

Berggren, Ø. S. (2025). Automatisk kjøretøyteknologi; fortid, framtid og etikk. I S. Loeng & J. P. Wigum (Red.), *Profesjonsrettet høyere utdanning* (s. 201–220). Fagbokforlaget. DOI: <https://doi.org/10.55669/oa640809>

9

Automatisk kjøretøyteknologi; fortid, framtid og etikk

Øyvind Skjold Berggren¹

¹ Universitetet i Agder / Nord universitet

Sammendrag: Artikkelen utforsker historien og utviklingen av autonome kjøretøy, med vekt på militærets rolle i forskning og utvikling. Det nevnes at radiostyrte kjøretøy fantes allerede i 1921, og at tidligere forsøk ble gjort i 1912 med «Dog of War», et autonomt kjøretøy for militær bruk. DARPA's Grand Challenge-konkurranser fra 2004 til 2007 var sentrale for teknologiutviklingen. Artikkelen gjennomgår dagens nivåer for autonom kjøring (fra 0 til 5) og tar opp utfordringer som etiske dilemmaer, ansvarsfordeling ved ulykker og behovet for etisk programmering. Den diskuterer også de samfunnsmessige konsekvensene, som reduksjon av ulykker, økonomiske utfordringer, miljøfordeler, og spørsmålet om kunstig generell intelligens (KGI) er nødvendig for full autonomi på nivå 5.

Nøkkelord: autonomi, automatisk kjøretøyteknologi, J3016, etikk, kunstig intelligens

Abstract: The article explores the history and development of autonomous vehicles, emphasising the military's role in research and development. It mentions that radio-controlled vehicles existed as early as 1921, and that earlier attempts were made in 1912 with the "Dog of War", an autonomous vehicle for military use. DARPA's Grand Challenge competitions from 2004 to 2007 were central to the development of the technology. The article reviews the current levels of autonomous driving (from 0 to 5) and discusses challenges such as ethical dilemmas, responsibility for accidents and the need for ethical programming. It also discusses the societal consequences, such as accident reduction, economic challenges, environmental benefits, and the question of whether artificial general intelligence (AGI) is necessary for full autonomy at level 5.

Keywords: autonomy, automatic vehicle technology, J3016, ethics, artificial intelligence

Innledning

Dagens kjøretøypark blir stadig mer teknologisk avansert, og de fleste nye kjøretøy har ett eller flere systemer som helt eller delvis tar seg av deler av kjøreprosessen som tidligere ble utført av mennesker. Eksempler på slike systemer er konstantfartsholder eller cruise control, som regulerer hastigheten både i forhold til fartsgrenser og i forhold til annen trafikk (automatisk cruise control ACC), parkeringsassistenter som automatisk kan velge ut en parkeringsplass for så å manøvrere kjøretøyet inn i parkeringsplassen, og lane assist som sørger for at bilen holder seg stabilt i eget kjørefelt. Utviklingen går fort, og det kan se ut til at vi etter hvert vil ende opp med kjøretøy som ikke krever en menneskelig fører. Men når er det denne teknologien kommer, og er det nødvendig med kjøretøy som ikke trenger menneskelig involvering?

Automatiske kjøretøy defineres innen seks nivåer, 0 til 5, hvor nivå 5 er det som per nå er det høyeste tenkelige nivået. I denne artikkelen vil jeg se nærmere på følgende problemstilling: *Hvordan har utviklingen av automatiske kjøretøy fra begynnelsen til i dag vært, og hvilke mulige teknologiske fremskritt og etiske utfordringer kan vi forvente i fremtidens autonome kjøretøy?*

I artikkelen vil jeg se på den historiske utviklingen av teknologi som har ført frem til dagens automatiske kjøretøyteknologi, og se på noen av de etiske utfordringene en automatisk kjøretøypark vil kunne medføre, samt hvilke positive og negative effekter som kommer i kjølvannet av denne teknologien. Artikkelen baserer seg på eksisterende litteratur i form av bøker, rapporter og forskningsartikler. I tillegg er det hentet informasjon fra enkelte nettsteder, blant annet tesla.com og waymo.com.

For å forstå hva som definerer et automatisk kjøretøy, har jeg i starten av kapittelet også gitt et overblikk over de forskjellige nivåene innen automatisk kjøretøyteknologi som definert i standarden SAE J3016 utviklet av Society of Automotive Engineers. Jeg vil i artikkelen ikke konkludere med hva som er riktig eller galt, men heller forsøke å stimulere leseren til å reflektere over hvilke muligheter og hvilke utfordringer automatisk kjøretøyteknologi medfører for oss som enkeltindivider samt for samfunnet som helhet.

Historisk tilbakeblikk

Fra militær teknologi til allemannseie

Vi kan få inntrykk av at automatiske kjøretøy er en relativt ny oppfinnelse, men denne typen kjøretøy har vært et mål for bilprodusenter i mange år. I 1921 viste Radio Air Service, en gren av det amerikanske luftforsvaret, fram et radiostyrt kjøretøy. Kjøretøyet ble styrt med fjernstyring av en fører som befant seg i en lastebil som kjørte 30 meter bak (Mauer et al., 2016). Opprinnelsen til de automatiske kjøretøyene kommer fra militær forskning, på lik linje med både radar, LiDAR og GPS, som alle er militære teknologier og teknologier som benyttes i dagens kjøretøy.

Allerede i 1912 bygde oppfinnerne John Hammond Jr. og Benjamin Miessner et autonomt kjøretøy. Kjøretøyet, som var på størrelse med en mikrobølgeovn, bestod av en kasse med tre hjul. Elektrisk drevet, og med et par lys-sensitive selenium-foceller i front. Prinsippet var enkelt; når fotocellene ble utsatt for lys, styrte kjøretøyet seg selv i retning av lyset. Når begge fotocellene var utsatt for like mye lys, fortsatte kjøretøyet i lysets retning. Kjøretøyet, som fikk navnet *Dog of War*, var utviklet for militær bruk. Måten det ble brukt på, var å laste opp kjøretøyet med en eksplosiv ladning, sende kjøretøyet ut på slagmarken i mørket, og håpe på at det skulle bli oppdaget av fiendtlige vaktposter. Når fienden forsøkte å lyse det opp med en lommelykt eller et søkelys, ville kjøretøyet sikte seg inn mot lyskilden og fortsette ferden mot den (Lipson & Kurman, 2016, s. 90–91).

Det som kan være interessant å bite seg merke i med *Dog of War*, særlig med tanke på at dette kjøretøyet ble konstruert for godt over 100 år siden, er kjøretøyets evne til å styre seg selv mot et mål, og at algoritmen den benyttet, stort sett er den samme som i dag brukes i cruise control: Når hastigheten på kjøretøyet blir for lav, sprøytes mer drivstoff inn i motoren, og når hastigheten blir for høy, reduseres drivstofftilførselen.

Cruise control, eller konstantfartsholder, hadde sin første opptreden allerede ca. 1900. Den britiske bilprodusenten Wilson-Pilcher hadde en spake ved rattet som tillot føreren å låse motorhastigheten ved ønsket turtall (Bober, 2016). Det vi i dag kjenner som adaptiv cruise control, ble først introdusert av Mercedes-Benz i 1999. Systemet fikk navnet Distronic og baserte seg på radarteknologi. I 1886 ble fenomenet med at radiobølger reflekteres av objekter laget av metall, oppdaget av den tyske fysikeren Heinrich Rudolf Hertz

(DeGering, 2018, s. 17). Selv om Hertz selv ikke så noen praktisk nytteverdi av denne oppdagelsen, vet vi i dag at denne teknologien i stor grad bidro til de allierte styrkenes seier over aksemaktene under andre verdenskrig.

Hands free, feet free

Allerede i 1939 viste General Motors fram sin framtidvisjon med automatiserte motorveier hvor passasjerer skulle kunne nyte «hands-free, feet-free» kjøring i biler som ble radiostyrt, og ifølge General Motors skulle denne framtidvisjonen realiseres innen 1960 (Lipson & Kurman, 2016, s. 119). Akkurat hvordan denne teknologien skulle fungere, ble det derimot ikke opplyst om.

Dette skyldes et fenomen som kalles Da Vinci-problemet, hvor problemet ikke ligger i visjonen bak teknologien, men i det at teknologien som kreves for å realisere visjonen, ikke eksisterer enda (Lipson & Kurman, 2016, s. 119).

DARPA

Defense Advanced Research Project Agency (DARPA) er det amerikanske forsvarrets forskningsavdeling, opprettet i 1958 under navnet Advanced Research Projects Agency (ARPA) som et resultat av Sovjetunionens (USSR) oppskyting av satellitten Sputnik i 1957. DARPA står bak teknologi som blant annet GPS og Internett (darpa.mil, 2023).

I mars 2004 arrangerte DARPA en konkurranse ved navn Grand Challenge. Konkurransen gikk ut på å konstruere et kjøretøy som skulle kjøre en fastsatt løype som strakte seg 240 km gjennom Mojave-ørkenen i USA, og vinneren skulle motta en premie på \$ 1 000 000. Kjøretøyene skulle gjennomføre løypa helt på egen hånd, uten menneskelig involvering i selve kjøringen (darpa.mil, 2023). Bakgrunnen for konkurransen var å stimulere forskermiljøene til å satse mer på utvikling av teknologi til bruk i autonome kjøretøy som kunne benyttes i militær sammenheng.

I konkurransen som ble avholdt i 2004, var det ingen av de 15 deltagende lagene som klarte å fullføre løypa.

Dagen etter konkurransen annonserte DARPA at de ville arrangere en ny Grand Challenge. Den første utgaven hadde skapt et miljø blant deltakerne som var ivrige på å fortsette å utvikle teknologi for autonome kjøretøy. Halvannet år senere, i oktober 2005, ble den neste konkurransen avholdt.

Konseptet var det samme, men premiepotten til det vinnende laget var nå økt til \$ 2 000 000. Løypa, som strakte seg 212 km gjennom Southwest-ørkenen nær grensen mellom California og Nevada, ble denne gangen fullført av fem lag. Vinneren var Stanford Racing Team, som fullførte løypa på 6 timer og 53 minutter (darpa.mil, 2023).

I 2007 arrangerte DARPA Urban Challenge etter samme konsept som de to foregående Grand Challenge-konkurransene. Hovedforskjellen lå i at Urban Challenge foregikk i et urbant miljø på en nedlagt militærbase, til forskjell fra konkurransene i 2004 og 2005 som foregikk i ørken. Målet var å se hvordan teknologien håndterte bymiljø, slik som vegoppmerking, skilt, kryss etc. (darpa.mil, 2023).

Konkurransene la grunnlag for den teknologiske utviklingen innen automatisk kjøretøyteknologi, både innen utvikling av maskinvare og programvare. Stanford Racing Team, som vant konkurransen i 2005, hadde satset på utvikling av programvare og avansert kunstig intelligens samt maskinlæring i stedet for mer avansert maskinvare og sensorer.

Det kan derfor se ut til at den framtidige utviklingen av automatisk kjøretøyteknologi – og etter hvert autonome kjøretøy – vil baseres på kunstig intelligens.

SAE levels of automated driving

J3016

Society of Automotive Engineers (SAE) utarbeidet i 2014 det som i dag benyttes som standarden innen definisjon av automatisk kjøretøyteknologi. Standarden med navnet SAE J3016 er den samme som ISO/SAE PAS 22736. Standardene ble sist revidert i 2021 av en samarbeidsgruppe mellom SAE og ISO (International Organization for Standardization), primært for å gjøre den enklere å tolke riktig (SAE International/ISO, 2021).

Philip Koopman ved Carnegie Mellon University utarbeidet i 2021 en brukerguide til J3016 da selve standarden kan være utfordrende å tolke riktig (Koopman, 2021). Koopmans brukerguide gjør nivåene enklere å forstå, samt at han avliver en del myter om nivåene. Koopman presiserer blant annet at

det ikke finnes noe som heter nivå 2+ eller 2,5, men at et kjøretøy vil havne innen et av de definerte nivåene avhengig av teknologi. For å forstå innholdet i J3016 kan det være nyttig å lese Koopmans brukerguide.

De forskjellige nivåene

J3016 beskriver nivå innen automatisk kjøretøyteknologi, fra nivå 0 til nivå 5. Nivåene benyttes for å klassifisere et kjøretøy avhengig av hvilken automatisk kjøretøyteknologi kjøretøyet er i besittelse av.

I J3016 benyttes en del forkortelser som listet nedenfor:

- ACC Adaptive cruise control
- ADS Automated driving system
- DDT Dynamic driving task
- Fallback
 - Fallback vil si at føreren overtar DDT i situasjoner hvor noe går galt, enten ved at føreren selv oppdager at ADS feiler, eller at ADS sender en forespørsel til føreren om å overta kontroll. På nivå 4 og 5 utfører ADS selv Fallback.
- LKA Lane keeping assistance
- ODD Operational Design Domain
 - Operational Design Domain er mer enn bare et geografisk definert (geofencing) område. Det omfatter alle faktorer som må være til stede på veien eller i området for at ADS-en skal fungere som den skal. Det omfatter blant annet veibelysning, værforhold, tilstand på vegoppmerking, standard på veidekket etc. Det er også viktig å merke seg at J3016 er begrenset til å gjelde allment tilgjengelige veier og parkeringsområder, det vil si at «ubegrenset» ODD vil være begrenset av ovennevnte (Koopman, 2021). Se for øvrig punkt 8.7 i J3016.
- OEDR Object and event detection and response

Nivå 0 Ingen automatisert kjøring

Ingen førerassistanse, føreren utfører selv alle handlinger innen akselerasjon, styring og bremsing, selv om bilen er utstyrt med aktive sikkerhetssystemer som for eksempel parkeringssensorer.

Nivå 1 Førerassistanse

Kjøretøyet kan utføre førerens oppgaver i form av akselerasjon og bremsing, eller styring, men ikke begge deler samtidig. Eksempler på systemer kan være ACC eller LKA. Føreren tar seg av de øvrige oppgavene innen DDT.

Nivå 2 Delvis automatisert kjøring

Kjøretøyet utfører alle oppgaver innen DDT, slik som akselerasjon, styring og bremsing, basert på informasjon fra kjøretøyets sensorer i form av blant annet radar, kamera og LiDAR. Føreren av kjøretøyet overvåker systemene og tar seg av øvrig OEDR.

Nivå 3 Betinget automatisk kjøring

ADS utfører alle oppgaver innen DDT. Føreren av kjøretøyet er i beredskap i tilfelle ADS sender en forespørsel til føreren om å overta kontrollen i en Fallback-situasjon.

Nivå 4 Omfattende automatisk kjøring

ADS utfører alle oppgaver innen DDT. ADS utfører også DDT ved Fallback, uten at det forventes at en menneskelig fører griper inn.

Nivå 5 Ubetinget full automatisk kjøring

ADS utfører alle oppgaver innen DDT. ADS utfører også DDT ved Fallback, uten at det forventes at en menneskelig fører griper inn. ODD er ubegrenset (SAE International/ISO, 2021).

Begrepet «Advanced Driver Assistance Systems» (ADAS) benyttes ikke i J3016 av den grunn at det er et samlebegrep på flere forskjellige systemer og derfor blir for upresist å benytte i et slikt dokument (SAE International/ISO, 2021).

I 2023 har flere av bilprodusentene kjøretøy som faller inn under nivå 2 innen automatisk kjøring. Tesla, som er et av selskapene som satser stort innen automatisk kjøring, har systemene Tesla Autopilot, Enhanced Autopilot og Full Self-Driving Capability, men presiserer at samtlige utgaver av autopiloten krever at sjåføren følger med og er klar til å overta kontrollen, og at ingen av disse utgavene gjør kjøretøyet autonomt (Tesla, 2023). Med andre ord vil Full Self-Driving Capability falle inn under nivå 3.

For å finne kjøretøy som opererer på nivå 4, kan vi se på Waymo (tidligere Google self-driving car project), som har lisens til å drive persontransport med førerløse kjøretøy blant annet i San Francisco, Austin, Los Angeles og Phoenix (Waymo, 2023). Waymo opererer innen et avgrenset ODD i ovennevnte byer.

Foreløpig har vi ingen kjøretøy som opererer på nivå 5. Teknologien som skal til for å defineres som nivå 5, må ifølge J3016 være i stand til å operere et kjøretøy i de områdene og under de forholdene det må kunne forventes at en erfaren menneskelig sjåfør skal kunne kjøre. Spørsmålet er om et slikt kjøretøy krever en eller annen form for kunstig generell intelligens (KGI). Med KGI menes en kunstig intelligens som ikke bare fungerer som et resultat av avanserte algoritmer, men som evner å tilpasse seg det regelverket som til enhver tid er gjeldende innenfor det området den kunstige intelligensen skal fungere i. Vi har i dag ingen systemer som fungerer med KGI, av den enkle grunn at ingen så langt har klart å lage den (Bøhn, 2022, s. 110).

Har vi her møtt på et nytt Da Vinci-problem? Tanken på hvordan denne teknologien skal fungere er på plass, men vi mangler programvaren som skal til for å realisere den. Det kan derfor se ut til at vi fortsatt må vente med kjøretøy som defineres innen nivå 5, hvis det da ikke finnes andre måter å komme dit på. Men hva skulle det i så fall være?

Etiske utfordringer

The Trolley Dilemma

For å prøve å forstå hva som eventuelt kreves av et kjøretøy på nivå 5, kan vi starte med å se på et klassisk filosofisk dilemma kjent under navnet *The Trolley Dilemma*. The Trolley Dilemma handler om etikk og moral. En løpsk skinnegående vogn ruller mot en sporveksler. Vi kan ikke stoppe vognen, men vi har muligheten til å styre vognen inn på et av to mulige spor. På det ene sporet er det fem personer, på det andre sporet er det én person. Uansett hvilket spor vi styrer vognen inn på, vil menneskeliv gå tapt. I en slik situasjon blir vi stilt overfor et valg som er særdeles vanskelig å ta. Hvis et automatisk kjøretøy skal kunne operere i et ubegrenset ODD, bør det ha kapasitet til å håndtere The Trolley Dilemma på lik linje med en menneskelig fører.

Å programmere etikk og moral inn i et datasystem og gjøre det til en moralsk aktør på lik linje med et menneske kan virke som science fiction, men det finnes forskere som mener dette skal kunne la seg gjøre. Michael og Susan Anderson (2011), som har skrevet boken *Machine Ethics*, mener det skal være mulig å programmere inn etiske regler som lar en kunstig intelligens selvstendig resonnerer seg fram til hva som er moralsk riktig å gjøre i en gitt situasjon (Coeckelbergh, 2022, s. 121).

Robotforskeren Alan Winfield mener også det skal være mulig å lage moralske maskiner som selvstendig kan avgjøre hvilken atferd som er riktig, og baserer dette på Isaac Asimovs 1. robot-lov som sier at en robot ikke skal skade et menneske, og heller ikke la et menneske komme til skade (Coeckelbergh, 2022, s. 121).

Ansvarsforhold

Utfordringen med å overlate avgjørelsen til en kunstig intelligens, bringer oss dermed inn på et nytt dilemma: ansvarsforhold. Hvem skal stå til ansvar for de avgjørelsene et automatisk kjøretøy tar?

Det finnes flere eksempler på situasjoner hvor bilers automatiske teknologi har forårsaket dødsulykker. I Sintefs rapport om trafikksikkerhet for automatiserte kjøretøy (Jenssen & Moen, 2020) omtales noen ulykker med biler av merket Tesla. I 2016 rapporteres den første dødsulykken som involverer Teslas autopilot. En Tesla av modell X kolliderer med en stillestående feiebil.

I dette tilfellet antas det at Teslaens autopilot ikke har gjenkjent objektet som et stillestående kjøretøy før det var så nærme at Teslaen ikke rakk å bremse. Samme år ble det også rapportert inn en dødsulykke med en Tesla i Florida, hvor Teslaens kamerasystem ble satt ut av spill som resultat av blending fra tilhengeren på et vogntog, samtidig som Teslaens radarsystem oppfattet åpningen under tilhengeren som fri vei (Jenssen & Moen, 2020).

I mars 2018 kjørte en selvkjørende Uber på og drepte en fotgjenger som krysset vegen. Fotgjengeren krysset vegen utenfor gangfeltet, og bilen (i dette tilfellet en SUV av merket Volvo) klarte ikke å registrere fotgjengeren som en person. Det var en operatør til stede i kjøretøyet, men når ulykken skjedde, var bilen i autonom modus (NTSB, 2019). I dette tilfellet blir flere faktorer listet opp som årsak til ulykken, men det konkluderes med menneskelig svikt i kombinasjon med manglende sikkerhetssystemer. Uber hadde deaktivert flere av Volvos egne sikkerhetssystemer i forbindelse med testingen (NTSB, 2019), og Volvo bør derfor kun sees på som en leverandør av en plattform som Uber har utstyrt med sin egen teknologi.

Hvis vi tenker oss at dette kjøretøyet var godkjent for bruk og ferdig med testfasen (på nivå 4, men ansvarsproblematikken vil være den samme som på nivå 5), ligger da ansvaret hos den menneskelige operatøren i kjøretøyet, eieren av kjøretøyet (Uber), produsenten av kjøretøyet (Volvo, forutsatt at Volvo hadde levert et komplett bruksklart kjøretøy), eller hos myndighetene som har godkjent bruken av slike kjøretøy (i Uber-tilfellet staten Arizona)?

På nivå 5 er det ingen fører til stede, ingen begrensning i ODD, og ingen krav om fjernstyrt Fallback. Et kjøretøy på nivå 5 – og nivå 4 for den saks skyld – vil sannsynligvis ikke være eid av en vanlig forbruker, iallfall ikke i startfasen, men heller av et selskap (slik som Waymo eller Uber) eller av myndighetene i det området kjøretøyet opererer. Det er dog ikke utenkelig, etter hvert som teknologien utvikles og blir bedre og tryggere i bruk, at disse kjøretøyene finner veien inn på forbrukermarkedet på lik linje med dagens bilmodeller.

Corner Cases

Hvis vi klarer å lage et kjøretøy som håndterer de etiske og moralske utfordringene *The Trolley Dilemma* bringer med seg, vil kanskje den neste naturlige utfordringen bli å se på hvordan vi skal få et kjøretøy til å håndtere de uforutsette hendelsene som kan oppstå mens vi kjører. Denne typen hendelser

kalles *Corner Cases* (Lipson & Kurman, 2016, s. 16) og kan bestå av en bil fra venstre som ikke overholder vikeplikten, en fotgjenger som plutselig springer over veien, eller en hvilken som helst annen uforutsett hendelse.

Som menneskelig bilfører har vi et regelverk som tar høyde for de situasjonene som ikke kan reguleres med en spesifikk regel. Med spesifikk regel menes her en regel som regulerer atferd i en gitt situasjon, eksempelvis vikepliktsbestemmelsen som pålegger oss å vike for kjøretøy som kommer inn på vår høyre side.

Corner cases vil i så måte bli regulert gjennom blant annet Vegtrafikklovens §§ 3 og 6, som pålegger oss å opptre hensynsfullt, aktpågivende og varsomt, samt å avpasse farten etter sikt, sted, føre og trafikkforhold (lovdata.no, 2023). Ved å gi et menneske generelt formulerte regler, har vi den informasjonen vi trenger for å håndtere de hendelsene vi kan komme opp i, og samtidig bli holdt ansvarlig for den atferden vi utviser.

Foreløpig har ingen klart å lage en programvare til bruk i et automatisk kjøretøy som tar høyde for den uendelige mengden med slike *Corner Cases* (Lipson & Kurman, 2016, s. 16).

Datasikkerhet og hacking

Etter hvert som flere og flere av systemene i moderne biler blir automatisert og styrt via elektronikk og elektromekaniske innretninger som kontrolleres av en programvare, oppstår problemet med datasikkerhet, eller faren for at kjøretøyet blir hacket.

18. juni 2013 ble Rolling Stone-reporteren Michael Hastings drept i en bilulykke. Bilen han satt i økte plutselig i hastighet, hvorpå den mistet veggrepet og havnet rett i et tre og eksploderte. Hastings hadde publisert artikler og bøker som kritiserte USAs krigføring i Afghanistan, og dermed havnet i CIAs søkelys (Gibson, 2023). At bilen eksploderte etter sammenstøtet virket også merkelig, siden dette aldri hadde skjedd med samme biltype. Dermed startet spekulasjonene om CIA hadde rigget Hastings' bil med eksplosiver og hacket den for å få et mord, eller en likvidering, av en journalist til å se ut som en ulykke.

En undersøkelse gjennomført av Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) viser at stort sett alle systemer som finnes i en moderne bil, på ett eller annet tidspunkt har blitt hacket, blant annet via WIFI, Bluetooth,

kloning av nøkler og ved å hacke seg inn på apper som bilens eier benytter for å styre kjøretøyets funksjoner (Chowdhury et al., 2020).

En av hendelsene skjedde i 2016, da en Mitsubishi Outlander PHEV ble hacket gjennom bilens mobilapp, med det resultat at hackerne kunne slå bilens lys av og på, samt deaktivere bilens alarmsystem. I 2018 ble lidaren på en Tesla hacket, med det resultat at Teslaen ikke oppdaget hindringen foran seg og dermed kolliderte. I 2015 demonstrerte de to forskerne Charlie Miller og Chris Valasek hvordan de kunne hacke et kjøretøy ved å ta over kontrollen på en Jeep Cherokee (Chowdhury et al., 2020). Det ble publisert en artikkel (Greenberg, 2015) på det amerikanske nettstedet wired.com, hvor Miller og Valasek viser hvordan de kunne ta over styring, bremsing og akselerasjon ved å hacke systemene ved bruk av bilens oppkobling mot internett via 3G. Dette viser at spekulasjonene i forhold til omstendighetene rundt Hastings død kan være riktige.

Datasikkerhet i kjøretøy medfører dermed en etisk utfordring for bilprodusentene; skal kappløpet mellom bilprodusentene om å levere biler med automatisk kjøretøyteknologi gå på bekostning av forbrukernes sikkerhet, eller bør lanseringen av slike systemer først komme etter at denne teknologien er testet og funnet 100 % sikker i bruk, da med tanke på muligheten for å overta kontrollen over bilens primærfunksjoner, herunder akselerasjon, styring og bremsing?

Fordeler og ulemper med automatiske kjøretøy

Mennesket

Automatiske kjøretøy (og på sikt fullt ut autonome kjøretøy) kan medføre både positive og negative endringer i samfunnet. I 2022 var uoppmerksomhet og førerfeil, med henholdsvis 22 % og 15 %, de hovedårsakene som førte til flest dødsulykker i trafikken i Norge (Utrykningspolitiet, 2023). Ved å fjerne den menneskelige faktoren vil dermed en stor del av ulykkene kunne unngås. Waymos egen statistikk viser at det etter de første 1 000 000 miles, som tilsvarer ca. 1 620 000 km, ikke har vært noen innrapporterte personskader og kun 18 mindre sammenstøt (Waymo, 2023).

Vi vet også at det per døgn gjennomføres ca. 140 000 kjøreturer hvor føreren er påvirket av rusmidler (Politiet, 2023). Et automatisk kjøretøy vil ikke kunne la seg påvirke av rusmidler, noe som gjør at antallet kjøreturer i påvirket tilstand ville blitt redusert til 0 (forutsatt 100 % automatiske kjøretøy). Det vil heller ikke la seg påvirke av følelser, eller gi etter for gruppepress fra passasjerer som prøver å påvirke føreren til å utvise risikoatferd i form av høy hastighet eller lignende. Å overlate kjøringen helt og holdent til en kunstig intelligens vil i så måte medføre en stor sikkerhetsgevinst.

På den andre siden ville en automatisk kjøretøypark resultere i at alle som jobber som sjåfører, ville miste jobbene sine. Det ville heller ikke vært behov for opplæring av nye sjåfører, noe som ville resultere i at alle som driver med opplæring av sjåfører på de kjøretøyene som automatiseres, ville blitt overflødige. Det er ingen tvil om at en automatisert kjøretøypark vil medføre økonomiske utfordringer for alle som jobber med eller i et kjøretøy, og at flere yrkesgrupper må finne andre måter å tjene penger på.

Miljø

En automatisert kjøretøypark vil derimot kunne bidra til flere miljøgevinster. Et samfunn som baserer seg på selvkjørende taxier i stedet for privatbiler, vil redusere behovet for blant annet parkeringsplasser. Når en selvkjørende taxi har sluppet av passasjerene sine, vil den fortsette ferden til neste kunde og så videre. En privatbil krever minst to parkeringsplasser – en hjemme og en ved destinasjonen sin. Det kan være på jobb, ved treningssenteret eller ved dagligvarebutikken. I sentrum av Los Angeles var det i 2016 107 441 parkeringsplasser, tilsvarende 81 % av sentrumsområdets totale areal (Lipson & Kurman, 2016, s. 46). Flere av disse plassene befinner seg i parkeringshus og parkeringskjellere og opptar dermed ikke reelle 81 % av arealet, men uansett ville alt dette arealet kunne blitt frigjort til andre formål – som parker og grøntareal – hvis det ikke var behov for disse parkeringsplassene.

Automatiske kjøretøy utstyrt med programvare som kommuniserer med andre kjøretøy, vil også kunne redusere sannsynligheten for kødannelse. Bare i USA forbruker kjøretøy som går på tomgang i stillestående trafikk ca. 11 000 000 000 (11 milliarder) liter drivstoff pr. år (Lipson & Kurman, 2016, s. 40).

Unødvendig forbruk av drivstoff vil ved overgangen til elektrifisering av kjøretøyparken bli ytterligere redusert og bidra til adskillig mindre forurensing – iallfall lokal forurensing.

Men her må vi også ta med i beregningen hvor strømmen vi lader batteriene i de elektriske kjøretøyene kommer fra. Dette kan være fra fornybare kilder i form av vind- og vannkraft, men også fra kullkraftverk som forbrenner enorme mengder kull. Kullet blir hentet ut fra gruver og dagbrudd, noe som medfører store inngrep i naturen.

I tillegg er de oppladbare batteriene i elektriske kjøretøy avhengige av Lithium, som er et relativt sjeldent mineral. I USAs eneste Lithium-gruve, Silver Peak, har dette mineralet blitt hentet ut i moderate mengder siden andre verdenskrig (Crawford, 2021, s. 29). Med dagens elektriske biler utstyrt med lithium-batterier, og i tillegg forbrukermarkedets stadige ønske om lengre rekkevidde, har etterspørselen etter Lithium økt drastisk. Det anslås at Tesla alene brukte (pr. 2021) 12 700 tonn Lithium i året, noe som tilsvarer omtrent halvparten av det totale årlige forbruket på verdensbasis (Crawford, 2021, s. 29).

Robotene overtar

Standarden for klassifisering av automatisk kjøretøyteknologi, SAE J3016, presiserer at ingen av nivåene fra 1 til 5 krever at kjøretøyteknologien foretar strategiske valg, slik som tidspunkt for avreise, valg av kjørerute med eventuelle avstikkere etc. Kan det være denne teknologien som skal til for å overskride dagens tenkte nivå 5? Spørsmålet da er om vi har bruk for et nivå som gjør mennesket overflødig i hele prosessen.

Et kjøretøy som opererer helt på egen hånd, som planlegger sine egne kjøreturer og velger sine egne destinasjoner, er vel strengt tatt en teknologi som ikke har noen nytteverdi for oss eller samfunnet for øvrig. Hvem ville brukt penger på et kjøretøy som plutselig finner ut at det skal kjøre seg en tur i en helt annen retning enn dit du som passasjer har planlagt å dra? Eller et kjøretøy som var opptatt med egne aktiviteter når du hadde bruk for det?

Jo mer menneskelignende teknologien blir, jo større sympati kan det være vi får for den. Mange barn har en eller annen form for «kosebamse» som de er sterkt emosjonelt knyttet til, og kosebamsen har i deres øyne de samme rettighetene som oss mennesker.

Burde roboter få de samme rettighetene som for eksempel dyr har? Et regelverk som regulerer hvordan vi mennesker skal ta vare på dem, eller skal vi bare se på roboter som gjenstander uten noen annen verdi enn verdien av den funksjonen de er konstruert for å fylle?

Robotprodusenten Boston Dynamics publiserte i 2015 en video av en av deres roboter, robohunden Spot, hvor hensikten med videoen var å vise hvor robust denne roboten var. I filmen blir *Spot* sparket av ansatte ved Boston Dynamics for å illustrere robotens evne til å hente seg inn igjen etter en ytre fysisk påkjenning (Coeckelbergh, 2022, s. 148). Denne videoen skapte reaksjoner fra enkelte av de som så den. Det ble blant annet kommentert på Twitter/X at det var synd på Spot, og at det var uriktig å sparke den selv om den var en robot (Coeckelbergh, 2022, s. 148).

Hvis den samme programvaren og den kunstige intelligensen var implementert i en superavansert vaskemaskin, ville da reaksjonene vært de samme? Hvordan skal vi forholde oss til kjøretøy som bruker KGI og som på bakgrunn av KGI muligens utvikler en form for kunstig personlighet?

Vi står med andre ord overfor et etisk og moralsk dilemma i forhold til hvilken atferd vi bør utvise i sameksistens med roboter. Slik jeg oppfatter det, er det mange som er emosjonelt knyttet til kjøretøyene sine, selv om disse kjøretøyene ikke er i besittelse av noen som helst form for kunstig intelligens. Noen ville kanskje til og med si at kjøretøyet deres allerede er i besittelse av «personlighet».

Målet helliggjør middelet

Som nevnt tidligere har mange av teknologiene som benyttes i automatiske kjøretøy, spesielt innen deteksjons- og posisjoneringsteknologi, militært opphav. Vi kan derfor se på utviklingen av militær teknologi for å få en pekepinn på hva de fremtidige autonome kjøretøyene kan være i stand til.

Det finnes allerede *unmanned aerial vehicles*, eller UAVs, som benyttes i militær sammenheng både innen overvåking og angrep. Disse dronene styres av piloter som befinner seg i et kontrollrom på bakken, og dronene

kan utstyres med forskjellig teknologi avhengig av hvilket oppdrag de skal utføre. Det jobbes med å utstyre disse dronene med kunstig intelligens og ansiktsgjenkjenning, slik at de på egen hånd skal bli i stand til å plukke ut menneskelige mål (Coeckelbergh, 2022, s. 175).

De etiske og moralske utfordringene i slike sammenhenger vil i stor grad dreie seg om det er riktig å skulle overlate så viktige avgjørelser til en maskin og et dataprogram. Noen vil kanskje si ja, og begrunne det med at ved å overlate denne jobben til en teknologi, unngår vi å utsette mennesker for de farene et slikt oppdrag ville medført. Andre vil kanskje si nei, og begrunne det med at det etiske og moralsk riktige vil være å overlate en så viktig avgjørelse til mennesker. Moral handler jo om hvordan vi mennesker bør forholde oss til hverandre (Bøhn, 2022).

Spørsmålet vi bør stille oss, er om vi ønsker en slik teknologi – en teknologi som gjør at vi eventuelt oppnår en form for nivå 6 – eller om vi bør være fornøyd med nivå 5 når vi kommer dit. Det finnes flere litterære science fiction-verk som portretterer hvordan den teknologiske utviklingen har gått for langt, og historien viser oss også at flere teknologier som gjorde sin debut som science fiction, i dag er en del av vår hverdag (målrettet personlig reklame i filmen *Minority Report* (Spielberg, 2002), videosamtaler i filmen *Metropolis* (Lang, 1927), og ikke minst selvbevisst kunstig intelligens i blant annet *The Terminator* (Cameron, 1984)).

Velger bilprodusentene å utvikle automatisk kjøretøyteknologi fordi vi anser denne teknologien som nødvendig, og fordi en datamaskin kan gjøre jobben med å føre et kjøretøy på en bedre måte enn hva en menneskelig sjåfør kan? Eller er den teknologiske utviklingen et resultat av at teknologien har gjort det mulig å utvikle slike systemer, selv om vi ikke har behov for dem?

Mer og mer av det vi gjør i det daglige, blir ivaretatt av teknologiske hjelpemidler, slik som for eksempel mobiltelefonen; mye av den informasjonen vi tidligere måtte huske på, ligger nå tilgjengelig i mobiltelefonene, slik at vi ikke trenger å huske det selv. Vi har med andre ord flyttet en del av vår hukommelse over i et elektronisk artefakt. Har vi kommet dit at vi stoler mer på teknologien enn hva vi gjør på oss selv?

Brukes automatisk kjøretøyteknologi som et salgsargument fra bilprodusentenes side for å øke omsetningen, eller er bilprodusentene genuint opptatt av å utvikle teknologi som bidrar til tryggere persontransport?

Implikasjoner

Den stadig økende integreringen av automatisert kjøretøyteknologi og avanserte førerstøttesystemer (ADAS) i moderne biler skaper et økt behov for tilpasninger, både i lovverket og i opplæringen av nye sjåfører. For at disse systemene skal brukes på en trygg og effektiv måte, kreves det god forståelse av teknologien, både blant sjåfører og blant trafikklærere som har ansvaret for å formidle denne kunnskapen videre.

Mange av dagens førerstøttesystemer er utviklet for å avlaste føreren og bidra til en tryggere og mer komfortabel kjøreopplevelse. Et eksempel er adaptiv cruisekontroll (ACC), som automatisk justerer bilens hastighet for å opprettholde en jevn avstand til forankjørende kjøretøy. Likevel er systemets nytteverdi avhengig av at føreren forstår hvordan det fungerer og kan betjene det uten at det stjeler for mye kognitiv kapasitet. Feilbruk eller misforståelser kan potensielt føre til farlige situasjoner.

Den raske teknologiske utviklingen gjør det nødvendig med en kontinuerlig tilpasning av regelverk, læreplaner og undervisningsmetoder, for både trafikklærere og førerprøvesensorer. Dette innebærer også en revurdering av førerprøvens innhold og kravene som stilles til nye sjåfører.

Hele bransjen – fra myndigheter til opplæringsinstitusjoner – må være villige til å samarbeide og omstille seg i takt med denne utviklingen for å sikre en trygg og effektiv implementering av ny kjøretøyteknologi i trafikkopplæringen.

Konklusjon

Automatiske kjøretøys historie strekker seg tilbake til begynnelsen av 1900-tallet, med *Dog of War* fra 1912. Militær forskning – som også bidro til teknologier som radar og GPS – har spilt en betydelig rolle i utviklingen av automatisk kjøretøyteknologi. DARPA arrangerte konkurranser som stimulerte forskningsmiljøer til å utvikle automatisk kjøretøyteknologi, og samtidig la disse konkurransene grunnlaget for dagens teknologiske framskritt.

Med inntoget av automatisk kjøretøyteknologi kom også behovet for klassifisering av kjøretøy basert på hvilken automatisk kjøretøyteknologi de er i besittelse av. I 2014 utviklet SAE standarden J3016, som gir et rammeverk for klassifisering. Kunstig intelligens (KI) spiller en stadig viktigere rolle innen automatisk kjøretøyteknologi, spesielt fra nivå 3 og høyere.

Etiske utfordringer, som *The Trolley Dilemma* og håndtering av *corner cases*, kommer frem når man vurderer automatikk på de høyere nivåene i J3016. Å programmere etiske regler inn i KI-systemer og å håndtere juridiske spørsmål med tanke på ansvar i tilfelle ulykker er komplekse spørsmål som må løses. Samtidig vil datasikkerhet bli en kritisk bekymring med økende automatisering, og muligheten for hacking av kjøretøy vil kunne utgjøre en trussel.

Å finne balansen mellom å tilby avansert teknologi og sikre datasystemer er en etisk utfordrende beslutning for bilprodusentene.

Samfunnsmessige endringer som følge av automatisk kjøretøyteknologi inkluderer potensielle miljøgevinster, negative miljøpåvirkninger, økonomiske konsekvenser for jobber knyttet til kjøring og kjøretøy, og utfordringer knyttet til rettigheter og ansvar for automatiske, og etter hvert autonome, enheter.

I det store bildet reiser utviklingen av autonome kjøretøy spørsmål om etikk, ansvar, sikkerhet og samfunnsmessige påvirkninger.

Å finne bærekraftige løsninger på disse komplekse utfordringene krever samarbeid mellom ingeniører, forskere, regjeringer og samfunnet som helhet.

Autonome kjøretøyer representerer ikke bare en teknologisk revolusjon, men også etiske og samfunnsmessige utfordringer som må adresseres grundig for å sikre en trygg og ansvarlig implementering.

Referanser

- Anderson, M., & Anderson, S. L. (2011). *Machine Ethics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511978036>
- Bober, I. (2016, november 9). [practicalmotoring.com.au](https://practicalmotoring.com.au/car-advice/what-is-cruise-control-how-does-it-work/). <https://practicalmotoring.com.au/car-advice/what-is-cruise-control-how-does-it-work/>
- Bøhn, E. D. (2022). *Teknologiens filosofi, digital utgave*. Cappelen Damm Akademisk. <https://doi.org/10.18261/nft.58.2-3.9>
- Cameron, J. (Regissør). (1984). *The Terminator* [Film]. Orion Pictures.
- Chowdhury, A., Karmakar, G., Kamruzzaman, J., Jolfaei, A., & Das, R. (2020, November 27). *Attacks on Self-Driving Cars and Their Countermeasures: A Survey*. <https://ieeaccess.ieee.org/>: <https://research-management.mq.edu.au/ws/portalfiles/portal/140649743/140591961.pdf>
- Coeckelbergh, M. (2022). *Robot Ethics*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/14436.001.0001>
- Crawford, K. (2021). *Atlas of AI*. Yale University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1ghv45t>
- darpa.mil. (2023, november 14). [darpa.mil](https://www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles). <https://www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles>
- DeGering, R. (2018). «*Radar Contact!*» Air University Press.
- Gibson, C. (2023, november 12). [cldc.org](https://cldc.org/who-killed-michael-hastings/). <https://cldc.org/who-killed-michael-hastings/>
- Greenberg, A. (2015, juli 21). [wired.com](https://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/). <https://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>
- Jenssen, G. D., & Moen, T. (2020). *Trafikksikkerhet for automatiserte kjøretøy*. Sintef.
- Koopman, P. (2021, september 4). *SAE J3016 User guide*. Carnegie Mellon University.
- Lang, F. (Regissør). (1927). *Metropolis* [Film]. Paramount Pictures.
- Lipson, H., & Kurman, M. (2016). *Driverless, Intelligent Cars and the Road ahead*. The MIT Press. <https://doi.org/10.1007/s10710-017-9313-0>
- Lovdata.no. (2023, november 13). [lovdata.no](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1965-06-18-4/KAPITTEL_2#KAPITTEL_2). https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1965-06-18-4/KAPITTEL_2#KAPITTEL_2
- Mauer, M., et al. (2016). *Autonomous Driving. Technical, Legal and Social Aspects*. USA: Springer Open. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-48847-8>
- NTSB. (2019). <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/HAR1903.pdf>
- Politiet. (2023, november 23). [politiet.no](https://www.politiet.no/rad/trafikk/rus-og-ruskontroll/). <https://www.politiet.no/rad/trafikk/rus-og-ruskontroll/>
- SAE International/ISO. (2021, april). SAE J3016TM. *SURFACE VEHICLE RECOMMENDED PRACTICE*. USA/Sveits: SAE International. https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/
- Spielberg, S. (Regissør). (2002). *Minority Report* [Film]. 20th Century Fox.
- Tesla. (2023, desember 16). [tesla.com](https://www.tesla.com/support/autopilot). <https://www.tesla.com/support/autopilot>
- Utrykningspolitiet. (2023). *Årsaker og skyld – Dødsulykker i trafikken 2022*. Utrykningspolitiet. <https://www.politiet.no/globalassets/tall-og-fakta/trafikk/analyse-av-dodsulykkene-i-2022.pdf>
- Waymo. (2023, desember 16). [waymo.com](https://waymo.com/waymo-one/). <https://waymo.com/waymo-one/>