i forhold til andre, og egentlig ikke er opptatt av å lære ferdighetene for egen del.

2.2.4 Samspill bevisste handlinger – fysiske reaksjoner

Darwin sin evolusjonslære er videreført og revitalisert de siste 20-30 årene i takt med ny innsikt i hjernens grunnleggende mekanismer (Pearce, 2020). Hjernens agenda og primære funksjon beskrives som:

"We have a brain for one reason and one reason only-and that's to produce adaptable and complex movements" (Wolpert, 2016)

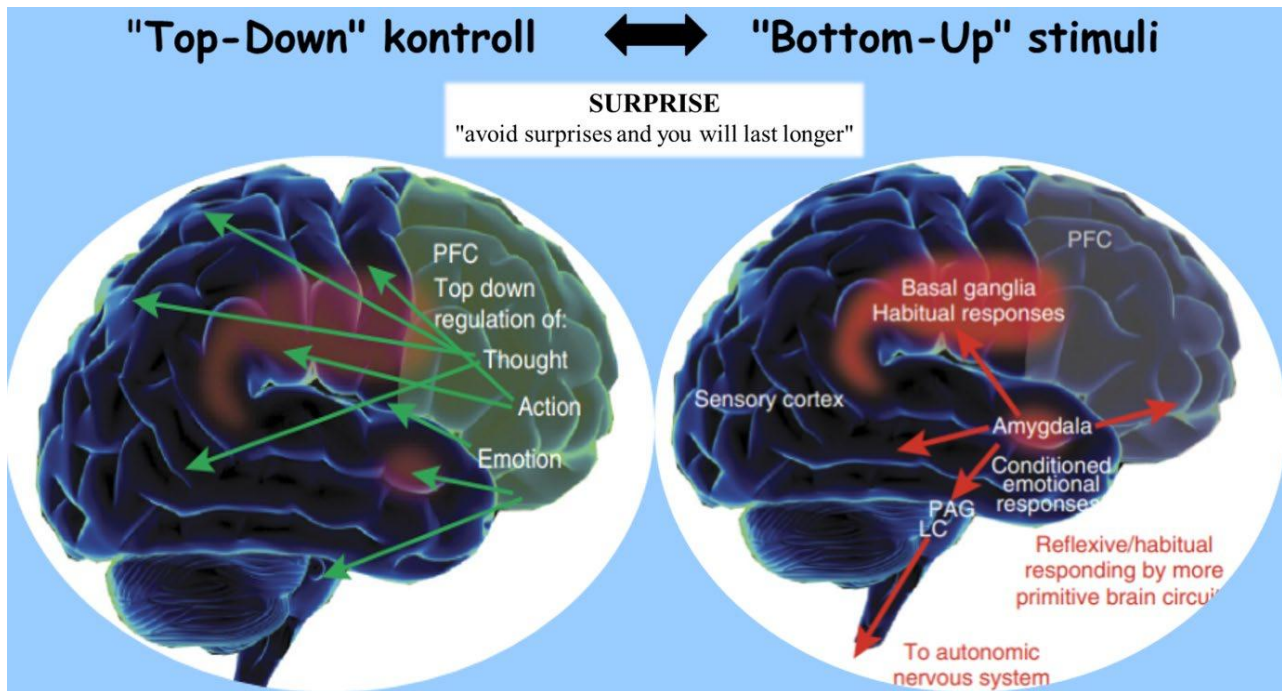
Evnen til å forutse og styre egne bevegelser er helt sentralt mht. atferdskontroll. Dette er en "**handlingsorientert, kognitiv og affektiv**" prosess (Fuster, 2015):

- *"All goal-directed actions, especially if they are new and complex, are processed in the perception-action cycle, the adaptive biocybernetics interface between the cortex and the environment. Two parallel components of that cycle, one cognitive and the other emotional, interact with each other in ventromedial prefrontal cortex.*
- *Cognitive networks, as well as the cortical levels of the perception-action cycle, are hierarchically organized, from the most concrete to the most abstract adaptive action: simple actions in lower levels (motor cortex and striatum) and global actions and plans in the prefrontal cortex."*

Neuroergonomi – biologiske og psykologiske belastninger under utførelsen av arbeidsoppgaver – kan gi økt faglig innsikt i menneskets **mentale modeller** og **motoriske-sensoriske mekanismer** i samspill med teknologi i kjøretøyet.

Hjernen spiller en sentral rolle i hvordan vi reagerer på ytre stimuli, og hvor kognitive og emosjonelle aspekter spiller sammen. Computer neuroscience setter søkelys på relasjonen mellom kognitive og sensorisk-motoriske prosesser. Funksjonen til fremre del av vår hjerne omtales eksempelvis slik:

"The entirety of the cortex of the frontal lobe is devoted to the representation and production of action at all levels of biological and behavioural complexity, including language. The neuronal substrate for the representation of any action in the cortex is identical to the substrate to produce that action" (Fuster, 2015).



Figur 2: Top-down kognitiv kontroll og Bottom-up prosesser med affektive stimuli (Fuster, 2015; Arnsten, 2015). PFC=Prefrontal cortex, PAG=Periaqueductal gray, LC=Locus coeruleus.

Figur 2 illustrerer balansen mellom atferd som er **bevisst handling** ("top-down" styrt) og **fysiske reaksjoner** ("bottom-up" stimuli) på nye ytre stimuli i omgivelsene. Dersom vi opplever at en situasjon er farlig og truende, vil Amygdala og hjernestammen sende signaler om fare til hjernebarken (cortex) som styrer vår bevisste kontroll («top-down»).

Farlige hendelser i trafikken (eksempelvis sammenstøt, kraftig bremsing, eller syklist som brått dukket opp) kan framkalle sterke følelser, og videre aktivere reaksjoner i form av «frys, kjempe og flukt» ("bottom-up" stimuli). Avhengig av situasjonen, kan disse reaksjonene være katastrofale eller hensiktsmessige. Videre kan forskjell både i erfaring og mellom individ være avgjørende. Der noen førere nærmest får panikk og feilhandler, vil andre beholde roen og kontrollen. En god prediktiv plan ("top-down" kontroll) vil kunne redusere sannsynligheten for ubehagelige og fryktfremkallende hendelser.

Kjøreprosessen har ingen formell start eller slutt. Det er en kontinuerlig pågående aktivitet der en beslutning om en handling er like naturlig start som et sanseinntrykk, eksempelvis ved skifte fra rødt til grønt for i lyskryss. Menneskets samspill med omgivelsene er basert på kontinuerlig oppdatering av konteksten, sammenhengen eller det miljøet man befinner seg i. Førerens kjøreprosess skal ivareta alle disse momentene slik at kjøringen avvikles på en sikker, effektiv og miljøvennlig måte.

2.2.5 Hjernen en "prediktiv maskin"

I senere år har kunnskap om hjernen, og beskrivelsen av mennesket som en "prediktiv maskin", gitt ytterligere innsikt i forståelsen av kjøreprosessen og føreres handlinger. Man kan snakke om et *paradigmeskifte*, hvor innsikt om hjernen som en hypotesetestende mekanisme kan bidra til å redusere menneskets "prediksjons feil". Slike «feil» danner basis for læring og utvikling av evnen til å kunne forutse hendelser, som grunnlag for å redusere usikkerhet og dermed unngå «overraskelser».

Buzsáki (2019) har gjennom flere tiår argumentert for at den menneskelige hjernen er som en "**prediktiv maskin**", hvor hovedpoenget med metaforen er at hjernen primært er proaktiv, lager hypoteser, vurderer konsekvenser av atferd og kontinuerlig lager forutsigelser/prediksjoner.

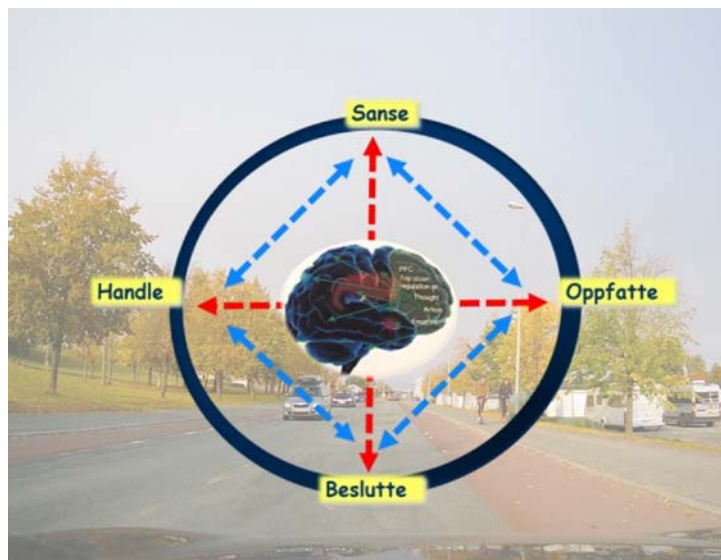
Hjernen bidrar til å styrke prediksjonen, det vil si å kunne forutse (Moser, 2015):

HVA skjer, HVOR, NÅR og HVORDAN?

Hjernen lager hele tiden prediksjoner eller antakelser om hva som skal skje og sammenligner disse med informasjon som hentes inn via sansene. Hjernen søker etter informasjon som bekrefter eller avkrefter forutsigelser/prediksjoner ved å analysere konteksten. Når man oppdager uoverensstemmelse mellom antakelser og virkelighet, er det nødvendig å identifisere og korrigere atferden og endre plan (Wolpert, 2016; Maldonato, 2014; Buzsáki, 2019; Barret, 2019).

"Prediction Error Minimization" (PEM) (Hohwy, 2013 og 2017) er en helhetlig teori som dekker alle aspekter knyttet til planlegging, gjennomføring, evaluering og læring av kjøreatferden. Teorien kan bidra til forståelsen av hvordan biologiske og psykologiske funksjoner i samspill påvirker hvordan vi navigerer i et landskap (kjører bil) samtidig med å balansere sikkerhet og effektivitet (Clark, 2016; Engel et al, 2015; Friston, 2019; Marchi, 2020). Friston (2019) beskriver dette slik:

"Predictive coding is appealing in its simplicity: essentially, it sets up a number of competing expectations about the causes of sensory input and then revises or updates these expectations on the basis of prediction errors. These errors are just the difference between what was predicted and what is actually observed.



Figur 3: Kjøreprosessen, Top-down kontrollert (blå piler) styring av kjøreatferden i interaksjon med affektive Bottom-up stimuli (røde piler).

Figur 3 illustrerer kjøreprosessen basert på relasjonen mellom kognitive-perseptuelle ("top-down" vist med blå piler) og affektive prosesser ("bottom-up" vist med røde piler). Pilene illustrerer hvordan delene gjensidig kommuniserer med hverandre. Eksempelvis vil føreren under kjøring, ifølge PEM, ofte starte med å forutse eller predikere en kjørerute ut fra en plan og beslutning og deretter iverksette handlinger som blir relatert til omgivelsene. Føreren retter oppmerksomhet mot omgivelsene ut ifra sin søken etter å bekrefte om antakelsene (PEM) er riktige. Oftest går kjøringen etter planen med små justeringer, det vil si at prediksjonene stemmer rimelig bra med terrenget og føreren slipper store overraskelser.

Iverksettelsen av riktig fysisk handling (eks. bremsing, fartsøkning, holde stabil fart, posisjonering, bruk av blinklys, orientere seg via speil) til rett tid og sted er det overordnede målet for å oppnå riktig balanse mellom sikkerhet og effektivitet. Det skjer gjennom bevisst bruk av sensorisk informasjon og motoriske ferdigheter i en kontinuerlig prosess. Eksempelvis når føreren flytter foten fra gasspedal til brems, så planlegges fotbevegelsen mht. bruk av muskelkraft, timing og presisjon, hvordan man vil føle fotens trykk og posisjon på pedalen, bilens forventede reaksjon, lydbilde og opplevelsen av endret hastighet relatert til omgivelsene.

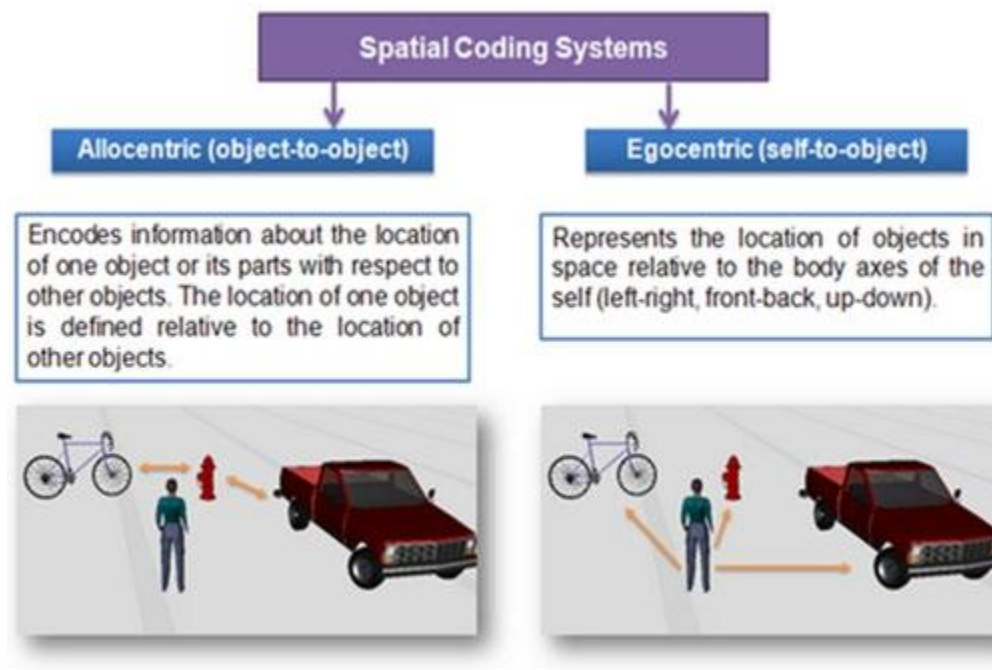
Dette er en "top-down" prosess hvor føreren har kontroll over egen utførelse og raskt kan justere utførelsen basert på en oppdaget «feil» i omgivelsene. Elever og uerfarne førere er mer upresise da de ennå ikke har utviklet de kognitive koblingene (biologi-psykologi) som kreves, men som etter hvert automatiseres med erfaring og øvelse.

Mentale modeller og hukommelse. Hjernens primære oppgave er å velge riktig handling (navigere) til rett tid og sted gjennom å etablere *kognitive kart* (O'Keefe 1978; Buzsaki, 2018; Moser, 2019). Omfattende forskning gjennom flere tiår har avdekket hjernens egen GPS, dvs. oppfattelsen av det fysiske rommet eller landskapet man befinner seg i. Dette gjør det mulig å navigere i dette rommet, huske hva som har skjedd der, og planlegge fremtidige handlinger (O'Keefe,1978).

Gjennom informasjon fra omgivelsene etableres både hukommelse for hendelser og læring av kunnskap. **Hukommelse** om verden er i det minste lagret på tre ulike vis; skript, episodisk og semantisk. *Skript* er hendelseskategorier sammensatt av kognitive skjema fra flere episoder. Det *episodiske minnet* er hukommelse for enkelthendelser (episoder), som for eksempel "Hva jeg gjorde da Oddvar Brå brakk staven". Det *semantiske minnet* er en form for langtidshukommelse der informasjon blir lagret ut ifra mening, det vil si sett av kategorier av objekter og begreper, og som gjør at vi husker fakta, språk og tall mv. uavhengig av sted. Det omhandler en helhetlig forståelse av den verden vi lever (Buzsáki og Moser, 2013):

"As active exploration is a prerequisite for the computation of distances and calibration of landmark relationships, we submit that movement is the primary source of the brain's ability to remember past experiences and plan future actions"

Stedsansen er knyttet til nevrane mekanismer i hjernen (nær hippocampus). Detaljert informasjon om rommets fysiske egenskaper sendes hit og danner grunnlaget for stedcellene (O'Keefe, 1978; Bellmund, 2018).



Figur 4. Eksempler på allo- og egosentrisk analyse av omgivelser i hippocampusområdet (O'Keefe,1978 og (Buzsáki & Moser,2013).

Figur 4 illustrerer hvordan mennesket oppfatter plasseringen av objekter i forhold til hverandre (allocentrisk), samt sin egen plassering i forhold til dem (egosentrisk).

Slike prosesser understreker betydningen av at en fører tidlig bør predikere eller forutse aktivitet i omgivelsene og planlegge sin videre kjøring ut ifra den gitte konteksten. Prosess vil være dynamisk, det vil si at omgivelser og kontekster vil endre seg kontinuerlig f.eks. ut ifra vær, føre og trafikkforhold.

Dersom førerens antakelser eller prediksjon avviker fra sensoriske input, kan det føre til en overraskelse som kan være kostbare i form av konflikter, ulykke, skade og i verste fall død. Derfor er «overraskelse⁷» et nøkkelbegrep for forståelsen av å minimisere usikkerhet.

Eksempelvis må en fører utøve aktiv kontroll over sin egen kroppslige og mentale tilstand (våken, oppmerksom, edru, frustrasjon, muskulatur, ledd, smerter, sykdom etc.) samtidig med å oppdatere seg på den trafikale konteksten gjennom å søke informasjon som bekrefter sine antakelser eller ikke. Dette omtales som "*active inference*" der personen utvikler en mental generativ modell som omhandler både oppfatning av egne kroppsfunksjoner og omgivelsene, samt mulige utfordringer i den spesifikke konteksten (Parr et al. 2019; Parr et al. 2022; Tsakiris, 2019).

Å skille mellom kognisjon (teori) og handlinger (praksis) er i strid med "The Pragmatic Turn" (Clark, 2016):
"Perceiving, imagining, understanding, and acting are now bundled together, emerging as different aspects and manifestations of the same underlying prediction-driving, uncertainty-sensitive, machinery"

Dette er et handlingsorientert perspektiv knyttet til menneskets tilpasningsevne. Et sterkt fokus er å forstå kognitive prosesser som "enaktive", det vil si som en form for praksis (Engel et al 2015).

2.3 Modell for føreratferd ved økt automatisering

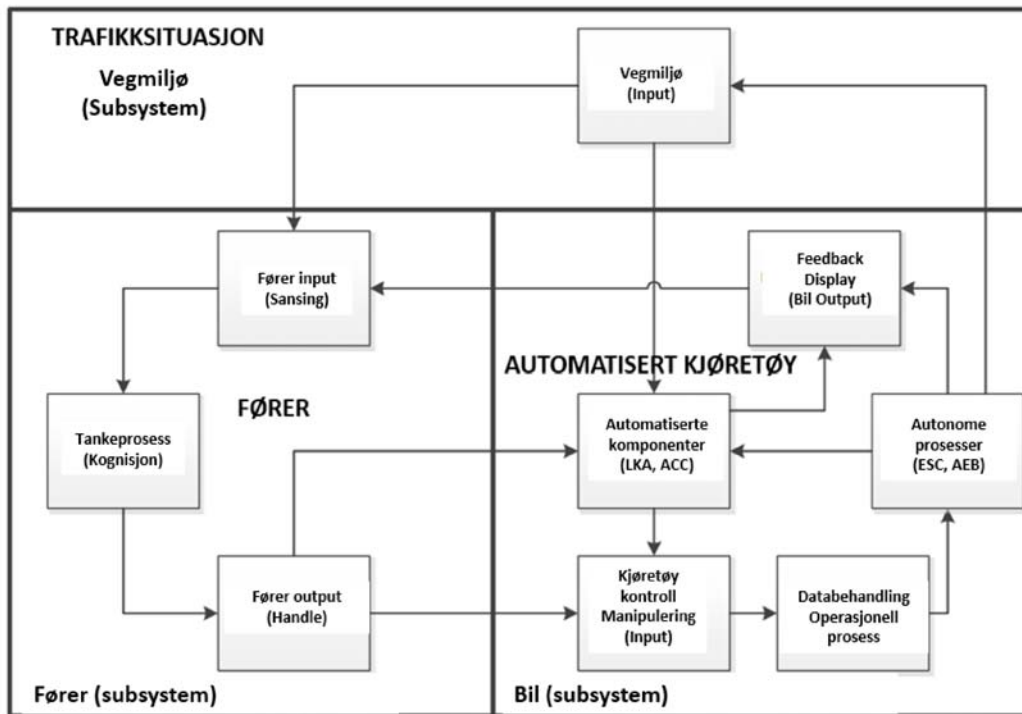
I følge SAE-taxonomien er det 6 nivåer (0-5) som beskriver automatiseringsnivå, førerens aktivitet og ansvar for kjøringen (SAE J3016). Kravet til fører ved manuell kjøring på SAE nivå 0 er å forutse kjøringens videre forløp, bilens kjøreegenskaper, reaksjonsmønster og hva som er riktig atferd. Biler utstyrt med førerstøttesystemer (ADAS) endrer premisene for førerens muligheter til å forutse/predikere og håndtere, eksempelvis avstand til forankjørende, skrens, holde seg innen kjørefeltet, eller foreta et sikkert feltskifte. Å beherske slike oppgaver krever mange kvaliteter som føreren historisk har vært alene om å utøve og kontrollere.

I dag er imidlertid valg av atferd knyttet til moderne biler med varianter av førerstøttesystemer som griper inn. Dette omhandler i hvor stor grad kjøreplassen alene er førerstyrt eller i hvor stor grad føreren er "ut av loopen" (Gouraud et al, 2017).

Marinik et al. (2014), hadde på oppdrag fra amerikanske vegmyndigheter utviklet en modell for kjøreplassen på SAE nivå 2 og 3 med tre delsystem: 1) Trafikksituasjon/Vegmiljø, 2) Fører, 3) Bil. Denne modellen har mange likhetstrekk med modellen utviklet innen et doktorgradsarbeide ved NTNU (Jenssen (2010), men åpner ikke for input til kjøreplassen fra ITS tjenester (V2X info) om kø, ulykker vær/føre osv. En styrke ved modellen er at fører gis informasjon om status for automatiserte prosesser via feedback fra display. En annen styrke ved modellen er at den i bilens delsystem skiller mellom automatiserte komponenter (LKA, ACC) som må aktiveres av fører og systemer og helt automatiserte teknologier (ESC, AEB) som aktiveres helt selvforstyrt basert på input fra bilens sensor system. Hvor mye og hvilken informasjon fører får på display avgjør hvor transparent og forståelig de skjulte automatiseringsprosessene er.

I modellen er det imidlertid ingen boks som representerer sensorer med input direkte fra vegmiljøet. Input i modellen går de med piler via Automatiserte komponenter som kan være aktivert av fører.

⁷ Engelsk begrepsbruk: "surprise"



Figur 5: Fører-Bil interaksjonssystem (Marinik et al., 2014).

3 Nivåer for automatisert kjøring

3.1 Utviklingstrekk

Moderne kjøretøy har en rekke førerstøttesystemer (ADAS). Som nevnt tidligere, kan slike ADA-applikasjoner både øke og redusere trafikksikkerheten. Videre, kan komplekse sensorbaserte applikasjoner både bli igangsatt automatisk eller av føreren. Hensikten med mange av applikasjonene er at kjøretøyet varsler, støtter eller tar over kontrollen fra føreren ved identifisering av tegn ved kjøringen som erfaringsmessig kan bidra til en farlig situasjon, eksempelvis kryssing av midtstripen. Dermed kan applikasjonen øke sikkerheten ved å redusere førerfeil som kilde til ulykker.

De kommende tiår vil vi se en stadig økende automatisering av føreroppgaver. Samspillet i trafikken vil i en overgangsperiode være preget av kjøretøy med ulik grad av automatisering, fra helt manuelle, semi-automatiserte til høyt eller fullt automatiserte kjøretøy. Teknologien er i stadig utvikling og bilindustrien utvikler grunnleggende førerstøttesystemer (ADAS) med grensesnitt (HMI⁸) mot fører basert på tilsvarende standarder. Alt som ikke finnes i standarder, kan utvikles med egne varianter. Samtidig vil kjøretøy ha ulik infrastrukturstøtte og informasjon fra andre kjøretøy (PDI⁹/V2X¹⁰). I dette landskapet blir det viktig å kjenne grunnleggende funksjonalitet på tvers av bilmerker og med ulike støtte fra fysisk og digital veginfrastruktur. Når kjøretøy stadig endrer virkemåte, og stadig flere av tradisjonelle føreroppgaver overlates til automatikk, blir det viktig å gi nye førere innsikt som kan øke forståelse for teknologiens virkemåte, muligheter, begrensninger, samt sikker bruk og førerens ansvar. Hvilke tema dette er relevant for vil beskrives nærmere i kapittel 6.

3.2 Ny kjøretøyteknologi

Kaldt vintervær med minusgrader, sludd, snø og isete veier byr på et helt nytt sett med utfordringer for automatiserte kjøretøy og deres applikasjoner. Eksempelvis kan ISA-applikasjonen (Intelligent Speed Adaptation) benytte skiltet fartsgrense på en strekning, mens friksjon og føreforhold tilsier lavere hastighet.

ADAS applikasjoner i moderne kjøretøy omtales med mange ulike betegnelser og begreper, og inkluderer blant annet det som i internasjonal engelskspråklig litteratur betegnes som:

Adaptive Cruise Control, Adaptive Headlights, Antilock Brake Systems, Automatic Emergency Braking, Automatic High Beams, Automatic Parking Assistance, Autonomous Emergency Braking, Blind Spot Monitor, Driver Monitors, Electronic Stability Control, Forward Collision Warning, Head-Up Display, Lane Departure Warning, Lane-Centering Steering, Lane-keeping assistance, Navigation, Parking Assistance System, Rear Cross-Traffic Alert, Surround View System, osv.

Funksjon: Noen førerstøtteapplikasjoner kan defineres som komfortapplikasjoner, eller støtte til normal ferdsel. Andre ADAS -applikasjoner er åpenbart mer *sikkerhetskritiske*, eksempelvis:

- Pedestrian detection/avoidance (deteksjon og unngåelse av fotgjenger)
- Lane departure warning/correction (Kjørefeltskiftevarsel/retting)
- Traffic sign recognition (trafikkskiltgjenkjenning)

⁸ Human-Machine Interface

⁹ Physical and Digital Infrastructure

¹⁰ Vehicle-to-everything

- Automatic emergency braking (automatisk nødbremsing)
- Blind spot detection (blindsonedeteksjon).

Dette er alle ADAS definert som funksjonelle sikkerhetssystem i ISO 262620 standarder.

Samvirkende systemer (C-ITS¹¹) som allerede er i bruk og som kan defineres som mer sikkerhetskritiske er eksempelvis: Posisjoneringsystem, Fartsgrense informasjon fra ulike kartleverandører, Dynamisk ulykkesvarsling, Dynamisk kø varsling, Dynamisk viltvarsel og Dynamisk varsel om føreforhold.

3.3 Nivåer for automatisering og førerstøtte

Skal vi si noe om **sikkerheten** til automatiserte kjøretøy eller **føreransvar** er det viktig å vite hvor avansert og omfattende automatiseringen er.

3.3.1 Standard for kjøretøyets nivå

Vi har valgt å referere til en inndeling av automatiseringsnivå basert på SAE¹² J3016, som var den første standarden som definerte slike nivåer, og som også er den mest kjente og brukte standarden i dag.

Det er viktig å bemerke at inndelingen, definisjonene og øvrig regelverk som utarbeides om tekniske krav til kjøretøy (UNECE¹³/WP29¹⁴) og trafikkregler (UNECE/WP1¹⁵) vil bli lagt til grunn for framtidige lovgivning i Norge (og bortimot 60 andre land). Working Party on Automated / Autonomous and Connected Vehicles (GRVA) er arbeidsgruppen hos UNECE som utarbeider utkast til regelverk, veilednings- og tolkingsdokumenter for vedtak i WP29. Gruppen jobber mest på kjøretøy- og cybersikkerhet, og ADAS applikasjoner.

SAE J3016¹⁶, *Levels of Driving Automation* deler graden av automatisering av kjøretøy i seks nivåer (0-5). Nivåene for automatisering angir hvorvidt fører eller kjøretøy har mest kontroll, og dermed også ansvar. På de laveste nivåene (SAE nivå 0-2) foregår mye av kjøringen manuelt, og føreren har dermed hovedansvar. Men med økende automatisering, vil kjøretøyet ha størst kontroll. Det betyr at med økende automatisering, vil ansvaret gradvis gå mer over fra fører til kjøretøy (SAE nivå 3-4). I dag er de fleste kjøretøy utstyrt med teknologi som gjør at kjøretøyene er på nivå 1.

En forenklet oversikt over de forskjellige nivåene kan ses i Figur 6, og hvor hvert nivå kort kan beskrives slik:

- På *nivå 0* er det ingen automatisering.
- På *nivå 1 og 2* er det føreren som gjør alle taktiske valg, men systemet for automatisert kjøring kan støtte føreren gjennom ulike ADAS-applikasjoner, f.eks. adaptiv cruisekontroll. Føreren må være klar til å ta over kontroll og gå tilbake til rollen som aktiv fører hvis systemet svikter eller gjør feil.
- På *nivå 3* har systemet for automatisert kjøring helt og holdent tatt rollen som operatør, men føreren må gripe inn ved system svikt.
- På *nivå 4 og 5* har føreren ikke lenger noen rolle i kjøretøyet. På *nivå 4* kan kjøretøyet brukes innenfor bestemte vegmiljø, f.eks. veger som er spesielt utstyrt med vegkantutstyr for automatisert

¹¹ Cooperative Intelligent Transport Systems

¹² SAE – "Society for Automotive Engineers"

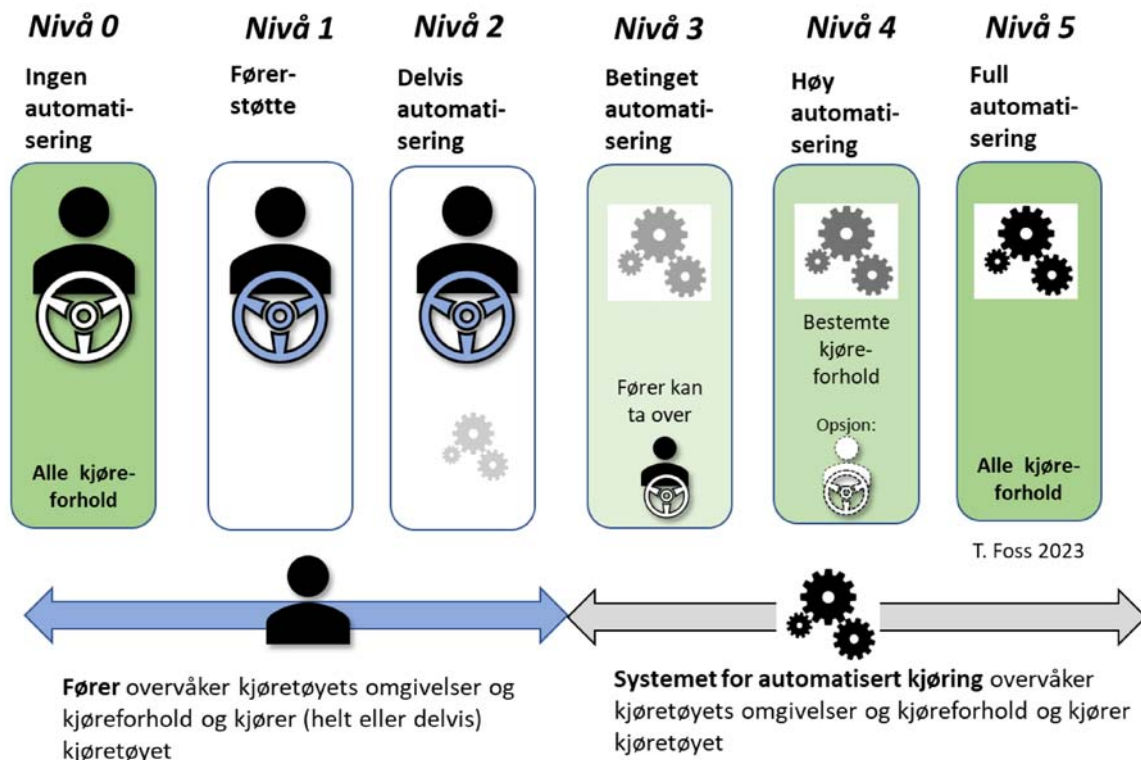
¹³ The United Nations Economic Commission for Europe

¹⁴ Avtale fra 1958

¹⁵ Wienkonvensjonen om vegtrafikk

¹⁶ Åpent dokument, <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update>

kjøring. På *nivå 5* skal systemet kunne styre kjøretøyet under alle forhold uten noen områdebegrensinger.



Figur 6: Forenklet beskrivelse av SAE nivå for grad av automatisering. (SINTEF)

En person utenfor kjøretøyet kan fjernstyre kjøretøyet til en sikker stillstand eller en person i kjøretøyet dersom denne personen har kunnskap og tillatelse til å føre kjøretøyet og dersom kjøretøyet er utstyrt med førersete og nødvendige styreinnetninger. Dette er imidlertid vist som en opsjon i SAE J3016 og det normale vil være at et reservesystem tar over kontrollen av kjøretøyet.

Avansert førerstøtte (ADAS) finner vi primært på *nivå 1 og 2*, men enklere former for førerstøtte slik som automatgir, og servostyring finnes også på *nivå 0*. Kun veteranbiler er helt uten slik enkel førerstøtte i dag. Semi-automatiske systemer finner vi i kjøretøy blant annet fra Tesla (Autopilot), Volvo (Pilot assist), BMW (Personal CoPilot), Mercedes-Benz (Drive Pilot) og Cadillac (Super Cruise). "Advanced Driver Assistance Systems" (ADAS) finner vi også på *nivå 3* der to eller flere førerstøttesystemer muliggjør betinget automatisering der kjøretøyet er selvkjørende i lengre perioder og i større grad enn på nivå 2. Det selges foreløpig bare kjøretøy fra Mercedes-Benz på nivå 3 (Drive Pilot), men flere selskap har piloter med utprøving av kjøretøy i vegtrafikk på nivå 3.

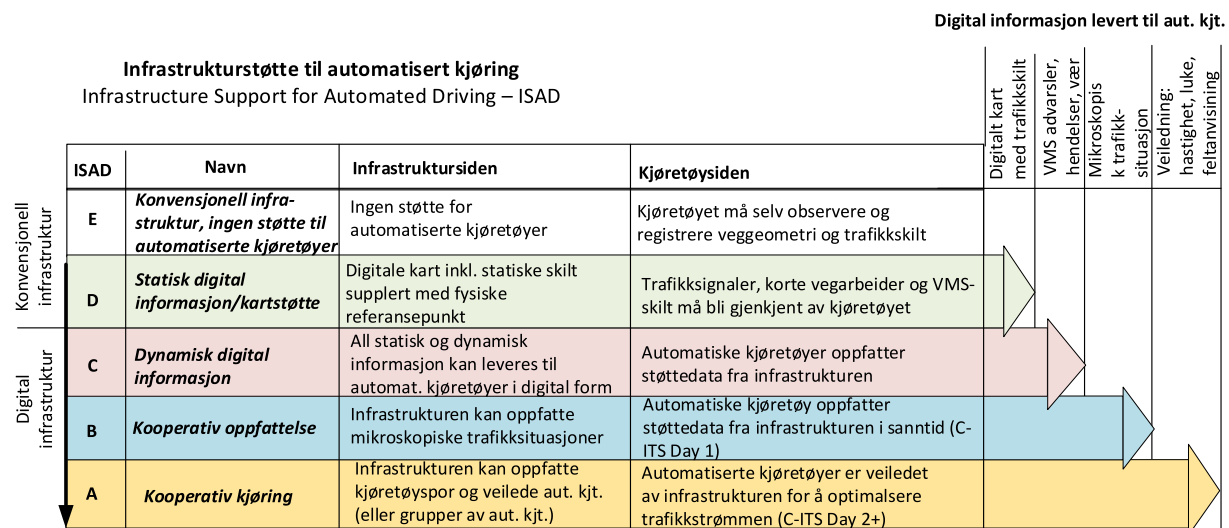
På *nivå 4* er det ikke privatbiler i salg, men Waymo er som den første leverandøren gitt tillatelse til å starte en kommersiell taxitjeneste i Phoenix Arizona, San Francisco og Los Angeles med kjøretøy på nivå 4. Disse er helt ubemannet og uten sikkerhetsoperatør om bord. GM Cruise har nylig også fått tillatelse til kommersiell drift av robotaxier på nivå 4 i San Francisco. Det er flere leverandører av selvkjørende minibusser på tilnærmet nivå 4 og som driver med pilotering og utvikling for SAE nivå 4. Kommersiell Robotaxi tjenester uten sikkerhetsfører om bord (No-Operator) er nå også etablert i flere kinesiske storbyer. Den første norske piloten uten sikkerhetsfører om bord ble nylig gjennomført med selvkjørende minibuss i Kongsberg. I denne piloten ble videobilde fra minibussen overført til et kontrollrom der en operatør (tidligere bussjåfør) overvåket bussen i trafikken med mulighet til å gripe inn og stoppe bussen (om nødvendig) med fjernkontroll.

I norske pilotprosjekt er det krav om at en sikkerhetsoperatør (bussvert) skal være til stede. Denne personen kan trykke på en stoppknapp og ta over styring når nødvendig. Forsikringsbransjen anser da operatøren som ansvarlig forsikringstaker gjennom operatørselskapet som tegner avtalen. Mange av kjøretøyene på nivå 4 baserer seg på "Fixed route Automation" (automatiserte busser og taxitjenester). Det innebærer at kjøretøyet lærer å kjøre en bestemt rute. Nye ruter kan kun kjøres etter en tilsvarende læringsprosess der systemet lærer seg å gjenkjenne vegmiljøet fra A til B på ruten med de kryssene, gangfeltene og andre reguleringer som finnes.

Det er foreløpig ingen kjøretøy på markedet på nivå 5. Flere selskap har imidlertid ambisjoner om å utvikle kjøretøy på det øverste nivået (full automatisering) og har pilotprosjekt med kjøretøy på nivå 4 med mål om å videreutvikle til nivå 5. På nivå 5 er det i prinsippet fri ferdsel på alle deler av vegsystemet, der kjøretøyet leser det umiddelbare trafikkbildet og samhandler med andre trafikanter på en sikker og effektiv måte. Alt passasjerer må gjøre er å velge destinasjon for reisen. Det diskuteres hvorvidt kjøretøy på nivå 5 bør kunne inngå i en flåtestyring der et operatørselskap kan kommunisere med passasjerer og eventuelt fjernstyre slike kjøretøy fra et kontrollrom. Google-Waymo har prøveprosjekt i California med selvkjørende taxi på nivå 4 der passasjerer kan kontakte og snakke med operatørselskapet. Det er nyttig for eksempel når det automatiserte kjøretøyet kjører forbi destinasjonen fordi det ikke finner en lovlig plass å stoppe på, og dermed må kjøre flere km forbi, snu og vende tilbake på motsatt side av gaten. De automatiserte kjøretøyene vil foreløpig ikke dobbelt-parkere og sette på blinklys eller nød-blink for å slippe av passasjerer, slik vanlige førere kan gjøre.

3.3.2 Standard for infrastrukturens nivå

Automatiserte kjøretøyer er ikke bare avhengig av kjøretøyets sensorer og algoritmer for automatisert kjøring på ulike nivåer. Den fysiske og digitale infrastrukturen er også meget viktig og her er det også gjort forsøk på å standardisere egnetheten til den fysiske og digitale infrastrukturen til å støtte automatisert kjøring. Figur 7 nedenfor viser hvordan østerrikske vegmyndigheter har kategorisert det fysiske og digitale vegnettet (Foss et al., 2023).



T. Foss 2023 norsk versjon av ASFINAG AG original figur

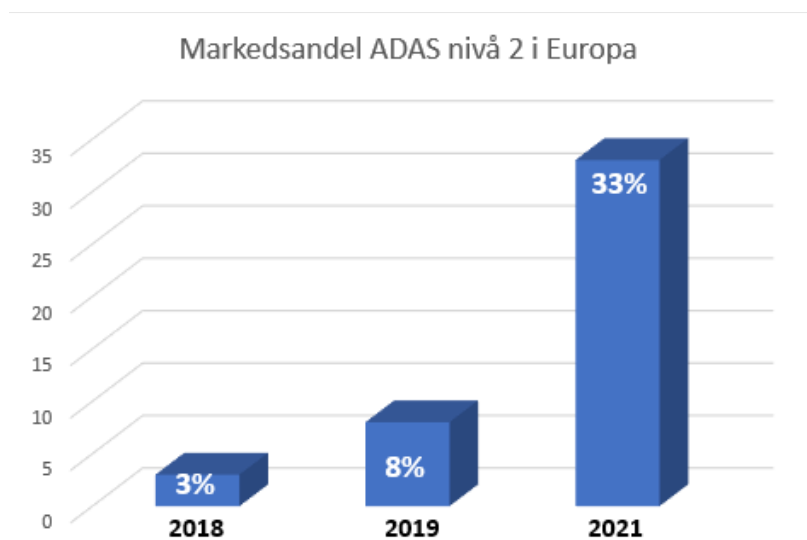
Figur 7: Forenklet beskrivelse av ISAD nivåer for fysisk og digital infrastruktur (SINTEF)

3.3.3 Utbredelsen av ADAS og regelverk

Det er myndighetenes ansvar å oppdatere (eller innføre nye) regelverket samt krav til førere, bilindustri, eier av infrastruktur mv. Ser vi på markedsandelen av kjøretøy med ADAS på SAE nivå 2 i Europa (Figur 8) så har andelen økt voldsomt i perioden 2018-2021 (Canalys, 2020).

- **Europa:** i 2018, hadde 3 % av solgte personbiler ADAS på SAE nivå 2.
- **Europa:** i 2019, selges 325 000 personbiler med ADAS på SAE nivå 2, det vil si 8 % av alle nye biler som selges.

Ifølge rapporten fra Canalys (2020) hadde ca. 33 prosent av nye kjøretøyer solgt i USA, Europa, Japan og Kina ADAS-funksjoner. Firmaet spår at femti prosent av alle biler på veien innen år 2030 ville være utstyrt med ADAS.



Figur 8. Markedsandel for ADAS i personbiler i Europa. (Kilde: Canalys, 2020).

3.3.4 Markedsandel i Norge

Basert på analyse av data fra Opplysningsrådet for Vegtrafikken (OFV) har SINTEF estimert andel kjøretøy Klasse B (personbil) med førerstøtte i Norge.

Under kvalitetssjekk av data valgte SINTEF å ta ut data fra Kjøretøydata med utgangspunkt i Volvo XC60. Dette fordi SINTEF er godt kjent med kjøretøydata for denne Volvo modellen. Her viste det seg å være mange mangler for XC60. I følge OFV er dette en kjent feil, og det er ifølge OFV ingen flere slike feil i datagrunnlaget. SINTEF har ingen mulighet til å sjekke dette ytterligere.

For nærmere beskrivelse av analysen og usikkerhet i estimat se Vedlegg. Tabell 1 viser resultat av kobling av data, der antispinn og køassistent er tatt vekk. Køassistent er en variant av ACC¹⁷ (Dynamisk fartsholder/Adaptiv cruisekontroll) som bare virker i lave hastigheter ved køkjøring.

Analysen viser høy andel kjøretøy med stabilitetssystem, antiskrens (96.6%) og en rekke andre førerstøttesystemer med relativt høye andeler. Lavest andel ser vi for natssynassistent (1.1%). Antiskrens kom på markedet allerede på 2000 tallet og ble påbudt i nye kjøretøy innen EU fra 2014. Automatisk nødbremsesystem er påbudt i nye biler og begge varianter er utbredt i bilparken (80,3%/80,7%). Dynamisk

¹⁷ Adaptive Cruise Control

fartsholder/Adaptiv cruisekontroll (60,3%) det som er kjent som ACC på engelsk, er i dag en del av standard utstyrspakke på de 8 mest solgte bilmerkene i Norge.

Tabell 1: Kjøretøydatabe (Antispinn og Kjøassistant er tatt vekk).

#	System	Engelsk beskrivelse	Totalt	Prosentandel
1	Stabilitetssystem, antiskrens	Electronic Stability Control (ESC)	701 221	96,9
2	AEB/lav hastighet	Automatic Emergency Braking	602 236	83,3
3	AEB/fotgjenger	Automatic Emergency Braking	584 062	80,7
4	Kollisjonsvarsler	Forward Collision Warnings	528 223	73,0
5	Ryggekamera	Backup Camera	471 138	65,1
6	Avstandsfølere foran og bak	Parking Obstruction Warning	466 378	64,5
7	Automatisk tenning hovedlys	Automatic High-Beams	450 295	62,3
8	Nødoppringning/eCall	Emergency call, eCall	437 734	60,5
9	Fartsholder, dynamisk	Adaptive Cruise Control (ACC)	436 467	60,3
10	Filskiftvarsler	Lane Departure Warning	426 129	58,9
11	Trafikkskiltleser	Automatic traffic sign recognition	387 874	53,6
12	Trettetsvarsler	Driver Monitoring	313 176	43,3
13	AEB/høy hastighet	Automatic Emergency Braking	310 727	43,0
14	Filholder dynamisk	Lane Keep Systems	299 845	41,5
15	Blindsoneovervåker	Blind Spot Warning	278 375	38,5
16	Sideovervåkning rygging	Rear Cross Traffic Warning	213 856	29,6
17	Pre-crash, beltestramming	Pre-crash, automatic seat belt activation	183 811	25,4
18	Unnamanøverassistent	Automatic Emergency Steering	147 429	20,4
19	Tilhengerstabilitetssystem	Electronic Stability Control (ESC)	105 466	14,6
20	360 graders overvåkning	Surround-View Camera	86 244	11,9
21	Head-Up display	Head-Up display	69 001	9,5
22	Utforkjøringshindrer	?	61 656	8,5
23	Blindsoneovervåker dynamisk	Blind Spot Warning	40 809	5,6
24	Utforkjøringsbeskytter	?	31 974	4,4
25	Nattsynassistent	Night Vision	7 623	1,1

Det selges ifølge OFV sin årsrapport for 2022 ca. 175 000 nye biler i Norge pr år. Hvis salget holder seg på samme nivå i årene framover, vil vi om 5 år ha mer enn 1.4 millioner kjøretøy med de 15-20 mest kjøpte ADAS teknologiene.

4 Relevante ADAS applikasjoner

4.1 ADAS applikasjoner som er eller vil bli påbudt i Europa i nye bilmodeller

Ser vi på nærmere på sikkerhetsrelaterte ADAS applikasjoner som er eller vil bli påbudt i Europa i nye bilmodeller fra juli 2022 og i nye biler fra 2024 er dette følgende:

- Intelligent fartstilpasning (Intelligent speed assistance)
- Alkolås (Alcohol interlock installation facilitation)
- Førerovervåkning (Driver monitoring, også kalt Driver drowsiness and attention warning)
- Nødstoppsignal (Emergency stop signal)
- Sikt og detektering ved rygging (Reversing detection)
- Automatisk hendelsesregistrator (Event data recorder)

Amerikanske myndigheter går ikke ut med påbud, men ADAS som er anbefalt av amerikanske myndigheter (NHTSA) (hentet i oktober 2022):

- Varsel om kollisjon forover (Forward collision warning)
- Varsel om feltskifte (Lane departure warning)
- Automatisk nødbremsing (Automatic Emergency Braking)
- Sikt ved rygging (Rear-view visibility systems, også kalt Back-up camrea)

Alle disse ADAS applikasjonene er allerede påbudt i Europa bortsett fra varsel om kollisjon forover som blir overflødig ved påbud om automatisk nødbremseapplikasjon. Førerstøttesystem kan grupperes i kategorier basert på deres funksjon.

Underkapitlene som følger (seksjon 0 til seksjon 3.8) gir en oversikt over hovedkategoriene:

- Kjørekontrollassistanse
- Kollisjonsunngåelse
- Kollisjonsvarsel
- Parkeringsassistanse
- Viktige ADAS applikasjoner (i alle nye biler i dag)
- Andre førerstøttesystemer
- Andre ADAS applikasjoner (nye i markedet)
-

Gjennomgangen av litteratur viste at dette fagområdet mangler en omforent terminologi for førerstøtteapplikasjoner både nasjonalt og internasjonalt. Bilindustrien og internasjonal standardisering har definert og brukt ulike begreper for applikasjoner med tilnærmet samme funksjonalitet, men med forskjellige navn. Vi ser tilsvarende for applikasjoner med forskjellig funksjonalitet, men med navn som kan lede brukere til å tro at det er den samme funksjonaliteten som tilbys.

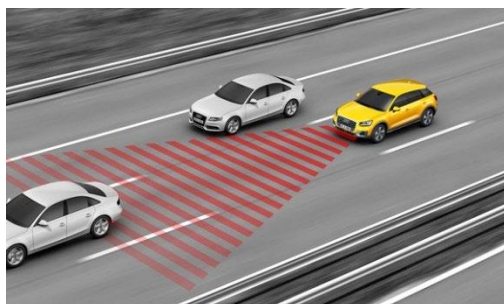
4.2 Kjørekontrollassistanse

4.2.1 Adaptiv cruisekontroll (Adaptive Cruise Control - ACC)

Hvordan fungerer Adaptiv cruisekontroll?

Konvensjonell cruisekontroll som definert i standarden, ISO15622:2018¹⁸ er et system som er i stand til å kontrollere hastigheten til et kjøretøy. Adaptiv cruisekontroll er en forbedring av den konvensjonelle cruisekontrollapplikasjonen som lar det aktuelle kjøretøyet følge et kjøretøy foran i passende avstand ved å kontrollere motoren og/eller drivverket og eventuelt bremsene (se Figur 9). Føreren til det aktuelle kjøretøyet kan initiere og stanse bruk av applikasjonen.

Applikasjoner for Adaptiv cruisekontroll finnes enten som "Full Speed Range Adaptive Cruise Control"-applikasjoner (FSRA) eller "Limited Speed Range Adaptive Cruise Control"-applikasjoner (LSRA). LSRA-applikasjoner deles videre i to typer, som krever manuell (LSRA-1) eller automatisk clutch (LSRA-2) og virker over en viss minimumshastighet. Applikasjonene gir kontroll av utstyrte kjøretøyer i fartsretningen mens man kjører på veier hvor ikke-motoriserte kjøretøy og fotgjengere er forbudt og hvor trafikken enten er i bevegelse eller med FSRA applikasjoner på veier med stor trafikkbelastning og lave hastigheter. Alle typer har aktiv bremsekontroll. De kan utvides med andre funksjoner som for eksempel varsling av hindringer. For FSRA-applikasjoner, vil det aktuelle kjøretøyet stoppe bak det fulgte kjøretøyet (innenfor egen begrensende nedbremsingsevne) og vil kunne starte på nytt etter at føreren har lagt inn en forespørsel til applikasjonen om å fortsette igjen. Ved aktiv bremseinngrep i kjøretøy med clutchpedal (type LSRA 1) skal føreren informeres tydelig og tidlig om en mulig konflikt mellom bremse- og tomgangskontroll, dersom clutchen ikke kan kobles ut automatisk.



Figur 9: Adaptiv cruisekontroll (Kilde: audi-mediacycenter.com).

Hvilke effekter har applikasjoner for Adaptiv cruisekontroll på trafikksikkerhet?

I 2014 gjennomførte SINTEF en undersøkelse blant 344 bileiere som hadde ACC i personbil og tungbil i Norge. Hovedmålet var å skaffe et kunnskapsgrunnlag om utbredelse og bruk av ACC, konsekvensene av bruken for trafikksikkerhet og hvordan det vil påvirke trafikksystemer. Hovedkonklusjonen fra studien er at ACC ikke synes å medføre redusert trafikksikkerhet. Til tross for at systemet kan utløse enkelte typer uønskede hendelser, ser SINTEFs eksperter ikke indikasjoner på at systemet utgjør en risiko i praksis (heller ikke under typisk norske vinterforhold). Blant utvalget så hadde 12 % opplevd potensielt farlige hendelser: Økt fart i sving og umotivert nedbremsing f.eks. ved forbikjøring. Det ble ikke rapportert ulykker (Nordtømme m.fl., 2014, SINTEF rapport A26202).

Adaptiv cruisekontroll er primært en komfortapplikasjon med kun 20% bremseeffekt. En oversikt over studier av sikkerhetseffektene viser en entydig konklusjon om at applikasjonens effekt ikke kan fastslås (SafetyCube European Road Safety Decision Support System, 2022). Kombinasjonen av ACC og automatisk

¹⁸ Intelligent transport systems – Adaptive cruise control systems – Performance requirements and test procedures

nødbremsering kan derimot resultere i en betydelig reduksjon (omtrent 40 %) i kollisjoner bakfra med personskader, mens ACC alene kun reduserer materielle skader (Fleming et al., 2016).

Applikasjonen synes å kunne påvirke effektiviteten og trafikkflyten. Ifølge SWOV, det nederlandske forskningsinstituttet for trafiksikkerhet, er en stor fordel med Adaptiv cruisekontroll at trafikkbelastningen blir mer stabil og antall "sjokkbølger" i trafikken og antall påkjøring bakfra kollisjoner kan reduseres (SWOV, 2019). Adaptiv cruisekontroll er en komfortapplikasjon som i seg selv ikke eller bare i liten grad påvirker trafiksikkerheten.

4.2.2 Samvirkende og adaptiv cruisekontroll (Cooperative Adaptive Cruise Control – C-ACC)

Hvordan fungerer Samvirkende og adaptiv cruisekontroll?

Samvirkende ACC (C-ACC) innebærer at bilen kommuniserer med andre biler (V2V¹⁹) eller infrastruktur (V2I²⁰) og detekterer at bilene foran reduserer farten. Tanken bak C-ACC er ikke bare å la et kjøretøys cruisekontrollapplikasjon holde en riktig følgeavstand bak en annen bil ved å bremse ned når den kommer for nærme, men også å la biler samvirke ved å kommunisere med hverandre mens kjøretøyene befinner seg i adaptiv cruisekontrollmodus. Resultatet er at bilene kan følge hverandre tettere og sikrere, med bremsing og akselerasjon utført i samarbeid og synkront.

Hvilke effekter har Samvirkende adaptiv cruisekontrollsystemer på trafiksikkerhet?

Kortere avstand mellom kjøretøyene kan gjøre det mulig å øke kapasiteten på et kjørefelt. Det skal også hjelpe førere til å føle seg trygge ettersom applikasjonen aktiverer bremsing raskere enn en fører kan reagere på bremselysene på det foregående kjøretøyet. Det forventes at applikasjonen vil forbedre drivstoffbruk og redusere utslipp med en lavere aerodynamisk luftmotstand. Eksperimenter med C-ACC viste en forbedring i trafikkstrømmens stabilitet (færre sjokkbølger) sammenlignet med bruk av ACC uten samarbeid gjennom V2V kommunikasjon (UC Berkeley). Det forutsettes at alle biler er utstyrt med C-ACC. Det vil også øke situasjonsbevisstheten for å unngå kollisjon med å få informasjon om hendelser som skjer foran i trafikken eller endring i vær eller vegtilstand. Det kan være viktig å skille mellom C-ACC med V2V og V2I kommunikasjon. C-ACC med V2V kommunikasjon ser ut til å gi de største fordelene på motorveger, mens C-ACC med V2I kommunikasjon kan sannsynligvis være mer fordelaktig i urbane områder. For at C-ACC skal være effektiv, er det viktig med høy koordinering mellom kjøretøyer for å lette gruppering og oppløsning av grupper med C-ACC kjøretøyer. Det er flere tekniske utfordringer relatert til koordinering som ennå ikke er fullstendig løst.

4.2.3 Aktiv kjøreassistanse (Active Driving Assistance)

Hvordan fungerer aktiv kjøreassistanse?

Aktiv kjøreassistanse hjelper med kjøretøyet akselerasjon, bremsing og styring. Noen applikasjoner er begrenset til spesifikke kjøreforhold. Aktiv kjøreassistanse er en pakke med flere sikkerhetsapplikasjoner som kan være forskjellige fra ett bilmerke til et annet. For eksempel kommer disse 5 applikasjonene som standard på de avanserte BMW 5-serie bilmodellene: Varsel om kollisjon forover med fotgjengerdeteksjon, lavhastighets automatisk nødbremsering, applikasjon for holding av kjørefelt, blindsoners varsel og varsel om kryssende trafikk ved rygging. I andre bilmodeller kan disse være valgfrie sikkerhetsapplikasjoner. For Mercedes er det nevnt i Aktiv avstandsassistanse Distronic-pakke: Aktiv fartsgrenseassistent, Aktiv styreassistent, Aktiv feltskifteassistent, Aktiv bremseassistent, Aktiv blindsonerassist, osv.

¹⁹ Vehicle-to-vehicle

²⁰ Vehicle-to-Infrastructure

Hvilke effekter har aktiv kjøreassistanse på trafiksikkerhet?

Effektene er avhengig av hvilke applikasjoner som inngår i såkalte sikkerhetspakker.

Aktiv fartsgrenseassistent (Active Speed Limit Assist)

Aktiv fartsgrenseassistent hjelper føreren å overholde den fastsatte fartsgrensen. Et kamera oppdager fartsgrensen og tar automatisk i bruk og stiller inn fartsgrensen som kjøretøyets maksimale hastighet. Systemet akselerer eller bremses med aktiv avstandsassistent og aktiv bremseassistent som hjelper å opprettholde sikker avstand til bilen foran og forhindre en ulykke.

Det er rapportert hendelser hvor biler har akselerert f.eks. plutselig opp til 100 km/t i en 30-sone. Førerne måtte gripe inn veldig raskt for å hindre at bilen kjørte uforsvarlig fort. Problemet er rapportert for minst tre BMW-modeller (X3, X7 and iX3) og to tilfeller med Mercedes EQC-modellen med Speed Limit Assist.

4.2.4 Holding av kjørefelt (Lane Keeping Assist System - LKAS)

Hvordan fungerer Holding av kjørefelt?

Denne applikasjonen hjelper til med å holde kjøretøyet innenfor det aktuelle kjørefeltet og gjør kjøringen mer komfortabel (Figur 10). Applikasjonen gir et varsel dersom kjøretøyet kommer utenfor kjørefeltet, dvs. krysser en oppmerket linje. LKAS bruker et frontrutemontert kamera som registrer kjørefeltmarkering og bruker den elektriske servostyringen (Electric Power Steering) for å lede kjøretøyet til midten av det registrerte feltet. Føreren bør aktivere applikasjonen med å trykke på knapp og den virker dersom kjøretøyets hastighet er f.eks. mellom 72 km/t og 145 km/t (Kilde: techinfo.honda.com). Når applikasjonen er aktivert, vises kjørefeltlinjene på display på dashbordet. Bilen må kjøres på en rett vei eller med svake svinger. Verken bremsepedalen, hastighet under 72 km/t, blinklyset eller vindusviskerne kan være i bruk.

Hvilke effekter har Holding av kjørefelt på trafiksikkerhet?

LKAS forbedrer sikkerhet og har potensial til å unngå de dødeligste typene ulykker (møteulykker og singelulykker). SINTEF gjennomførte i 2009 en litteraturstudie som viste en rekke studier der det var påvist god sikkerhetseffekt av kjørefeltstøttesystem (Moen et al 2009). Men systemene er dessverre ikke ufeilbarlige og konstant tilsyn og oppmerksomhet fra fører er nødvendig. Dette skyldes en rekke mulige problemer førere bør vite om.



Figur 10: Holding av kjørefelt (Lane Keeping Assist System) (Kilde: caradas.com).

Nøyaktigheten varierer basert på værforhold, hastighet og tilstanden på feltoppmerkingen. LKAS fungerer ikke under kjøring med hyppig stopp, saktegående trafikk eller på veier med skarpe kurver. Applikasjonen detekterer kanskje ikke alle kjørefeltmerkinger (f.eks. slitte, dupliserte linjer, hjulspor) eller ramper. Det betyr at systemet derfor vil ikke holde kjøretøyet inne på midten av feltet under visse forhold. Når det ikke klarer å detektere kjørefeltet, vil systemet midlertidig være ute av funksjon. Når et felt detekteres igjen, vil applikasjonen gjenopprettes automatisk. Applikasjonen erstatter ikke fører kontrollen og fungerer ikke hvis man tar hendene fra rattet eller ikke klarer å styre kjøretøyet. Det er viktig å ikke plassere et objekt som reflekteres på frontruten og hindre applikasjonen i å detektere kjørefeltmerkinger på riktig måte (Kilde:

techinfo.honda.com). Frontruten må heller ikke være skitten. Kjøring på veier med midlertidig kjørefeltmerking eller doble linjer på avkjøringsvei eller veikryss kan bli feiltolket av systemet.

Systemet vil ikke fungere under følgende forhold (techinfo.honda.com):

- Kjøring i dårlig vær (regn, tåke, snø, osv.)
- Plutselig endringer i lysforhold som for eksempel inngang eller utgang av en tunnel
- Liten kontrast mellom kjørefeltmerkinger og veioverflaten
- Lite sollys (ved soloppgang eller solnedgang)
- Sterkt lys som reflekteres på veioverflaten
- Kjøring i skyggen av trær, bygninger, osv.
- Skygger av objekter som er parallelle med feltmerkinger
- Objekter (i.e. kantstein, rekkverk) eller konstruksjoner på veibanen som blir feiltolket som feltmerkinger
- Refleksjon på innsiden av frontruten
- Kjøring om natten eller i mørke forhold som for eksempel en tunnel.

4.3 Kollisjonsunngåelse

4.3.1 Automatisk nødbremming (Automatic Emergency Braking - AEB)

Hvordan fungerer Automatisk nødbremsesystem (AEB)-systemer?

En automatisk nødbremseapplikasjon (AEB) er en applikasjon som griper inn automatisk når applikasjonen har registrert objekter eller situasjoner hvor føreren burde ha bremsset, gjerne etter flere advarsler. Maksimal bremseeffekt brukes, noe som betyr at det er mer bremsekraft enn en fører vanligvis benytter. Slik kan kollisjoner forhindres eller alvorlighetsgraden av skader reduseres på grunn av lavere kollisjons hastighet.

Det er to typer AEB-applikasjoner: en applikasjon som bare reagerer på nærvær av andre biler og en applikasjon som også reagerer på nærvær av syklister og fotgjengere innenfor applikasjonens definerte sikkerhetssone for trygg ferdsel. Den første bruker som oftest radar eller kamera til å detektere kjøretøy (bakenden på kjøretøy), den andre bruker kameraer med smarte detekteringsapplikasjoner.

Hvilke effekter har Automatisk nødbremsesystem på trafiksikkerhet?

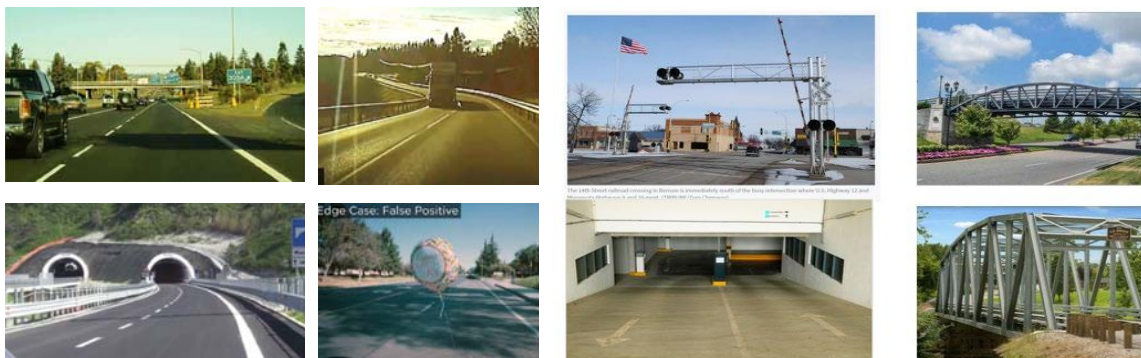
Studier utført i Europa og USA viser at AEB er en av de mest effektive applikasjonene for kollisjonsunngåelse man kan ha i bilen. En av de siste studiene fant i 2019 en reduksjon på 50% i front-til-bakende-kollisjoner for kjøretøy med varsel om kollisjon forover og AEB og en nedgang på 56% i front-til-bakende-ulykker med skader (HLDI og IIHS, 2019). En annen studie av effekt på trafikkulykker, basert på kollisjonsdata fra flere europeiske land, tyder på en reduksjon på 38 % for påkjøring bakfra (Fildes et al., 2015).

Siden 2020 kan applikasjonen også fungere med høye hastigheter. Det var tidligere begrenset til under en hastighet på ca. 30 km/t. Med bedre sensorteknologi, kan applikasjonen se lenger for å identifisere at en mulig kollisjon kan oppstå og bremse kjøretøyet så mye som mulig før sammenstøtet i stedet for å stoppe det i tide for å unngå kollisjonen. Både effektiviteten til AEB-system (SafetyCube European Road Safety Decision Support System, 2022) og kost-nytte-forholdet (Hynd et al., 2015) vurderes som positivt. Applikasjonen er vurdert som kostbart og kan øke prisen på biler.

AEB kan noen ganger aktiveres når det ikke er nødvendig. Flere rapporter i USA og Norge om såkalt fantombremming, beskriver falske varsler med denne applikasjonen. Eksempler inkluderer:

- Skygger på veien som kan lure systemet til å tro at et objekt ligger foran

- Møtende trafikk på smal veg (særlig vogntog eller skyggen av kjøretøyet)
- Ved innkjøring til tunnel eller parkeringsanlegg
- Ved innkjøring på bruer
- Biler parkert på siden av en vei midt i en kurve
- Portaler og veiskilt montert over veien
- Bratte oppkjørsler som aktiverer bremsing forover eller bakover
- Været (regn, tåke eller snø) kan gjøre at systemet ikke fungerer som forventet
- Mismatch mellom kartsystemet og fartsreguleringer på stedet



Figur 11. Typiske situasjoner (Edge cases) som kan forårsake fantombremming.

SINTEF gjorde i 2021 en studie på oppdrag fra Vegdirektoratet av forekomst av fantombremming (falske positive) i Norge blant kjøretøy med ACC og AEB (Moscoso, Foss og Jenssen, 2021). Studien omfattet en spørreundersøkelse blant eiere av 8 bilmerker med slike førerstøttesystemer. I alt 3000 norske førere deltok og 70% av disse rapporterte å ha opplevd fantombremming. Til tross for høy andel opplevd fantombremming var det bare 3% som oppga at det hadde ført til en ulykke. Det motsatte grensetilfellet kan ha mer alvorlige konsekvenser. Det er falske negative. Det vil si at systemet ikke brems for en hindring som faktisk er der.

4.3.2 Automatisk nødstyring (Automatic Emergency Steering)

Hvordan fungerer automatisk nødstyring?

Automatisk nødstyring oppdager mulig påkjøring av kjøretøyet foran, og styrer automatisk for å unngå eller redusere alvorlighetsgraden av sammenstøtet. Noen applikasjoner oppdager også fotgjengere eller andre gjenstander. Når applikasjonen detekterer faren for kollisjon foran og beregner at en kollisjon ikke kan unngås ved kun bremsing, bestemmer applikasjonen en retning uten hindring (rømningssone). Applikasjonen behandler umiddelbart signalene som sendes fra radarsensorer, laserskannere og kamera som detekterer feltmerkinger, hastighet, og bilposisjon. Applikasjonen beregner den optimale responsen for å unngå kollisjon og når det er riktig tidspunkt, varsler applikasjonen føreren hørbart og visuelt. Etter å ha meldt advarselen og hvis applikasjonen beregner at en kollisjon ikke kan unngås gjennom bremsing, aktiverer applikasjonen automatisk nødstyring.

Hvilke effekter har automatisk nødstyring på trafiksikkerhet?

Systemet er ikke ment å erstatte førerens oppmerksomhet eller dømmekraft. Føreren bør alltid holde en trygg hastighet og følgeavstand i trafikken, og holde fokus på veien.

Systemet fungerer ikke i følgende forhold:

- Alle trafikksituasjoner, dvs. det kan være scenarioer med ulike former for trafikkstrømmer som applikasjonen ikke oppfatter som en fare

- Dårlig vær som kraftig snø, tett tåke
- Dårlig veiforhold (ujevn overflate)
- Sterkt sollys
- Om natten på svingete veier

Det er ikke anbefalt å aktivere applikasjonen i normale kjøresituasjoner, kun for situasjoner der en kollisjon kan oppstå. Disse systemer kan være begrenset til by- eller motorvegshastigheter. Det er derfor viktig å vite fartspremissene for applikasjonen.

4.3.3 Automatisk nødbremsing ved rygging (Reverse Automatic Emergency Braking)

Hvordan fungerer automatisk nødbremsing ved rygging?

Automatisk nødbremsing ved rygging detekterer potensielle kollisjoner ved rygging og bremses automatisk for å unngå eller redusere alvorligheten av sammenstøtet. Noen applikasjoner oppdager også fotgjengere eller andre gjenstander. Systemet gir hørbare og visuelle signaler for å varsle føreren om et objekt er bak bilen. Hvis føreren ikke reagerer, bremses applikasjonen automatisk og umiddelbart.



Figur 12: Automatisk nødbremsing ved rygging (Kilde: goldsteinsubaru.com)

Hvilke effekter har automatisk nødbremsing på trafiksikkerhet?

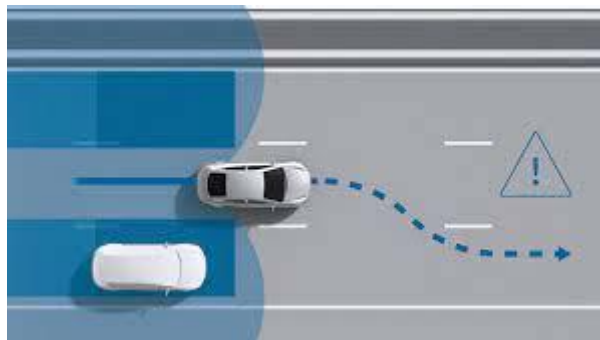
Basert på forsikringskrav for noen General Motors og Subaru kjøretøyer, rapporterte IIHS (Institute for Highway Safety) i 2021 at automatisk nødbremsing ved rygging kan redusere kollisjoner med 9% og materiellskadeserstatning med 28%, mens kamera eller pipende sensorer reduserer dem med bare 5%. Applikasjonen er ikke ment å erstatte førerens oppmerksomhet. Føreren må følge med i tilfelle av applikasjonen ikke detekterer noe, spesielt fotgjengere eller syklist.

4.4 Kollisjonsvarsler

4.4.1 Blindsonervarsler (Blind Spot Warning)

Hvordan fungerer blindsonervarsler?

Blindsonervarsler detekterer kjøretøyer i blindsonen under kjøring og varsler føreren om deres tilstedeværelse med indikatorlys ved siden av sidespeilet. Noen applikasjoner gir en ekstra advarsel med kontinuerlig lyd og indikatorlys hvis føreren likevel aktiverer blinklyset. Når applikasjonen er intelligent, kan den bruke bremskraft på hvert hjul for å hjelpe bilen å kjøre tilbake på det opprinnelige kjørefeltet og unngår en kollisjon. Noen kjøretøyer kan ha blindsonerassistert funksjon som kan korrigere rattet litt eller til og med bruke bremsene. Systemet bruker frontmontert kamera for å detektere feltmerkinger og evaluere posisjonen til kjøretøyet innenfor feltet. Med radarsensorer plassert på sidene av den bakre støtfangeren, kan applikasjonen detektere et kjøretøy i blindsoner.



Figur 13: Blindsonedvarsel (Kilde: bosch-mobility-solutions.com)

Hvilke effekter har blindsonedvarsel på trafiksikkerhet?

En studie fra 2018 studerte politirelaterte kollisjoner som involverer feltskifte i 26 delstater i US i perioden 2009-2015 og fant at andelen falt med 14% (alle skadegrader, konfidensgrense til 95%, -24% til -2%) for kjøretøyer (6 bil produsenter) med blindsonedvarsel sammenlignet med de som har ikke det (Cicchino, 2018). I en studie utført av Consumer Reports i 2021 rapporterte 64% blant deres medlemmer at applikasjonen bidro til å forhindre en kollisjon og at de er fornøyd med det.

Andre antikollisjonsapplikasjoner er ofte forbundet med blindsonedvarsel som gjør det vanskelig å skille ut mellom effekten av blindsonedvarsel og effektene av andre systemer.

Føreren bør aktivere applikasjonen. Applikasjonen er ment til å gi føreren en indikasjon på at det er utrygt å skifte felt (ikke at det er trygt å gjøre det). Det er viktig at føreren fortsetter nøye planlegging og gjennomføring av et (venstre eller høyre) feltskifte med å bruke blikk over skulder, sidespeil og innvendig speil. Applikasjonen kan oppleves som irriterende med varsling i høyt trafikkvolum, når deaktivering skjer ved en spesiell hastighet eller når det er for seint etter at en bil har kjørt forbi: *"Systemet vil kanskje ikke varsle deg hvis et kjøretøy raskt passerer deteksjonssonen"* (Fordservicecontent.com). Det er også viktig å holde sensorene fri for snø, is og støv og å ikke dekke til eller blokkere sensorene med for eksempel sykkel- og lastestativer som kan forårsake falske varsler. Når man kobler til en tilhenger, bør applikasjonen med tilhengertrekk aktiveres (hvis det finnes) og det bør legges informasjon om tilhengeren i applikasjonen (lengde, bredde). Uønskede virkninger ved langtidsbruk (negativ atferdsendring), feil bruk eller misforståelse av applikasjonen ble ikke funnet beskrevet i litteraturen.

4.4.2 Varsel om kollisjon forover (Forward Collision Warning- FCW)

Hvordan fungerer varsel om kollisjon forover?

Varsel om kollisjon forover oppdager en potensiell kollisjon med et kjøretøy foran og gir visuell, hørbar eller følbart advarsel (3 sekunder før kollisjonen). Noen applikasjoner gir også varsler for fotgjengere eller andre objekter. Applikasjonen bruker radarsensor foran og kamera montert på frontrute for å skanne veien og beregner tid før kollisjon basert på avstand og relative hastigheter. Applikasjonen vil ikke selv bremse automatisk (kun advarsel), men kan være forbundet med automatisk nødbremsing (Forward Collision Avoidance Assist). Da kan det være mulig i flere bilmodeller å velge mellom Active Assist, Warning Only og OFF (Hyundai). En annen opsjon er advarselsnivå (Driver Attention Warning/Warning Timing) (Normal eller Seint, Hyundai) eller (Middels, Sent eller Tidlig, Tesla Model 3). Med Sent-opsjon, aktiveres applikasjonen en kortere avstand før kollisjon.

Hvilke effekter har varsel om kollisjon fremover på trafiksikkerhet?

FCW (Forward Collision Warning) er kun ment som et hjelpemiddel og kan ikke detektere alle objekter foran kjøretøyet eller et gitt objekt. FCW kan ikke fungere på svingete veier, bakketopper eller ved feltskifte.

Nøyaktigheten til applikasjonen vil variere avhengig av værforhold (f.eks. regn), hastighet og andre faktorer. Skitne kameraer og sensorer kan også påvirke ytelsen av applikasjonen. Når føreren ser eller hører en advarsel, er det førerens ansvar å iverksette korrigerende tiltak umiddelbart. Det er også mulig at systemet gir en advarsel eller bremses i situasjoner hvor sannsynligheten for en kollisjon ikke finnes. Det er derfor viktig at føreren er oppmerksom og alltid følger med på hva som skjer foran bilen. FCW fungerer ved kjøring mellom ca. 10 og 150 km/t. Insurance Institute for Highway Safety viste med en undersøkelse blant deres medlemmer i US i 2021, at FCW reduserer påkjørsler bakfra med 27 % og at 56% av førere er fornøyde med applikasjonen (Consumer Reports, 2021). Nyere biler får høyere tilfredshetsvurdering, noe som kan indikere at disse systemene forbedres over tid.

4.4.3 Varsel om feltskifte (Lane Departure Warning - LDW)

Hvordan fungerer varsel om feltskifte?

Varsel om feltskifte overvåker kjøretøyets posisjon innenfor kjørefeltet og varsler føreren når kjøretøyet nærmer seg eller krysser en oppmerket linje. Applikasjonen hjelper til med å holde kjøretøyet i kjørefeltet, for eksempel ved å overvåke oppmerkingen på kjørebanelen ved hjelp av et kamera. Advarsler kan være hørbare eller kan gis ved hjelp av et rattsignal (haptisk). Applikasjonen aktiveres når blinklys eller bremses ikke er i bruk og for en hastighet mellom ca. 60 og 150 km/t. Det finnes også applikasjoner som i tillegg automatisk korrigerer bilens retning (Se applikasjonen for å holde kjøretøyet i kjørefeltet).

Hvilke effekter har varsel om feltskifte på trafiksikkerhet?

Varsel om feltskifte kan være effektivt mht. å redusere antall utforkjøringer eller frontkollisjoner (som skyldes passering av midtlinje). Dessuten er visse applikasjoner i kjøretøy avhengig av en godt vedlikeholdt veginfrastruktur. Merking av god kvalitet er avgjørende for pålitelig funksjon av applikasjonen. For mye tillit i applikasjonen kan føre til kollisjoner. Varsel om feltskifte kan ikke oppdage alle feltmerkinger eller alle ramper. Nøyaktigheten varierer basert på vær, hastighet og tilstand på oppmerking. Det kan være utfordringer hvis bilen ikke er på en rett veg eller i svak sving. Applikasjonen kan feiltolke feltmerkinger på grunn av solforhold, uren frontrute, snø eller spor på vei. Veier med mange asfaltfarger eller midlertidige oppmerkinger kan ikke tolkes riktig av applikasjonen. For mange feilvarsler kan ha som konsekvens at førere deaktiverer applikasjonen fordi de synes at det er irriterende.

4.4.4 Varsel ved parkering (Parking Obstruction Warning)

Hvordan fungerer varsel ved parkering?

Varsel ved parkering oppdager gjenstander (ca. 100 cm foran og bak) nær kjøretøyet under parkering og varsler føreren.

Hvilke effekter har varsel ved parkering på trafiksikkerhet?

Applikasjonen har begrensede effekter siden den er brukt for å parkere med lav hastighet. Den er viktig for forsikringsselskaper og for å få redusert materielle skader. Likevel er det viktig å ikke stole på parkeringssensorer for å oppdage alle objekter. De detekterer kanskje ikke gjenstander som er flatt på bakken, under støtfangeren, for nærme bilen eller for langt unna den. Sensorene bør ikke være skitne eller dekket av snø eller støv.

4.4.5 Varsel om kryssende trafikk ved rygging (Rear Cross Traffic Warning)

Hvordan fungerer varsel om kryssende trafikk ved rygging kryssende trafikk varsel I revers (ved rygging)?

Varsel om kryssende trafikk ved rygging oppdager kjøretøy som nærmer seg (ca. 50 m) fra høyre eller venstre side bak kjøretøyet under rygging. (opp til ca. 60km/t), og varsler føreren. Noen applikasjoner varsler også om fotgjengere eller andre gjenstander. Systemet kan eventuelt utløse en nødbremning for å unngå en kollisjon (når applikasjonen er forbundet med automatisk nødbremning).

Hvilke effekter har varsel om kryssende trafikk ved rygging på trafikksikkerhet?

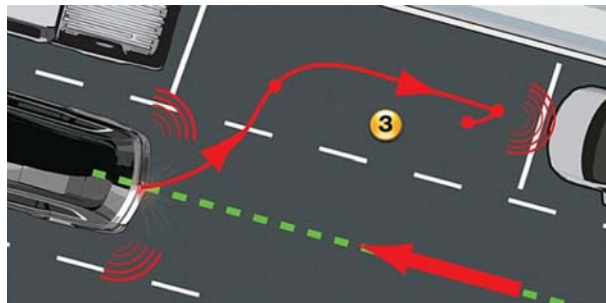
(Se varsel ved parkering)

4.5 Parkeringsassistanse

4.5.1 Aktiv Parkeringsassistanse (Active Parking Assistance)

Hvordan fungerer Aktiv Parkingsassistanse?

Aktiv Parkingsassistanse kontrollerer styring og andre potensielle parkeringsfunksjoner. Systemet vil avgjøre om bilen kan passe inn på en parkeringsplass og vil deretter styre bilen inn i plassen mens føreren kontrollerer bremses og girvalg. Noen applikasjoner er i stand til å utføre parallell og/eller vinkelrett parkering.



Figur 14: Automatisert parkering (Kilde: Ford Active Park Assist, Ford.com).

Hvilke effekter har Aktiv Parkingsassistanse på trafikksikkerhet?

Applikasjonen hjelper med parallell eller vinkelrett parkering og bidrar til komfort og mindre stress. Applikasjonen har noen begrensninger.

4.5.2 Parkering med fjernkontroll (Remote Parking)

Hvordan fungerer parkering med fjernkontroll?

Med fjernkontroll parkeres kjøretøyet uten at føreren er fysisk inne i kjøretøyet. Systemet styrer automatisk akselerasjon, bremsing, styring og gir. Når bilen når sin endelige parkeringsposisjon, slås motoren av og parkeringsbremsen aktiveres.

Hvilke effekter har parkering med fjernkontroll på trafikksikkerhet?

Applikasjonen bruker ultrasoniske sensorer integrert i siden av frontstøtfangeren som skanner siden av veien for å oppdage en passende parallell eller vinkelrett plass. Applikasjonen varsler føreren og han/hun kan bestemme dsg for å gå ut av bilen. Parkering starter ved å trykke på en knapp på bilnøkkelen eller smarttelefonen. Det er ikke behov for noen ved rattet, men det erstatter ikke førerens oppmerksomhet. Føreren er ansvarlig for å overvåke bilens omgivelser. Det kan være utfordringer med sykkelstativ eller tilhenger festet foran eller nær sensoren eller med skiboks på taket.

4.6 Viktige ADAS applikasjoner (i alle nye biler i dag)

4.6.1 Antiskrens (Electronic Stability Control - ESC)

Applikasjon for antiskrens (Electronic Stability Control) er en sikkerhetsapplikasjon som er viktig å nevne selv om applikasjonen har vært vanlig i biler i flere tiår. ESC er i dag standardutstyr på alle nyere biler.

Hvordan fungerer applikasjonen for antiskrens?

En applikasjon for antiskrens måler for hvert bilhjul om kjøretøyet kjører i den retningen føreren styrer til. Ved avvik kan bilen begynne å skrense og applikasjonen bruker bremsene på hvert hjul for å forhindre det. Selvfølgelig kan applikasjonen ikke alltid fungere når hastigheten er for høy eller veibanen for glatt.

Hvilke effekter har antisladdsystem på trafikksikkerhet?

Dang (2007) har vist at ESC har redusert dødsulykker i US med 14 prosent over tidsperioden fra 1997 til 2004, singelulykker med 36 prosent og kollisjoner med flere kjøretøyer med 34 prosent for personbiler. Et konservativt estimat fra 2011 har også vist at ESC har redusert antall singelulykker i Nederland med 30 prosent og dødsulykker med 17 prosent over tidsperioden fra 1995 til 2009. Siden 2014, har ESC vært obligatorisk for alle nye biler i Europa. En Meta-studie fra TØI viser at selv konservative estimat gir 50% reduksjon av den type ulykker det kan virke på.

4.6.2 Blokkeringsfri bremsing (Anti-lock braking system - ABS)

Applikasjonen for blokkeringsfri bremsing er i dag standardutstyr på de aller fleste modeller.

Hvordan fungerer blokkeringsfri bremsing?

En applikasjon for blokkeringsfri bremsing overvåker bilens hjulhastighet. Hvis hjullåsing oppdages, sender en sensor en melding til en kontrollenhet som slipper opp og aktiverer bremsene og forhindrer låsing og hjelper føreren med å holde kontrollen over kjøretøyet.

Hvilke effekter har blokkeringsfri bremsing på trafikksikkerhet?

En applikasjon for blokkeringsfri bremsing gir mer stabilitet og hindrer at bilen kommer ute av kontroll, spesielt på våt eller glatt vei. En bieffekt er at systemet er kostbart og gir forskjellige stopplengder på ulike vegunderlag under varierende forhold.

4.7 Andre førerstøttesystemer

4.7.1 Automatiske fjernlys (Automatic High Beam headlights)

Hvordan fungerer automatisk fjernlys?

Et frontmontert kamera med fotoelektrisk sensor plassert i øvre delen av frontruten detekterer lysnivået. Automatiske fjernlys bytter automatisk mellom fjern- (minst 100m) og nærllys (minst 40m) basert på lysforhold. Hvis et møtende eller forangående kjøretøy er detektert, vil frontlys automatisk byttes fra fjernlys til nærllys. Fjernlys hjelper å detektere dyr, syklistere eller fotgjengere som tar en tur sent på kvelden. Føreren kan velge selv å slå på og av den automatiske fjernlysapplikasjonen. Systemet også kan virke over en minimal hastighet for bilmodeller (f.eks. 30 km/t for Nissan biler). Noen produsenter lar førerne endre lysstyrke til hvor mørkt det må være før de tennes.

Hvilke effekter har automatiske fjernlys på trafikksikkerhet?

Automatisk fjernlys er kun et hjelpemiddel og har begrensninger. Det er derfor førerens ansvar å sørge for at frontlysene er riktig valgt for vær- og kjøreforhold.

Applikasjonen kan bruke fjernlys før førere har tenkt på det og hjelper derfor til med å kjøre i bedre lysforhold. Førere som synes at automatisk fjernlys til et møtende kjøretøy må deaktiveres, kan derfor blinke for å advare den andre føreren. Dette kan gjøre at bilføreren med automatisk fjernlys blir irritert av systemet som ofte reagerer for seint og stopper å bruke det.

Hvis lysapplikasjonen fungerer bra over en lang tid, kan det skape en vane hos føreren som da forventer at automatisk fjernlys aktiveres og ikke vil reagere i god tid når applikasjonen ikke vil virke på grunn av vær- eller kjøreforhold. For eksempel, hvis systemet ikke aktiveres når det regner, så må føreren sørge å slå dem på manuelt i slike situasjoner.

4.7.2 Adaptive fjernlys (Adaptive High Beam headlight)

Hvordan fungerer adaptive fjernlys?

Applikasjonen gjør det mulig å bruke nærlys til å belyse møtende kjøretøy og fjernlys for å belyse andre områder. Dette gjør det mulig å se fotgjengere og skilt på sidene av veien og forbedre sikten i svinger. Lysfordeling for fjernlys er variabel og bruker flere lysdioder (LED) som kan tenne hver for seg (e.g. Mazda Adaptive LED Headlamps, Ford Dynamic LED lighting, Audi Matrix LED). Basert på kjøretøyets retning og avstandsinformasjon, bestemmer kontrollenheten områder der fjernlysene ikke skal lyse ved å kontrollere den variable lysfordelingen. Da er lyssystemet oftest statisk, ikke dynamiske. Dynamiske adaptive kurvelys kan svinge samtidig med hjulene på grunn av egne elektriske motorer.

I fremtiden kan en prediktiv lysassistanse koblet til satellittnavigasjonssystemet (GPS: Global Positioning System) gå over til nærlys automatisk når man kjører inn i en by eller belyser en kurve på en bedre måte (fordi systemet er klar over den kommende kurvens geometri).

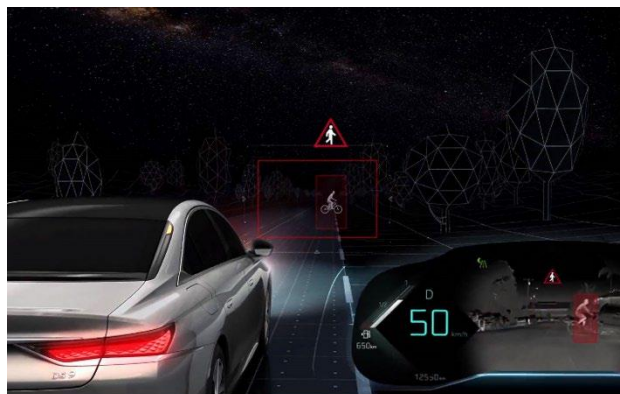
Hvilke effekter har adaptive fjernlys på trafiksikkerhet?

Lysene som lyser opp mørke områder samtidig med å passe på møtende eller forangående biler, ser ut å være nyttige og kan gi økt sikkerhet i situasjoner der man før ville ha brukt kun nærlysene. Likevel, som for automatiske fjernlys er det kjent at det finnes situasjoner hvor systemet ikke vil virke helt optimalt. Da er det viktig at førerne er oppmerksomme om applikasjonens begrensninger med å få informasjon om hva begrensningene er og når risiko kan oppstå.

4.7.3 Nattsyn (Night Vision)

Hvordan fungerer nattsynsapplikasjonen?

Nattsynsapplikasjonen hjelper førerens syn om natten ved å projisere forbedrede bilder fra miljøet foran kjøretøyet på instrumentpanelet, navigasjonsdisplayet eller frontruteprojeksjonen. Nattsynsapplikasjonen kan bruke en kombinasjon av (nær eller fjernt) infrarøde kameraer, GPS, Lidar (optisk fjernmålingsteknikk) og radar sensorer for å oppdage andre kjøretøyer, trafikanter og objekter (aktive systemer). Det finnes også systemer som bruker termografiske kameraer (passive systemer). Føreren kan varsles med lyd eller visuell advarsel. Det finnes også aktive systemer som blinker varsellys for å oppmuntre dyr eller mennesker til å bevege seg ut av faren eller veien. Audi, Merdedes og BMW tilbyr nattsynkamera som en tilleggsopsjon.



Figur 15: Nattsynkamera (Kilde: cinch.co.uk)

Hvilke effekter har nattsynsapplikasjonen på trafikksikkerhet?

Systemene har forskjellige sensorer og deteksjonsrekkevidder (ca. 150-300m). Displaykvaliteten varierer ganske mye (fra høy resolusjon LCD (Liquid-crystal display) skjerm til kornete bilder). Applikasjonen virker ikke bra nok om det er tåke eller regn, lav kontrast mellom dyr og omgivelser eller i varmere forhold for termografiske sensorer.

4.7.4 Sikt ved rygging (Rear-view visibility system)

Hvordan fungerer applikasjonen sikt ved rygging?

Et kamera gir oversikt over området bak kjøretøyet ved rygging. Applikasjonen kan inkludere tilhengerassistanse, et system som hjelper føreren under ryggemanøvrer med tilkoblet tilhenger. Kameraet er vanligvis koblet til skjermen (eller et display på det innvendige speilet) på kjøretøyet. Med 360-graderkamera, er det en topp-ned-visning av kjøretøyet og dets omgivelser. Det slås automatisk av når bilen kjører forover igjen.

Hvilke effekter har applikasjonen Sikt ved rygging på trafikksikkerhet?

Kameraet og applikasjonen er spesielt utformet for å unngå en kollisjon ved rygging. Føreren kan se området bak bilen, som er usynlig uten kamera. Det er viktig å forstå at applikasjonen ikke erstatter å se i speil eller å snu seg for å se, men det er et ekstra sikkerhetsverktøy for å oppdage skjulte farer (NHTSA).

4.7.5 Overvåkingskamera (Surround-View Camera)

Hvordan fungerer overvåkingskameraer?

Applikasjonen bruker kameraer plassert rundt kjøretøyet for å vise 360 grader av omgivelsene. Applikasjonen er relativt ny i markedet med uavklart effekt.

4.7.6 Nødstoppsignal (Emergency stop signal)

Hvordan fungerer nødstoppsignal?

Nødstoppsignal aktiverer varsellysene (alle blinklys) når føreren bremses hardt i høy hastighet, f.eks. over 50 - 60km/t for å varsle førere bak bilen. Bremselampene tennes, og varsellysene blinker. Varsellysene stopper å blinke når f.eks. føreren slipper bremsepedalen eller trykker på varsellysknappen.

Hvilke effekter har nødstoppsignal på trafikksikkerhet?

Ved å slå på varsellysene og blinke, varsler systemet andre trafikanter om en brå oppbremsing og potensiell fare. Det kan redusere risikoen for kollisjon. Hvis ABS er deaktivert, kan det hende at nødstoppsignalet ikke aktiveres.

4.7.7 Førerovervåking (Driver Monitoring)

Hvordan fungerer et førerovervåkingsystem?

Applikasjonen for Førerovervåking (også kalt Driver drowsiness and attention warning) overvåker føreren for å oppdage om han eller hun er aktivt engasjert i kjøreepgaven. Applikasjonen overvåker førerens øyebevegelser og hodeposisjon, advarer føreren om nødvendig og eventuelt setter på bremsene.

Hvilke effekter har førerovervåkingen på trafiksikkerhet?

For sikker bruk av automatiserte førerstøtteapplikasjoner, kan det være viktig å holde føreren fokusert på veien og kjøretøyet. Førerovervåkingsapplikasjonen kan hindre føreren i å misbruke automatiserte kjøreeapplikasjoner og det er derfor flere bilprodusenter har iverksatt førerovervåking i noen av sine moderne bilmodeller for å oppdage og forhindre førerens tap av oppmerksomhet. Imidlertid varierer kvaliteten og effektiviteten i applikasjonene ganske mye og tester med forskjellige applikasjoner har vist alvorlige feil hvor flere av dem ikke gjør nok for å oppmuntre til sikker kjøring (Consumer Reports, 2021). For eksempel, hvis føreren ikke tar hensyn til advarselen, bør systemet ideelt stoppe bilen så sikkert så mulig eller er det nok at føreren har minst en hånd på rattet? Et relevant spørsmål er om data relatert til førerovervåking bør holdes privat, slik at videoer og bilder ikke videresendes til eksterne utenfor bilen?

4.7.8 Nødvarsel (Emergency call)

Hvordan fungerer nødvarsel?

Hvis kjøretøyet er involvert i en alvorlig ulykke, vil det være koblet til nærmeste nødsentral. Når eCall er aktivert, kobles applikasjonen til nødsentralen ved hjelp av både telefon og datalink. Passasjerene kan kommunisere med operatøren og samtidig overføres data automatisk (posisjon, tidspunkt for ulykke, identifikasjonsnummer og kjøreretning). Dette gjør mulig for nødsentralen å vurdere og håndtere situasjonen. Hvis eCall-systemet svikter, vil føreren få en advarsel.

Hvilke effekter har nødvarsel på trafiksikkerhet?

ECall reduserer alvorlighetsgraden av skader. Effekten er liten i områder med tett trafikk (rask oppdagelse) og kort veg til sykehus, og størst ved ulykker med lav trafikk i landlige områder.

4.8 Andre ADAS applikasjoner (nye i markedet)

4.8.1 Automatisk hendelsesregistrator (Automatic Event Recorder)

Hvordan fungerer automatisk hendelsesregistrator?

Automatisk hendelsesregistrator (også kjent som black box) er installert i kjøretøyet og registrerer alle tekniske kjøretøy- og passasjerdata hvert sekund før, under og etter en kollisjon.

Hvilke effekter har automatisk hendelsesregistratorer på trafiksikkerhet?

Applikasjonen bidrar først og fremst til å analysere ulykkesårsaker, men kan også virke preventivt mht. uaktsom kjøring fordi føreren vet at hans/hennes kjørestil og adferd blir registret.

4.8.2 Alkolås (Alco-lock)

Hvordan fungerer alkolås?

Føreren må puste inn i alkolås, på samme måte som er påkrevd ved politiets promillekontroll. Når promillen er for høy, vil ikke føreren kunne starte bilen. Alle busser og minibusser registrert i Norge etter 1. januar 2019 og som driver persontransport mot vederlag, skal være utstyrt med alkolås. Kjøretøy registrert før 1. januar 2019 må ettermontere alkolås innen utgangen av 2023 eller tas ut av drift (Statens Vegvesen, 2022). I 2018 foreslo EU kommisjonen å utstyre alle nye biler med et standardisert grensesnitt for montering av alkolås (European commission, 2018).

Hvilke effekter har alkolås på trafiksikkerhet?

Bruk av alkohol er en av de viktigste årsakene til at ulykker skjer. Et alkolås-program vil redusere kjøring i påvirket tilstand. Hvis et slik alkolås-program er kombinert med et program som fokuserer på årsakene til alkoholproblemet (ikke bare å håndtere symptomene) kan denne kombinasjonen føre til permanente endringer i både alkoholforbruk og føreratferd (Bjerre and Thorsson, 2008).

4.8.3 Intelligent fartstilpasning (Intelligent Speed Adaptation ISA)

Hvordan fungerer intelligent fartstilpasning?

Intelligent fartstilpasning er en applikasjon som sammenligner kjøretøyets hastighet med fartsgrensen eller med nødvendig hastighet. Applikasjonen informerer eller varslers føreren, eller griper inn dersom føreren kjører for fort. I 2018 foreslo EU-kommisjonen å gjøre denne applikasjonen obligatorisk i 2024 i alle nye registrerte biler. Den haptiske versjonen av applikasjonen sier følgende: Føreren skal ha mulighet til gjennom gasspedalen å føle at gjeldende fartsgrense er nådd eller overskredet (European commission, 2018).

Tre typer av ISA-applikasjoner er definert (Carsten and Tate, 2005):

- En ISA-varslingsapplikasjon som viser fartsgrensen og påminner føreren om endringer i fartsgrensen.
- En frivillig intervenserende ISA-applikasjon som gjør det mulig for føreren å aktivere eller deaktivere kjøretøyets kontroll over en maksimal hastighet
- En obligatorisk intervenserende ISA-applikasjon som begrenset kjøretøyets hastighet til enhver tid. En ekstra variant kan være at systemet tillater f.eks. forbikjøring.



Figur 16: Intelligent fartstilpasning (kilde: euroncap.com)

Hvilke effekter har intelligent fartstilpasning på trafiksikkerhet?

Både den frivillige og den obligatoriske er avhengige av at informasjon om fartsgrense er knyttet til kjøretøyets styringssystem. Kjøretøyet vil være informert om de oppgitte fartsgrensene slik (Carsten and Tate, 2005):

- *Fast*: Kjøretøyet er informert om de oppgitte fartsgrensene.
- *Variabel*: Kjøretøyet er i tillegg informert om visse steder i vegnettet der en lavere fartsgrense er iverksatt.
- *Dynamisk*: Ekstra lavere fartsgrenser er iverksatt på grunn av veg- eller værforhold, for å redusere trafikken inn tåke, på glatte veier, ved større hendelser, osv.

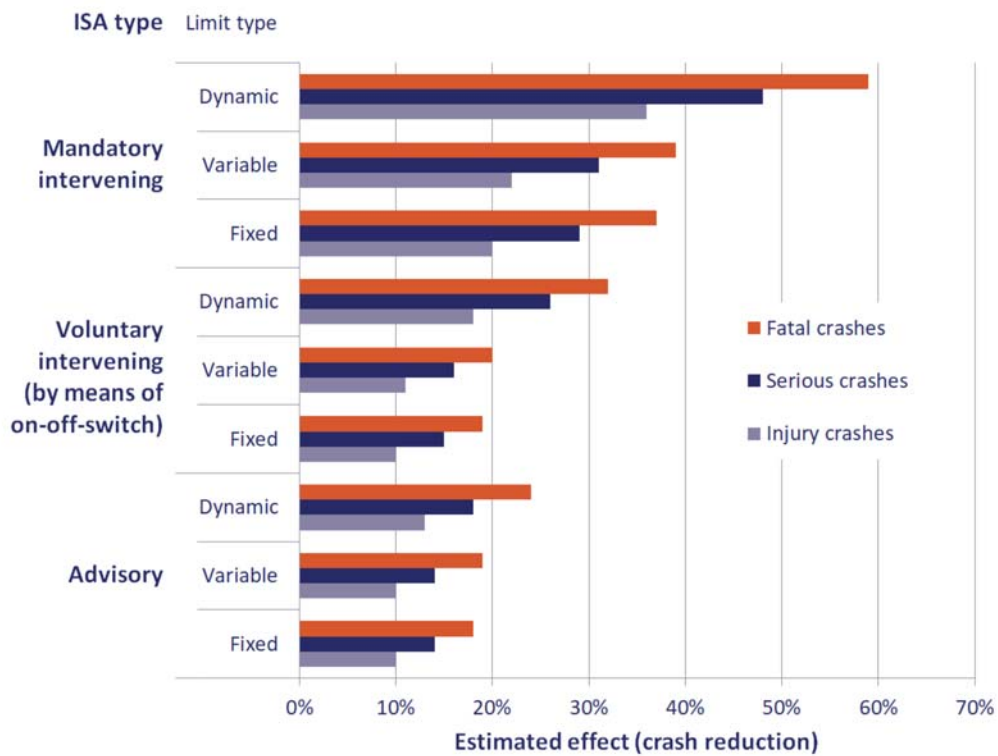
Estimat av effekt på trafikkulykker varierer fra 10-30% avhengig av det er en informerende, intervenserende (haptisk) eller overstyrende applikasjon. Overstyrende applikasjon har størst estimert sikkerhetseffekt, men lavest brukeraksept. Hvis få bruker det vil det totalt sett ha lav effekt.

For en vellykket implementering av ISA-applikasjoner, kreves det et pålitelig digitalt kart som inneholder disse fartsgrensene. GPS må kunne skille mellom veien føreren kjører på og andre nærliggende veier (f.eks. en vei ved siden av en motorvei). Gjenkjenning av trafikkskilt kan være basert på former eller farger eller tall på trafikkskiltene og skiltposisjon i forhold til hvor i vegmiljøet føreren befinner seg. Statens Vegvesen, SINTEF og Kartverket testet fartsgrenseassistenter (eller kalt ISA) i 2021 i samarbeid med forskjellige bilimportører. Det viste klart at kartsystemene er lite pålitelige. Fartsgrensen forbi et reklameskilt for bakverk (tilbud på 10 kr) ble tolket som et fartsgrenseskilt i en 80-sone selv om 10 km/t ikke er en gyldig fartsgrense på offentlig vei i Norge (Sæther, 2021).



Figur 17: Reklameskilt tolket som et fartsgrenseskilt (Kilde: Aslat Heandarar Moen Sara/Statens Vegvesen)

Intelligent fartstilpasning er forventet å forhindre høy fart, som er en av de viktigste årsakene til ulykker. ISA er anbefalt av flere trafikksikkerhetsorganisasjoner, inkludert European Transport Safety Council (ETSC, 2017). Effekten på trafikksikkerhet er estimert å være den største for en obligatorisk intervenserende ISA applikasjon og det minste for en ISA-varslingsapplikasjon (Carsten & Tate, 2005). I tillegg er effektene størst ved dynamiske fartsgrenser, som er avhengig av aktuelle vær- og trafikkforhold. Videre har ISA en større effekt på de *svært alvorlige ulykkene* som vist i Figur 18.



Figur 18: Estimert effekt av ISA systemer på trafiksikkerhet (Kilde: Swov.nl basert på Carsten, O.M.J. and Tate, F.N., 2005).

5 Utfordringer ved økt automatisering

Automatisering av kjøretøyene og førerstøttesystem (ADAS) er løsninger som stiller krav til en førers innsikt i *hva* støtten er, *hvordan* den fungerer og *når* den slår inn. Automatisering kan eksempelvis gjøre at fører plutselig må ta kontroll, fra å være passiv til selv å ta over kontrollen.

I denne seksjonen vil vi oppsummere de utfordringer som forfatterne framhever. I seksjon 6.2.3 pekes det på de kompetansebehov som en følge av dette.

Avanserte førerstøtteapplikasjoner (ADAS) er utviklet for å forbedre sikkerheten og brukervennligheten ved kjøring ved å gi førerne ulike automatiserte funksjoner som for eksempel kjørefeltassistent, adaptiv cruisekontroll og automatisk nødbremming. Disse applikasjonene bruker en rekke sensorer og algoritmer for å overvåke kjøretøyets trafikkmiljø og hjelpe førere på en rekke måter, for eksempel:

- **Adaptiv cruisekontroll:** Dette systemet bruker radar- eller lasersensorer for å opprettholde en sikker avstand mellom kjøretøyet og kjøretøyet foran, og justerer automatisk hastigheten for å matche trafikkflyten.
- **Varsel om feltskifte:** Denna applikasjonen bruker sensorer for å oppdage feltoppmerking og hjelper føreren med å holde seg i kjørefeltet ved å gi styrehjelp eller vibrere rattet.
- **Blindsonersvarsel:** Denne applikasjonen bruker sensorer for å oppdage kjøretøy i førerens blindsoner og varsler føreren med en visuell eller hørbar advarsel.
- **Automatisk nødbremming:** Denne applikasjonen bruker sensorer for å oppdage når en kollisjon er nært forestående og aktiverer automatisk bremsene for å unngå eller dempe sammenstøtet.

Det er viktig for førere forstå egenskapene og begrensningene til ADAS-applikasjoner, siden de ikke er ment å erstatte en førers oppmerksomhet og dømmekraft. Bilførere bør alltid være forberedt på å ta kontroll over kjøretøyet om nødvendig og følge alle trafikklover og sikkerhetsretningslinjer.

Dette er imidlertid relativt nye teknologier med flere utfordringer som må løses for at ADAS skal virke komfortabelt og pålitelig med den tilsiktede trafiksikkerhetseffekten.

5.1 Juridiske og regulatoriske spørsmål

Bruken av ADAS-applikasjoner reiser juridiske og regulatoriske spørsmål rundt ansvar, personvern og databeskyttelse. Foreløpig er det bare Mercedes som tilbyr førerstøtte på SAE nivå 3. Denne typen førerstøtte som i henhold til UNECE og EC (European Commission) reguleringer foreløpig bare er tillatt brukt på motorvegstrækninger med fartsgrense 60Km/t. Det er viktig at fører kjenner de juridiske og regulatoriske begrensinger ved bruk av ADAS applikasjoner. ADAS fanger opp og lagrer informasjon i og utenfor bilen. Det skaper utfordringer for personvern. Likeledes vern mot ondsinnet bruk av data hacking eller overstyring av systemer.

5.2 Kunnskap om automatiseringsnivå

En åpenbar utfordring er juridisk og forskriftsmessig ansvar. På SAE nivå 1-3 er fører juridisk og forsikringsmessig ansvarlig for å overvåke både kjøretøyet med den aktuelle førerstøtte og vegmiljøet. Vegtrafikklovens paragraf 3 er gyldig ved SAE nivå 1-3 på samme måte som ved bruk av manuelle kjøretøy på SAE nivå 0, der fører er strafferettslig og forsikringsmessig ansvarlig ved hendelser og ulykker i trafikken. Dette forutsetter at førere har kunnskap om hvilket automatiseringsnivå kjøretøy kan ha og hvilket SAE nivå det aktuelle kjøretøyet har som føreren i øyeblikket bruker på offentlig veg. Det er i dag ingen steder i læreplan for førerkort klasse B der automatiseringsnivå adresseres. Læreplanen åpner for at slik

undervisning kan gis, men det er ikke et eksplisitt krav. Det er heller ingen indikasjon på at slik undervisning gis ved kjøreskoler i Norge. Wigum & Sætren (2022) konkluderer i en studie av norsk føreropplæring basert på intervju av en rekke skoler at:

- Føreropplæringen står midt oppe i store teknologiske endringer.
- Det er ingen formell måte å oppdatere instruktørers kunnskap på; og det er store variasjoner i undervisning på ny teknologi
- Undervisning på ny teknologi varierer mye avhengig av kjørelærers egen interesse for å holde seg oppdatert på den teknologiske utviklingen.
- Det er stor variasjon i de teknologiske standardene for biler på norske veier
- Disse variasjonene må gjenspeiles også i læreplan for føreropplæring.

Studien (Wigum & Sætren, 2022) sier ikke noe om hvilke ADAS applikasjoner kjøretøyene brukt av norske kjøreskoler er utrustet med, men det er en forutsetning at de har kjøretøy med relevant ADAS applikasjoner om de skal gi opplæring, gjennomføre øvelser med slik teknologi eller om kunnskap, holdninger til og ferdigheter ved bruk av slike applikasjoner skal kunne testes ved førerprøve i trafikk.

5.3 Situasjonsbevissthet, årvåkenhet og reaksjonstid

Redusert situasjonsbevissthet. En rekke studier viser at automatisering med førerstøtte på SAE nivå 1-3 øker den mentale arbeidsbelastning og reduserer føreres situasjonsbevissthet (Endsley, 2017, 2019; Stanton & Young, 2000; Stanton, Walker og Young, 2007). Automatisering endrer kjøreplassen fra en rent manuell oppgave der føreren hele tiden er direkte involvert (in -the -control -loop) med bruk av ratt, pedaler og betjening av hendler og knapper på rattet eller på dashbordet ved fører plass, til økende grad av automatisering der oppgaven mer blir å overvåke at ADAS applikasjonene fungerer som de skal i det aktuelle trafikkmiljøet. I rent manuelle kjøretøy er fokus hele tiden på trafikkbildet. De fleste tilleggsoppgaver kan betjenes uten å ta blikket bort fra vegen (blinklys, vindusvisker, lys osv.). Unntaket er når føreren har behov for å sjekke speedometeret. På den ene siden får førere mindre å gjøre ved automatisering, samtidig blir det mer å forholde seg til i bilen med betjening av førerstøtteapplikasjoner, overvåking av applikasjoner og eventuell overtakelse av manuell kontroll. Det kan være akustiske varselsymbol som duker opp på en skjerm, nykk i rattet med mere.

Lite føreraktivitet gir lav årvåkenhet. Atferd og oppmerksomhetsnivå varierer når fører samhandler i trafikken, hvor hver kontekst kan medføre et kvalitativt forskjellig krav til fører og måte å behandle informasjon på. Haigney et al. (2000) påpeker at førerens ytelse forankret i forholdet mellom mentale (kognitive) ressurser, de spesifikke kravene til kjøring og eventuelle sekundære oppgaver som føreren tillater seg eller pålegges føreren. Førerens kapasitet (f.eks. oppmerksomhetsressurser, førererfaring og hukommelse) er grunnlaget for dette forholdet. Likevel er resultatet av førerytelsen ikke utelukkende diktert av førerens tilstand. Førerens oppmerksomhet reflekterer oppgaven i den forstand at ulike oppgaver aktiverer ulike nivåer av kognitiv kontroll så vel som fysisk (motorisk) atferd. Videre vil hvordan informasjon om en oppgave presenteres for føreren, avgjøre hvilken type kontroll og atferd som aktiveres.

Økt reaksjonstid. Forskning omkring automatisering viser at vi mennesker er dårlige til å følge med på å overvåke automatiserte prosesser over tid. Særlig når automatisering av føreroppgavene gjør at vi ikke lenger er fysisk aktiv og involvert når de fysiske kjøreoppgavene tas bort fra fører (Banks et al., 2014), vil automatisering med førerstøtte gjøre at førere i stedet må fullføre passive oppgaver (overvåking og vedvarende oppmerksomhetsoppgaver). Forskning har konsekvent vist at vi mennesker er dårlige til å fullføre disse oppgavene, spesielt når automatisering er involvert (Molloy & Parasuraman, 1996; Parasuraman et al., 1993). Dette bekreftes i en studie av Carsten et al. (2012) der økt automatisering fra

ingen automatisering SAE nivå 0, til førerstøtte SAE nivå 1 til delvis automatisering SAE nivå 2), reduserte førernes overvåking og oppmerksomhet av vegen og trafikken. Når vi mennesker ikke er aktivt involvert i en oppgave, finner vi det vanskelig å opprettholde visuell oppmerksomhet mot trafikkbildet over lang tid (Bainbridge, 1983). Førernes våkenhet synker raskt på grunn av kjedsomhet, tretthet og tankevandring (Casner & Hutchins, 2019). Som et resultat øker reaksjonstiden til hendelser (Dozza, 2013). Dette kan være problematisk når du kjører med førerstøtte, og kanskje ikke reagerer på nødsituasjoner eller forespørsler om overtakelse av kontroll i tide (Endsley, 2017; Stanton et al., 1997). Det kan få katastrofale konsekvenser (f.eks. kollisjon med alvorlig skade eller død) (Stanton et al., 2007). Derfor må det utvikles løsninger som kan øke fordelene og eliminere problemene forbundet med automatisering og førerstøtte. Mulige tiltak for å bøte på disse utfordringene omfatter bedre design av brukergrensesnitt og føreropplæring. Utformingen av førerstøttesystemer og deres grensesnitt mot fører er ikke standardiserte (Richardson et al., 2020). Dette skyldes at hver bilprodusent og underleverandører til denne utvikler egne varianter av førerstøtte med produsentspesifikke navn på førerstøttesystemene som også kan variere litt funksjonsmessig.

5.4 Ferdigheter og endringer i kjøreprosessen

Tap av manuelle ferdigheter. Hyppig bruk av førerstøtte over tid vil forringe førernes manuelle kjøreferdigheter (kontroll- og manøvreringsferdigheter), og svekke deres evne til manuelt å overta kontrollen over kjøretøyet når det er nødvendig (Bainbridge, 1983; Parasuraman & Sheridan, 2000, Jenssen 2010, Martens & Jenssen 2012).

Endringer i kjøreprosessen. Det åpne grensesnittet (trafikkbildet og bilens instrumenter) formidler oppgaven og kan presenteres som signaler, tegn eller symboler (Vicente og Rasmussen, 1992). Det skjulte grensesnittet som finnes i enkelte ADAS-applikasjoner, kan automatisk prøve å rette førerfeil eller støtte og automatisere føreroppgaver ved hjelp av en systemalgoritme som prøver å matche førerbehov i en spesifikk trafikal situasjon. Samspillet mellom det åpne og skjulte grensesnittet og føreradferden blir dermed et interesseområde for sikker kjøring: Et grensesnitt vil, på grunn av hvordan informasjon presenteres eller ikke presenteres, påvirke førerens innsikt i de skjulte prosessene. Det vil også påvirke mengden og typen av mental innsats, og dermed legge premisene for hvor mye arbeidsbelastning det gir fører. Når det gjelder ADAS-applikasjoner, kan den automatiske inngripen i manøvrerings- og kontrolloppgaver redusere arbeidsbelastningen og kan i verste fall føre til underbelastning, tap av ferdigheter og modusforvirring.

5.5 Utfordringer med ADAS-applikasjoner

Ulike navn på ADAS: Hver bilfabrikant har som regel egne begreper som beskriver tilnærmet identiske ADAS applikasjoner. Eksempelvis kaller Mercedes Adaptiv Cruisekontroll for *Distronic*, Volkswagen har noe de kaller *IQ DRIVE* som omfatter *Travel Assist kjøreassistent med Lane Assist, Emergency Assist, Anonymiserte kjøredata og Assistert feltskifte* (eks. Volkswagen ID 4 og ID3). Toyota bZ4X har det de kaller *Adaptiv Radar Cruise Control*. Nissan Leaf som er en annen biltype det selges mye av, har noe de kaller *ProPilot* som etter en del søk på Nissan sine hjemmesider viser seg å inneholde Adaptiv Cruisekontroll. Dette skaper ikke bare forvirring blant bileiere, men også problemer ved kategorisering av ADAS-applikasjoner i Opplysningsrådet for Vegtrafikk (OFV) sin statistikk og eventuell bruk i forskning og reguleringer fra vegmyndigheter. Det er internasjonalt arbeid på gang med standardisering av ADAS kategorier, men slikt arbeid kan ta flere år før det ender opp med en omforent begrepsavklaring.

Kompleksitet: ADAS-applikasjoner er avhengige av en rekke sensorer og algoritmer for å samle inn og behandle data fra kjøretøyets omgivelser. Dette kan gjøre de komplekse og vanskelige å forstå, noe som kan være en utfordring både for brukere og teknikere som skal reparere eller vedlikeholde teknologien.

Eksempelvis påvirker funksjonalitet av rekkevidde for sensorene, oppløsning og dekning av synsfelt /blindsoner vertikalt og horisontalt, hvilken støtte førere kan forvente å få fra de ulike applikasjonene.

Avhengighet av rene sensorer: ADAS-applikasjoner er avhengige av sensorer for å samle inn data om kjøretøyets omgivelser, og disse sensorene kan bli forstyrret av eksterne faktorer som skit, snø, slaps, søle eller vann. Dette kan begrense effektiviteten til ADAS-applikasjoner under visse forhold. Applikasjonene skal gi fører varsel når de er blokkert eller satt ut av funksjon, men førere bør være oppmerksom på at slik tilbakemelding kan svikte i visse tilfeller.

Pålitelighet: ADAS-applikasjonene må være pålitelige for å være effektive og vinne brukernes tillit. Hvis de ikke fungerer eller gir feil informasjon, kan de skape farlige situasjoner for førerene.

Menneske-maskin-interaksjon: ADAS-applikasjoner kan kreve betydelig interaksjon med fører for å fungere riktig, og denne interaksjonen kan være utfordrende å designe og administrere på en måte som er trygg, trafiksikker og nyttig.

Begrensede egenskaper (funksjonalitet): ADAS-applikasjoner er utviklet for å hjelpe til med kjøreeoppgaver, men de er ikke en erstatning for en menneskelig fører. De har begrensninger og er kanskje ikke i stand til å håndtere alle situasjoner, så det er viktig at førerene er oppmerksomme både på modus/tilstand til ADAS-applikasjonen og trafikkbildet og er forberedt på å ta kontroll over kjøretøyet om nødvendig. Det er de også juridisk og forsikringsmessig forpliktet til på SAE nivå 1-3.

Oppdateringer *over-the-air*. De fleste bilprodusenter tilbyr nå trådløse oppdateringer av programvare (*over-the-air*) slik at grunnleggende ADAS-applikasjon kan endre funksjonalitet på kort varsel eller gi ny funksjonalitet i samarbeid med andre ADAS-applikasjoner (sensorfusjon). Leverandøren er pålagt å informere brukere om hva oppdateringer innebærer, men det er uklart i hvilken grad førere får med seg og forstår denne informasjonen.

Kostnad: ADAS-applikasjoner kan være dyre å installere og vedlikeholde, noe som kan være en barriere for enkelte brukere. Det er fortsatt slik at det er de dyreste bilene i premiumsegmentet som har flest ADAS-applikasjoner, selv om mange av applikasjonene etter hvert er blitt standard utstyr i de rimeligere og mest solgte bilmerkene/modellene på det norske markedet. Bilkjøpere er henvist til å velge pakkeløsninger. Det innebærer at de ikke står fritt til bare å velge ADAS-applikasjoner som har dokumentert positiv effekt på trafiksikkerhet.

5.6 Tillit

Offentlig tillit (Public trust): For at ADAS-applikasjoner skal bli bredt tatt i bruk, må det være et høyt nivå av offentlig tillit til deres pålitelighet og sikkerhet. Dette kan være utfordrende å oppnå, ettersom alle ulykker eller hendelser som involverer ADAS-applikasjoner kan skade offentlig oppfatning av applikasjonen og den teknologien som muliggjør applikasjonen.

Bruker tillit (User trust): Medieoppslag om ulykker ved bruk av ADAS-applikasjoner eller automatiserte kjøretøy på høyere SAE nivå får uforholdsmessig stor media dekning og oppmerksomhet i forhold til ulykker ene og alene forårsaket av førerfeil, ruskjøring eller bevisste lovbrudd. Folk flest har ikke kunnskap om automatiseringsnivå eller evne til å skille mellom ulykker med applikasjoner i forskning- og piloterings studier eller om det skyldes ADAS-applikasjoner som allerede er på markedet. De fleste norske bileiere ønsker at ADAS-applikasjoner skal være testet og godkjent av norske vegmyndigheter for at de skal ha tillitt til applikasjonene.

Misbruk eller overdreven tillit (overavhengighet): Noen førere kan bli for avhengige av ADAS-applikasjoner og slutte å ta hensyn til veien og det skiftende trafikkbildet, noe som kan føre til ulykker. Det er viktig at førere forstår egenskapene og begrensningene til disse applikasjonene og bruker de riktig.

Manglende tillit: Ifølge en amerikansk studie utført av AAA-American Automobile Association (Carney et al., 2022) er det mange bilister som ikke bruker ADAS-applikasjoner de har i kjøretøyet og mange bileiere har heller ikke tenkt å bruke slik førerstøtte i framtiden! Studien finner at for de som har føreraktivert ADAS-applikasjoner har færre enn halvparten av eierne brukt disse applikasjonene i løpet av de første 90 dagene av eierskapet. Ikke-brukere sier oftest at de ikke trenger disse applikasjonene. For eksempel sier 61% av eierne at de aldri har brukt ADAS-applikasjonene, og 51% av de sier at de ikke har behov for det.

5.7 Informasjon og opplæring

Mangel på kunnskap og forståelse for applikasjonenes blant førere rundt ADAS, forårsaker en høy andel frakopling. Det reduserer ikke bare utnyttelsen av funksjoner, men også mulig trafikksikkerhetsgevinst ved å bruke de riktig. Forvirring og frustrasjon på grunn av lyder, visuelle varsel og uventet eller skremmende oppførsel av automatiserte støttefunksjoner kan føre til frakopling, sjelden bruk, utilsiktet bruk, og til og med misbruk av funksjonene. Når applikasjonene integreres på en vellykket måte i kjøretøy, påvirker det eierens beslutning positivt mht. å kjøpe et annet kjøretøy utstyrt med de samme applikasjonene. De mest populære ADAS-applikasjonene i den amerikanske studien utført for AAA, er ryggekamera og blindsonervarsling, som begge er rangert blant de tre beste av eiere som vil ha dem i sitt neste kjøretøy (Carney et al., 2022). Carney et al. (2022) anslår at ADAS-applikasjoner som varsling om kollisjon forover (FCW), varsel om feltskifte (LDW), adaptive frontlys og blindsonervarsling har et kombinert potensial til å forhindre eller i det minste redusere alvorlighetsgraden av opptil ca. 1,8 millioner ulykker det kan virke på pr år.

Mangelfull informasjon og opplæring: Informasjon og opplæring om nye ADAS-applikasjoner er avgjørende for at førere skal forstå hvordan de fungerer, deres begrensninger og hvordan de best og trygt kan bruke dem. ADAS-opplæring kan gjennomføres gjennom ulike metoder. For eksempel som integrert del av føreropplæringen for personbil klasse B, inkludert kurs, videoer og simulatortrening, podkaster, gruppeoppgaver og praktiske demonstrasjoner på øvingsbane eller offentlig veg. Mange bilprodusenters programmer for opplæring i ADAS er utviklet for å hjelpe fører og bilteknikker med å bli bedre informert om applikasjonen og teknologien og dens potensielle fordeler. I tillegg gir organisasjoner som National Safety Council og AAA ofte ressurser for fører for å lære om ADAS. Det gis informasjon om ADAS-applikasjoner og teknologi, hensikt, begrensninger og hvordan man trygt kan bruke de, i kjøretøymanualen som følger bilen eller i en on-line manual tilgjengelig for kjøpere av bilmodeller med slike teknologier.

Ansvar for opplæring og informasjon: Studier blant mer enn 3000 norske bileiere med ADAS (Jenssen 2010, Moscoso et al., 2021) viser at de færreste setter seg inn i bilmanualer eller det som står om ADAS i manualene. I tillegg er disse manualene på flere hundre sider og informasjon om de enkelte ADAS-applikasjonene er ofte å finne på flere ulike steder i manualen. Hvis du leier eller låner en bil med ADAS-applikasjoner er det enda mindre sannsynlig at fører setter seg inn i hva som står om ADAS i manualen. Vi kan ikke helt stole på at alle i bilbransjen gir god og tilstrekkelig informasjon. Selgere gir erfaringsmessig dessverre ofte feil informasjon til nybilkjøpere. På midten av 2000 tallet visste ikke selgere forskjell på ACC (adaptiv cruisekontroll og AC (automatisk klima anlegg). Eller hva EURO NCAP ²¹er, eller hva fem stjerner betyr innen sikkerhets klassifisering fra EURO NCAP (Jenssen 2010). I 2017 ble SINTEF og NRK gjentatte

²¹ The European New Car Assessment Programme

ganger gitt feil informasjon om Automatiske nødbremsesystem (AEB) ved utprøving og test av AEB. Vegmyndighetene har et ansvar for styring og regulatoriske sider ved trafiksikkerhetsarbeidet og føreropplæring. Slik sett har myndigheter interesse av at nødvendig og tilstrekkelig opplæring og informasjon gis. Trafikantene har et ansvar for å sette seg inn i hvordan kjøretøyet virker, men det kan være informasjon som er vanskelig tilgjengelig eller direkte misvisende om bilselger heller ikke har fått tilstrekkelig informasjon og opplæring av bilprodusent.

5.8 Konklusjon

Utfordringene med ADAS-applikasjoner beskrevet ovenfor tilsier at både vegmyndigheter og bilprodusenter må ta et større ansvar for å utdanne og informere bileiere om spesifikke ADAS-applikasjoner og være veldig tydelige på:

- Hvilke applikasjoner som er installert på nyinnkjøpte kjøretøy.
- Hvordan trådløse *Over-air-oppdateringer* av disse applikasjonene kan endre funksjonalitet
- Tiltent hensikt funksjonene er designet for å gi (sikkerhet, komfort, rutevalg osv.)
- Hvordan de skal samhandle med ADAS-applikasjonen, f.eks. skru av/på, overvåke og overta kontroll
- Førerens rolle og ansvar ved bruk av ADAS-applikasjoner på ulike SAE nivå
- Konsekvenser av å slå av visse applikasjoner
- Begrensinger ved ADAS-applikasjoner og tilhørende teknologi og feil som kan oppstå (falske positive og negative)

Hittil tyder erfaringer fra en rekke studier at bilprodusenter og underleverandører til bilindustrien at de ikke når fram til brukerne i tilstrekkelig grad. Det skyldes flere forhold. Som beskrevet ovenfor i mer detalj, blant annet at:

- Produsenter av ADAS-applikasjoner ikke har likelydende, omforente betegnelser og begrepsbruk omkring ADAS-applikasjoner, men markedsfører og bruker proprietære betegnelser på tilnærmet like førerstøttesystemer som de fleste bilprodusenter har i sine standard pakker. Eller de baker inn flere applikasjoner i et felles begrep for flere førerstøttesystemer. Eksempelvis *Travel assist*.
- De gir ikke sine selgere god nok opplæring i førerstøttesystemene, slik at de feilinformerer kjøpere
- Delvis skyldes den manglende kunnskapen også bilkjøperne selv:
 - Bilkjøpere lytter ikke særlig godt når de kjøper bilen. De er opptatt om å komme raskest mulig ut og prøve bilen på veien
 - De fleste bilkjøpere setter seg inn i ny bil uten å lese brukermanual som medfølger bilen eller er tilgjengelig for kjøpere på nett
 - Informasjon om ADAS-applikasjoner i manualen er lite brukervennlig

Erfaringer så langt viser at vi ikke kan overlate opplæring og informasjon om førerstøttesystemer til bilselgere eller stole på at alle førere leser instruksjonsboken. Ofte er virkemåte og begrensinger i virkemåte beskrevet på flere steder i manualen og de fleste førere lærer systemene å kjenne fra bruk på veien (Jenssen 2010, Moscoso et al., 2022 om fantombremning). For å sikre at førere bruker automatiserte kjøretøy med førerstøtte trygt på veien og uavhengig av disse produsentspesifikke utformingene, må det vurderes om innholdet i føreropplæringen kl. B bør revideres og ivareta en slik trygghetsfunksjon.

6 Kompetansebehov og føreropplæring

6.1 Førerkompetanse - Definisjon og vurdering

Kompetanse er et begrep som kan defineres noe ulikt innen forskjellig opplæring. Figur 19 angir hvilke elementer som legges i begrepet "kompetanse" innen føreropplæringen.



Læreplan for førerkortklasse
B, B kode 96 og BE

VEILEDNING Håndbok 9951

Utvikling av førerkompetanse

Kompetanse

Kompetanse kan betraktes som de kunnskaper, ferdigheter og andre egenskaper som en person må ha for å kunne løse oppgaver. Hva som er tilfredsstillende kompetanse vil variere med hvilke oppgaver som skal løses. I en vurdering av hva som er nødvendig kompetanse, må en derfor ta utgangspunkt i de oppgavene som skal løses.

Førerkompetanse

Den som skal føre et kjøretøy på en sikker måte, må ha en omfattende kompetanse. Det er en forutsetning at føreren behersker kjøretøyet rent teknisk. Føreren må også kunne samhandle med andre trafikanter, forutse hvordan disse vil handle og hvordan trafikksituasjoner kan utvikle seg. For å kjøre sikkert må føreren forstå hva som kan være, eller utvikle seg til, farlige situasjoner. Føreren må også forstå hvordan egen atferd innvirker på sikkerheten, og ha vilje til å handle slik at kjøringen blir sikker. Førerkompetanse kan betraktes som et samlebegrep for den kompetansen som kreves for å løse alle disse oppgavene.

Figur 19. Statens vegvesen læreplan klasse B og utvikling av førerkompetanse.

Samlet beskrives kompetansen slik: "**Førerkompetanse** kan betraktes som et samlebegrep for den kompetansen som kreves for å løse alle disse oppgavene".

Vurdering av kompetanse er bemerket slik: "**tilfredsstillende kompetanse** vil variere med hvilke oppgaver som skal løses". Et spørsmål er da hvorvidt digitaliseringen av kjøretøyene med stadig flere støttesystemer, vil endre førerens oppgaver.

6.2 Føreransvar

Nullvisjonen peker på et delt ansvar mellom myndigheter, bilindustri/ bilselgere og førerne. Myndighetene har ansvar for lover/regler, samt krav til eiere og brukere av vegsystemet. Klassifiseringene i SAE nivåer spesifiserer når føreren har fullt ansvar, delvis ansvar og lite eller intet ansvar.

For at en fører skal tillegges ansvar, kreves det at han har kunnskap og innsikt i SAE nivåene. Dette har videre sammenheng med eventuelle endringer av regelverk med spesifisering av nivåer og ansvar. Det er myndighetenes ansvar å oppdatere (eller innføre nye) regelverket samt krav til førere, bilindustri, eier av infrastruktur mv.

Ifølge vegtrafikkloven § 3, er det føreren som har hovedansvar:

"Enhver skal ferdes hensynfullt og være aktpågivende og varsom så det ikke kan oppstå fare eller voldes skade og slik at annen trafikk ikke unødig blir hindret eller forstyrret."

På de laveste SAE nivåene (0-2), har føreren hovedansvaret. Men med økende automatisering, vil kjøretøyet ha størst kontroll. Det betyr at med økende automatisering, vil ansvaret gradvis gå mer over fra fører til kjøretøy. Selv med økende grad av automatisering, så vil det være nødvendig å stille krav til føreres kompetanse i årene fremover.

6.3 Føreropplæring for klasse B (Personbil)

Utredningen har i oppgave å vurdere og prioritere hvilke førerstøttesystem som bør inngå i føreropplæringen for personbil.

En prioritering kan baseres på ulike kriterier. I denne sammenhengen er det lagt vekt på tre forhold:

1. Trafikksikkerhet
2. Førerstøttesystemenes modenhet med hensyn til når de blir installert i kjøretøyene
3. Standardisering og regelverk

6.3.1 Førerstøttesystemenes modenhet

Når kjøretøy endrer virkemåte, og stadig flere av tradisjonelle føreroppgaver overlates til automatikk, blir det viktig å gi nye førere innsikt som kan øke forståelse for førerstøttesystemenes virkemåte, muligheter, begrensninger, samt sikker bruk og førerens ansvar. Dette kan blant annet gjøres gjennom at føreropplæringen innfører tema som:

- Grunnleggende kunnskap om hva som kjennetegner ulike nivå for automatisering (UNECE /SAE nivåer)
- Føreransvar ved ulike nivå på automatisering (UNECE /SAE nivåer)
- Typiske ulykker ved ulike nivå og type førerstøttesystem (UNECE /SAE nivåer)
- Grunnleggende kunnskap om ADAS-applikasjoner
- Innsikt i hvordan førerstøttesystem virker
- Forståelse for begrensninger ved applikasjonen og teknologien
- Virkeområde (ODD - Operational Design Domain)
- Håndtering av «Edge cases» (falske positive)
- Samvirkende system (V2X)
- Infrastrukturstøtte og digitalisert regelverk
- Pålitelighet til posisjoneringssystem (GNSS), kartsystem og angivelse av fartsgrenser
- Vanlige ulykkesårsaker ved bruk av ADAS
- Vanlige førerfeil ved bruk av ADAS
- Atferds-tilpasning og sikkerhet
- Hvordan holde seg oppdatert ved innføring av nye applikasjoner og hvordan de virker sammenlignet med andre
- Innsikt i elektronisk brukermanual til kunnskap om oppdateringer av kjøretøyets programvare
- Sjekkliste for ADAS/ITS applikasjoner ved bruk av leiebil eller annen bruk/lån av for føreren ukjent bil

6.3.2 Nivåer i føreropplæringen

Føreropplæringen er i dag i stor grad basert på GDE modellen (Goal for Driver Education), som "framstiller oppgavene en fører står overfor, og hva som må læres, i ulike nivåer". Nivåene gir en oversikt over hva opplæringen bør omfatte og hva en fører bør ha kompetanse innen:

1. *Manøvreringsnivå* (Manøvrering av kjøretøyet, eks kjøreferdigheter, veggrep og fartstilpassing)
2. *Taktisk nivå* (Handlingsvalg i trafikale situasjoner)
3. *Strategisk nivå* (Valg ved reiser/ turer og forhold knyttet til reiser/ turer)
4. *Overordnet nivå* (Generelle handlings- og vurderingstendenser og måter å se verden på)
5. *Sosialt miljø* (eks. kultur, normer og lovgivning)

De to første er regnet som de laveste og "enkleste" nivåene, som omfatter teknisk manøvrering av kjøretøyet og valg av atferd i konkrete trafikale situasjoner under kjøring. På strategisk nivå foretar føreren oftest beslutninger, planlegging og valg *før* turens starter. Overordnet nivå gjelder førerens selvinnsikt i egne

individuelle egenskaper som kan ha betydning for kjøringen, eksempelvis alder og personlighet. Sosialt miljø gjelder innsikt i kontekstuelle forhold og kollektive egenskaper ved miljøet, eksempelvis forhold til å overholde lover og regler.

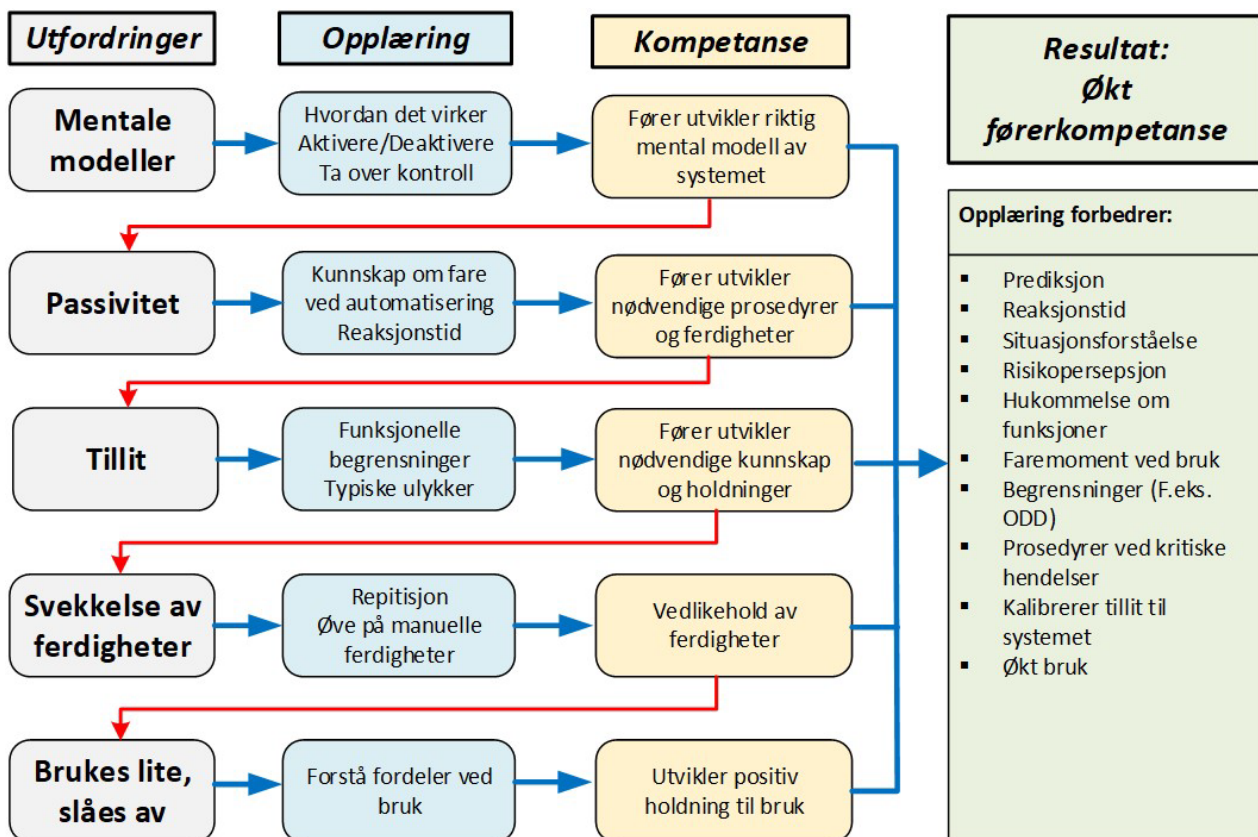
Krav til kompetanse på hvert nivå gjelder kunnskap eller innsikt i:

- Faktorer/forhold og ferdigheter av betydning for å løse oppgaver
- Faktorer/forhold som kan øke risikoen
- Egne handlingstendenser/tenkemåter og mangel på kunnskap og ferdigheter

6.3.3 Opplæring – Kompetanse om førerstøttesystem

Innføringen av førerstøttesystem påvirker i hvor stor grad føreren og/eller støttesystemene tar kontroll over kjøretøyet i ulike situasjoner. Utviklingen går i retning av mindre manuell kontroll til mer systemkontroll, der systemene fører tilsyn med deler av kjøringen. Dette medfører endringer i hva en fører må beherske, og dermed også krav til kompetanse. Som nevnt tidligere, vil mange kjøretøy ha støttesystemer på de laveste nivåene av automatisering (se kapittel 0).

Figur 20 er en modell videreutviklet med utgangspunkt i Merriman m. fl. (2021). Den tar utgangspunkt i trafikksikkerhetsrelaterte utfordringer med ADAS på nivå 2-3, kompetansebehov som dette innebærer, samt mål for opplæring og forbedring av førernes kompetanse.



Figur 20. Noen utfordringer med automatisering og hvilken effekt opplæring kan gi. (Videreutviklet av SINTEF og basert på Merriman m. fl., 2021 og Manser et al., 2019).

Modellen skisserer krav til trening for førere av automatiserte biler (på de tre laveste nivå) for å møte førerens fire hovedutfordringer knyttet til håndtering av automatiserte kjøretøy.

Utfordringer og anbefalinger for krav til opplæring av førere av automatiserte kjøretøy (ADAS).

(1) Mentale modeller (forventninger om hendelser og virkninger i omgivelsene): Dagens ADAS-bruker har en mangelfull mental modell av funksjon, yteevne og begrensninger ved systemene, og som kan være avgjørende der automatiserte støttefunksjoner benyttes. Erfaring og kontekst har stor innvirkning på utvikling av mentale modeller.

Opplæringen av ADAS-brukere kan bidra til å utvikle hensiktsmessige mentale modeller av systemene både teoretisk og praktisk. Beskrivelser (muntlig, skriftlig, illustrasjoner mv) kan omfatte yteevne og begrensninger ved automatiseringen, hva automatiseringen gjør, hvordan og når aktivere og deaktivere automatiseringen, i tillegg til hvordan det er mulig å overta kontrollen på forespørsel. Videre kan praktisk trening gjøres på simulator, slik at føreren får bedre innsikt i funksjoner, håndtering av systemene, samt situasjonsforståelse og risikopersepsjon.

(2) Arbeidsbelastning og oppmerksomhet. Overvåkenhet og oppmerksomhet kan bli dårligere grunnet mindre arbeidsbelastning med støttesystemer (enn uten). At kjøretøyet tar over en del av den dynamiske og manuelle kontrollen kan medføre at føreren blir trøtt og kjeder seg. Respons på en plutselig hendelse kan dermed ta lengre tid.

Opplæringen av ADAS-brukere vil være forskjellig for nivå 2 og 3. Førere med støttesystem på nivå 2 bør informeres om at de bør overvåke automatiseringen under bruk, mens brukere på nivå 3 bør få beskjed om å sjekke automatikken jevnlig (og være beredt på å ta kontroll selv). Dette krever kunnskap om funksjon og hvordan de kan overta kontroll.

(3) Holdninger og personlighet kan ha innvirkning på en persons oppfatning av *egen mestring*. Eksempelvis kan tro på at ytre faktorer styrer hvordan det går, medføre større villighet til å la automatikken overta kontroll. Tro på intern styring opplever imidlertid at de i større grad selv er ansvarlig for utfall (og mindre positive til automatisk kontroll). På samme vis kan automatisering føre til en oppfatning av mangel på mulighet til å ta kontroll selv, og en overdreven *tillit/tiltro til automatikken* i situasjoner hvor dette ikke er tilfellet. Aksept av førerstøtte understøtter bruk, etterlevelse, tiltro og at de stoler på automatiseringen.

Opplæringen av ADAS-brukere anbefales å benytte metoder som understøtter utvikling av mentale modeller, i tillegg til kjøreteknisk trening (reaksjonstid, overtakelsestid og -atferd, håndtering av plutselige hendelser). Dette vil utvikle mer realistiske holdninger mht. *tillit/tiltro til systemenes* mulighet for kontroll. *Tillit* beskrives som en holdning som brukeren har om en helhet (system, person, objekt eller teknologi) og som påvirker personens forventninger og samspill med den. *Tillit til støttesystemene* framheves som en vesentlig side ved kjøring med ADAS, og derfor er utviklingen av dette i løpet av opplæringen vesentlig. For å utføre hensiktsmessig atferd og hindre kollisjon, er det av avgjørende betydning at tilliten er reell. Både for lav og for høy tiltro til at systemet har kontroll er problematisk. I opplæringen må førerne både få erfaring og bli gitt korrekt informasjon om egenskaper/kapabilitet og begrensninger ved automasjonen. Dette vil føre til mer nøyaktige mentale modeller og videre påvirke deres tillit til systemene, som er avgjørende for oppmerksomhet og praktiske ferdigheter.

(4) Manuelle ferdigheter kan bli dårligere med økende førerstøtte ettersom kjøringen sjelden styres helt manuelt. På nivå 2-3 er det imidlertid nødvendig å ta kontrollen selv i gitte situasjoner. I tillegg til å kunne ta over kontrollen, så betyr det at føreren fremdeles må kunne bremse, akselerere og styre.

Opplæringen av ADAS-brukere må omfatte hvordan føreren manuelt kan *overta kontrollen* når det er nødvendig, eksempelvis aktivere og deaktivere støttesystemene. Trening i kjøreteknikk bør omhandle overtakelse til manuell kontroll, variasjon i fart, standard avvik av sideveis posisjon i vegbanen, trykk ved akselerasjon og bremsing, reaksjonstid, samt atferd knyttet til farlige hendelser og reduksjon av antall kollisjoner. Det poengteres at trening ved bruk av ADAS må bidra til å redusere arbeidsbelastningen som føreren opplever. Dette innebærer også å *trene med ADAS-kjøretøy* for å automatisere ferdighetene i mange situasjoner (og redusere arbeidsbelastning). For å redusere risiko og utvikle reell oppfatning av risiko

(risikopersepsjon), er det i tillegg nødvendig å ha innsikt i begrensninger ved automatiseringen. Videre, vil det fortsatt være nødvendig at treningen omfatter *manuell kjøring*. Etter å ha overtatt kontroll selv, må føreren kunne beherske og fortsette kjøringen manuelt. Framtidig føreropplæring må derfor fortsatt omfatte trening i å tolke informasjon i omgivelsene og kunne forutse eventuelle farlige situasjoner, dvs. omfatte tema som risikopersepsjon, situasjonsforståelse, begrensninger ved kjøretøy og egen kontroll, i tillegg til håndtering av kritiske situasjoner.

Andre utfordringer og krav om kompetanse som bør inn i framtidig opplæring? Et spørsmål er om modellen over omfatter de riktige utfordringene og hvorvidt modellen bør suppleres med andre utfordringer ved automatisering på nivå 2-3. Eksempelvis: (1) Hensikt med bruk, (2) Forståelse av nivå for automatisering, (3) Overgang mellom automatisert og manuell modus, (4) Bli kjent med systemkomponenter og plassering, (5) Forståelse av spesifikke førerstøttesystem (ADAS), (6) Føreransvar med automatisering og (7) Begrensninger ved ADAS systemene (*edge cases* – falske positive og falske negative).

Det kan også vurderes om sikkerhetskritiske C-ITS tjenester bør inngå i modellen. En slik endring av modellen kan gi konkrete føringer for hvilke utfordringer med automatisering og kompetansemål førerprøven bør fokusere på.

6.4 Anbefalinger for ADAS-systemer (SAE nivå 2)

En vurdering av hvorvidt ADAS-applikasjoner eller førerstøttesystemer bør prioriteres i føreropplæringen for personbil er avhengig av applikasjonens funksjon og effekt på sikkerhet.

Tabell 2: ADAS-applikasjoner gradert med hensyn om de bør være med i føreropplæringen (høy, middels og lav).

Kjørekontrollassistanse

Engelsk fagterminologi	Norsk fagterminologi	Markedsandel i Norge	Føreroppl.
Adaptive Cruise Control	Adaptiv cruisekontroll	60.3%	Høy
Cooperative Adaptive Cruise Control	Samvirkende og adaptiv cruisekontroll	Ikke tilgjengelig	Middels
Active Driving Assistance	Aktiv kjøreassistanse (avhengig av sikkerhetspakke)	Ikke tilgjengelig	Middels
Lane Keeping Assist System	Holding av kjørefelt	41,5%	Middels

Kollisjonsunngåelse

Engelsk fagterminologi	Norsk fagterminologi	Markedsandel i Norge	Føreroppl.
Automatic Emergency Braking	Automatisk nødbremsing (eller nødbremsesystem)	80.7%	Høy
Automatic Emergency Steering	Automatisk nødstyring	20.4%	Høy
Reverse Automatic Emergency Braking	Automatisk nødbremsing ved rygging	Ukjent andel med automatisk bremsing Høy andel med vanlig ryggekamera: 65%	Middels

Kollisjonsvarsel

Engelsk fagterminologi	Norsk fagterminologi	Markedsandel i Norge	Føreroppl.
Blind Spot Warning	Blindsonevarsel	38.5%	Høy
Forward Collision Warning	Varsel om kollisjon forover	73.0%	Høy
Lane Departure Warning	Varsel om feltskifte	58.9%	Høy
Parking Obstruction Warning	Varsel ved parkering	64.5%	Middels
Rear Cross Traffic Warning	Varsel om kryssende trafikk ved rygging	29.6%	Middels

Parkeringsassistanse

Engelsk fagterminologi	Norsk fagterminologi	Markedsandel i Norge	Føreroppl.
Active Parking Assistance	Aktiv Parkerings-assistanse	Ikke tilgjengelig	Middels
Remote Parking	Parkering med fjernkontroll	Ikke tilgjengelig	Lav

Viktige ADAS applikasjoner (I alle nye biler i dag)

Engelsk fagterminologi	Norsk fagterminologi	Markedsandel i Norge	Føreroppl.
Electronic Stability Control (ESC)	Antiskrens	96.6%	Høy
Anti-lock braking system (ABS)	Blokkeringsfrie bremsing	Høy	Høy

Andre førerstøttesystemer

Engelsk fagterminologi	Norsk fagterminologi	Markedsandel i Norge	Føreroppl.
Automatic High Beam headlights	Automatiske fjernlys	62,3%	Høy
Adaptive High Beam headlights	Adaptive fjernlys	Lav	Middels/Høy
Night Vision	Nattsyn	1,1%	Lav
Rear-view visibility system (Backup Camera)	Sikt ved rygging	65,1%	Middels

Engelsk fagterminologi	Norsk fagterminologi	Markedsandel i Norge	Føreroppl.
Surround-View Camera	Overvåkingskamera	11,9%	Lav
Emergency stop signal	Nødstoppsignal	Ikke tilgjengelig	Middels
Driver Monitoring	Førerovervåking	43,3%	Middels

Andre ADAS applikasjoner (nye i markedet)

Engelsk fagterminologi	Norsk fagterminologi	Markedsandel i Norge	Føreroppl.
Automatic Event Recorder (AER) – black box	Automatisk hendelsesregistrator	Ny i markedet	Lav
Alco-lock	Alkolås	Ny i markedet	Middels
Intelligent Speed Adaptation (ISA)	Intelligent fartstilpasning	Ny i markedet	Middels

7 Konklusjon

Formålet med prosjektet har vært å få kunnskap om i hvilken grad innfasingen av ny kjøretøyteknologi med nye applikasjoner vil kreve endringer i kompetansebehovet hos førere, og følgelig også behov for endringer i føreropplæring og førerprøve for førerkortklasse B

Rapporten har basis i nullvisjonen og de muligheter applikasjonene har for å bedre trafiksikkerheten, beskrivelse av ITS systemer og førerstøtte i nye biler, utbredelse i markedet, samt kommende EU-krav til teknologi (standardisering). Det selges ifølge OFV sin årsrapport for 2022 ca. 175 000 nye biler i Norge pr år. Hvis salget holder seg på samme nivå i årene framover, vil vi om 5 år ha mer enn 1.4 millioner kjøretøy med de 15-20 mest kjøpte ADAS-applikasjonene. ADAS-applikasjoner som er eller vil bli påbudt i Europa i nye bilmodeller fra juli 2022 og i nye biler fra 2024 er:

- Intelligent fartstilpasser (Intelligent speed assistanse)
- Alkolås (Alcohol interlock installation facilitation)
- Førerovertvåkning (Driver drowsiness and attention warning)
- Nødstoppsignal (Emergency stop signal)
- Sikt ved rygging (Reversing detection)
- Hendelsesregistrator (Event data recorder)

Disse seks applikasjonene har alle dokumentert et stort trafiksikkerhetspotensial. Vår gjennomgang av litteraturen rundt effekter og utfordringer med ADAS-applikasjoner viser at et minimum av opplæring er nødvendig for at ADAS som allerede er standard på nye biler og de seks systemene som er på veg inn i bilparken, skal ha den tilsiktede effekten på trafiksikkerhet.

Ideelt sett skulle applikasjonene være så godt tilpasset kjøreoppgaven og så selvforklarende at opplæring ikke var nødvendig. Litteraturen viser dessverre at det ikke er tilfelle. Blant annet er det en rekke grensetilfeller (edge cases) som fører til uventet og skremmende nedbremsing og nødbremsing i situasjoner det overhodet ikke er nødvendig. Dette er såkalt fantombremsing (falske positive) som er hendelser, objekter og lignende som automatikken ikke burde reagere på. Dette bør førere vite om og være forberedt på. Et annet eksempel er at overdreven tillit til automatikken kan gi føreren veldig lang reaksjonstid når det er nødvendig å gripe inn og ta over kontroll. Opplæring kan kalibrere tillit og gi kunnskap og ferdigheter til å gripe inn raskt og riktig.

Litteraturen viser klart at produsenter og bilselgere ikke klarer å formidle denne kunnskapen. Vi kan heller ikke stole på at førere finner fram til nødvendig informasjon i manualen som følger bilen. Læreplanen for førerkort klasse B åpner for å ta inn momenter knyttet til ny teknologi. Eksempelvis, slik det har vært tilfelle med opplæring i riktig bruk av ABS-bremser. Utfordringen er en helt annen nå når store deler av bilparken i løpet av 5 år vil ha 20-30 ADAS-applikasjoner. Allerede er det opp mot 700.000 kjøretøy på norske veier med de mest utbredte ADAS-applikasjonene.

De ADAS-applikasjonene som har stor markedsandel, stort markedspotensial de neste 5 år, stort trafiksikkerhetspotensiale og som det er utfordringer med (feil bruk, dårlig kalibrert tillit, misbruk osv.), er i prioritert rekkefølge:

- Automatisk nødbremsing (Automatic (Emergency Braking- AEB)
- Varsel om kollisjon forover (Forward Collision Warning- FCW)
- Varsel om kjørefeltskifte (Lane Departure Warning - LDW)
- Holding av kjørefelt (Lane Keeping Assist System - LKA)
- Automatiske fjernlys (Automatic High Beam headlights)
- Antiskrens (Electronic Stability Control - ESC)
- Blokkeringsfrie bremses (Anti-lock braking system -ABS)
- Intelligent fartstilpasning (Intelligent Speed Adaptation -ISA)
- Alkolås (Alco-lock)
- Sikt ved rygging (Backup Camera)

Grunnleggende informasjon og opplæring om nye ADAS-applikasjoner er avgjørende for at førere skal forstå hvordan de fungerer, deres begrensninger og hvordan de best og trygt kan bruke dem i tråd med intensjonene bak nullvisjonen. ADAS-opplæring kan leveres gjennom ulike metoder. For eksempel som integrert del av føreropplæringen for personbil klasse B, inkludert kurs, videoer og simulatortrening, podkaster, gruppeoppgaver og praktiske demonstrasjoner på øvingsbane eller offentlig veg.

Det enkleste vil være å innpasse opplæring om automatisering og ADAS-applikasjoner i teoridelen til førerkortklasse B, eksempelvis kunnskap om automatiseringsnivå (SAE/UNECE) og hvilket ansvar fører har på Nivå 0-5. Vi har redegjort for utfordringene med automatisering og gruppert de viktigste utfordringene med tilhørende opplæring, kompetansemål og forventet resultat.

Det er i det videre arbeid behov for å konkretisere modulene i opplæringsmodellen og vurdere hvilke elementer som egner seg for teoriundervisning, øvingsbane, praktiske øvinger på offentlig veg osv.

Det er flere forhold som må vurderes, blant annet:

- Hvilke ADAS-applikasjoner kjøreskolene har i dag
- Krav til ADAS teknologi i kjøretøy
- Hvilke øvelser og demonstrasjoner som bør gjennomføres på bane
- Hvilke øvelser og demonstrasjoner med ADAS det er forsvarlig og tilrådelig å gjennomføre på offentlig veg
- Hvilke spørsmål som bør inngå i teoriprøven
- Hvilke tester av ADAS det er mulig og tilrådelig å legge inn i førerprøven
- Hvordan ADAS integreres i kjøreprosessen og bidrar til en god balanse mellom sikkerhet og effektivitet i kjøringen.

Vi har i denne rapporten dokumentert utviklingstrekk, og markedsandel for ADAS-applikasjoner i dagens bilpark og forventet utvikling i markedsandel. Videre har vi redegjort for trafiksikkerhetspotensialet de ulike ADAS-applikasjonene har. Vi har redegjort for utfordringer med automatisering generelt og de spesifikke ADAS-applikasjonene. Økende automatisering av kjøreprosessen bør reflekteres i en ny og endret modell både for kjøreprosessen og moduler som bør inngå i læreplan.

Denne rapporten gir grunnlag for å ta stilling til og vurdere behovet for revisjon av læreplan for førerkortklasse B.

8 Referanser

- Arnsten, A. F.T (2015): The effects of stress exposure on prefrontal cortex: Translating basic research into successful treatments for post-traumatic stress disorder.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50, 179-211.
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. *Automatica*, Vol 19, No 6, pp 775-779.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0005109883900468>
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: W.H. Freeman. Chapter 1.
- Banks, V.A., Stanton N.A., and Harvey C. (2014). "Sub-systems on the Road to Vehicle Automation: Hands and Feet Free but not 'Mind' Free Driving." *Safety Science* 62: 505514.
- Barret, L.F; Satpute, A.B (2019): Historical Pitfalls and New Directions in the Neuroscience of Emotion. *Neurosci Lett*. 2019 February 06; 9-18. Doi: 10.1016/j.neulet.2017.07.045.
- Bellmund J, L, S; Gardenfors, P; Moser E, I; Doeller, C, F: Navigating cognition: Spatial codes for human thinking. *Science* 362, Review neuroscience, eaat6766- 2018.
- Gouraud, J., Delorme, A., and Berberian, B. (2017) Autopilot, Mind Wandering, and the Out of the Loop Performance Problem. REVIEW article. *Front. Neurosci.*, 05 October 2017 Sec. Perception Science Volume 11 – 2017. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00541>
- Bjerre B. and Thorsson U., 2008. Is an alcohol ignition interlock programme a useful tool for changing the alcohol and driving habits of drink-drivers? In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 40, p. 267-273.
- Buzsáki, G; Tingley, D (2018). Space and time: The hippocampus as a sequence generator. *Trends Cogn Sci*. 2018 October ; 22(10): 853–869. doi:10.1016/j.tics.2018.07.006.
- Buzsáki, G. (2019). *The Brain from Inside Out*. 2. Nature Neuroscience. Oxford University Press.
- Buzsaki, G; Moser, E (2013): Memory, navigation and theta rytin, in the hippocampal-entorhinal system. Volume 16. Number 2. February 2013 NATURE NEUROSCIENCE.
- Canalys, 2020. Autonomous Vehicle Analysis. [Kilde: https://www.canalys.com/analysis/intelligent-vehicle](https://www.canalys.com/analysis/intelligent-vehicle)
- Carney, C., Gaspar, J., Roe, C., and Horrey W.J. (2022). An Examination of How Longer-Term Exposure and User Experiences Affect Drivers' Mental Models of ADAS Technology. AAA Foundation for Traffic Safety. www.aaafoundation.org
- Carsten, O.M.J. and Tate, F.N., 2005. Intelligent speed adaptation: accident savings and cost–benefit analysis. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 37, p. 407-416.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457504001174?via%3Dihub>
- Carsten, O., Lai, F.C.H., Barnard, Y., Jamson, A.H., Merat, N. (2012). Control task substitution in semiautomated driving: does it matter what aspects are automated? *Hum. Factors*. 54(5):747-61.
- Carsten, O. & Martens, M.H. (2018). How can humans understand their automated cars? HMI principles, problems and solutions. *Cognition, Technology & Work* (2019) 21:3–20.
<https://doi.org/10.1007/s10111-018-0484-0>.
- Casner, S.M., Hutchins, E. (2019). What Do We Tell the Drivers? Toward Minimum Driver Training Standards for Partially Automated Cars. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. Vol 13, Issue 12.

- Clark, A (2016): SURFING UNCERTAINTY Prediction, Action and the Embodied Mind. OXFORD university Press 2016.
- Cicchino, 2018. Effects of blind spot monitoring systems on police-reported lane-change crashes. Traffic Inj. Prev. 2018, 19(6): 615-622. Hentet fra: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29927678/>
- Consumer Reports, 2021. Hentet fra: <https://www.consumerreports.org/car-safety/blind-spot-warning-guide/>
- Dang J.N., 2007. Statistical analysis of the effectiveness of Electronic Stability Sontrol (ESC) systems – NHTSA Technical report. DOT HS 810 794.
- Dozza, M. (2013). What factors influence drivers' response time for evasive maneuvers in real traffic? Accident Analysis and Prevention, 58 (2013), pp. 299-308
- Dweck, C. (1992). The study of goals in human behaviour. *Psychological Science*, 3, 165-167.
- Endsley, M. R. (2017). From here to autonomy: Lessons learned from human-automation research. *Human Factors*, 59, 1, 5-27
- Endsley, M. R. (2019). The limits of highly autonomous vehicles: An uncertain future. *Ergonomics*, 62, 4, 496-499
- Engel, A. K; Friston, K.J; Kragic, D (2015): Tha Pragmatic Turn. Toward Action-Oriented Views in Cognitive Science. MIT and Frankfurt Institute for Advanced Studies.
- ETSC, 2017. Briefing: Intelligent Speed Assistance (ISA). <https://etsc.eu/briefing-intelligent-speed-assistance-isa/>
- European Commission (2018). Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on type-approval requirements for motor vehicles and their trailers, and systems, components and separate technical units intended for such vehicles, as regards their general safety and the protection of vehicle occupants and vulnerable road users, amending Regulation (EU) 2018/... and repealing Regulations (EC) No 78/2009, (EC) No 79/2009 and (EC) No 661/2009. COM/2018/286 final - 2018/0145 (COD). European Commission, Brussel.
- Fildes, B., Keall, M., Bos, N., Lie, A., et al. (2015). [Effectiveness of low speed autonomous emergency braking in real-world rear-end crashes](#). In: Accident Analysis & Prevention, vol. 81, p. 24-29.
- Fleming, A. (ed.) Kaufmann, M. Lancaster, K. & Rasmussen, S.J. (2016). Crashes avoided: front crash prevention slashes police-reported rear-end-crashes. Hentet fra: <https://swov.nl/nl/publicatie/crashes-avoided-front-crash-prevention-slashes-police-reported-rear-end-crashes> og <https://www.iihs.org/api/datastoredocument/status-report/pdf/51/1>
- Foss, T, Venæs, J., Berget, G. (2023) Samvirkende ITS (C-ITS) - Litteraturstudie og anbefalinger for tema og målsetninger i Statens Vegvesens teknologisatsning, SINTEF rapport
- Friston, K.J(2019): Waves of Prediction. The Wellcome Center for Human Neuroimaging, UCL, Queen Square Institute of Neurology, London, United Kingdom.
- Fuster, J. 2015: The Prefrontal Cortex (fifth edition). UCLA Elsevier 2015.
- Haigney, D.E., Taylor, R.G., and Westerman, S.J. (2000). Concurrent mobile (cellular) phone use and driving performance: task demand characteristics and compensatory processes. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Volume 3, Issue 3, September 2000, Pages 113-121
- Hoen, Å.S., Fjørtoft, K. & Rødseth, Ø.J. (2019). Addressing the Accidental Risks of Maritime Transportation: Could Autonomous Shipping Technology Improve the Statistics? *TransNav* 13 (3), 287-294. DOI: [10.12716/1001.13.03.01](https://doi.org/10.12716/1001.13.03.01)

- Hohwy, J (2013): The Predictive Mind. OXFORD University Press. United Kingdom.
- Hohwy; J (2017): Priors in perception. Top-down modulation, Bayesian perceptual learning rate, and prediction error minimization. *Consciousness and Cognition* 47 (2017) 75-85.
- Hynd, D. McCarthy, M. Carroll, J. Seidl, M. Edwards, M. Visvikis, C. Tress, M. Reed, N. & Stevens, A., 2015. Benefit and feasibility of a range of new technologies and unregulated measures in the field of vehicle occupant safety and protection of vulnerable road users : final report. SWOV. Hentet fra: <https://swov.nl/nl/publicatie/benefit-and-feasibility-range-new-technologies-and-unregulated-measures-field-vehicle>
- IIHS, 2021. Evidence mounts for effectiveness of rear autobrake <https://www.iihs.org/news/detail/evidence-mounts-for-effectiveness-of-rear-autobrake>
- ISO 14813-1:2015 Intelligent transport systems – Reference model architecture for the ITS sector – Part 1: ITS service domains, service groups and services
- ISO 15622:2018 Intelligent transport systems — Adaptive cruise control systems — Performance requirements and test procedures
- ISO 20035:2019 Intelligent transport systems — Cooperative adaptive cruise control systems (CACC) — Performance requirements and test procedures
- ISO 26262-8:2018 Road vehicles — Functional safety. Part 8: Supporting processes.
- Jenssen, G.D. (2010). Behavioural Adaptation to Advanced Driver Assistance Systems: Steps to Explore Safety Implications. Doktoravhandling ved NTNU, 1503-8181; 2010:124.
- Johnson-Laird, P. N. (1983) *Mental models*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Jones, N. A., Ross H., Lynam T., Perez P., and Leitch A. (2011). Mental models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods. *Ecology and Society*, 16(1) p. 46
- Maldonato, M (2014): The Predictive Brain. SUSSEX ACADEMIC PRESS PO Box 139.
- Manser, M.P., Noble, A.M., Machiani, S.G., Shortz, A., Klauer, S., Higgins, L., and Ahmadi, A. (2019). Driver training Research and Guidelines for Automated Vehicle Technology. Safe-D National UTC, Texas A&M Transportation Institute. Technical report 01-004.
- Marchi, F (2020): The Attentional Shaping of Perceptual Experience. An Investigation into Attention and Cognitive Penetrability. Springer Nature Switzerland AG 2020.
- Marek; J, Sten,T (1973): Kjøring, opplæring og trafikkmiljø. En systemanalytisk studie. NTNU.
- Marek; J, Sten,T (1977): Traffic environment and r the driver. NTNU.
- Marinik, A., Bishop, R., Fitchett, V., Morgan, J. F., Trimble, T. E., & Blanco,M. (2014, July). Human factors evaluation of level 2 and level 3 automated driving concepts: Concepts of operation. (Report No. DOT HS 812 044). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Martens, M. & Jenssen, G. (2012). Behavioral Adaptation and Acceptance. DOI: 10.1007/978-0-85729-085-4_6
- Merriman S.E., Plant K.L., Revell K.M.A., Stanton N.A. (2021). Challenges for automated vehicle driver training: A thematic analysis from manual and automated driving. *Transportation Research, Part F* 78 (238 – 268).
- Moe, D (2021): Kjøreprosessen: Et atferds- og nevrovitenskapelig perspektiv på menneske, risiko, kjøreatferd og læring. ISBN 978-82-690384-2-2.

- Moser, MB; Moser, E (2015): The future of the brain (red Marcus/Freeman. Understanding the cortex through grid cells p. 67-77. Princeton University Press.
- Moser, M,B (2019: How Do We Find Our Way? Grid Cells in the Brain. Front. Young Minds. Doi: 10.3389/frym. 2021. 678725.
- Molloy, R., and Parasuraman R. (1996). "Monitoring an Automated System for a Single Failure: Vigilance and Task Complexity Effects." Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society 38 (2): 311322. <https://doi.org/10.1518/001872096779048093>
- Moscoso Paredes, C.T., Foss, T., Jenssen, G.D. (2021). Phantom braking in Advanced Driver Assistance Systems. Driver experience and Car manufacturer warnings in Owner manuals. SINTEF rapport.
- Nau, M (2020): Perception and the cognitive map. Deriving a stable world from visual inputs. Thesis for the degree of Philosophia Doctor. Kavli Institute for Systems Neuroscience NTNU 2020.
- NHTSA <https://www.nhtsa.gov/ratings>
- Nordtømme, M., Jenssen, G.D., Lervåg, L.E., Hjelmkrem, O.A., Kummeneje, A.M. (2014). Adaptiv cruisekontroll (ACC) i Norge Utbredelse, bruksmønster og konsekvenser for trafikksikkerhet og trafikkavvikling. SINTEF A26202. <https://www.sintef.no/contentassets/eb1c00de09b64e59bdf3c78449317cda/sintef-a26202-adaptiv-cruisekontroll-i-norge.pdf>
- O'Keefe, J. & Nadel, L:1978. The Hippocampus as a Cognitive Map (Oxford Univ. Press) New York.
- Parasuraman, R., Molloy, R., & Singh, I. L. (1993). Performance consequences of automation-induced "complacency." *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(1), 1–23.
- Parasuraman, R., Sheridan, T.B. (2000). A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART A: SYSTEMS AND HUMANS, VOL. 30, NO. 3.
- Parr, T; Pezzulo, G (2021): Understanding, Explanation, and Active Inference. Frontiers in System neuroscience. November 2021/Volume 157Article772641.
- Parr, T; Pezzulo, G; Friston KJ (2022): ACTIVE INFERENCE The Free Energy Principle In Mind, Brain and Behavior. The MIT Press 2022.
- Pearce, T (2020): Pragmatism's Evolution. Organism and Environment in American Philosophy. The University of Chicago
- Pintrich, P.R. & Schunk, D.H. (1996). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Porathe T., Hoem Å., Rødseth Ø.J., Fjørtoft K., Johnsen S.O. (2018), At least as safe as manned shipping? Autonomous shipping, safety and "human error". *Safety and Reliability – Safe Societies in a Changing World* – Haugen et al. (Eds)© 2018 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-8153-8682-7
- Richardson, Joy, Revell, Kirsten, Kim, Jisun and Stanton, Neville (2020) Signs symbols & displays in automated vehicles: a focus group study. Ahram, Tareq, Karwowski, Waldemar, Vergnano, Alberto, Leali, Francesco and Taiar, Redha (eds.) In *International Conference on Intelligent Human Systems Integration 2020*. vol. 1131, Springer, Cham. pp. 980-985 .
- SafetyCube DSS 2022. European Road Safety Decision Support System. <https://www.roadsafety-dss.eu/#/>
- Statens Vegvesen (2022). Alkolås i buss og minibuss. Hentet fra: <https://www.vegvesen.no/kjoretoy/yrkestransport/alkolas/>

- Stanton, N.A. & Young M.S. (2000). "A Proposed Psychological Model of Driving Automation." *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 1 (4): 315-331.
- Stanton, N.A., G.H. Walker, M.S. Young, T.A. Kazi, and P.M. Salmon (2007). "Changing Drivers' Minds: The Evaluation of an Advanced Driver Coaching System." *Ergonomics* 50 (8):1209-1234.
- Stanton, N. A., Young, M., & McCaulder, B. (1997). Drive-by-wire: The case of driver workload and reclaiming control with adaptive cruise control. *Safety Science*, 27(2/3), 149-159.
- SWOV, 2019. Intelligent transport and advanced driver assistance systems (ITS and ADAS). <https://swov.nl/en/fact-sheet/intelligent-transport-and-advanced-driver-assistance-systems-its-and-adas>
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (1996). *Selvoppfatning, motivasjon og læringsmiljø*. Oslo: Tano.
- Stene, T.M (2005). *Er opplæring et godt sikkerhetstiltak? Forebygging av risiko og ulykker gjennom opplæring av trafikantene*. Doktoravhandling ved NTNU 2005: 149. https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/269152/125785_FULLTEXT01.pdf?sequence=1
- Tsakiris, M; De Preester, H (2017): *The Interoceptive Mind. From homeostasis to awareness*. Oxford University Press 2019
- UC Berkeley. Hentet 03.11.2022. <https://path.berkeley.edu/research/connected-and-automated-vehicles/cooperative-adaptive-cruise-control>
- Unsgård, RG; Doan, TP; Nordlid, KK; Kvistad, KA; Goa, PE; Berntsen, EM (2022) et al. (2022). Transient Global Amnesia. 7 tesla MRI reveals more hippocampal lesions with diffusion restriction compared to 1.5 and 3 Tesla MRI. *Neuroradiology* Juni 2022
- Urdan, T. C. (1997). Achievement goal theory: Past results, future directions. In: Maehr, M. L. & Pintrich, P. R. *Advances in Motivation and Achievement*, 10, pp. 99-141. London: JAI Press Inc.
- Vicente, K. J., & Rasmussen, J. (1992). Ecological interface design: Theoretical foundations. *IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics*, 22(4), 589–606.
- Wigum, J.P., Sætren, G.B. (2022). Exploring how automated technology and advanced driver-assistance systems (ADAS) are taught in the Norwegian driver-training industry. A qualitative study. *Proceedings of the 32nd European Safety and Reliability Conference (ESREL 2022)*.
- Wilcox, P. (2021). Is "Sensor Fusion" The Magic Answer. Published in *The Startup*. Hentet fra: <https://medium.com/swlh/is-sensor-fusion-the-magic-answer-361613883dd2>
- Wolpert, D. M; Flanagan J.R (2016): Computations underlying sensorimotor learning. *Science Direct*.

9 Vedlegg 1: Analyse av data fra OFV

9.1 To kilder til data fra OFV

OFV kunne tilby to kilder til data.

1. Data via et betalt abonnement med navn Statistikk, der SINTEF selv kunne hente data om kjøretøy med utgangspunkt i kjøretøyregisteret (Autosys).
2. Et uttrekk av Kjøretøydata som OFV gjorde selv og sendte til SINTEF. Dette datasettet inneholder utstyrsnivå inkludert ADAS-funksjoner for de ulike bilmodellvariantene.

Vi hentet ut data fra 1.1.2018 til 31.10.2022 fra Statistikk. Dette utgjorde totalt 723 318 kjøretøy. Deretter måtte innholdet fra disse to datakildene kobles sammen og analyseres (aggregeres).

9.2 Beskrivelse av datakilder

9.2.1 Beskrivelse av data fra Statistikk

Dette datasettet inneholder data om enkeltkjøretøy med grunnlag i det som finnes i Autosys:

1. Kjøretøygruppe
2. **Merke**
3. **Modell**
4. **Variant**
5. Regnr
6. Understellsnr
7. Dato
8. 1regdato
9. Alder
10. Alder i flåte
11. Eier - type
12. Bruker - type
13. Antall passasjerer
14. Egenvekt
15. Påbygg
16. Totalvekt
17. Utslippskrav
18. Typegodkjnr

9.2.2 Beskrivelse av data fra Kjøretøydata

Dette datasettet inneholdt utstyrsnivå og funksjoner for de ulike modellene for ulike bilmodellene:

- a. **Merke**
- b. **Modell**
- c. **Variant1**
- d. Variant2
- e. ModellÅr
- f. Utstyr
- g. Verdi

9.3 Beskrivelse av data kobling

Data fra de to datasettene ble koblet med følgende datafelt:

Datafelt fra Statistikk	Datafelt fra Kjøretøydata
Merke	Merke
Modell	Modell
Variant	Variant1

Vi vurderte også å benytte årstall fra dato for registrering i Statistikk samt ModellÅr fra Kjøretøydata, men da ble det relativt få treff. En utfordring er at det ikke er en entydig sammenheng mellom data for førstegangs registrering og modellår for kjøretøyet. Modellårskifte skjer gjerne i løper av andre halvår. Man kunne dermed kjøpe en 2023-modell allerede august 2022.

9.4 Usikkerhet ved kobling

Under kvalitetssjekk av data valgte SINTEF å ta ut data fra kjøretøydata med utgangspunkt i Volvo XC60. Dette fordi forfatteren er godt kjent med kjøretøydata for denne modellen. Her viste det seg å være mange mangler. I følge OFV er dette en kjent feil, og det er ifølge OFV ingen flere slike feil i datagrunnlaget. SINTEF har ingen mulighet til å sjekke dette ytterligere.

I tillegg ligger det en usikkerhet i at man ikke kunne koble sammen årstall på de to registrene.

9.5 Resultat av data kobling

Tabell 3 viser en oversikt over resultatet av koblingen av data fra OFV. Figuren viser også den engelske beskrivelsen av funksjonen der den eksisterer. Tabell 4 viser en tabell der Antispinn og Køassistant er fjernet.

Tabell 3: Resultat av kobling av data

#	System	Totalt	Prosentandel
1	Antispinn	701 230	96,9
2	Stabilitetsystem, antiskrens	701 221	96,9
3	AEB/lav hastighet	602 236	83,3
4	AEB/fotgjenger	584 062	80,7
5	Kollisjonsvarsler	528 223	73,0
6	Ryggekamera	471 138	65,1
7	Avstandsfølere foran og bak	466 378	64,5
8	Automatisk tenning hovedlys	450 295	62,3
9	Nødoppringning/eCall	437 734	60,5
10	Fartsholder, dynamisk	436 467	60,3
11	Filskiftvarsler	426 129	58,9
12	Trafikkskilteleser	387 874	53,6
13	Tretthetsvarsler	313 176	43,3
14	AEB/høy hastighet	310 727	43,0
15	Filholder dynamisk	299 845	41,5
16	Blindsonereovervåker	278 375	38,5
17	Sideovervåkning rygging	213 856	29,6
18	Precrash, beltestramming	183 811	25,4
19	Køassistant	165 298	22,9
20	Unnamanøverassistent	147 429	20,4
21	Tilhengerstabilitetssystem	105 466	14,6
22	360 graders overvåkning	86 244	11,9
23	Head-Up display	69 001	9,5
24	Utforkjøringshindrer	61 656	8,5
25	Blindsonereovervåker dynamisk	40 809	5,6
26	Utforkjøringsbeskytter	31 974	4,4
27	Nattsynassistent	7 623	1,1

Tabell 4: Resultat av kobling av data, der Antispinn og Køassistent er tatt vekk

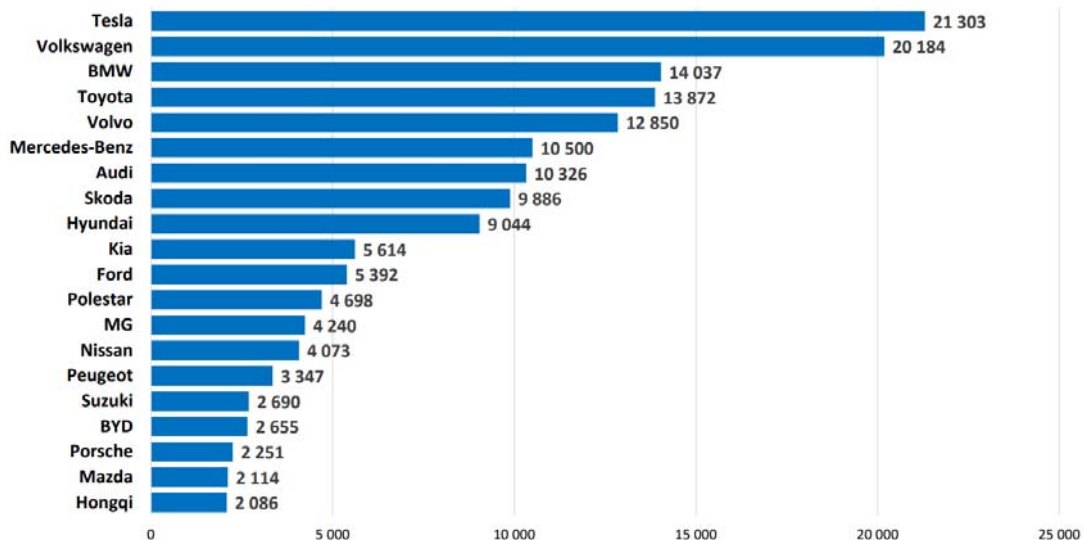
#	System	Engelsk beskrivelse	Totalt	Prosentandel
1	Stabilitetssystem, antiskrens	Electronic Stability Control (ESC)	701 221	96,9
2	AEB/lav hastighet	Automatic Emergency Braking	602 236	83,3
3	AEB/fotgjenger	Automatic Emergency Braking	584 062	80,7
4	Kollisjonsvarsler	Forward Collision Warnings	528 223	73,0
5	Ryggekamera	Backup Camera	471 138	65,1
6	Avstandsfølere foran og bak	Parking Obstruction Warning	466 378	64,5
7	Automatisk tenning hovedlys	Automatic High-Beams	450 295	62,3
8	Nødoppringning/eCall	Emergency call, eCall	437 734	60,5
9	Fartsholder, dynamisk	Adaptive Cruise Control (ACC)	436 467	60,3
10	Filskiftvarsler	Lane Departure Warning	426 129	58,9
11	Trafikkskiltleser	Automatic traffic sign recognition	387 874	53,6
12	Trettetsvarsler	Driver Monitoring	313 176	43,3
13	AEB/høy hastighet	Automatic Emergency Braking	310 727	43,0
14	Filholder dynamisk	Lane Keep Systems	299 845	41,5
15	Blindsoneovervåker	Blind Spot Warning	278 375	38,5
16	Sideovervåkning rygging	Rear Cross Traffic Warning	213 856	29,6
17	Precrash, beltestramminging	Precrash, automatic seat belt activation	183 811	25,4
18	Unnmanøverassistent	Automatic Emergency Steering	147 429	20,4
19	Tilhengerstabilitetssystem	Electronic Stability Control (ESC)	105 466	14,6
20	360 graders overvåkning	Surround-View Camera	86 244	11,9
21	Head-Up display	Head-Up display	69 001	9,5
22	Utforkjøringshindrer	?	61 656	8,5
23	Blindsoneovervåker dynamisk	Blind Spot Warning	40 809	5,6
24	Utforkjøringsbeskytter	?	31 974	4,4
25	Nattsynassistent	Night Vision	7 623	1,1

9.6 Norges mest solgte bilmerker i 2022

Figur 21 viser Norges mest solgte bilmerker i 2022.

OF✓

Norges mest kjøpte bilmerker i 2022



Figur 21. Norges mest solgte bilmerker i 2022 (Kilde: OFV).

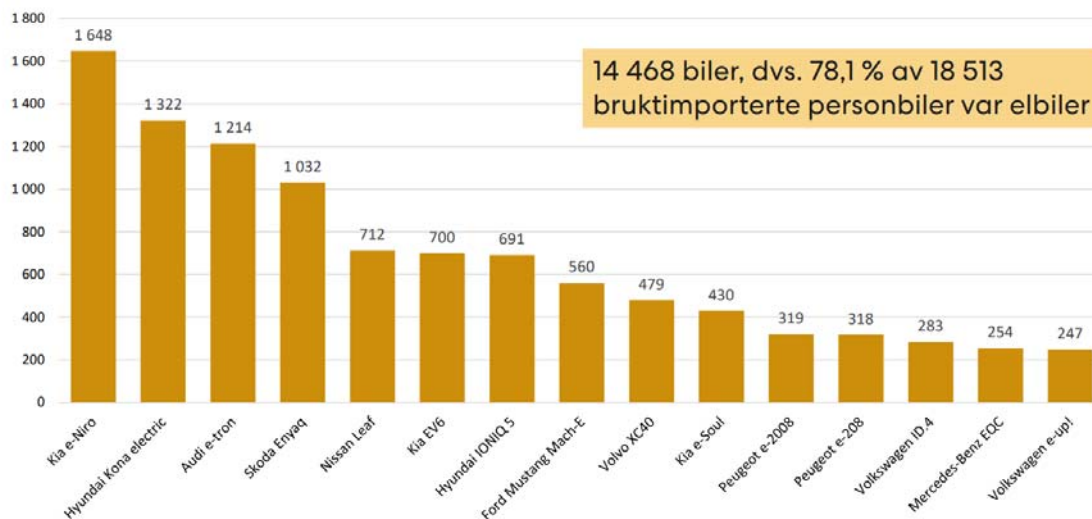
SINTEF har sjekket de fleste bilmerkene og vet med sikkerhet at de 15 mest populære ADAS teknologiene inngår i standard utstyrspakker som følger med bilen ved nybilkjøp. I tillegg er ifølge OFV årsrapport 2022,

en stor andel av bruktbiler som importeres nyere modeller der en rekke ADAS teknologier er en del av standard utstyr. Figur 22 viser de 15 mest populære bilmodellene for bruktimport i Norge i 2022.

OF✓

25

De 15 mest populære bilmodellene, bruktimport 2022



Figur 22. De mest populære bilmodellene, bruktimport 2022. (Kilde: OFV).

10 Vedlegg 2: Standardisering - Kjøretøyrelaterte ITS tjenester (uoffisiell oversettelse)

Tabell 5 viser alle kjøretøyrelaterte ITS tjenstedomener og grupper som er definert i ISO standard, ISO 14813-1:105 og som er relevante for automatisering og føreropplæring. *Kjøretøytjenester* er et domene som vektlegger å forbedre sikkerhet, trygghet og effektivitet av sikker kjøring, ved advarsler og kjøringstøtter til førere eller kjøretøy.

Tabell 5: Struktur av ITS tjenestegrupper for ITS tjenstedomenet, *Kjøretøytjenester (Vehicle Services)*
(Kilde: ISO 14813-1)

Tjenestegrupper	Tjenester
Automatisert kjøring (Automated vehicle operation)	Automatisert kjøring på motorveg (Automated highway operation)
	Automatisert lavhastighets kjøreassistanse (Automated low-speed vehicle operation assistance)
	Automatisert parkering (Automated Parking)
	Adaptiv cruisekontroll (Adaptive cruise control)
	Samvirkende og adaptiv cruisekontroll (Cooperative adaptive cruise control)
	Sammenkoblede kjøretøyer (vehicle platooning)
	Automatisert kjørefeltholdesystem (Automated lane keeping)
	Automatisert forhindring av utforkjøring (Automated Road Departure Prevention)
	Automatiserte kjørefeltskiftesystemer (Automated Lane Change Systems)
Kollisjonsunngåelse (Collision mitigation/avoidance)	Kollisjonsunngåelse (Collision mitigation/avoidance)
	Kollisjonsunngåelse i veikryss (Intersection collision mitigation(avoidance))
	Automatisert anti-kollisjonssystemer med sårbare trafikanter (Automated vulnerable roaduser mitigation system)
Advarsler eller råd til fører (Driver Warning or Advisory)	Kjørefeltskiftevarsel (Lane departure warning)
	Nødbremsassistanse (Emergency breaking assistance)
	Ekstern detektering av farlige stoffer og advarsler (External hazard detection and notification)
	Hastighetsrådgivning (Driver Advisory)
Sikkerhetsadvarsler (Safety Warning)	Spesiell kjøretøyvarsling (Special vehicle alert)

Håndtering av mistenkelige kjøretøyer (Management of Suspicious Vehicles)	Identifikasjon av mistenkelige kjøretøyer (Identification of suspicious vehicles)
	Tvangsmessig stans av kjøretøyer som antas å være mistenkelige (Disablement of vehicles believed to be suspicious)

10.1.1 Automatisert kjøring (Automated vehicle operation)

Denne tjenestegruppen dekker enten automatisering av kjøretøyets kjøreprosess med å tilby en "hands off" kjøremiljø, eller delvis automatisert kjøreoppgaver som støtter føreren. Alle andre kjøretøyer skal finne alternative ruter.

10.1.1.1 Automatisert kjøring på motorveg (Automated highway operation)

Tjenesten gjør det mulig for kjøretøy å kjøre uten innblanding av førene innenfor dedikert vegnett eller dedikerte deler av veinettet som er utstyrt for automatisert kjøring.

- Utstyrte kjøretøyer skal få tilgang til og forlate det dedikerte veinettet eller de dedikerte deler av veinettet som er også utstyrt for automatisert kjøring.
- Utstyrte kjøretøyer som vil få et problem som hindrer det å følge det dedikerte veinettet, vil det enten bevege seg til et trygt område av veinettet uten å redusere sikkerhet til andre kjøretøyer eller få fullstendig stopp. I begge tilfeller vil en advarsel bli gitt til føreren og/eller passasjerer.
- Dersom automatisert kjøring slutter å fungere riktig på det dedikerte vegnettet, vil alle utstyrte kjøretøyer gå tilbake til en trygg kjøremodus eller få fullstendig stopp.

Når utstyrte kjøretøyer vil kjøre inn det dedikerte vegnettet for automatisert kjøring, skal kjøretøyer være kontrollert og ledes langs veien innenfor disse begrensninger:

- Hold seg innenfor det dedikerte vegnettet eller en spesifikk del av vegnettet utstyrt for automatisert kjøring (road keeping)
- Hold seg innenfor det kjørefeltet som er brukt ved starten av kjøringen og skift kun kjørefelt som svar på spesifikk(e) kommando(er) (lane keeping)
- Oppretthold hastigheten som kreves av det dedikerte vegnettet eller spesifikke deler av vegnettet utstyrt for automatisert kjøring, kun endring av hastighet som svar på spesifikk(e) kommando(er) (Speed)
- Oppretthold passende avstand til kjøretøyet foran under hensyntagen til hastighet, veiforhold og kjøretøyets driftstilstand, f.eks. effektiviteten til bremsene.

Drift av tjeneste skal operere under følgende betingelser:

- Komme inn eller forlate det dedikerte vegnettet uten å påvirke andre kjøretøyer som bruker vegnettet utstyrt for automatisert kjøring eller andre kjøretøyer som bruker andre nabodeler av vegnettet.

10.1.1.2 Automatisert lavhastighets kjøreassistanse (Automated low-speed vehicle operation assistance)

Denne tjenesten gjør det mulig for utstyrte kjøretøyer å utføre spesifikke automatisert lavhastighets manøvrer, dvs. uten at føreren deltar aktivt i manøveren.

Tjenesten skal muliggjøre følgende tiltak som skal iverksettes:

- Sende en umiddelbar advarsel til føreren hvis kjøretøyet av en eller annen grunn ikke er i stand til å starte eller fullføre den automatiserte lavhastighetsmanøveren.

- b) Hvis kjøretøyet er ikke i stand til å fullføre helt den automatiserte lavhastighetsmanøveren, vil det umiddelbart stoppe å manøvrere uten å påvirke sikkerhet til passasjerene og andre brukere av det dedikerte vegnettet.

Automatisert lavhastighets manøvrering skal skje under følgende forhold:

- c) Alle andre kjøretøyfunksjonaliteter slik de som kan oppdage gjenstander i nærheten, vil forbli i drift under manøveren.
- d) Når manøveren utføres, tar kjøretøyet alle nødvendige tiltak for å ivareta sikkerheten til passasjerene og andre brukere av det dedikerte veinettet.

10.1.1.3 Automatisert parkering (Automated parking)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for utstyrte kjøretøyer å utføre automatiserte parkeringsmanøvrer, uten at føreren deltar i prosessen.

Tjenesten skal muliggjøre følgende tiltak som skal iverksettes:

- a) Føreren kan starte den automatiske parkeringsmanøveren fra innsiden eller utsiden av kjøretøyet. Hvis føreren er utenfor kjøretøyet, skal kommunikasjonsmekanismen sikre at føreren er bare et kort stykke unna, og det kan med rimelighet forventes å være innenfor synsvidde av kjøretøyet.
- b) Føreren kan avbryte den automatiske parkeringsmanøveren før handlingen er fullført.

Parkeringsmanøvrering skal skje under følgende forhold:

- c) Gi en umiddelbar advarsel til føreren hvis kjøretøyet av en eller annen grunn ikke er i stand til å starte eller fullføre den automatiserte parkeringen. Hvis føreren ikke er i kjøretøyet, vil advarselen være gjennom en ekstern mekanisme.
- d) Når kjøretøyet stanser den automatiske parkeringsmanøveren, vil det gjøre det uten å ha negativ innvirkning på sikkerhet for seg selv, andre brukere av parkeringsanlegget, eller andre trafikanter ved parkering i veikantplassering.
- e) Når den automatiske parkeringen utføres, vil kjøretøyet iverksette alle tiltak som er nødvendige for å ivareta sikkerheten for seg selv og andre brukere av parkeringsanlegget, eller andre trafikanter ved parkering i en veikantplassering.

10.1.1.4 Adaptiv cruisekontroll (Adaptive cruise control)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for kjøretøysystemene å bli instruert til automatisk å opprettholde en valgt avstand fra kjøretøyet foran.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Stopp tjenesten ved bruk av bremsene på kjøretøyet.

Drift av tjenesten skal skje under følgende betingelser:

- b) Kjøretøysystemene skal holde denne avstanden uavhengig av hastighetsendringer på kjøretøyet foran.
- c) Tjenesten skal gi en indikasjon på kontrollen til føreren mens tjenesten er i drift.

10.1.1.5 Samvirkende og adaptiv cruisekontroll (Cooperative adaptive cruise control)

Denne tjenesten skal forbedre den adaptive cruisekontrollen ved å legge til trådløst kommunikasjon med kjøretøyer foran og/eller infrastruktur for å forsterke sanseevnen til den aktive cruisekontrollen for tilkoblede kjøretøyer.

Tjenesten skal gjøre det mulig for å utføre følgende handlinger:

- a) Stopp tjenesten ved bruk av bremsene på kjøretøyet.

Drift av tjenesten skal skje under følgende betingelser:

- b) Active sandedata som for eksempel avstand fra kjøretøyet foran, kjøretøysdata, "over the air" data fra andre omkringliggende kjøretøyer og fra infrastruktur.
- c) Data fra førerinnstillinger for å kontrollere langsgående kjøretøyet via gass- og bremsekontroller.
- d) En indikasjon om status på den samvirkende og adaptive cruisekontrollen gitt til føreren når tjenesten er i drift.

10.1.1.6 Sammenkoblede kjøretøyer (vehicle platooning)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for en utstyrt kjøretøygruppe å reise tett sammen med høy hastighet på en sikker måte.

Tjenesten skal gjøre det mulig for å utføre følgende handlinger:

- a) Starte den sammenkoblede kjøringen med et spesifikt innspill fra kjøretøyet som leder kjøringen.
- b) Slutte å kjøre sammen når den ledende føreren stoppe tjenesten eller forlater den sammenkoblede kjøringen.
- c) Krever inngang til en sammenkoblet kjøring fra en fører som er for nærværende ikke sammenkoblet
- d) Akseptere et kjøretøy inn i en sammenkoblet kjøring.
- e) For et kjøretøy å forlate en sammenkoblet kjøring.

Drift av tjenesten skal skje under følgende betingelser:

- i) Hvert kjøretøy vil kommunisere med de andre kjøretøyene i sammenkoblede kjøring
- j) Det ledende kjøretøyet vil kontrollere hastigheten og retningen, og alle følgende kjøretøyer (som har nøyaktig matchet bremsing og akselerasjon) vil følge bevegelsen av det ledende kjøretøyet.
- k) En indikasjon om kontrollen av det ledende kjøretøyet vil bli gitt til hver fører i den sammenkoblede kjøringen mens tjenesten er i drift.

10.1.1.7 Automatisert kjørefeltholdesystem (Automated lane keeping system)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for utstyrte kjøretøyer å opprettholde seg innenfor et enkelt kjørefelt.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Initiere den automatiske kjørefeltsoppbevaring tjenesten med et spesifikt innspill fra føreren.
- b) Stoppe tjenesten når føreren velger bort den.

Drift av tjenesten skal skje under følgende betingelser:

- c) Gi en indikasjon til føreren mens tjenesten er i drift.

10.1.1.8 Automatisert forhindring av utforkjøringer (Automated road departure prevention)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for utstyrte kjøretøyer å kjøre innenfor kjørefeltene til kjørebanelen.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Gi en indikasjon til føreren mens tjenesten er i drift.
- b) Hvis kjøretøyet kjører i en gruppe, gi en indikasjon om tjenesten til hver fører i gruppen mens tjenesten er i drift.
- c) Muliggjøre kjøretøyhandlinger for å sikre at kjøretøyet forblir på veibanen uten innspill fra føreren av kjøretøyet

10.1.1.9 Automatiserte kjørefeltskiftesystemer (Automated lane change systems)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for utstyrte kjøretøyer å gi lyd, visuell eller haptisk advarsel til føreren om at kjøretøyet skifter felt.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Hvis kjøretøyet kjører i en gruppe, gi en indikasjon om tjenesten til hver fører i gruppen mens tjenesten er i drift.

10.1.2 Kollisjonsunngåelse (Collision mitigation/avoidance)

Tjenestegruppen for kollisjonsunngåelse inkluderer bruk av kommunikasjon, sensorer og kontrollsystemer for å oppdage potensielle kollisjoner enten mellom kjøretøyer eller mellom kjøretøy og andre gjenstander i deres omliggende områder.

Hver tjeneste i gruppen skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Initiere tjenesten med et spesifikt innspill fra føreren.
- b) Slutte å bruke tjenesten når føreren velger bort den.

10.1.2.1 Kollisjonsunngåelse (Collision mitigation/avoidance)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for kjøretøyet å unngå kollisjoner med andre kjøretøy som ser ut til å være i forutsagt kjøretøyets rute.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Endre hastigheten til kjøretøyet for å forhindre en langsgående kollisjon.
- b) Endre retning til kjøretøyet for å forhindre en sidekollisjon.

Drift av tjenesten skal skje under følgende betingelser:

- c) Forhindre sidekollisjon knyttet til kjørefeltoppbevaring, kjørefeltskifte, inn- og utkjøring av høyhastighets veier og forbikjøring.
- d) Forhindre langsgående kollisjon med kjøretøyene foran.
- e) Bruk av hindringerdeteksjons- og sporingssystemer som bestemmer sannsynligheten for en kollisjon.
- f) Kommunikasjon med omkringliggende kjøretøyer for å fastslå sannsynligheten for en kollisjon.
- g) Oppnå å redusere konsekvensene av enhver kollisjon avhengig av hastigheten og førerens handlinger.
- h) Sikre at handlingen utført av tjenesten for å unngå en kollisjon, gjøres på en måte som ikke er utrygg for andre trafikanter

10.1.2.2 Kollisjonsunngåelse i veikryss (Intersection collision mitigation/avoidance)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for et kjøretøy som nærmer seg et veikryss å unngå kollisjoner med andre kjøretøy som nærmer seg samme veikryss.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Når et kjøretøy kommer til å kollidere med et annet kjøretøy som nærmer seg det samme kryss, vil det være mulig for denne tjenesten å kreve at kjøretøyet endrer sin hastighet for å forhindre kollisjonen.
- b) Varsle føreren av kjøretøyet om årsaken til endringen av hastigheten.

Drift av tjenesten skal skje under følgende betingelser:

- c) Bruk av systemer (som sensorer og kontrollsystemer) i hvert kjøretøy for å overvåke fremdriften av andre kjøretøy mot krysset.

- d) Når et kjøretøy fastslår at det kommer til å kollideres med et annet kjøretøy som nærmer seg det samme kryss, skal det være mulig for denne tjenesten å kreve om at kjøretøyet endrer sin hastighet for å forhindre kollisjonen og for å varsle føreren av kjøretøyet om årsaken til endringen av dens hastighet.

10.1.2.3 Automatisert anti-kollisjonssystemer med sårbare trafikanter (Automated VRU mitigation system)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig for kjøretøyet å unngå kollisjoner med sårbare trafikanter som ser ut til å være i forutsagt kjøretøys rute.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Endre hastigheten og/eller retningen til kjøretøyet for å forhindre en kollisjon med en sårbar trafikanter.
- b) Varsle føreren av kjøretøyet om årsaken til endringen av hastighet eller retning.

Drift av tjenesten skal skje under følgende betingelser:

- c) Bruk av hindringerdeteksjons- og sporingssystemer som beregner sannsynligheten for en kollisjon.
- d) Kommunikasjon med utstyrer til sårbare trafikanter for å beregne sannsynligheten for en kollisjon.

10.1.3 Advarsler eller råd til fører (Driver Warning or Advisory)

Varslings- og rådgivningstjenestegruppen til fører dekker bruk av overvåkings- og rådgivningssystemer for alle typer kjøretøyer og deres førere. De dekker både forholdene til selve kjøretøyene og forholdene rundt kjøretøyene for å kommunisere behovet for handling til føreren ved hensiktsmessige advarsler eller for å gi rådgivende informasjon.

Hver av tjenestene i denne gruppen skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Initiere tjenesten med et spesifikt innspill fra føreren
- b) Slutte å drive tjenesten når føreren velger bort den.

10.1.3.1 Kjøre feltholdesystem (Lane departure warning)

Kjøre feltholdesystem skal varsle føreren om at kjøretøyet forlater kjørefeltet den kjører i. Tjenesten skal også gi en advarsel til føreren under et feltskifteforsøk hvis blindsonen kjøretøyet har til hensikt å bytte til er okkupert av et annet kjøretøy som kjører i samme retning.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Gi en hørbar, visuell eller haptisk advarsel til føreren om at kjøretøyet skifter feltet under kjøring.

Drift av tjenesten skal skje under følgende betingelser:

- b) Advarsel vil ikke bli gitt hvis føreren bruker blinklyset før å bytte feltet og det er ikke et kjøretøy i blindsonen i nabokjørefelt.
- c) Bruker aktive sansedata, for eksempel avstand til omkringliggende kjøretøyer, data om kjøretøyet og "Over the air" data fra andre omkringliggende kjøretøyer.

10.1.3.2 Nødbremsassistanse (Emergency Breaking Assistance)

Nødbremsassistansetjenesten skal gjøre at et kjøretøy er i stand til å informere omkringliggende kjøretøyer om en egenegent nødbremsesituasjon. Ved mottak av hendelsen bestemmer mottakerkjøretøyer anvendeligheten av hendelsen og gir nødvendig advarsel til føreren for å unngå en kollisjon.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Gi en hørbar, visuell eller haptisk advarsel til føreren om at et kjøretøy i nærheten har satt i gang en nødbremsemanøver.

10.1.3.3 Ekstern detektering av farlige stoffer og advarsler (*External hazard detection and notification*)

Tjenesten for deteksjon og varsling av eksterne farer skal gjøre det mulig for et kjøretøy å bestemme om veiforholdene som er målt av andre kjøretøy representerer en potensiell sikkerhetsrisiko for kjøretøyet.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Gi en hørbar, visuell eller haptisk advarsel til føreren om at en ekstern fare i nærheten har blitt oppdaget.

Tjenesten skal operere under følgende betingelser:

- b) Andre kjøretøyer sender relevant veitilstandsinformasjon, som tåke eller isete veier til kjøretøyet

10.1.3.4 Hastighetsrådgivning (*Driver Advisory*)

Hastighetsrådgivningstjenesten skal gi råd til føreren om fartsgrensen eller hastigheten som anbefales for å komme seg gjennom en rekke signaliserte kryss med minste forsinkelse. Tjenesten skal gjøre det mulig å gi følgende råd til føreren til et utstyrt kjøretøy:

- a) Fastsatt fartsgrense for veibanen som kjøretøyet kjører på.
- b) Anbefalt hastighet for at kjøretøyet skal komme seg gjennom signaliserte kryss med minste forsinkelse.
- c) Gi advarsler via hørbare eller visuelle midler.

10.1.4 Sikkerhetsadvarsler (**Safety warning**)

Sikkerhetsvarslingsgruppen dekker bruk av overvåkings- og varslingssystemer for alle typer kjøretøyer og deres førere. De dekker både forholdene til selve kjøretøyene og forholdene rundt kjøretøyene.

10.1.4.1 Spesiell kjøretøyvarsling (*Special vehicle alert*)

Denne tjenesten skal gjøre det mulig å varsle føreren om plassering av og bevegelsen av beredskapskjøretøyer som kjører til en hendelse, saktegående kjøretøyer, kjøretøyer med overdimensjonert last og andre spesielle kjøretøyer som kan kreve oppmerksomhet fra føreren.

Tjenesten skal gjøre det mulig å utføre følgende handlinger:

- a) Gi en hørbar, visuell eller haptisk advarsel til føreren om at en ekstern fare i nærheten har blitt oppdaget.

10.1.5 Håndtering av mistenkelige kjøretøyer (**Management of Suspicious Vehicles**)

Denne tjenestegruppen muliggjør operasjonell kontroll av mistenkelige kjøretøyer (f.eks. tillate stans av kjøretøyet hvis den er styret av terrorister eller er kjent for å være ladet med stoffer (f.eks. med eksplosiver) som kan forårsake ødeleggelser.

10.1.5.1 Identifikasjon av mistenkelige kjøretøyer (*Identification of suspicious vehicles*)

Denne tjenesten skal muliggjøre identifisering av kjøretøyer som viser seg å ha med seg materialer utpekt som farlige stoffer (HAZMAT) eller eksplosiver. Identifikasjonen av kjøretøyet inneholder egenskapene som gjør det unikt, inkludert egenskaper som f.eks. kjøretøytype, antall aksler og bilskiltinnhold, pluss kjøretøystørrelse og farge.

Tjenesten skal gjøre det mulig å sjekke legitimiteten til kjøretøyet, farlige stoffer eller eksplosive materialer som kjøretøyet frakter. Således for eksempel kjøretøyer som frakter farlige stoffer eller eksplosive materialer som en del av lovlig og legitime transport kan identifiseres i motsetning til de som frakter ulovlig disse materialene.

10.1.5.2 Tvangsmessig stans av kjøretøyer som antas å være mistenkelige (Disablement of vehicles believed to be suspicious)

Deaktivering av tjenesten for mistenkelige kjøretøyer skal gjøre det mulig for kjøretøyer som antas å være mistenkelige fordi de er ladet med materialer utpekt som farlige stoffer eller eksplosiver. Selv om denne tjenesten er primært rettet mot kjøretøyer som ulovlig frakter farlige stoffer eller eksplosive materialer, skal det også være mulig å bruke tjenesten for lovlig og legitime transport av farlige stoffer.

Tjenesten skal operere under følgende betingelser:

- a) Deaktivering av kjøretøyet vil bli utført på en slik måte at den ikke har noen negativ innvirkning på, og forårsaker minste forstyrrelser for, eventuelle andre vegnettbrukere, inkludert fotgjengere.

