

2017:00264 - Åpen

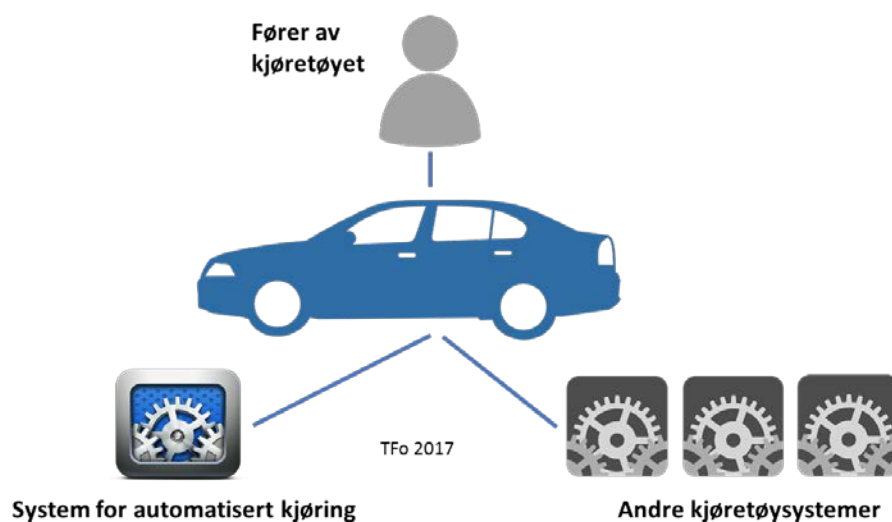
Rapport

Automatisert kjøring på veg

Konsept, terminologi og klassifisering av automatiseringsnivå

Forfatter:

Trond Foss



Rapport

Automatisert kjøring på veg

Konsept, terminologi og klassifisering av automatiseringsnivå

EMNEORD:

Automatisert kjøring,
veg, SAE J3016

VERSJON

1,0

DATO

2017-08-28

FORFATTER

Trond Foss

OPPDRAGSGIVER(E)

Statens vegvesen Vegdirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REF.

Erik Olsen og Bjørn A. Lund

PROSJEKTNR

102012230

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

40

SAMMENDRAG

Denne rapporten beskriver konseptet, terminologien og klassifiseringen av systemer for automatisert kjøring med motorkjøretøyer på veg. Rapporten er i sin helhet basert på en internasjonal standard (SAE J3016:2016) som er utarbeidet av SAE International. Denne standarden har lenge vært den ledende globale standarden mht. å definere nivåer for automatisert kjøring på veg. Innenfor ISO TC 204 Intelligent Transport systems er det nå satt i gang et arbeid med å gjøre denne SAE standarden til en ISO standard og neste versjon av SAE J3016 vil være denne ISO standarden.

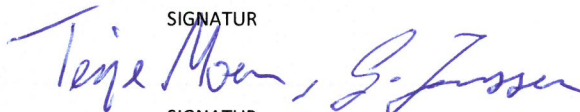
Hensikten med denne rapporten er å legge grunnlag for en bredere og felles forståelse blant norske transportmyndigheter, eksperter og interessenter mht. begrepet automatisert kjøring på veg. Videre er hensikten å legge et grunnlag for en norsk terminologi.

UTARBEIDET AV

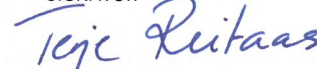
Trond Foss

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Terje Moen og Gunnar Jenssen

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Terje Reitaas

SIGNATUR**RAPPORTNR**

2017:00264

ISBN

978-82-14-06687-6

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

Versjon	Dato	Beskrivelse
0,9	2017-08-03	Første utkast for intern diskusjon og kvalitetssikring
0,95	2017-08-15	Andre utkast etter gjennomgang og diskusjon med Gunnar Jenssen og Terje Moen. Oversendt oppdragsgiver for kommentarer
1,0	2017-08-28	Endelig versjon med innarbeidete kommentarer fra oppdragsgiver og kvalitetssikrere

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	7
Summary	9
1 Innledning	11
2 Begreper og definisjoner	12
3 Konseptet	15
4 Brukeren	18
5 Føreroppgavene	20
5.1 Innledning	20
5.2 Føreroppgavene	21
5.3 Andre måter å beskrive føreroppgavene på	22
6 Andre parametere for klassifisering av automatisert kjøring	24
6.1 Reserveløsning for føreroppgavene	24
6.2 Funksjonelt virkeområde	24
7 Klassifisering av automatisert kjøring på veg	26
8 Ansvarsområder ved ulike automatiseringsnivå	28
8.1 Ansvarsområder på Nivå 0: Ingen automatisering	28
8.2 Ansvarsområder på Nivå 1: Førerassistanse	28
8.3 Ansvarsområder på Nivå 2: Delvis automatisering	29
8.4 Ansvarsområder på Nivå 3: Betinget automatisering	30
8.5 Ansvarsområder på Nivå 4: Høy grad av automatisering	31
8.6 Ansvarsområder på Nivå 5: Full automatisering	32
9 Overvåkning av fører og system	34
10 Oppsummering av klassifisering av nivå for automatisering	35
11 Begreper som ikke er anbefalt brukt	36
11.1 Innledning	36
11.2 Autonomt, selvkjørende, førerløse, ubemannet	36
11.3 Automatisert eller autonomt kjøretøy	37

12 Referanser..... 38

Forord

Denne rapporten beskriver konseptet, terminologien og klassifiseringen av systemer for automatisert kjøring med motorkjøretøyer på veg. Rapporten er i sin helhet basert på en internasjonal standard (SAE J3016:2016) som er utarbeidet av SAE International. Denne standarden har lenge vært den ledende globale standarden mht. å definere nivåer for automatisert kjøring på veg.

Hensikten med denne rapporten er å legge grunnlag for en bredere og felles forståelse blant norske transportmyndigheter, eksperter og interessenter mht. begrepet automatisert kjøring på veg. Videre er hensikten å legge et grunnlag for en norsk terminologi. Rapporten er utarbeidet etter oppdrag fra og fullfinansiert av Statens vegvesen Vegdirektoratet representert ved Erik Olsen og Bjørn Andreas Lund.

Rapporten er utarbeidet av Trond Foss tilknyttet SINTEF Teknologi og samfunn, avdeling Sikkerhet og mobilitet. Gunnar D. Jenssen og Terje Moen fra samme avdeling har bidratt med meget verdifulle innspill og kommentarer under veks i arbeidet. De har også kvalitetssikret rapporten.

Trondheim 28 august 2017


Terje Reitaas

Forskningsleder

Sammendrag

Denne rapporten beskriver konseptet, terminologien og klassifiseringen av systemer for automatisert kjøring med motorkjøretøyer på veg. Rapporten er i sin helhet basert på en internasjonal standard (SAE J3016:2016) som er utarbeidet av SAE International. Denne standarden har lenge vært den ledende globale standarden mht. å definere nivåer for automatisk kjøring på veg. Innenfor ISO TC 204 Intelligent Transport systems er det nå satt i gang et arbeid med å gjøre denne SAE standarden til en ISO standard og neste versjon av SAE J3016 vil være denne ISO standarden. Utviklingen av den nye ISO standarden vil skje gjennom et samarbeid mellom SAE International og ISO TC 204 ITS.

Hensikten med denne rapporten er å legge grunnlag for en bredere og felles forståelse blant norske transportmyndigheter, eksperter og interessenter mht. begrepet automatisert kjøring på veg. Videre er hensikten å legge et grunnlag for en norsk terminologi.

Automatisert kjøring på veg betyr at kjøretøyet er i stand til å kjøre på en veg på en effektiv og sikker måte med delvis eller helt uten hjelp av en fører. Dette er gjort mulig gjennom et samspill mellom føreren av kjøretøyet, et system for automatisert kjøring og kjøretøyet med sine andre kjøretøysystemer. Systemet for automatisert kjøring er på et konseptuelt nivå sett på som en egen enhet, men kan i virkeligheten være integrert i kjøretøyet sine øvrige systemkomponenter og programvare som i dette dokumentet er kalt Andre kjøretøysystemer. Ved kjøring uten noen form for automatisering vil føreren ha et sett med oppgaver som skal sikre fremføringen av kjøretøyet på vegen. Ved en automatisert kjøring vil settet med føreroppgaver fordeles mellom føreren og systemet for automatisert kjøring. Nivået for automatisert kjøring vil kunne variere mellom ingen automatisering til full automatisering. I SAE J3016 og i en kommende ISO standard (ISO/SAE NP PAS 22736) som bygger på SAE J3016:2016, er nivåene for automatisert kjøring delt inn i 6 områder fra 0 til 5. Nivå 0 er ingen automatisering og nivå 5 er full automatisering. Den automatiserte kjøringen klassifiseres ut i fra følgende forhold: 1) fordeling av føreroppgavene mellom fører og system for automatisert kjøring, 2) reserveløsning for føreroppgavene dersom systemet for automatisert kjøring ikke fungerer slik det skal og 3) krav til kjøretøyet sine omgivelser og infrastruktur, f.eks. om den automatiserte kjøringen bare kan foregå på områder som er stengt for annen trafikk eller om det bare kan foregå i hastigheter under 25 km/t.

Et kjøretøy som er utrustet for automatisk kjøring vil under en og samme tur kunne endre nivå for den automatiserte kjøringen. Den personen som sitter i det som er definert som et fører sete vil kunne endre nivået. Ytre omstendigheter gitt i virkeområdet for de ulike nivåene vil også kunne endre nivået. Tilsvarende vil personen i fører setet kunne ha ulike roller under en og samme tur avhengig av hvilket nivå som er satt for systemet for automatisk kjøring. Fellesbetegnelsen for disse ulike rollene er bruker av kjøretøyet. Brukeren som befinner seg i kjøretøyet vil være en fører når brukeren utfører en eller flere føreroppgaver, en reserveløsningsklar bruker som kan gripe inn og ta over føreroppgaver når det er behov for det og en passasjer når systemet for automatisk kjøring utfører alle føreroppgaver. Brukeren kan også oppholde seg utenfor kjøretøyet. En person som styrer en flåte av kjøretøyer med automatisert kjøring på nivå 4 og 5 vil være et eksempel på en slik bruker.

I SAE J3016 er *dynamic driver tasks* (DDT) et meget sentralt tema i forhold til å klassifisere systemer for automatisert kjøring. I denne rapporten er *dynamic driver tasks* omtalt som *føreroppgavene*. Det er disse oppgavene en fører av et kjøretøy fortløpende (derav begrepet dynamisk) må løse for å muliggjøre en sikker og effektiv fremføring av kjøretøyet på vegen. Føreroppgavene kan enten utføres av føreren alene, av systemet for automatisert kjøring eller som en deling mellom fører og system. På de tre høyeste nivåene av automatisert kjøring er det bare systemet for automatisert kjøring som utfører oppgavene. Føreroppgavene er nærmere beskrevet i kapittel 5.

Reserveløsning for føreroppgavene er en parameter som inngår i klassifiseringen av automatisert kjøring. En reserveløsning for føreroppgavene er i SAE J3016 definert som responsen fra en bruker eller fra et system for automatisert kjøring for enten å ta over den manglende funksjonen eller oppnå en minimal risiko situasjon dersom det inntreffer en systemfeil eller kjøretøyet kommer inn på veger som ikke tilfredsstiller kravene til systemet for automatisert kjøring. I SAE J3016 er det definert 3 ulike aktører som skal utføre reserveløsningene dersom det oppstår systemfeil: føreren (gjelder nivå 1 og 2), systemet for automatisk kjøring (gjelder nivå 4 og 5) og en bruker av kjøretøyet som etter forespørsel fra systemet kan ta over føreroppgavene helt eller delvis.

Et system for automatisert kjøring kan være utformet slik at det bare fungerer under spesielle forhold og gitte forutsetninger. Det funksjonelle virkeområdet (*operational design domain (ODD)*) er i SAE J3016 definert som de spesielle forholdene som er lagt til grunn i utformingen av et gitt system for automatisert kjøring eller dets egenskap(er). Det funksjonelle virkeområdet er også en parameter for klassifisering av automatisert kjøring. For nivå 0 (fører utfører alle føreroppgaver) og på nivå 5 (systemet for automatisk kjøring utfører alle føreroppgaver) er det ingen begrensninger mht. spesielle forhold og gitte forutsetninger.

Den automatiserte kjøringen er delt inn i 6 nivåer:

- *Nivå 0: Ingen automatisering* - Fører utfører alle føreroppgaver, men kan støttes av aktive sikkerhetssystemer
- *Nivå 1: Førerassistanse* - Systemet for automatisert kjøring utfører enten kontroll av kjøretøyet sidevegs eller i kjøreretningen gitt de gjeldende forutsetningene i det aktuelle funksjonelle virkeområdet. Føreren utfører resten av føreroppgavene, men kan støttes av aktive sikkerhetssystemer.
- *Nivå 2: Delvis automatisering* - Systemet for automatisert kjøring utfører kontroll av kjøretøyet sidevegs og i kjøreretningen gitt de gjeldende forutsetningene i det aktuelle funksjonelle virkeområdet. Føreren utfører resten av føreroppgavene, men kan støttes av aktive sikkerhetssystemer.
- *Nivå 3: Betinget automatisering* - Systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgaver gitt de gjeldende forutsetningene i det aktuelle virkeområdet. Bruker av kjøretøyet er klar til å ta over i en reserveløsning etter forespørsel fra systemet.
- *Nivå 4: Høy grad av automatisering* - Systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgaver og reserveløsning gitt de gjeldende forutsetningene i det aktuelle virkeområdet.
- *Nivå 5: Full automatisering* - Systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgaver og reserveløsning. Ingen begrensninger mht. virkeområde.

Overvåking av fører og system for automatisert kjøring er en viktig del av de mekanismene som skal sikre at den automatiske kjøringen er optimal mht. sikkerhet og funksjonalitet. I SAE J3016:2016 er overvåking (*monitor*) et generelt begrep som referer til et utvalg av funksjoner som involverer sanntids bruk av sensorer som kan registrere menneskelige og maskinrelaterte aktiviteter og prosessere innsamlet informasjon som igjen kan brukes til å styre/kontrollere kjøretøyet eller å støtte slik styring/kontroll. SAE J3016:2016 utdyper begrepet overvåking i fire sentrale og mer presise begreper som bør brukes når begrepet overvåking er for upresist: Overvåk føreren (førerovervåking), Overvåking av kjøretøyet funksjoner (kjøretøyovertvåking), Overvåking av systemet for automatisert kjøring (systemovervåking) og Overvåking av kjøretøyet omgivelser.

SAE J3016 har beskrevet noen begreper som standarden bevisst ikke har brukt, enten fordi de er upresise (og derfor villedende) og/eller fordi de ofte er misbrukt i forbindelse med Nivå 1 og 2 hvor systemet for automatisert kjøring ikke utfører alle føreroppgavene. Noen av de ikke anbefalte begrepene som er beskrevet i SAE J3016 er allerede i bruk i norske beskrivelser av automatisert kjøring. For eksempel er begrepet selvkjørende kjøretøy brukt i den norske loven om prøving av automatisert kjøring på veg. Loven har imidlertid definert begrepet selvkjørende kjøretøy til å være 'et kjøretøy som er utrustet med et teknisk system som automatisk fører kjøretøyet og som har kontroll over kjøringen'. Så lenge begrepet er definert for den sammenhengen det er brukt, bør det ikke være noe problem å bruke begrepet selvkjørende kjøretøy. Andre begreper som er nevnt er autonomt, førerløs og ubemannet og automatisert eller autonomt kjøretøy.

Summary

This report describes the concept, the terminology and the classification of systems for automated driving with road vehicles. The report is based in its entirety on an international standard (SAE J3016: 2016), prepared by SAE International. This standard has long been the leading global standard for defining levels of automated driving on roads. Within ISO TC 204 Intelligent Transport Systems, work is now underway to make this SAE standard an ISO standard and the next version of the SAE J3016 will be this ISO standard. The development of the new ISO standard will take place through a cooperation between SAE International and ISO TC 204 ITS.

The purpose of this report is to provide the basis for a wider and shared understanding among Norwegian transport authorities, experts and stakeholders regarding the concept of automated driving on roads. Furthermore, the intention is to provide the basis for a Norwegian terminology.

Automated driving means that the vehicle is able to drive on a road in an efficient and safe way with partial or no interaction by a driver. This has been done through cooperation between the driver of the vehicle, a driving automation system and the vehicle with its other vehicle systems. The driving automation system is at a conceptual level seen as a separate device, but can in fact be integrated into the vehicle's other system components and software, as referred to in this document as Other Vehicle Systems. When driving without any kind of automation, the driver will have a set of tasks to ensure the safe and efficient progress of the vehicle on the road. In automated driving, the set of driver tasks will be divided between the driver and the driving automation system. The automated driving level may vary between no automation and full automation. In the SAE J3016 and in an upcoming ISO standard (ISO / SAE NP PAS 22736) based on SAE J3016: 2016, the automated driving levels are divided into 6 areas from 0 to 5. Level 0 is no automation and level 5 is full automation. The automated driving is classified according to the following conditions: 1) distribution of driver tasks between the driver and the driving automation system, 2) fall-back solution for driver tasks if the driving automation system is not working properly and 3) requirements for the vehicle's surroundings and infrastructure, f. ex. if the automated driving can only take place in areas that are closed to other traffic or if it can only take place at speeds below 25 km / h.

A vehicle equipped for automated driving will change the level of automated driving during a single trip. The person sitting in what is defined as a driver's seat will be able to change the level. External circumstances given in the operational domain of the different levels will also be able to change the level. Similarly, the driver in the driver's seat could have different roles during one and the same trip depending on the level set for the automated driving system. The common name for these different roles is the *user* of the vehicle. The user in the vehicle will be a driver when the user performs one or more driver tasks, a fall-back ready user who can intervene and take over driver tasks when needed and a passenger when the driving automation system performs all driver tasks. The user can also stay outside of the vehicle. A person who controls a fleet of vehicles with automated driving at levels 4 and 5 will be an example of such a user.

In the SAE J3016, dynamic driver tasks (DDT) are a very central issue in classifying driving automation systems. These tasks are the tasks the driver of a vehicle continuously (hence the term dynamic) must solve to allow for safe and efficient progress of the vehicle on the road. Driver tasks can be performed either by the driver alone, by the driving automation system or as a driver/system sharing. At the top three levels of automated driving, only the driving automation system performs the tasks.

The fall-back solution for the driver tasks is a parameter that is included in the automated driving classification. A fall-back solution for the driver tasks is defined in SAE J3016 as the response of a user or from a driving automation system to either overcome the missing function or achieve a minimal risk situation in case of a system failure or the vehicle enters roads that do not meet the requirements for the driving automation system. In SAE J3016, 3 different actors are defined to perform the fall-back solutions if system failures arise: the driver (applies to levels 1 and 2), the driving automation system (applies to levels 4 and 5) and a user of the vehicle that, upon request of the system, can take over the driver's tasks in whole or in part.

A driving automation system can be designed to operate only under special conditions and given prerequisites. The operational design domain (ODD) in the SAE J3016 is defined as the special conditions that are used in the design of a given driving automation system or its feature (s). The operational design domain is also a parameter for automated driving classification. For level 0 (driver performs all driver tasks) and at level 5 (driving automation system performs all driver tasks) there are no limitations regarding special conditions or prerequisites.

The automated driving is divided into 6 levels:

- Level 0: No automation - Driver performs all driver tasks, but can be supported by active security systems
- Level 1: Driver assistance - The driving automation system performs either vehicle control sideways or in driving direction given the prerequisites in the current operational domain. The driver performs the rest of the driver tasks, but can be supported by active safety systems.
- Level 2: Partial driving automation - The driving automation system performs vehicle control sideways and in driving directions given the prerequisites in the current operational domain. The driver performs the rest of the driver tasks, but can be supported by active safety systems.
- Level 3: Conditional driving Automation - The driving automation system performs all driver tasks given the prerequisites in the current operational domain. The user of the vehicle is ready to take over in a fall-back situation at the request of the system.
- Level 4: High driving automation - The driving automation system performs all driver tasks and backup solution given the prerequisites in the current operational domain.
- Level 5: Full driving automation - The driving automation system performs all driver tasks and backup solutions. No restrictions regarding operational domain

Monitoring the driver and driving automation system is an important part of the mechanisms that will ensure that the automatic driving is optimal regarding safety, security and functionality. In SAE J3016: 2016, monitoring is a general term that refers to a range of functions involving real-time use of sensors that can detect human and machine-related activities and process collected information that can again be used to control the vehicle or to support such control. SAE J3016: 2016 elaborates on the concept of monitoring in four central and more precise terms that should be used when the concept of monitoring is too imprecise: Monitor the user, Monitor the driving environment, Monitor vehicle performance (for driving dynamic tasks performance-relevant system failures) and Monitor driving automation system performance.

The SAE J3016 has described some terms that the standard deliberately has not used either because they are imprecise (and therefore misleading) and / or because they are often misused for Level 1 and 2 where the driving automation system does not perform all driver tasks. Some of the non-recommended terms described in the SAE J3016 are already used in Norwegian descriptions of automated driving. For example, the term self-driving vehicles is used in the Norwegian law on testing of driving automation system. However, the law has defined the concept of self-driving vehicle to be 'a vehicle equipped with a technical system that automatically controls the vehicle and controls the drive'. As long as the term is defined for the context it is used, it should be no problem to use the term self-driving vehicle. Other terms mentioned are autonomous, driverless and unmanned and automated or autonomous vehicles.

1 Innledning

Denne rapporten beskriver konseptet, terminologien og klassifiseringen av systemer for automatisert kjøring med motorkjøretøyer på veg. Rapporten er i sin helhet basert på en internasjonal standard (SAE J3016:2016) som er utarbeidet av SAE International. Dette selskapet ble opprinnelig etablert som Society of Automotive Engineers (SAE). Selskapet er USA basert, men har mer enn 127.000 medlemmer over hele verden. Enkelpersoner (og ikke selskaper) kan bli medlem. Selskapet er meget aktiv innenfor bilindustrien og har blant annet ansvaret for standarden SAE J3016:2016 - Surface vehicle recommended practice – Taxonomy and Definitions for Terms related to driving automation system for on-road vehicles. Denne standarden har lenge vært den ledende globale standarden mht. å definere nivåer for automatisk kjøring på veg. Innenfor ISO TC 204 Intelligent Transport systems er det nå satt i gang et arbeid med å gjøre denne SAE standarden til en ISO standard og neste versjon av SAE J3016 vil være denne ISO standarden. Utviklingen av den nye ISO standarden vil skje gjennom et samarbeid mellom SAE International og ISO TC 205 ITS.

Hensikten med denne rapporten er å legge grunnlag for en bredere og felles forståelse blant norske transportmyndigheter, eksperter og interessenter mht. begrepet automatisert kjøring på veg. Videre er hensikten å legge et grunnlag for en norsk terminologi. Vi har fått en norsk lov som tillater prøving av automatisert kjøring på veg (Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøyer) og denne loven har definert norske begreper for de 6 ulike nivåene av automatisert kjøring på veg som er definert i SAE J3016. Disse norske begrepene er tatt inn og brukt i denne rapporten. Selve lovteksten inneholder imidlertid ingen detaljert beskrivelse av konseptet, terminologien og de ulike nivåene for systemer for automatisert kjøring. Denne rapporten beskriver disse punktene med utgangspunkt i SAE-standard. Det er lagt vekt på å finne enkle og forståelige begreper som kan brukes videre i norsk utvikling av transportsystemer som omfatter automatisk kjøring på veg. Denne rapporten har også et kapittel om begreper som en iht. SAE standarden bør unngå å bruke fordi de ikke er presise nok.

2 Begreper og definisjoner

De norske begrepene definert i Tabell 1 nedenfor er basert på taksonomi og definisjoner i (SAE J3016:14). I så stor utstrekning det er mulig, er det tatt hensyn til at de norske begrepene og definisjonene skal ligge så nært de begrepene og definisjonene som er brukt i SAE J3016. Som nevnt innledningsvis vil denne standarden erstattes av en ISO standard og det forventes ikke noen vesentlige endringer i og med at et hovedprinsipp i internasjonal standardisering er at standarder skal være bakover-kompatibel.

Tabell 1: Norske og engelske (SAE J3016) begreper og definisjoner

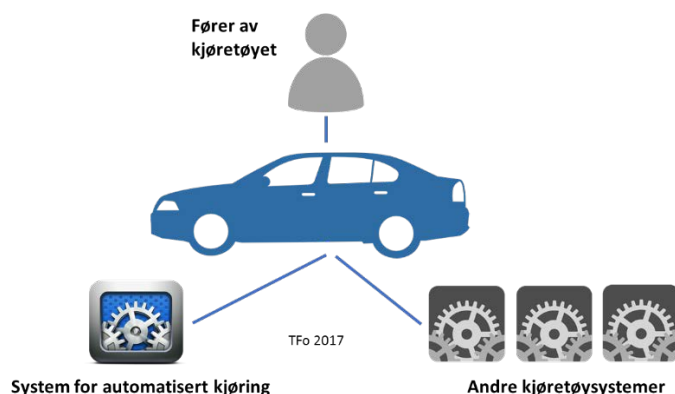
Norsk begrep	SAE term	Norsk definisjon
aktivt sikkerhetssystem	active safety system (SAE J3063:NOV2015)	kjøretøysystemer som registrerer og overvåker forholdene i og utenfor kjøretøyet i den hensikt å identifisere eksisterende og potensielle farer i forhold til kjøretøy, fører/passasjer og /eller andre trafikanter og automatisert gripe inn for å hindre eller redusere potensielle kollisjoner gjennom ulike metoder som varsling til fører, justeringer i kjøretøysystemet og/eller aktiv styring av kjøretøyets sub-systemer (bremses, gass, fjæring- og støtdempingssystem etc.)
automatisert kjøretøy	automated vehicle	<p>kjøretøy som har installert et system for automatisert kjøring på nivå 1 – 5</p> <p>NOTE 1: Begrepet automated vehicle er unngått brukt i SAE J3016 fordi man ønsker å fokusere på kjøringen og ikke på kjøretøyet og fordi begrepet ikke er entydig. Begrepet er tatt i bruk i Norge og er derfor inkludert i denne listen over definisjoner.</p> <p>NOTE 2: Begrepet bør ikke brukes uten at det presiseres hvilket nivå systemet for automatisert kjøring er designet og sertifisert for. I tillegg bør det presiseres hvilket nivå som er aktivert i den situasjonen eller omstendighetene det refereres til.</p>
bruker	user	<p>et generelt begrep for den menneskelige rollen i automatisert kjøring</p> <p>NOTE: Brukeren kan enten være fører, passasjer, bruker som er klar til å ta over føreroppgaver i en reserveløsning og flåtestyrer</p>
bruker klar for reserveløsning	(DDT) fallback-ready user	brukeren av et kjøretøy utstyrt for automatisk kjøring på nivå 3 hvor brukeren er i stand til å føre kjøretøyet og som er klar og villig til å ta over føreroppgaver dersom systemet etterspør slik overtakelse eller når det oppstår feil eller situasjoner som krever at brukeren tar over
detektering av og respons på objekter og hendelser	object and event detection and response (OEDR)	en undergruppe av føreroppgavene som inkluderer overvåking av kjøretøyets og kjøringens omgivelser (detektering, gjenkjenning, og klassifisering av objekter og hendelser) og gjennomføring av den nødvendige responsen til slike objekter og hendelser
funksjonelt virkeområde	operational design domain (ODD)	<p>de spesifikke forhold og betingelser som et gitt system for automatisert kjøring er designet til å fungere under</p> <p>NOTE:</p> <p>Eksempler på forhold og betingelser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maksimal hastighet • Geografi (geofencing)

Norsk begrep	SAE term	Norsk definisjon
		<ul style="list-style-type: none"> • Andre trafikanter på samme trafikkareal som det aktuelle kjøretøyet • Lys, vær og føreforhold
<i>fører</i>	<i>driver</i>	<p>bruker som i sanntid gjennomfører deler av eller alle føreroppgavene og/eller reserveløsning for et spesifikt kjøretøy</p> <p>NOTE: føreren kan enten befinne seg i kjøretøyet eller utenfor kjøretøyet (fjernstyring av kjøretøyet)</p>
<i>føreroppgavene</i>	<i>dynamic driving tasks (DDT)</i>	<p>alle sanntids operasjonelle og taktiske oppgaver som må løses for å føre et kjøretøy på veg på en effektiv og sikker måte.</p> <p>NOTE: strategiske funksjoner som ruteplanlegging og valg av start og mål og punkter mellom start og mål regnes ikke som en del av føreroppgavene i forhold til automatisert kjøring.</p>
<i>kontroll</i>	<i>control</i>	<p>de vedvarende aktivitetene som gjennomføres mht. sidevegs- og langsgående fremføring av kjøretøyet</p> <p>NOTE: SAE J3016 skiller mellom sidevegs kontroll av kjøretøyet (lateral vehicle motion control) og langsgående kontroll av kjøretøyet (longitudinal vehicle motion control). Dette skille brukes til å skille mellom Nivå 1 og 2. En fellesbetegnelse er <i>Basic vehicle motion control</i> kalt <i>Grunnleggende kjøretøykontroll</i> i denne rapporten. En fører vil f.eks. bruke ratt, bremsepedal, girpedal, girspake og gasspedal for å gjennomføre sidevegs- og langsgående kontroll av kjøretøyet. Et synonymt ord kan være føring, jfr. Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøyer.</p>
<i>minimal risiko tilstand</i>	<i>minimal risk condition</i>	<p>den tilstanden en bruker eller et system for automatisert kjøring kan sette et kjøretøy i etter å ha gjennomført en reserveløsning i den hensikt å redusere risikoen for en kollisjon når en automatisert kjøring ikke kan eller bør fortsette</p>
<i>overvåking</i>	<i>monitor</i>	<p>et generelt begrep som referer til et utvalg av funksjoner som involverer sanntids bruk av sensorer som kan registrere menneskelige og maskinrelaterte aktiviteter og prosessere innsamlet informasjon som igjen kan brukes til å styre/kontrollere kjøretøyet eller å støtte slik styring/kontroll</p>
<i>overvåking av systemet for automatisert kjøring (systemovervåking)</i>	<i>monitor driving automation system performance</i>	<p>aktiviteter og/eller automatiske rutiner som er utformet for å vurdere om systemet for automatisk kjøring utfører deler av eller alle føreroppgavene på en korrekt måte</p> <p>NOTE: På nivå 1 og 2 utfører føreren denne overvåkingen. På nivå 3 – 5 overvåker systemet selv hvordan føreroppgavene utføres av systemet.</p>
<i>overvåking av fører (førerovertvåking)</i>	<i>monitor the user</i>	<p>aktiviteter og/eller automatiske rutiner som er utformet for å vurdere om og i hvilken utstrekning føreren utfører de oppgavene som er tillagt han/hun</p> <p>NOTE: Her avviker det norske begrepet og definisjonen fra SAE J3016 i og med at rollen er spesifisert til å være føreren og ikke brukeren.</p>

Norsk begrep	SAE term	Norsk definisjon
Overvåkning av kjøretøyets funksjoner (kjøretøyovervåkning)	<i>monitor vehicle performance</i>	aktiviteter og/eller automatiske rutiner som utfører sanntids evaluering av de kjøretøyfunksjonene som kreves for å styre og kontrollere kjøretøyet
overvåkning av kjøretøyets omgivelser	<i>monitor the driving environment</i>	aktiviteter og/eller automatiske rutiner som utfører sanntids detektering, gjenkjenning, klassifisering, forberedelser til og respons på objekter og hendelser i kjøretøyets omgivelser i den hensikt å styre og kontrollere kjøretøyet
passasjer	<i>passenger</i>	en person som befinner seg i det aktuelle kjøretøyet og som ikke har noen rolle mht. kjøringen av kjøretøyet NOTE: føreren, som gjerne sitter i fører-setet, blir en passasjer ved automatisk kjøring på nivå 3 – 5. Føreren vil ved nivå 3 også kunne være en bruker som er klar for å ta føreroppgaver ved en reserveløsning.
reserveløsning for føreroppgaver	<i>dynamic driver tasks fallback</i>	responsen fra en fører/bruker eller fra et system for automatisert kjøring for enten å ta over manglende føreroppgave(r) eller å oppnå en minimal risiko situasjon dersom det inntreffer en systemfeil eller forutsetningene for den automatiske kjøringen ikke lenger er tilstede
system for automatisk kjøring	<i>driving automation system</i>	de systemkomponentene og programvaren som sammen kan utføre deler eller alle føreroppgavene på en vedvarende måte. NOTE: Begrepet 'system for automatisk kjøring' brukes for det systemet som kan utføre føreroppgavene på alle nivåer, dvs. Nivå 1 – 5. For Nivå 3 – 5 kalles dette systemet i SAE J3016 for Automated Driving System (ADS). Et tilsvarende norsk begrep ville blitt Automatisert kjøringssystem som er veldig likt System for automatisk kjøring. Av forenklingssyn, og for å unngå mange misforståelser, er derfor bruken av begrepet ADS dempet ned i denne rapporten.
systemfeil	<i>system failure</i>	en funksjonsfeil i systemet for automatisert kjøring og/eller andre systemer i kjøretøyet som hindrer systemet for automatisert kjøring å utføre førerfunksjoner (helt eller delvis) på en pålitelig måte

3 Konseptet

Automatisert kjøring på veg betyr at kjøretøyet er i stand til å kjøre på en veg på en effektiv og sikker måte med delvis eller helt uten hjelp av en fører. Dette er gjort mulig gjennom et samspill mellom føreren av kjøretøyet, et system for automatisert kjøring og kjøretøyet med sine andre kjøretøysystemer, se Figur 1. Systemet for automatisert kjøring er på et konseptuelt nivå sett på som en egen enhet, men kan i virkeligheten være integrert i kjøretøyet sine øvrige systemkomponenter og programvare som i figuren nedenfor er kalt Andre kjøretøysystemer.



Figur 1: Konseptfigur for automatisert kjøring på veg

Ved kjøring uten noen form for automatisering vil føreren ha et sett med oppgaver som skal sikre fremføringen av kjøretøyet på vegen. Eksempler på slike føreroppgaver er å kontrollere kjøretøyet sidevegs og i kjøreretning og å observere og håndtere uønskede hendelser. Med kontroll av kjøretøyet menes forenklet sett en styring av kjøretøyet retning og hastighet.

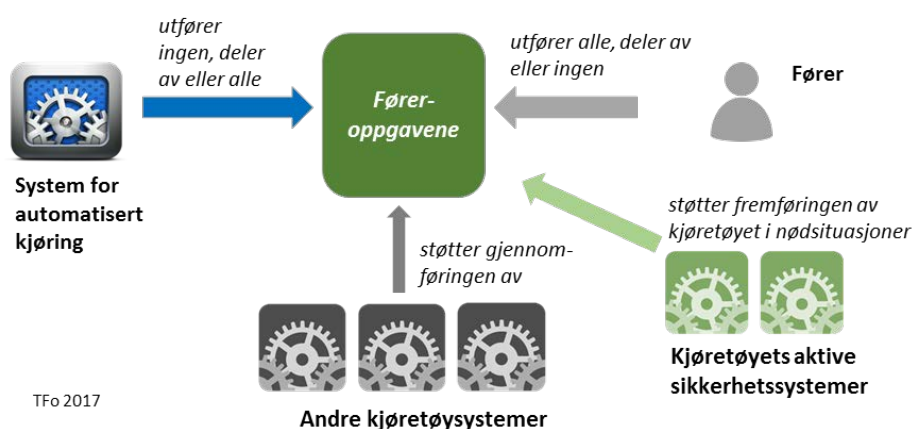
Ved en automatisert kjøring vil settet med føreroppgaver fordeles mellom føreren og systemet for automatisert kjøring, se Figur 2. Nivået for automatisert kjøring vil kunne variere mellom ingen automatisering til full automatisering. I SAE J3016 og i en kommende ISO standard (ISO/SAE NP PAS 22736) som bygger på SAE J3016:2016, er nivåene for automatisert kjøring delt inn i 6 områder fra 0 til 5. Nivå 0 er ingen automatisering og nivå 5 er full automatisering. De ulike nivåene er blant annet definert gjennom fordelingen av føreroppgavene på hhv. fører og system. På nivå 0 utfører føreren alle oppgavene, på nivå 1 og 2 er det en fordeling mellom fører og system og på nivå 3 – 5 utføres alle føreroppgaver av systemet for automatisk kjøring.



Figur 2: Føreroppgavene fordeles mellom fører og system for automatisert kjøring på veg

Aktive sikkerhetssystemer som f.eks. blokkeringsfrie bremses (ABS), elektronisk stabilitetskontroll (ESC) og spesielle sikkerhetssystemer som kjørefeltkontroll (lane keeping assistance), er ikke inkludert i system for automatisert kjøring. Disse sikkerhetssystemene trer bare i funksjon i spesielle (nød)situasjoner og er ikke en del av det som kan benevnes som automatisert kjøring som gjelder ved kjøring over et visst tidsrom eller strekning. Sikkerhetssystemene er støttesystemer som skal sikre bruker og kjøretøy i plutselige og uventede situasjoner.

Figur 3 viser hvordan de ulike systemene forholder seg til føreroppgavene. System for automatisert kjøring utfører ingen, deler av eller alle føreroppgavene avhengig av hvilket nivå systemet er klassifisert til og aktivert på. Brukeren utfører de oppgavene som systemet for automatisert kjøring *ikke* utfører. Kjøretøyets aktive sikkerhetssystemer støtter fremføringen av kjøretøyet på en sikker måte. Sikkerhetssystemene er som sagt uavhengig av den automatiserte kjøringen og aktiveres uavhengig av hvilket automatiseringsnivå kjøretøyet befinner seg på. Andre kjøretøysystemer støtter utførelsen av føreroppgavene, men støtten kan opptre på ulike måter avhengig av om det er brukeren eller systemet for automatisert kjøring som utfører den aktuelle føreroppgaven.



Figur 3: De ulike systemenes relasjoner i forhold til føreroppgavene

Den automatiserte kjøringen klassifiseres ut i fra følgende forhold:

- *Fordeling av føreroppgavene* mellom fører og system for automatisert kjøring. Her er det et viktig skille mellom de føreroppgavene som er knyttet til å kontrollere kjøretøyet sidevegs og i kjøreretningen og andre føreroppgaver. Føreroppgavene er beskrevet i kapittel 5.
- *Reserveløsning for føreroppgavene* dersom systemet for automatisert kjøring ikke fungerer slik det skal. Her kan føreren være en reserveløsning, men det kan også være et back-up system for systemet for automatisert kjøring. Reserveløsning er beskrevet i 6.1 Reserveløsning for føreroppgavene.
- *Krav til kjøretøyets omgivelser og infrastruktur*, f.eks. om den automatiserte kjøringen bare kan foregå på områder som er stengt for annen trafikk eller om det bare kan foregå i hastigheter under 25 km/t. Dersom den automatiserte kjøringen skal kunne klassifiseres på det høyeste nivået, dvs. Nivå 5, skal det ikke være noen krav til kjøretøyets omgivelser og infrastruktur. Med andre ord, systemet for automatisert kjøring skal kunne takle alle de forholdene en fører uten noen støttesystemer vanligvis skal kunne håndtere. Kravene til kjøretøyets omgivelser og infrastruktur (*funksjonelt virkeområde*) er beskrevet i 6.2 Funksjonelt virkeområde.

Klassifiseringen av automatiseringens nivå er nærmere beskrevet i kapittel 7.

Det kjøretøyet som har installert og aktivert et system for automatisk kjøring på nivå 3 – 5 kan føres frem under ulike forutsetninger. Kjøretøyet kan føres frem med fjernkontroll, dvs. at brukeren av kjøretøyet ikke befinner seg i kjøretøyet, men overvåker og/eller styrer/kontrollerer kjøretøyet ved hjelp av fjernkontroll (remote controlled). Kjøretøyet kan også fremføres helt autonomt, dvs. kjøretøyet kommuniserer ikke med noen andre objekter, personer eller systemer (autonomous). All informasjon som er nødvendig for en sikker og effektiv fremføring ligger lagret i kjøretøyet eller hentes inn i sanntid av kjøretøyets sensorer. Den siste måten er at kjøretøyet kommuniserer med sine omgivelser og får nødvendig informasjon fra transportinfrastrukturen og utstyr/systemer tilknyttet denne og sist, men ikke minst, informasjon hentet fra kjøretøyer i det aktuelle kjøretøyets omgivelser (cooperative). Fremføringen kan også gjerne skje gjennom en kombinasjon av to eller alle måtene beskrevet ovenfor.

I tillegg til det som SAE J3016 definerer som automatisert kjøring, har litteratur innenfor dette området omtalt at det kjøretøyet som har installert et system for automatisk kjøring på nivå 3-5, kan føres fram under ulike forutsetninger:

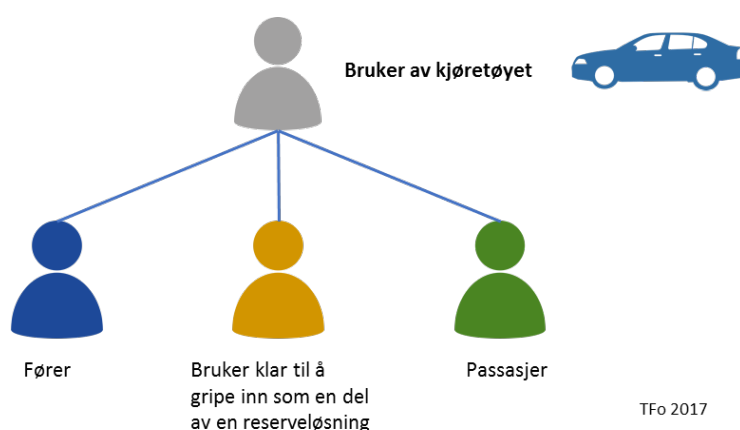
- **Fjernstyrt** – Føres fram med fjernkontroll, dvs. at brukeren av kjøretøyet ikke befinner seg i kjøretøyet, men overvåker og/eller styrer/kontrollerer kjøretøyet ved hjelp av fjernkontroll. Et eksempel på slik fjernstyring kan være ITS tjenesten Automatisk parkering (automated valet parking).
- **Autonomt** - Kjøretøyet kan også framføres helt autonomt, dvs. kjøretøyet kommuniserer ikke med noen andre objektet, personer eller systemer. All informasjon som er nødvendig for sikker og effektiv framføring ligger lagret i kjøretøyet eller hentes i sanntid av kjøretøyets sensorer. Autonomt er for øvrig et begrep som SAE J3016 ikke anbefaler brukt, jfr. kapittel 11.2.
- **Samvirkende** – kjøretøyet kommuniserer med sine omgivelser og får nødvendig informasjon fra transportinfrastrukturen og utstyr/systemer tilknyttet denne og sist, men ikke minst, informasjon innhentet fra kjøretøyer i det aktuelle kjøretøyets omgivelser (co-operative).

Framføringen kan også skje som en kombinasjon av to eller alle måtene beskrevet ovenfor.

4 Brukeren

Bruker befinner seg i kjøretøyet

Et kjøretøy som er utrustet for automatisk kjøring vil under en og samme tur kunne endre nivå for den automatiske kjøringen. Den personen som sitter i det som er definert som et fører sete vil kunne endre nivået. Ytre omstendigheter gitt i virkeområdet for de ulike nivåene vil også kunne endre nivået. Tilsvarende vil personen i fører setet kunne ha ulike roller under en og samme tur avhengig av hvilket nivå som er satt for systemet for automatisk kjøring, se Figur 4.



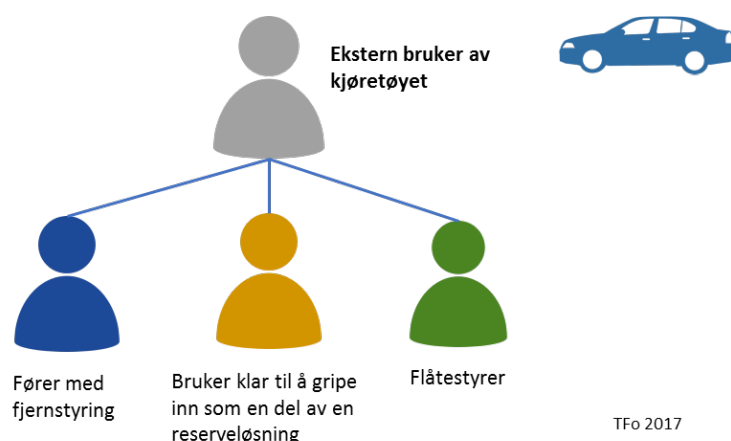
Figur 4: Brukeren i kjøretøyet kan ha ulike roller

Brukeren som befinner seg i kjøretøyet vil være:

- en *fører* når brukeren utfører en eller flere føreroppgaver, f.eks. kontroll av kjøretøyet sidevegs ved hjelp av ratt eller spake
- en *reserveløsningsklar bruker* som kan gripe inn og ta over føreroppgaver når det er behov for det, f.eks. å ta over en adaptiv cruisekontroll som ikke fungerer som den skal eller hvor hastigheten på trafikkstrømmen er så høy at den ligger utenfor virkeområdet til den adaptive cruisekontrollen.
- en *passasjer* når systemet for automatisk kjøring utfører alle føreroppgaver

Bruker befinner seg utenfor kjøretøyet (ekstern bruker)

Et kjøretøy som er utrustet for automatisk kjøring vil også kunne brukes av brukere som ikke befinner seg i kjøretøyet eller som ikke sitter i det som vanligvis kalles et fører sete. Et eksempel kan være en bruker som er gått ut av kjøretøyet og som aktiverer systemet for automatisk kjøring til å parkere kjøretøyet i nærheten av og eventuelt under oppsyn av bruker som ikke lenger befinner seg i kjøretøyet. Et annet eksempel kan være en flåtestyrer som via fjernkontroll kan aktivere systemet for automatisert kjøring i et kjøretøy etter å ha verifisert at kjøretøyet er klart for operasjonell drift og tilsvarende deaktivere når det er ønsket eller nødvendig. En person som styrer vareleveranser utført av kjøretøyer med system for automatisk kjøring innenfor en bedrift eller organisasjon, f.eks. et sykehus, kan være et eksempel på dette.



Figur 5: Ekstern bruker av kjøretøyet kan ha ulike roller

Den eksterne brukeren av kjøretøyet vil være:

- en *fører med fjernstyring* når brukeren utfører en eller flere føreroppgaver, f.eks. trådløs og fjernstyrt kontroll av kjøretøyet
- en *reserveløsningsklar bruker* som kan gripe inn og ta over føreroppgaver når det er behov for det, f.eks. å ta over for en parkeringsassistent dersom den oppstår problemer med systemet under parkering
- en *flåtestyrer* som overvåker og kontrollerer kjøretøyer med system for automatisk kjøring og som kan deaktivere/aktivere systemet når det er ønskelig eller behov for det. En aktør som opptrer som flåtestyrer kan også opptre som fører med fjernstyring, f.eks. å fjernstyre et kjøretøy med systemfeil som gjør at det ikke kan gjennomføre alle nødvendige føreroppgaver.

5 Føreroppgavene

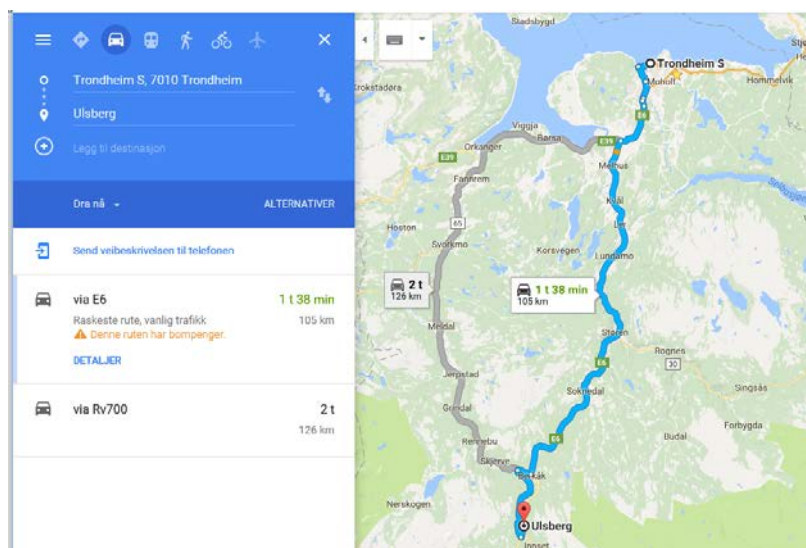
5.1 Innledning

I SAE J3016 er *dynamic driver tasks* (DDT) et meget sentralt tema i forhold til å klassifisere systemer for automatisert kjøring. I denne rapporten er *dynamic driver tasks* omtalt som *føreroppgavene*. Det er disse oppgavene en fører av et kjøretøy fortløpende (derav begrepet dynamisk) må løse for å muliggjøre en sikker og effektiv fremføring av kjøretøyet på vegen. Føreroppgavene kan enten utføres av føreren alene, av systemet for automatisert kjøring eller som en deling mellom fører og system. På de tre høyeste nivåene av automatisert kjøring er det bare systemet for automatisert kjøring som utfører oppgavene.

Med referanse til (Michon, J.A., 1985), beskriver SAE J3016 hvordan føring av et kjøretøy kan deles inn i tre hovedaktiviteter: strategiske, taktiske og operasjonelle aktiviteter. De tre typene er kort beskrevet nedenfor.

Strategiske aktiviteter har ikke noen direkte tilknytning til selve føringen av kjøretøyet. Strategiske aktiviteter omfatter vurderinger av om en reise skal gjennomføres, hvor reisen skal starte og ende, når reisen skal starte og ende, hvilke punkter i vegsystemet reisen skal innom og andre aktiviteter som skal skje under reisen, f.eks. hvilepauser. Disse aktivitetene foregår helst før kjøretøyet settes i bevegelse, men vil også i noen tilfeller skje under kjøringen hvis forutsetningene for reisen endrer seg vesentlig under vegs, f.eks. at en veg i den planlagte ruten plutselig blir stengt.

Strategiske aktiviteter vil alltid utføres av føreren eller andre som planlegger og vurderer reisen for føreren. Dette er en føreroppgave som derfor ikke vil utføres av systemer for automatisert kjøring og den er derfor ikke en aktuell parameter mht. klassifisering av systemer for automatisert kjøring. Føreren kan gjerne støtte seg til andre systemer mht. sin reiseplanlegging både før og under reisen, f.eks. Google maps og TomTom, se Figur 6. Disse systemene vil imidlertid ikke være en del av systemet for automatisert kjøring, jfr. SAE J3016.



Kilde: Google.no/maps

Figur 6: Eksempel på førerstøttesystem for strategiske aktiviteter

Taktiske aktiviteter omfatter fortløpende vurderinger av hvordan kjøretøyet bør manøvreres for at fremføringen av kjøretøyet blir effektiv og sikker. Eksempler på slike taktiske aktiviteter er å vurdere og bestemme seg for å gjennomføre en forbikjøring av et annet kjøretøy, velge felt på strekninger og i kryss, velge passende hastighet ut i fra tillatt hastighet og annen trafikk, overvåke trafikken rundt sitt eget kjøretøy og observere og planlegge respons på objekter i kjøretøyets forventede bane som kan skape uønskede hendelser, f.eks. kollisjon med et annet kjøretøy.

Også her kan andre systemer enn systemet for automatisert kjøring støtte føreren i de fortløpende vurderingene som føreren må ta. Eksempler på slike systemer er sikkerhetssystemer som bremses ned farten dersom avstanden til forankjørende kjøretøy blir for liten eller som varsler om objekter i førerens blindsoner og system som varsler føreren om for høy hastighet i forhold til vegens tillatte hastighet.

Operasjonelle aktiviteter omfatter fortløpende bruk av kjøretøyets utrustning for kontroll av kjøretøyet sidevegs og i kjøreretning. Det betyr vanligvis bruk av ratt (eller spake) for sidevegs kontroll og bremses og gasspedal for kontroll i kjøreretning. Slik kontroll av kjøretøyet kan f.eks. skje ved å holde plassen i en trafikkstrøm i et kjørefelt, skifte kjørefelt, kjøre forbi et annet kjøretøy, svinge av vegen inn på en annen veg eller gjennomføre en unnamanøver for å unngå et objekt i kjørebane eller et annet kjøretøy på kollisjonskurs.

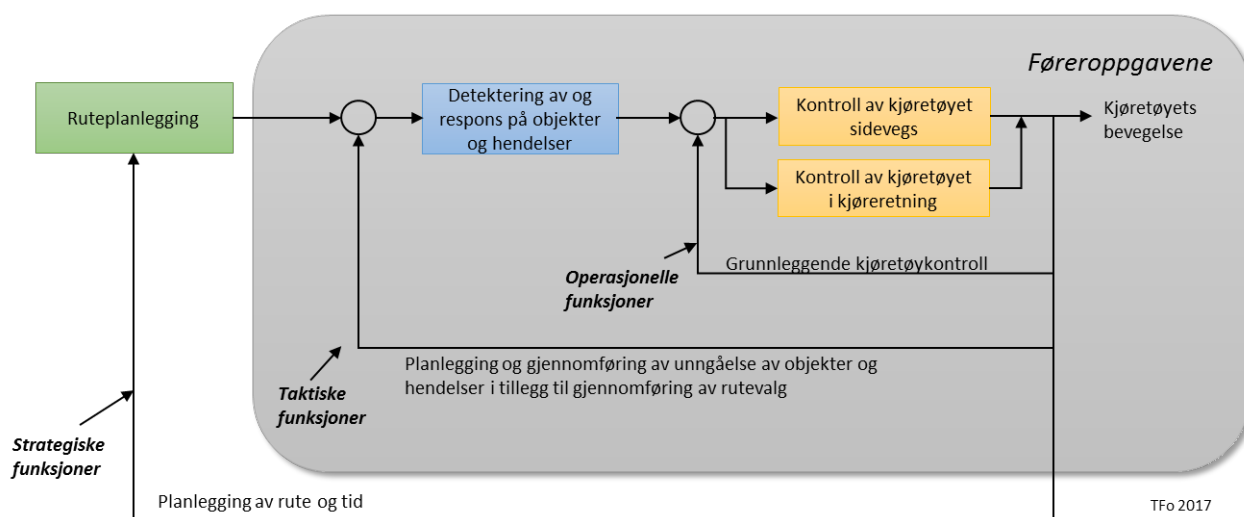
5.2 Føreroppgavene

I SAE J3016 er det definert 6 operasjonelle og taktiske funksjoner som er nødvendige for føring av et kjøretøy på veg. Disse 6 funksjonene er det som til sammen utgjør de fortløpende føreroppgavene (dynamic driver tasks) for automatisert kjøring på veg.

1. Kontroll av kjøretøyet sidevegs ved hjelp av styring (operasjonell)
2. Kontroll av kjøretøyet i kjøreretning ved hjelp av akselerasjon og bremsing (operasjonell)
3. Overvåking av kjøringens omgivelser og detektering av objekter og hendelser, gjenkjenning og klassifisering av objekter og hendelser og forberedelse til respons på objekt og hendelser (operasjonell og taktisk)
4. Gjennomføring av respons på objekter og hendelser (operasjonell og taktisk)
5. Planlegging av manøvrering av kjøretøyet (taktisk)
6. Øke kjøretøyets synlighet, dvs. gjøre andre trafikanter oppmerksom på kjøretøyets nærvær via lys, horn, bevegelser etc. (taktisk)

I SAE J3016 er funksjonene 3 og 4 slått sammen til Detektering av og respons på objekter og hendelser (Object and event detection and respons (OEDR)).

I SAE J3016 er føreroppgavene vist skjematisk. En norsk versjon av denne skjematiske fremstillingen er vist i Figur 7.



Figur 7: Skjematisk fremstilling av føreroppgavene

I klassifiseringen av automatisert kjøring er føreroppgavene i SAE J3016 delt inn i to områder: *Sustained lateral and longitudinal vehicle motion control* (norsk: Vedvarende sideveis og langsgående kontroll av kjøretøybevegelser) og *Object and event detection and response (OEDR)* (norsk: Detektering av og respons på objekter og hendelser).

Tabell 1 viser hvordan dette kan beskrives i norsk terminologi for automatisert kjøring. Dessverre er ikke SAE J3016:2016 helt konsistent mht. plassering av to av oppgavene, dvs. nr. 5 og 6 i listen over. Ut i fra Figur 7 kan det se ut som om disse ikke skal være med i det som i figuren er kalt Grunnleggende kjøretøykontroll (Basic vehicle motion control), men de er heller ikke nevnt som en del av Detektering av og respons på objekter og hendelser (OEDR). I tabellen nedenfor er de imidlertid inkludert i det som er kalt Detektering av og respons på objekter og hendelser. Dette er også det begrepet som er benyttet i senere avsnitt om klassifisering av automatisert kjøring. Det kan diskuteres om oppgave 5 Planlegging av manøvrering av kjøretøyet like gjerne kunne tilhørt gruppen kalt Grunnleggende kontroll, men oppgaven er ikke detaljert i SAE J3016 og det er derfor vanskelig å si om den hører hjemme i den ene eller andre gruppen.

Tabell 2: Samlebegreper for føreroppgaver

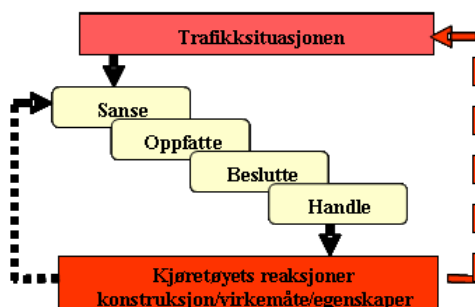
Funksjon		Opera- sjonell	Taktisk	Samlebegrep
1	Kontroll av kjøretøyet sidevegs ved hjelp av styring	X		Grunnleggende kontroll av kjøretøyet (SAE J3016: Sustained lateral and longitudinal vehicle motion control)
2	Kontroll av kjøretøyet i kjøreretning ved hjelp av akselerasjon og bremsing	X		
3	Overvåking av kjøringens omgivelser og detektering av objekter og hendelser, gjenkjenning og klassifisering av objekter og hendelser og forberedelse til respons på objekt og hendelser	X	X	Detektering av og respons på objekter og hendelser (SAE J3016: Object and event detection and response)
4	Gjennomføring av respons på objekter og hendelser	X	X	
5	Planlegging av manøvrering av kjøretøyet		X	
6	Øke kjøretøyets synlighet, dvs. gjøre andre trafikanter oppmerksom på kjøretøyets nærvær via lys, horn, bevegelser etc.		X	

5.3 Andre måter å beskrive føreroppgavene på

Det er flere måter å beskrive føreroppgavene på. I (Moe, D. et al., 2008) beskrives føreroppgavene som kjøreprosessen. Følgene er sitat fra denne rapporten:

Sitat:

Følgende momenter er viktig å presisere i modellen av kjøreprosessen:



- *Trafikksituasjonen* er den virkeligheten føreren befinner seg i. Situasjonen er ikke utenfor føreren og bilen. Begge er en del av situasjonen og i en kontinuerlig interaksjons og samhandlingsprosess med vegmiljøet og de andre trafikantene.
- *Sanseprosessen* innebærer å skaffe seg informasjonen gjennom sanseintrykk om situasjonen utenfor bilen, om bilens reaksjoner og informasjonen fra bilens instrumenter og andre forhold inne i bilen. Syn, hørsel, balanseorgan, ledd- og muskelsans, lukt, trykk, hudkontakt bidrar til å informere.
- *Oppfattelsen* består i å sortere alle sanseintrykkene og gi dem mening. Noen inntrykk er viktigere enn andre og får prioritet. Synssansen står i en særklasse som den viktigste. Gjennom en "situasjons- og avviksanalyse" danner føreren seg kontinuerlig et "bilde" av situasjonen og den videre utvikling.
- *Beslutningen* tas på basis av informasjonen fra situasjonen kombinert med førerens hensikter, kunnskapsnivå, forventninger og tilstand. Føreren må velge hvilken handling som skal iverksettes og aktivere muskelapparatet for gjennomføringen av de planlagte handlinger.
- *Handlingen* er førerens fysiske håndtering og manøvrering av kjøretøyet. Kvaliteten på utførelsen er helt vesentlig for resultatet. Flyt, tempo og presisjon er viktige kvalitetskriterier.
- *Kjøretøyets reaksjoner* er en konsekvens av førerens måte å betjene det på via betjeningsorganene. Hastighet, veggrep, kjøretøyets størrelse, tyngde, konstruksjon og virkemåte og generelt kjøreegenskaper er sentrale forhold.

Kjøretøyets reaksjoner er det som andre trafikanter registrerer. Bilens bevegelse, fartsnivå, fartsendringer, plassering, signalering etc., er de fysiske signalene som stimulerer og aktiverer andre trafikanters persepsjon (sanse-oppfatte). Pilen til høyre på modellen viser til denne sammenhengen. Samtidig må også føreren "kjenne og føle på" hvordan egen bil reagerer slik at han er i stand til å mestre kjøretøyet slik situasjonen krever (pil til venstre på modellen).

Sitat slutt

I det europeiske FoU prosjektet GADGET (Guarding Automobile Drivers through Guidance, Education and Technology) ble det utviklet en modell for føreropplæring. Denne modellen føyer til et nivå som lå over de tre nivåene som er beskrevet i 5.2. Denne modellen er beskrevet i (Håndbok V858:2004). I tillegg til de tre nivåene kalt Strategisk nivå, Taktisk nivå og Manøvreringsnivå, ble det innført et nytt nivå over disse tre. Dette nivået er i (Håndbok V858:2004) kalt Overordnet nivå. I originalmodellen i GADGET ble dette nivået kalt *Goals for life and skills for living*. Dette nivået inneholder ikke kjøreepgaver og kjøreadferd, men beskriver mer varige egenskaper hos bilføreren. Eksempler på slike egenskaper er personlighet, gruppetilhørighet, alder og lignende. Disse egenskapene kan ha innflytelse på hvordan føreren løser oppgavene og på kjøreadferden på lavere nivå.

6 Andre parametere for klassifisering av automatisert kjøring

6.1 Reserveløsning for føreroppgavene

Reserveløsning for føreroppgavene er en parameter som inngår i klassifiseringen av automatisert kjøring. En reserveløsning for føreroppgavene er i SAE J3016 definert som responsen fra en bruker eller fra et system for automatisert kjøring for enten å ta over den manglende funksjonen eller oppnå en minimal risiko situasjon dersom det inntreffer en systemfeil eller kjøretøyet kommer inn på veger som ikke tilfredsstiller kravene til systemet for automatisert kjøring. Et eksempel kan være at kjøretøyet kommer på en veg som mangler oppmerking av midtlinje og kantlinje. En systemfeil er definert som en funksjonsfeil i systemet for automatisert kjøring og/eller andre systemer i kjøretøyet som hindrer systemet for automatisert kjøring å utføre førerfunksjoner (helt eller delvis) på en pålitelig måte.

I SAE J3016 er det definert 3 ulike aktører som skal utføre reserveløsningene dersom det oppstår systemfeil:

- *Føreren* som kan ta over den aktuelle funksjonen som ikke lenger kan leveres av systemet for automatisert kjøring. Dette gjelder bare for de laveste nivåene av automatisert kjøring, dvs. Nivå 1 og 2.
- *Systemet for automatisert kjøring* kan også utføre reserveløsningen. Dette gjelder for de høyeste nivåene, dvs. Nivå 4 og 5.
- *En bruker av et kjøretøy* som er utrustet for og har aktivert full automatisert kjøring og som etter forespørsel fra kjøretøys systemer (inkl. det for automatisert styring) kan gripe inn og utføre reserveløsning. Under normal kjøring er brukeren å regne som en passasjer. Under spesielle omstendigheter og dersom brukeren er klar for det, kan brukeren fungere som fører for kjøretøyet og gjennomføre reserveløsningen. Dette gjelder for Nivå 3.

Reserveløsningen for føreroppgavene kan altså enten være å erstatte den funksjonen som systemet for automatisert kjøring ikke lenger kan levere eller å oppnå det som er kalt minimal risiko tilstand (*minimal risk condition*). I SAE J3016 er minimal risiko tilstand definert til å være den tilstanden en bruker eller et system for automatisert kjøring kan sette et kjøretøy i etter å ha gjennomført en reserveløsning i den hensikt å redusere risikoen for en kollisjon når en automatisert kjøring ikke kan eller bør fortsette. Et eksempel på en slik minimal risiko tilstand er at kjøretøyet stoppes og parkeres ved siden av vegen på en kontrollert måte som ikke skader kjøretøy eller passasjerer. Begrepet sikkerhetsløsning kan også benyttes om slik funksjonalitet.

6.2 Funksjonelt virkeområde

Et system for automatisert kjøring kan være utformet slik at det bare fungerer under spesielle forhold og gitte forutsetninger. Det funksjonelle virkeområdet (*operational design domain (ODD)*) er i SAE J3016 definert som de spesielle forholdene som er lagt til grunn i utformingen av et gitt system for automatisert kjøring eller dets egenskap(er). Det funksjonelle virkeområdet er også en parameter for klassifisering av automatisert kjøring. I klassifiseringen av automatiseringsnivå skilles det bare mellom Begrenset (*Limited*) og Ubegrenset (*Unlimited*). For nivå 0 og 5 er det ingen begrensninger, dvs. at både føreren og systemet for automatisert kjøring skal kunne fungere under alle tenkelige forhold.

Det er viktig at det funksjonelle virkeområdet beskrives når et gitt system klassifiseres. Et system kan klassifiseres til nivå 3, dvs. at systemet skal kunne utføre alle føreroppgaver. Dersom systemet bare kan utføre alle føreroppgavene i hastigheter under 30 km/t og i dagslys er det viktig at dette beskrives sammen med klassifiseringen.

Det er mange forhold som kan begrense det funksjonelle virkeområdet for et system for automatisert kjøring. Noen eksempler på slike begrensninger er beskrevet nedenfor:

- **Hastighet.** En vanlig begrensning på det funksjonelle virkeområdet er hastigheten som kjøretøyet beveger seg i. En parkeringsassistent kan f.eks. kreve at kjøretøyet ikke holder en hastighet enn mer 25 km/t mens

assistenten leter etter en stor nok luke å parkere i. Et annet eksempel kan være at systemet for nivå 2 (kontroll sidevegs og i kjøreretningen) av sikkerhetsmessige årsaker ikke fungerer i hastigheter over 100 km/t.

- **Trafikkmiljøet.** En annen begrensning kan være trafikkmiljøet som i denne sammenheng betyr sammensetning av ulike trafikanttyper på det arealet som den automatiserte kjøringen skal foregå. Automatisert kjøring i områder med mange fotgjengere og syklistene kan f.eks. være en spesiell utfordring som gjør at et kjøretøy som under andre omstendigheter kan være på Nivå 4 ikke får brukes i slike områder.
- **Veginfrastruktur.** Selve vegtypen og utformingen av denne kan også bety begrensninger for automatisert kjøring. Det kan f.eks. være at kjøringen bare kan foregå i dedikerte kjørefelt på flerfeltsveger eller at den bare kan foregå på egne veger som ikke er åpen for annen trafikk.
- **Digital infrastruktur.** Systemet for automatisert kjøring kan kreve spesiell digital infrastruktur og dette kan derfor være en begrensning. Eksempler på slik digital infrastruktur er Vegkant ITS-stasjoner eller at kjøretøyene er utrustet for kommunikasjon mellom kjøretøyene slik at kjøretøyene kan både sende ut og ta imot meldinger om kjøretøyenes posisjoner, hastighet o.l. (CAM – Cooperative Awareness Messages).
- **Geografi.** Automatisert kjøring kan være begrenset til et geografisk område. Et kjøretøy beregnet for automatisert kjøring på nivå 4 kan f.eks. bare brukes innenfor et avgrenset område, f.eks. et industriområde eller et universitetsområde. Denne begrensningen kan gjerne være kombinert med hastighetsbegrensning.
- **Geografiske informasjonssystemer (GIS).** Automatisert kjøring kan f.eks. begrenses til områder med spesielt gode og detaljerte geografiske informasjonssystemer, f.eks. spesiallagde kart for den ruten som kjøretøyet skal kjøre.
- **Vær- og føreforhold.** Systemet for automatisert kjøring kan ha begrensninger i forhold til vær- og føreforhold. Snøfall, vind og snødekket veg kan f.eks. være en stor utfordring for automatisert kjøring i og med at det vil være vanskelig å skille vegen fra omgivelsene rundt vegen.
- **Lysforhold.** Dersom systemet for automatisert kjøring er delvis basert på bildebehandling av vegen og omgivelsene rundt vegen, kan lysforholdene medvirke til at det er begrensninger som f.eks. at systemets beskrevne nivå bare gjelder under gode lysforhold som daglys eller godt veglys når det er mørkt.
- **Posisjonering.** Dersom den automatiserte kjøringen er delvis basert på bruk av GIS krever det også at kjøretøyet hele tiden har en meget god evne til å bestemme sin egen posisjon. Dette krever gjerne lokale forsterkninger i tillegg til satellittbaserte posisjoneringssystemer, f.eks. ved kjøring i tunneler eller i byområder med høy bebyggelse og fare for forstyrrelser på satellittsignaler.
- **Antall personer om bord i kjøretøyet.** Antall personer om bord i kjøretøyet kan også være en begrensning. Det kan for eksempel av sikkerhetsmessige årsaker være at antall personer ikke skal overstige et maksimum antall personer. Det kan også hende at den automatiserte kjøringen krever at det er minst en person som kan ta over som fører og gjennomføre reserveløsninger dersom det oppstår systemfeil, jfr. Nivå 3.
- **Skilting og oppmerking.** Skilting og oppmerking kan også være en begrensning. Oppmerking av midtlinje, feltlinje og kantlinje kan f.eks. være en forutsetning for automatisert kjøring på Nivå 2. Lesing av skilt langs vegen kan også være en forutsetning for alle nivåene.




















7 Klassifisering av automatisert kjøring på veg

Klassifiseringen av automatisert kjøring på veg er delt inn i seks nivåer fra Nivå 0: Ingen automatisering til Nivå 5: Full automatisering (Prop. 152L, 2016-2017). De systemene som støtter den automatiserte kjøringen på veg er klassifisert ut i fra følgende spørsmål:

- Utfører systemet for automatisert kjøring enten sidevegs kontroll av kjøretøyet eller kontroll av kjøretøyet i kjøreretning (jfr. funksjon 1 og 2 i 5.2 Føreroppgavene)?
- Utfører systemet for automatisert kjøring både (og samtidig) sidevegs kontroll av kjøretøyet og kontroll av kjøretøyet i kjøreretning?
- Utfører systemet for automatisert kjøring også de funksjonene som i Tabell 1 er kalt Detektering av og respons på objekter og hendelser?
- Utfører systemet for automatisert kjøring også reserveløsninger for føreroppgavene?
- Er systemet for automatisert kjøring begrenset gjennom sitt funksjonelle virkeområde?

I Tabell 2 på neste side er Nivåene 0 – 5 for automatisert kjøring beskrevet ved hjelp av svarene på de spørsmålene som er listet opp ovenfor.

Tabell 3: Nivå 0 - 5



Nivå 0 – 2: Fører utfører alle eller deler av føreroppgavene						
Nivå	Navn	Beskrivelse	Føreroppgaver		Reserve- løsning for fører- oppgavene	Funksjonelt virkeområde
			Grunn- leggende kontroll av kjøretøyet	Detektering av og respons på objekter og hendelser		
0	Ingen automatisering	Fører utfører alle føreroppgaver, men kan støttes av aktive sikkerhetssystemer	Fører 	Fører 	Fører 	Ubegrenset
1	Førerassistanse	Systemet for automatisert kjøring utfører enten kontroll av kjøretøyet sidevegs eller i kjøreretningen gitt de gjeldende forutsetningene i det aktuelle virkeområdet. Føreren utfører resten av føreroppgavene, men kan støttes av aktive sikkerhetssystemer.	Fører  og System 	Fører 	Fører 	Begrenset
2	Delvis automatisering	Systemet for automatisert kjøring utfører kontroll av kjøretøyet sidevegs og i kjøreretningen gitt de gjeldende forutsetningene i det aktuelle virkeområdet. Føreren utfører resten av føreroppgavene, men kan støttes av aktive sikkerhetssystemer.	System 	Fører 	Fører 	Begrenset
Nivå 3 – 5: Systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgavene						
3	Betinget automatisering	Systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgaver gitt de gjeldene forutsetningene i det aktuelle virkeområdet. Bruker av kjøretøyet er klar til å ta over i en reserveløsning etter forespørsel fra systemet.	System 	System 	Bruker  klar til å ta over som fører	Begrenset
4	Høy grad av automatisering	Systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgaver og reserveløsning gitt de gjeldene forutsetningene i det aktuelle virkeområdet.	System 	System 	System 	Begrenset
5	Full automatisering	Systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgaver og reserveløsning. Ingen begrensinger mht. virkeområde.	System 	System 	System 	Ubegrenset

8 Ansvarsområder ved ulike automatiseringsnivå

8.1 Ansvarsområder på Nivå 0: Ingen automatisering

Nivå 0 er definert som det nivået hvor brukeren av kjøretøyet utfører alle føreroppgavene. Det vil si at brukeren i dette tilfellet er føreren. Tabell 3 nedenfor viser de ulike ansvarsområdene for fører og for systemet for automatisert kjøring på Nivå 0.

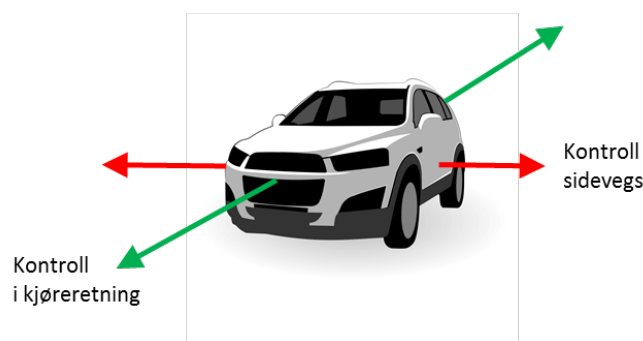
Tabell 4: Ansvarsområder på Nivå 0

Ansvarsområder ved Nivå 0: Ingen automatisering	
Fører 	System for automatisert kjøring 
<ul style="list-style-type: none"> Fører utfører alltid <i>alle</i> føreroppgaver 	<ul style="list-style-type: none"> Systemet for automatisert kjøring (dersom det finnes) utfører ingen deler av føreroppgavene. Andre systemer kan imidlertid støtte føreren ved utførelsen av føreroppgavene og aktive sikkerhetssystemer kan varsle og/eller håndtere nødsituasjoner.

8.2 Ansvarsområder på Nivå 1: Førerassistanse

Nivå 1 er definert som det nivået hvor systemet for automatisert kjøring utfører enten kontroll av kjøretøyet i sideretning eller i kjøreretning innenfor det funksjonelle virkeområdet som systemet er konfigurert for. Det forventes at brukeren, i dette tilfellet i rollen som fører, utfører alle andre føreroppgaver.



Nivå 1: Kontroll i kjøreretning eller sidevegs



Figur 8: Føreroppgaver utført av Systemet for automatisert kjøring på Nivå 1

Tabell 4 nedenfor viser de ulike ansvarsområdene for fører og for systemet for automatisert kjøring ved førerassistanse.

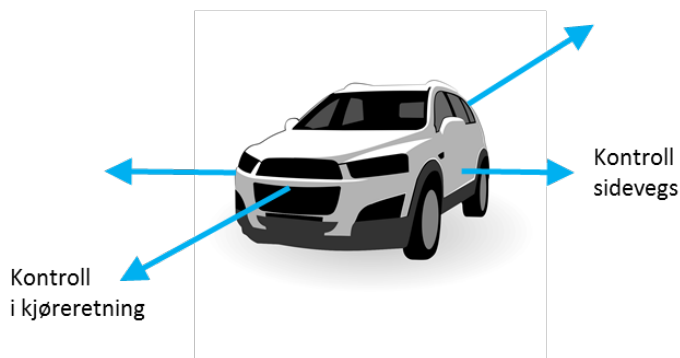
Tabell 5: Ansvarsområder på Nivå 1

Ansvarsområder ved Nivå 1: Førerassistanse	
Fører 	System for automatisert kjøring 
<ul style="list-style-type: none"> Utfører alltid de føreroppgavene som systemet for automatisert kjøring <i>ikke</i> utfører Overvåker systemet for automatisk kjøring og griper inn dersom nødvendig for at kjøringen skal være sikker og effektiv Bestemmer når systemet for automatisk kjøring skal koples inn eller ut. Kan umiddelbart utføre alle føreroppgavene dersom det er ønskelig eller nødvendig (reserveløsning) 	<ul style="list-style-type: none"> Systemet utfører enten kontroll av kjøretøyet i sidevegs retning eller kontroll av kjøretøyet i kjøreretningen. Systemet overlater umiddelbart kontrollen til fører ved førers forespørsel

8.3 Ansvarsområder på Nivå 2: Delvis automatisering

Nivå 2 er definert som det nivået hvor systemet for automatisert kjøring utfører kontroll av kjøretøyet både i sideretning og i kjøreretning innenfor det funksjonelle virkeområdet som systemet er konfigurert for. Det forventes at bruker, i dette tilfellet i rollen som fører, utfører alle andre føreroppgaver, dvs. Detektering av og respons på objekter og hendelser.



Nivå 2: Kontroll i kjøreretning og sidevegs



Figur 9: Føreroppgaver utført av Systemet for automatisert kjøring på Nivå 2

Tabell 5 nedenfor viser de ulike ansvarsområdene for bruker og for systemet for automatisert kjøring ved delvis automatisert kjøring.

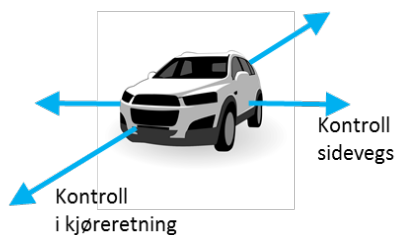
Tabell 6: Ansvarsområder på Nivå 2

Ansvarsområder ved Nivå 2: Delvis automatisering	
Fører 	System for automatisert kjøring 
<ul style="list-style-type: none"> • Bruker utfører alltid de føreroppgavene som systemet for automatisert kjøring <i>ikke</i> utfører • Overvåker systemet for automatisk kjøring og griper inn dersom nødvendig for at kjøringen skal være sikker og effektiv • Bestemmer når systemet for automatisk kjøring skal koples inn eller ut. • Kan umiddelbart utføre alle føreroppgavene dersom det er ønskelig eller nødvendig (reserveløsning) 	<ul style="list-style-type: none"> • Systemet utfører kontroll av kjøretøyet både i sidevegs retning og i kjøreretningen. • Systemet overlater umiddelbart kontrollen til bruker ved brukers forespørsel

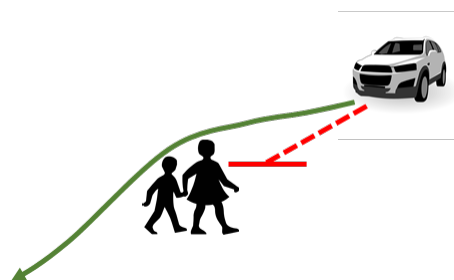
8.4 Ansvarsområder på Nivå 3: Betinget automatisering

Nivå 3 er definert som det nivået hvor systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgavene innenfor det virkeområdet som systemet er konfigurert for. Det forventes at brukeren av kjøretøyet kan overta som fører i en reserveløsning.

Grunnleggende kontroll av kjøretøyet





Detektering av og respons på hendelser



Figur 10: Føreroppgaver utført av Systemet for automatisert kjøring på Nivå 3

Tabell 6 nedenfor viser de ulike ansvarsområdene for bruker og for systemet for automatisert kjøring ved betinget automatisering.

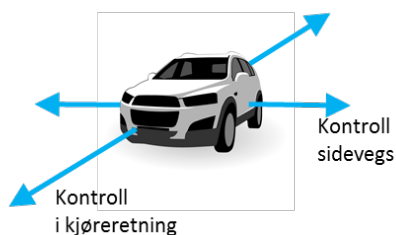
Tabell 7: Ansvarsområder på Nivå 3

Ansvarsområder ved Nivå 3: Betinget automatisering	
 Bruker	System for automatisert kjøring 
<p>Når systemet for automatisk kjøring <i>ikke</i> er i bruk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifiserer at systemet for automatisk kjøring er klar til bruk • Aktiverer systemet når det er ønskelig og forutsetningene for bruk er tilstede • Opptrer som fører i en reserveløsning for alle føreroppgaver <p>Når systemet for automatisk kjøring er i bruk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Er mottakelig for en forespørsel fra systemet for automatisk kjøring om å ta over føreroppgaver og gjennomfører slike oppgaver dersom nødvendig (reserveløsning) • Er mottakelig for en forespørsel fra andre kjøretøysystemer om å ta over føreroppgaver og gjennomfører slike oppgaver dersom nødvendig • Bestemmer om og hvordan en minimal risiko tilstand skal gjennomføres • Opptrer som fører av kjøretøyet når systemet for automatisk kjøring koples fra 	<p>Når systemet for automatisk kjøring <i>ikke</i> er i bruk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tillater bare aktivering av systemet når systemet er innenfor sitt virkeområde <p>Når systemet for automatisk kjøring er i bruk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utfører alle føreroppgaver • Bestemmer om virkeområdets grenser vil bli overskredet og sender i så fall i god tid en forespørsel til bruker om å ta over som reserveløsning • Overvåker andre kjøretøysystemer og sender en forespørsel til bruker om å ta over dersom det registreres feil i andre kjøretøysystemer som begrenser eller hindrer den automatiske kjøringen • Kopler seg fra en passende tid etter at forespørsel om brukers overtakelse er sendt • Systemet overlater umiddelbart kontrollen til bruker (fører) ved brukers forespørsel

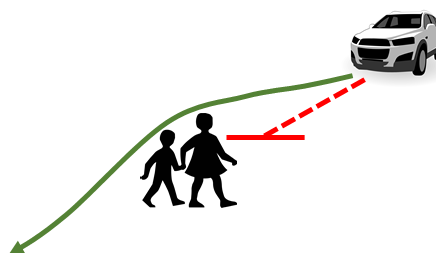
8.5 Ansvarsområder på Nivå 4: Høy grad av automatisering

Nivå 4 er definert som det nivået hvor systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgavene innenfor det funksjonelle virkeområdet som systemet er konfigurert for. Det forventes *ikke* at brukeren av kjøretøyet kan overta som fører i en reserveløsning, dvs. at systemet for automatisert kjøring har en egen reserveløsning som er uavhengig av brukers medvirkning.

Grunnleggende kontroll av kjøretøyet





Detektering av og respons på hendelser



Figur 11: Føreroppgaver utført av Systemet for automatisert kjøring på Nivå 4

Tabell 7 nedenfor viser de ulike ansvarsområdene for bruker og for systemet for automatisert kjøring ved høy grad av automatisering.

Tabell 8: Ansvarsområder på Nivå 4

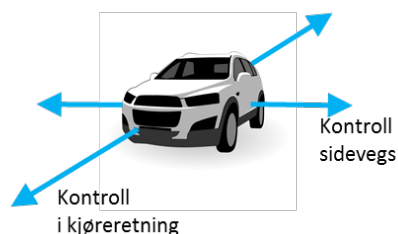
Ansvarsområder ved Nivå 4: Høy grad av automatisering	
 Bruker	System for automatisert kjøring 
<p>Når systemet for automatisk kjøring <i>ikke</i> er i bruk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifiserer at systemet for automatisk kjøring er klar til bruk • Aktiverer systemet når det er ønskelig og forutsetningene for bruk er tilstede <p>Når systemet for automatisk kjøring er i bruk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opptrer som passasjer uten noen oppgaver hverken med hensyn til føreroppgaver eller reserveløsninger • <u>Kan</u> etter en forespørsel fra systemet for automatisk kjøring gjennomføre en reserveløsning • <u>Kan</u> be systemet for automatisk kjøring kople fra og kan gjennomføre en minimal risiko tilstand etter at systemet er koplet fra • <u>Kan</u> overta som fører dersom systemet for automatisk kjøring ber om dette og passasjerer er kompetent til å føre kjøretøyet og kjøretøyet er utrustet for dette 	<p>Når systemet for automatisk kjøring <i>ikke</i> er i bruk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tillater bare aktivering av systemet for automatisk kjøring når systemet er innenfor sitt virkeområde <p>Når systemet for automatisk kjøring er i bruk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utfører alle føreroppgaver • <u>Kan</u> sende en rettidig forespørsel til bruker om å gripe inn • Gjennomfører en reserveløsning og overfører kjøretøyet i en minimal risiko tilstand når: <ul style="list-style-type: none"> ○ det inntreffer en systemfeil som påvirker gjennomføring av føreroppgaver ○ en bruker ikke responderer på en forespørsel om å gripe inn eller en bruker ber systemet for automatisk kjøring om å oppnå en minimal risiko situasjon • Kopler fra systemet for automatisk kjøring hvis nødvendig gitt at det har oppnådd en minimal risiko tilstand eller brukeren har tatt over føreroppgavene • Kan utsette en forespørsel fra brukeren om frakopling

8.6 Ansvarsområder på Nivå 5: Full automatisering

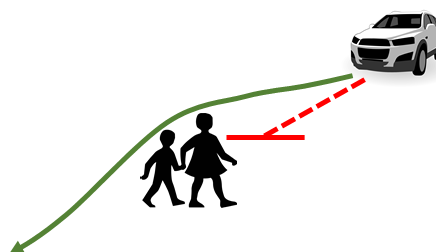
Nivå 5 er definert som det nivået hvor systemet for automatisert kjøring utfører alle føreroppgavene uten at det ligger noen begrensninger i det funksjonelle virkeområdet. Det forventes *ikke* at brukeren av kjøretøyet kan overta som fører i en reserveløsning, dvs. at systemet for automatisert kjøring har en egen reserveløsning som er uavhengig av brukers medvirkning.

Den eneste forskjellen på Nivå 4 og nivå 5 er at mens det på nivå 4 er gitt noen forutsetninger i det funksjonelle virkeområdet er det ingen forutsetninger i virkeområdet for nivå 5.

Grunnleggende kontroll av kjøretøyet





Detektering av og respons på hendelser



Figur 12: Føreroppgaver utført av Systemet for automatisert kjøring på Nivå 5

Tabell 8 nedenfor viser de ulike ansvarsområdene for fører og for systemet for automatisert kjøring ved høy grad av automatisering.

Tabell 9: Ansvarsområder på Nivå 5

Ansvarsområder ved Nivå 5: Høy grad av automatisering	
 Bruker	System for automatisert kjøring 
Når systemet for automatisk kjøring <i>ikke</i> er i bruk: <ul style="list-style-type: none"> Som for nivå 4 Når systemet for automatisk kjøring er i bruk: <ul style="list-style-type: none"> Som for nivå 4 	Når systemet for automatisk kjøring <i>ikke</i> er i bruk: <ul style="list-style-type: none"> Tillater aktivering av systemet for automatisk kjøring under alle de forholdene som kan håndteres av en fører Når systemet for automatisk kjøring er i bruk: <ul style="list-style-type: none"> Som for nivå 4

9 Overvåkning av fører og system

Overvåkning av fører og system for automatisert kjøring er en viktig del av de mekanismene som skal sikre at den automatiske kjøringen er optimal mht. sikkerhet og funksjonalitet. I SAE J3016:2016 er overvåking (*monitor*¹) et generelt begrep som referer til et utvalg av funksjoner som involverer sanntids bruk av sensorer som kan registrere menneskelige og maskinrelaterte aktiviteter, og prosessere innsamlet informasjon som igjen kan brukes til å styre/kontrollere kjøretøyet eller å støtte slik styring/kontroll.

SAE J3016:2016 utdyper begrepet overvåkning i fire sentrale og mer presise begreper som bør brukes når begrepet overvåkning er for upresist.

Overvåk føreren (førerovertvåkning)

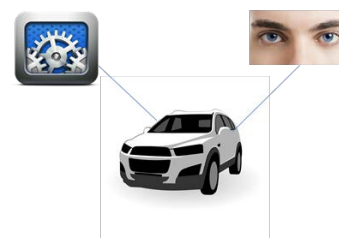
Overvåkning av føreren er definert til å være aktiviteter og/eller automatiske rutiner som er utformet for å vurdere om og i hvilken utstrekning føreren utfører de oppgavene som er tillagt han/hun. I følge SAE J3016:14 er overvåkning av føreren mest aktuelt på nivå 2 og 3. På nivå 2 skal føreren utføre alle føreroppgaver unntatt styring/kontroll sidevegs og i kjøreretning. På nivå 3 skal føreren være kompetent til og klar til å ta over i en reserveløsning dersom systemet for automatisert kjøring ikke fungerer som det skal. Overvåkningens primære oppgave er å passe på at føreren ikke misbruker systemet for automatisk kjøring, f.eks. ved å tro at systemet utfører andre føreroppgaver eller at føreren er uoppmerksom i lange perioder eller har sovnet.



driving.co.uk

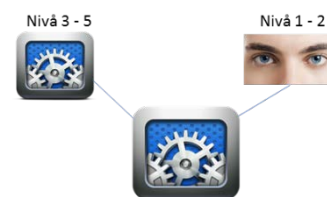
Overvåking av kjøretøyets funksjoner (kjøretøyovervåkning)

Overvåkning av kjøretøyets funksjoner er definert til å være aktiviteter og/eller automatiske rutiner som utfører sanntids evaluering av de kjøretøyfunksjonene som kreves for å styre og kontrollere kjøretøyet. Denne overvåkningen er det mest behov for på nivå 4 og 5 hvor den automatiske kjøringen er helt uavhengig av menneskelige aktiviteter eller inngripen. Den er imidlertid også aktuell på nivåene 1 – 3, men i litt mindre grad siden føreren forutsettes å følge med på hvordan systemet virker og hvordan kjøretøyet manøvreres i ulike situasjoner.



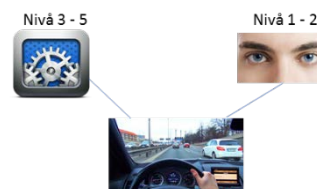
Overvåking av systemet for automatisert kjøring (systemovervåkning)

Overvåking systemet for automatisert kjøring er definert til å være aktiviteter og/eller automatiske rutiner som er utformet for å vurdere om systemet for automatisk kjøring utfører deler av eller alle føreroppgavene på en korrekt måte. På nivå 1 og 2 utfører føreren denne overvåkningen. På nivå 3 – 5 overvåker systemet selv hvordan føreroppgavene utføres av systemet.



Overvåkning av kjøretøyets omgivelser

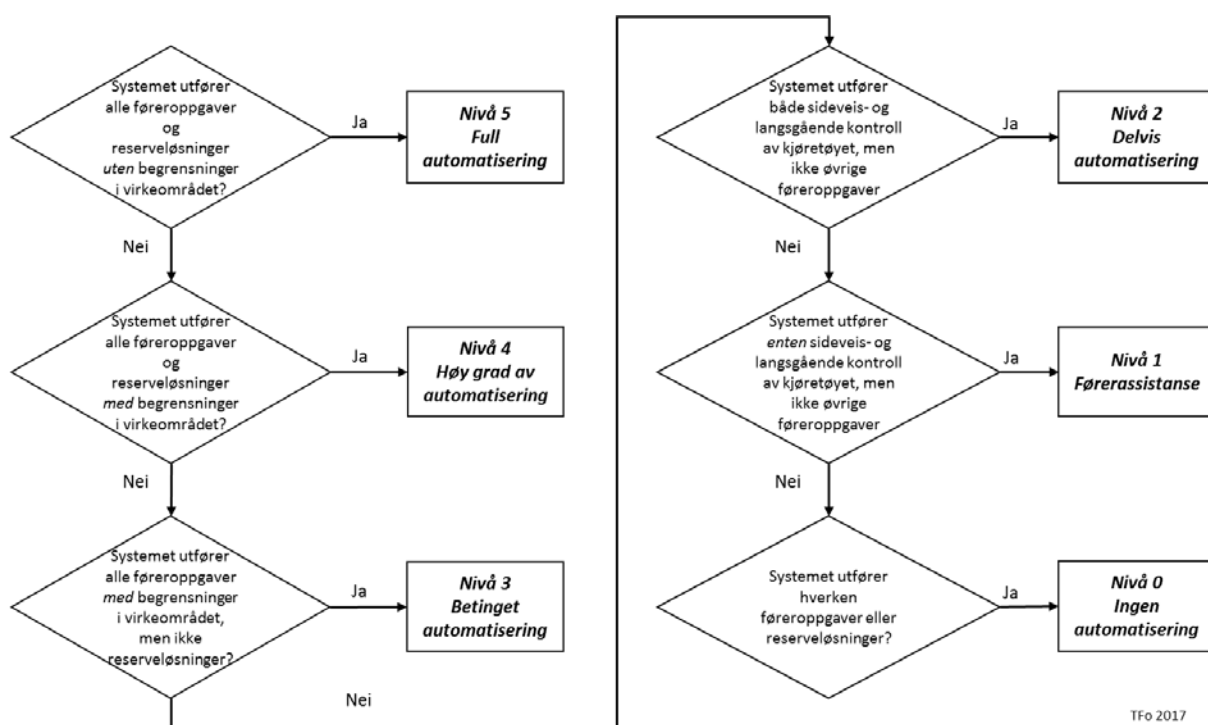
Overvåkning av kjøretøyets omgivelser er definert til å være aktiviteter og/eller automatiske rutiner som utfører sanntids detektering, gjenkjenning, klassifisering, forberedelser til og respons på objekter og hendelser i kjøretøyets omgivelser i den hensikt å styre og kontrollere kjøretøyet. Systemet for automatisk kjøring vil gjennomføre denne overvåkningen kontinuerlig. En fører vil også det aller meste av tiden ha øynene på vegen og dens omgivelser (både sidevegs og bakover), men vil også i meget korte perioder ha øynene på en passasjer ved siden av seg, på et trafikantinformasjonssystem, f.eks. et vegvisningssystem eller et multimedia display for å velge radiokanal, musikk eller et telefonnummer.



¹ A general term referencing a range of functions involving real-time human or machine sensing and processing of data used or to operate a vehicle or to support its operation.

10 Oppsummering av klassifisering av nivå for automatisering

SAE J3016 har beskrevet et forenklet flytskjema for å bestemme nivå på automatiseringen for et konkret tilfelle. En norsk versjon av dette skjemaet er vist nedenfor. Systemet betyr i denne sammenheng systemet for automatisk kjøring.



TFo 2017

Figur 13: Forenklet flytskjema for bestemmelse av nivå på automatisert kjøring

11 Begreper som ikke er anbefalt brukt

11.1 Innledning

SAE J3016 har beskrevet noen begreper som standarden bevisst ikke har brukt, enten fordi de er upresise (og derfor villledende) og/eller fordi de ofte er misbrukt i forbindelse med Nivå 1 og 2 hvor systemet for automatisert kjøring ikke utfører alle føreroppgavene. Noen av de ikke anbefalte begrepene som er beskrevet i SAE J3016 er allerede i bruk i norske beskrivelser av automatisert kjøring. For eksempel er begrepet selvkjørende kjøretøy brukt i den norske loven om prøving av automatisert kjøring på veg. Loven har imidlertid definert begrepet selvkjørende kjøretøy til å være 'et kjøretøy som er utrustet med et teknisk system som automatisk fører kjøretøyet og som har kontroll over kjøringen'. Så lenge begrepet er definert for den sammenhengen det er brukt i, bør det ikke være noe problem å bruke begrepet selvkjørende kjøretøy. I tråd med den terminologien som er foreslått i denne rapporten kunne en mulig definisjon som ikke er i konflikt med lovens definisjon være: 'Et selvkjørende kjøretøy er et kjøretøy som er utrustet med et system for automatisk kjøring som kan utføre alle føreroppgaver'. Det vil si at kjøretøyet er utrustet for automatisk kjøring på nivå 3 – 5. Lovens definisjon omtaler ikke reserveløsning og virkeområde og definisjonen er således litt upresis mht. om den automatiske kjøringen er på nivå 3, 4 eller 5. Det er en vesentlig forskjell på om kjøretøyet kan operere på nivå 3 som har begrensninger i virkeområdet og som krever en bruker som kan fungere som reserveløsning eller om det er på nivå 5 som tillater at kjøretøyet ikke har noen person om bord som kan opptre i en reserveløsning og som tillater at kjøretøyet kan brukes under de samme forholdene som et kjøretøy med fører.

Nedenfor er det beskrevet noen av de viktigste begrepene som SAE J3016 anbefaler å ikke bruke.

11.2 Autonomt, selvkjørende, førerløse, ubemannet

Autonomt

Dette begrepet har lenge vært brukt innenfor robotteknikk og kunstig intelligens for å beskrive systemer som har både mulighet og autoritet til å ta egne beslutninger. Etter hvert er betydningen og/eller bruken av begrepet utvidet til også å omfatte funksjonaliteten for hele systemer og på den måten blitt synonymt med automatisering. Autonomt betyr også at systemet kan operere selvstendig uten å kommunisere med andre objekter eller systemer. Dersom et kjøretøy utrustet med et system for automatisk kjøring kan utføre alle føreroppgaver uten å kommunisere med andre objekter eller systemer, kan det sies å være autonomt. I motsatt fall ville kjøretøyet heller være kooperativt enn autonomt. I noen sammenhenger er begrepet autonomt knyttet til nivå 5, mens det i andre sammenhenger er brukt for alle nivåene eller for nivåene fra 3 og oppover. På grunn av den egentlige definisjonen på autonomt og på grunn av den ulike bruken av begrepet autonomt, anbefaler SAE J3016 at begrepet unngås brukt i sammenheng med automatisk kjøring på veg.

Selvkjørende

Dette begrepet brukes på ulike måter avhengig av hva som legges i begrepet kjøring og fører. Det brukes om tilfeller hvor det ikke er noen fører tilstede, om tilfeller der det ikke er noen bruker som utfører noen føreroppgaver og om tilfeller der systemet for automatisk kjøring kan utføre en eller flere av føreroppgavene. Siden begrepet selvkjørende brukes i så mange forskjellige sammenhenger og har forskjellige betydninger, anbefaler SAE J3016 derfor at begrepet selvkjørende ikke benyttes.

Førerløs og ubemannet

Disse begrepene er ofte misbrukt for å beskrive et kjøretøy utstyrt med et system for automatisk kjøring på nivå 2 eller høyere. Fordi begrepet fører kan ha mange betydninger, kan begrepet førerløs være mer forvirrende enn avklarende. Begrepet ubemannet antyder fraværet av en person i kjøretøyet. Det kan også være villledende fordi det skiller ikke mellom et kjøretøy som er fjernstyrt av en person og et kjøretøy som er ført av et system for automatisk kjøring og hvor kjøretøy er bemannet, men ikke av personer som kan føre kjøretøyet.

11.3 Automatisert eller autonomt kjøretøy

SAE J3016 anbefaler at fokuset rettes mot kjøringen og ikke mot kjøretøyet slik at det er kjøringen som er automatisert og ikke kjøretøyet. Et automatisert kjøretøy kan bety så mye annet enn en automatisert kjøring og kan fort lede til misforståelser. Det kan også bli vanskelig å skille mellom et kjøretøy som kan føres av en bruker og et system for automatisert kjøring og et kjøretøy som konstruert for bare automatisert kjøring uten fører. Dersom begrepet automatisert kjøretøy benyttes, bør det alltid presiseres hvilket nivå kjøretøyet er sertifisert for og hvilket nivå som er eller har vært aktivert i den aktuelle perioden eller bruken det refereres til.

Et kjøretøy kan være utrustet for mange ulike nivåer av automatisert kjøring, men det er brukeren, tilgjengelige reserveløsninger og det funksjonelle virkeområdet som bestemmer hvilket nivå den automatiske kjøringen skal foregå på. Dersom ordet kjøretøy skal være med i beskrivelsen av egenskapene til et transportsystem med automatisert kjøring, er det derfor viktig at det presiseres hvilket nivå kjøretøyet er utstyrt for. Eksempelvis kan det uttrykkes som et kjøretøy utstyrt for automatisk kjøring på nivå 2. På samme måte er det viktig å beskrive hvilket nivå av automatisk kjøring som var aktivert, f.eks. ved en ulykke hvor et kjøretøy utrustet for automatisk kjøring er involvert. Selv om et kjøretøy er utrustet for Nivå 3 trenger ikke systemet ha vært aktivert når ulykken inntraff. Både bruker av kjøretøyet og virkeområde for nivå 3 kan ha koplet systemet ut og kjøringen kan ha foregått på nivå 0, dvs. full kontroll av fører.

12 Referanser

ISO/SAE NP PAS 22736	Intelligent transport systems -- Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles
Michon, J., 1985	Michon, J. (1985), <i>A critical view of driver behaviour models: What do we know, what should we do?</i> L.Evans & R.C. Scwing (Eds.) Human behaviour and traffic safety (pp 485 – 520) New York: Plenum Press
Prop. 152L, 2016-2017	<i>Prop. 152L, 2016 – 2017, Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy.</i> Samferdselsdepartementet, 2017
SAE J3016:2016	Surface vehicle recommended practice – <i>Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles</i> , SAE International, 2016
SAE J3063:2015)	Active Safety Systems Terms & Definitions, SAE International, 2015
Moe, D. et al, 2008	Moe, D., Engen, T. og Jenssen, G. <i>Utvikling av evalueringsmetodikk i WiseCar, del 1, litteraturstudie og kunnskapsstatus</i> , SINTEF rapport A7758, 2008
Håndbok V858:2004	<i>Håndbok V858 Ny føreropplæring 2005.</i> Statens vegvesen, 2004



Teknologi for et bedre samfunn
www.sintef.no