EDUSKUNNAN JULKAISUT -POHJA

Tämä on kansilehti. Korvaa tekstit julkaisun nimellä ja kirjoittajatiedoilla.

Tämän tiedoston avulla voit tuottaa Word-tiedoston, josta taitetaan julkaisu. Tässä on otettu huomioon muutamia saavutettavuusvaatimuksia, jotka auttavat ruudunlukuohjelmia, mutta ulkoasu ei ole lopullinen.

Tallenna tiedosto itsellesi ja lue se ensin, sitten voit käyttää uudella nimellä tallentamaasi versiota pohjana.

Sisällys

Tekoälyn etiikkaa 3

Tekoälystä turvallista 3

Esimerkkicase: itse ajava auto tai kone pohjoisissa oloissa 3

Tekoälyn etiikkaa

Tekoälystä turvallista

Esimerkkicase: Automaattiset ajoneuvot

Ajoneuvojen automaattisuus on kiehtonut tutkimustoimintaa aina vuodesta 1925, jolloin Houdina Radio Control Co. demonstroi New York:issa langattomasti ohjattua autoa. Euroopassa merkittävin lähtölaukaus oli autoteollisuuden EUREKA -projekti nimeltään Prometheus, jossa sen aikaisella tietotekniikalla etsittiin vastauksia itse ajamisen haasteisiin ja tarvittaviin toiminnallisuuksiin [1]. Suuren yleisön tietoon automaatio tuli käytännössä 2000-luvulla USA:n DARPA haastekisoissa, jonka 2007 voittajatiimin muodosti Carnegie Mellonin yliopisto. Sieltä väkeä sittemmin siirtyi kehittämään paljon kuuluisuutta saanutta Google automaattiautoa, johon on tähän mennessä panostettu yli 1,1 miljardia dollaria. Carnegie Mellonin voittajajoukkueen salaisuus oli poikkeuksellinen neuroverkkoon pohjautuva ajoneuvon ohjaus-strategia.

MOTIVAATIO AUTOMAATION EDISTÄMISEEN:

1. **Autoteollisuus** : 1) turvalliset autot, 2) kuljettajaa houkuttelevat uudet toiminnallisuudet ja palvelut, 3) teknologiajohtajuus maine

2. **Hyötyajoneuvot** : 1) tuottavuuden lisääminen automaatiolla, ja erikoistilanteissa etäohjauksella; yksi kuljettaja voi valvoa montaa ajoneuvoa, ja ajaa tarvittaessa yksittäisiä etänä), 2) esim. lmonotoniset siirtoajot voidaan automatisoida, 3) työturvallisuus

3. **Viranomaiset** : 1) liikenneturvallisuus eri liikennemuodoille (ml. kaksipyöräiset), 2) liikkumisen mahdollistaminen kaikille, 3) joukkoliikenteen tehostaminen ja tasapuoliset liikkumismahdollisuudet

4. **Auton ostajat :** 1) ajamisen helppous, 2) ”yleinen trendik-

Automaation kehitysaskeleet on jaettu standardin SAE J3016 mukaisesti eri tasoihin [2],[3].

0	**EI AUTOMAATIOTA –** melkein kaikissa uusissa autoissa on varoitusviestejä kuten törmäysvaroittimet
1	**KULJETTAJAN TUKI** – nykyiset edistyksellisemmät kuljettajan tukijärjestelmät, kuten kaistalla pysymisen tuki
2	**OSITTAINEN AUTOMAATIO** – automaatio hoitaa tiettyjä tehtäviä kuljettajan rinnalla kuten ruuhka-avustin, joka seuraa edellä olevaa ajoneuvoa säilyttäen turvavälin. Teslan Autopilot on tason 2 -järjestelmä, mutta tietyissä olosuhteissa siinä on tason 4 toiminnallisuuksia.
3	**EHDOLLINEN AUTOMAATIO** – kuljettajan pitää aina pystyä ottamaan auto hallintaan, mikäli automaattijärjestelmä pettää. Tällaisiin on tekninen valmius olemassa, mutta käytännössä niitä ei markkinoilla ole epäselvien vastuukysymysten vuoksi.
4	**KORKEA AUTOMAATIO** – automaatio hoitaa ajamisen, mutta kuljettaja saa puuttua automaation toimintaan. Automaation toiminto on rajattu tiettyihin liikennealueisiin (esim. moottoritie, kampusalue, jne). Tähän luokkaan voidaan laskea pikkubussit (Navya, Easymile, Auve Tech, jne.), jotka liikkuvat hitaasti rajatuilla alueilla.
5	**TÄYSI AUTOMAATIO –** automaatio hoitaa kaiken auton hallinnan eikä kuljettajalla ole siihen ”mahdollisuutta” puuttua. Ajoneuvosta saattavat puuttua hallintalaitteet. Tällaista ei ole markkinoilla, vaikka jotkin bussivalmistajat niin väittävät. Virallisessa muodossaan 5. tason automaatio on mahdottomuus, sillä ideaalinenkin maailma sisältää aina poikkeamia.

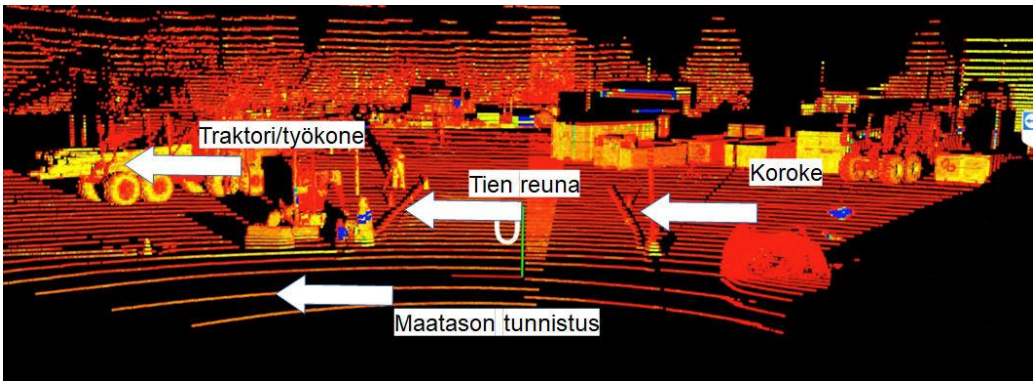
Viime aikoina **Operation Design Domain (ODD)** on noussut jopa automaatiotasoja tärkeämmäksi mm. EU:n T&K puiteohjelmassa [4]. Tällä määritellään tarkemmin ne toimintaympäristöt ja skenaariot, joissa automaattiajo-neuvon on kyettävä toimimaan. ODD:n merkitys korostuu erityisesti automaatiotasoilla 4 ja 5, koska luotettavan automaation toteuttaminen kaikkiin erilaisiin ympäristöolosuhteisiin ja tilanteisiin johtaa helposti mielettömän laajoihin vaihtoehtoihin, vaikka oletettaisiinkin että kaikki muut tienkäyttäjät noudattavat aina liikennesääntöjä. Ongelmaksi muodostuvat hyvin harvinaiset tilanteet (esim. auto ajaa luultavasti sumeilematta tulvineelle tieosuudelle, mutta jähmettyy hämmentyneenä paikalleen anturien peittyessä veteen), sekä ihmisen aikomusten ennakointi, mikä on tietokoneille hyvin vaikeaa (onko jalkakäytävän reunassa seisova ihminen aikeissa rynnätä tien yli, vai odotteleeko hän rauhassa kyytiä). Pelkästään kaupungissa vasemmalle kääntyminen vaatii erilaisen päättelyalgoritmin kuin moottoritienopeudessa ohittaminen.

Tällä hetkellä **on tulossa markkinoille Teslan, Audin, Mercedeksen, yms. lisäksi monia tason 2 henkilöautoja**, jotka toimivat ns. hyvissä keliolosuhteissa ja paikannuksen ollessa riittävän tarkka. Audi on tuomassa 2022-2023 tason 3 ajoneuvoa markkinoille.

Saatavilla on **last-mile tarkoitukseen olevia max 20 km/h kulkevia tason 4 automaattiautoja**, jotka toimivat käytännössä aina ennalta nauhoitella reitillä.

Automaattisia **työkoneita, joiden voi katsoa olevan tasolla 4, on käytössä useammalla valmistajalla**. Ne toimivat rajatuilla alueilla myös huonommissa olosuhteissa ja jopa ilman näkyviä kaistaviivoja. Nopeudet ovat pieniä, ja nämä ajoneuvot toimivat erikoisluvilla mm. kävelyteillä. Tällöin ne voivat poiketa yleisistä liikennesäännöistä.

Tekoälyä liikkuvissa työkoneissa ja erityisesti sisätilarobotiikassa on kehitetty ja sovellettu jo yli 30 vuotta. Alkuun tekoälyn käyttöä rajoitti mikroprosessoreiden laskentakapasiteetti ja niiden toiminnan ymmärtäminen. Käyttökohteita löytyi muun muassa erilaisten kohteiden luokittelusta ja laaduntarkistustehtävistä teollisuudesta. Hyvin pian huomattiin, että niiden etu verrattuna klassiseen piirteisiin pohjautuvaan luokitteluun ei ollut iso. Ongelma neuroverkkoon pohjautuvassa tekoälyssä oli niiden käyttäytymisen hahmottaminen: matematiikka neuroverkon taustalla pohjautuu epälineaarisiin algoritmeihin. Niinpä käytännössä totuuksia vertailevat ns. tikapuumallit (**if** pallo = sininen, **then** laita koriin 1, **elseif** pallo = oranssi laita koriin 2, jne.) säilyivät ymmärrettävyytensä vuoksi valtavirtana aina vuoteen 2005 asti. Silloin hakukoneyhtiöt alkoivat käsittelemään massiivisia datamääriä tekoälyn avulla, ja tikapuumalleja oli mahdoton rakentaa niin suureen datamäärän hallintaan. Autoteollisuuden lainsäädännöllinen pakote edellyttää, että autonvalmistajan pitää pystyä aukottomasti todistamaan mitä auton ohjaustoiminnot tekevät saadessaan tietyn syötteen. Hätäjarrujärjestelmä on yksi esimerkki, joka saa aktivoitua vain kun este on edessä ja törmäys väistämätön. Neuroverkon kaltainen epälineaarinen mustalaatikko ei ole suosiollinen tälle todistusvelvoitteelle joskaan ei mahdoton matalan turvakriittisyyden sovelluksissa. Nyt tilanne on muuttunut, kun autoissa on useita korkearesoluutioisia datalähteitä päättämässä esteen tunnistuksesta (kts. Kuva 1). Samoin kuin hakukoneyhtiöillä, auton datalähteiden valtavan tietomäärän hallintaan on mahdotonta rakentaa tikapuumallia. Motivaatio tekoälyn hyödyntämiseen lähteekin nyt datan määrän tuomasta pakosta eikä aiheen trendikkyydestä kuten 30 vuotta sitten.



Kuva 1. Hahmojen tunnistaminen laser-skannerin tuottamasta 3D-kuvasta pohjautuu autoissa optisiin tai radiotaajuus antureihin ja niiden tuottamaa "kuvaa" tulkitsevaan tekoäly -algoritmiin.

Tekoälyn tuomat mahdollisuudet ja haasteet ajoneuvoissa:

- tuo **ajoneuvojen "alkeistason älykkyyden"** ja kyvyn sopeutua päättelyketjuja vaativiin tilanteisiin, joissa vastausta ei saada suoraan if – else vertailulla. Tämä on oikeastaan yksi must-win battle, mikäli halutaan ajoneuvon toimivan esim. Pohjois-Euroopan vaihtelevassa säässä.
- tekoäly on ohjelmistotuote, joka on pakottanut **autoteollisuuden nostamaan T&K toimintasykliä ja avoimuutta** uusia toimijoita kohtaan uusien IT-alan toimijoiden (Google, Baidu, Uber, jne.) vanavedessä. Tämä uusi avoimuuden aika, on iso mahdollisuus erityisesti kotimaiselle ohjelmistoteollisuudelle.
- **älyajoneuvot kadottavat rajoja kodin, työn ja liikkumisen välillä**. Ajoneuvo on yksi paikka liikkua, työskennellä ja harrastaa sosiaalista elämää. Työskentelyä voidaan ajoneuvon liikkuessa jatkaa etätyöperiaatteella mahdollistaen ihmisten elämisen vaikkapa mökeillä ja harvaan asutuilla alueilla. COVID-19 pandemian myötä ihmisiä on siirtynyt pois työskentelemästä fyysisesti kalliista Piilaaksosta halvemmille asuinalueille. Isot IT-alan trendit lähtevät usein Kaliforniasta ja ei ole syytä miksi tämä ei leviäisi myös Suomeen.
- Tulevaisuuden automaattiautot maksanevat suhteessa palkkatasoon enemmän kuin nykyisin. Tämä on seurausta siitä, että autoja tehdään vähemmän ja T&K työtä enemmän. Massavalmistuksesta saatava komponenttien hintaetu vähenee nostaen ajoneuvojen hintoja vaikka sähköautoissa komponenttien määrä on pienempi kuin polttomoottoriautoissa. Tästä johtuen **kaikki merkittävät ajoneuvovalmistajat panostamat nyt ajoneuvojen jako-, vuokraus- ja leasingtoimintaan, joissa ajoneuvot jaetaan ja niillä ajetaan 24/7 periaatteella**. Autonvalmistajat alkavat keräämään tulovirtansa autosta niiden käytön aikana kertaostoksen sijaan. Tämä vähentää samalla radikaalisti parkkipaikkojen tarvetta, mutta ei toki poista ruuhkien aiheuttamia ongelmia.

Tekoälyn tuomat haasteet:

- autojen tyyppihyväksyntä ja todennettavuus vaikeutuvat. Mukautuva auto ei ole sama kuin ostohetkellä. Niiden turvallisen toiminnan todentamiseen tarvitaan erillisiä puolueettomia tarkistustahoja, joilla on vahva ymmärrys automaation toiminallisuudesta sekä syy-seuraus suhteista tekniikan osalta.
- tekoälyalgoritmien kehittäminen ja validointi riittävän kattavasti siten että eri sääolosuhteet, liikkumisrajoitteet ja etniset seikat tulevat huomioitua. Mikä on riittävän kattava testiaineisto ja paljonko tekoälyn virhetulkintoja voidaan sallia esim. 1000 kilometriä kohti? Entä voidaanko Kaliforniassa testatulle ajoneuvolle antaa globaalihyväksyntä?
- autojen katsastustoiminta ei enää toimi vuosijaksoituksella. Katsastaminen muuttuu online -toiminnaksi, jossa tulkitaan ajoneuvon diagnostiikkaa. Huolto- ja katsastustoiminnan raja käytännössä poistuu, jolloin sen sijaan että on puolueettomia katsastajia, tarvitaan puolueettomia huoltojen arvioijia.

- ajoneuvojen ollessa verkottuneita ja itse ajattelevia, niiden väärinkäyttö muuttaa muotoaan. Nykyisen kaltaiset autovarkaudet poistuvat ja ajoneuvojen väärinkäyttö edellyttää tietoteknisiä taitoja, mutta se mahdollistaa jopa kokonaisiin ajoneuvojoukkoihin kohdistuvan kyber-hyökkäyksen yksittäisen ajoneuvon sijaan. Tesla on esimerkki, jossa jokainen auto on verkossa ja kiinni ja sen käyttömahdollisuuksia pystyy etänä kolmas osapuoli (ts. Tesla itse) säätämään (esim. toimintasäde).
- tekoäly monimutkaistaa ajoneuvoja ja niihin saattaa tulla yllättäviä virhetoiminnallisuuksia, joita on käytännössä mahdotonta esitestata kattavasti - käyttötapauksia on miljoonia erilaisia harvoin tapahtuvia asioita. Hieman kuten F-16 hävittäjästä löytyi 1986 ohjelmistovika, jonka vuoksi se kääntyi ympäri aina kulkiessaan päiväntasaajan yli [5].

Tekoäly ja automaatio ovat merkittävien muutosvoimien mahdollistaja liikenteessä:

- **turvallinen liikkuvuus niille henkilöille, joiden ajokyky on muuten rajoittunut**. Automaatio tuo joukkoliikenteen lähelle ihmisten kotia ja mahdollistaa yhdistämisen kaupunkien väliseen liikenteeseen. Toisaalta autot eivät anna kuljettajan tekemien virhearviointien tapahtumista lisäten sitä kautta liikenneturvallisuutta.
- kaikkien tieliikennemuotojen liikenneturvallisuus. Nykyisillä uusien autojen kuljettajaa avustavilla automaatio- ja tekoälyjärjestelmillä on vaikeuksissa havaita ja tunnistaa autojen lisäksi erilaisia muita liikennevälineitä ja/tai kulkumuotoja jokapäiväisessä liikkumisessa. Autojen kyvykkyydessä havaita ja tunnistaa muita tienkäyttäjäryhmiä pisimmällä ollaan jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden kohdalla. Sen sijaan kaupunki-, maantie- ja haja-asutusalueiden tieliikenteessä haavoittuvimmassa asemassa ovat moottoroidut kaksipyöräiset ajoneuvot. Näiden ajoneuvojen kyseessä ollessa autojen automaatiojärjestelmien havainnointi- ja tunnistamisvajavaisuudet ovat aiheuttaneet jo useita kuolonkolareita ja päälle ajoja erilaisissa liikenneolosuhteissa. Riittävillä ja **kohdennetuilla panostuksilla voidaan myös sähköpotkulautojen, mopedien, skootterien ja moottoripyörien turvallisuutta parantaa** yhdessä muiden tienkäyttäjien kanssa.
- **tuottavuuden ja työturvallisuuden nostaminen** automaation avulla. Tehdasalueilla ja erilaisilla kampus -tyyppisillä alueilla (esim. isot sairaalat) on paljon ”yksinkertaisia” point-to-point tyyppisiä kuljetustehtäviä, joihin ei kuitenkaan ole kustannustehokasta palkata valvoja 24/7 -periaatteella. Automaatio mahdollistaa liikkumispalvelun tuottamisen on-demand tyyppisesti myös silloin, kun kysyntä on pientä eikä henkilökunnan tarvitse odottaa hälytysvalmiudessa. Samoin tehdasalueilla voidaan henkilöstö kuljettajaa turvallisesti ajoneuvolla ruokalaan ilman vaaraa lastausajoneuvoista. Tehdasalueen kuljetuksia voidaan tehostaa antamalla yhdelle operaattorille useampi ajoneuvo valvottavaksi. Samoin joukkoliikennettä voidaan tehostaa räätälöimällä palvelut joukkoliikennetarpeen mukaan (kts. Kuva 2).
- Tekoäly-pohjaisen automaation murtautuminen osaksi arkea on jo alkanut. Siinä on kuitenkin vielä paljon kehitettävää seuraaviksi 20 vuodeksi. Perustutkimus -tietoa on hyvin saatavilla, mutta **tekoäly-algoritmien sovellettavuus ja muuntokyky erityisesti ulkona oleviin reaalimaailman tilanteisiin ei**

ole lähellekään valmista. Mikäli keliolosuhteet ovat vakaat ja kaikki toimivat risteyksessä oikein, pystyy tekoäly nykyisellään viemään ajoneuvon risteyksen läpi täysin turvallisesti. Ongelma ovat poikkeukset: mikäli ajoneuvon antureiden näkyväisyys on heikko tai joku ei noudata liikennesääntöjä. Siksi opetusjoukkojen muodostaminen - eli käytännössä kilometrien ajaminen sekä simulaattoreilla että todellisissa piloteissa on avain neuroverkkojen luotettavuuden parantamiseen.

- Osaltaan älyautojen ja tekoälyn ansiosta **Euroopan autoteollisuus yhdentyy**. Haaste ei ole pitää yksittäisen maan (kuten automaa Saksan) kilpailukyvystä huolta vaan koko Euroopan erityisesti Kiinasta, Ontariosta ja Kaliforniasta tulevaa kilpailua vastaan. Tähän eivät riitä Saksan tai Ranskan voimavarat, vaan vaatii Eurooppalaisia T&K alliansseja niin yritysten kuin tutkimuslaitosten osalta. Tämä on jo nyt nähtävissä valtioiden sisällä. Vaikka Bosch-Mercedes-BMW-Volkswagen kilpailevat keskenään, ne ovat jopa muodostaneet paitsi yhteisiä projekteja (EU_HiDRIVE, EUREKA_AI-SEE, EU_AI4DI, GAIA-X, jne.), myös yhteisyrityksiä saavuttamaan kriittinen massa T&K työlle Euroopan ulkopuolista kilpailua vastaan. Tämä ei ole mitenkään uhka vaan paremmin ns. tuhannen taalan paikka suomalaisille yrityksille.



Kuva 2. Robottiauto tunnistaa joukkoliikennettä pysäkillä odottavien henkilöiden määrän.

Toimenpiteet tekoäly -pohjaisen automaation edistämiseen:

- Tekoälyn voimalla toimivat ajoneuvoissa ohjelmistotekniikkaa korostuu. Ohjelmistot ovat monimutkaisia algoritmeja ja vaativat myös sulautettua tieto-

tekniikkaa. Tekoälystä on olemassa paljon perustutkimustietoa, mutta tutkimustieto pitäisi kääntää soveltavaksi ja kokeilevaksi kehitystyöksi. Tähän tulee kuitenkin sisältymään paljon epäonnistumisia ja siksi julkista rahallista riskien jakamista tarvitaan public-private-partnership periaatteella. Tähän voisi kannustaa sekä **kohdentamalla soveltavan tutkimuksen rahoitusta tekoälyyn**, että **kannustamalla rahallisilla porkkanoilla** yrityksiä hyödyntämään yliopistojen tutkimuslaitosten tutkimustuloksia.

- Suomessa on vahva pohja ohjelmistotekniikan alalla mutta myös telekommunikaatiossa (5G/reunalaskenta), optisessa anturoinnissa ja fotoniikassa. Nämä alat eivät ole muodostuneet perinteisen ajoneuvoteollisuuden ympärille ja siksi markkinan lainalaisuudet eivät ole täysin hyödynnettävissä. Jotta kotimaiset innovaatiot tekoälyn alalla pääsevät Euroopan ja jopa globaaleille markkinoille, tarvitaan yhteistyötä Euroopan ajoneuvoteollisuuden kanssa. **Julkisten rahoittajien tulee varmistaa, että kotimaiset yritykset ja tutkimusosapuolet voivat täysmääräisesti hyödyntää EU, KDT ja EUREKA (Penta, ITEA4, jne.) tutkimusmekanismeja**.
- Lähdetään edistämään **kotimaisen avoimeen dataan perustuvan liikennedata keskuksen perustamista.** Tekoälyn luotettavuus, kehittyminen ja tutkimattomat mahdollisuudet riippuvat pitkälle saatavilla olevista opetusjoukoista. Yksittäisten autonvalmistajien on lähes mahdotonta kerätä esim. arktisista olosuhteista kattavaa opetusjoukkoa. Usein käytetään opetukseen Karsruhen yliopiston tarjoamaa KITTI-opetusjoukkoa, joka on hyvä tasomittari kun puhutaan Keski-Euroopan olosuhteista. Tämä ei kuitenkaan kata Pohjois-Euroopan talvisia paikkoja tai metsäautoteitä uhaten jättää Suomen-Ruotsin-Norjan pidemmäksi aikaa ulos jaetusta ja tehokkaasta automaattiliikenteestä. Datalla hallintaan osaltaan ajoneuvon oppimista ja siksi on tärkeää, että toimija on riippumaton taho, jolla on kuitenkin ymmärrys ja tekniset taidot automaattiautojen toiminnallisuudesta.
- Varmistetaan, että **kotimainen työkonesektori (valmistaa mm. tiellä liikkuvia työkoneita) pääsee osalliseksi massiivisesta autopuolen kehityksestä**. Työkone-sektori ei ole vastaavaa massavalmistusta kuin mitä autoteollisuus edustaa, mutta kotimaisella tutkimusyhteistyöllä autoteollisuuden opit voidaan siirtää työkonesektorin käyttöön kilpailukyvyn lisäämiseksi. Tämä ei kuitenkaan ole suoraviivaista ja siihen liittyy epäonnistumisen riskejä. Työkone -sektori on jossain määrin konservatiivinen (osaltaan turvallisuusstandardien vuoksi) tekemään kokeiluja todellisissa olosuhteissa, johon julkinen sektori voi rohkaista tukitoimilla.

VITTEET

[1] History of self-driving cars. [en.wikipedia.org/wiki/History_of_self-driving_cars]. Wikipedia. viitattu 10.9.2021

[2] Laakso, J., Vesanto, A. & Ritari, J. 2017. Selvitys automaattiajamisen edellyttämistä tiedoista ja kehittämistarpeista. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 19/2017.

[3] SAE Standards News: J3016 automated-driving graphic update. [www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic]. viitattu 10.9.2021

[4] The key to autonomous vehicle safety is ODD. [www.sae.org/news/2019/11/odds-for-av-testing]. viitattu 10.9.2021.

[5] Software bugs turning deadly in complex era. [www.chicagotribune.com/news/ct-xpm-1986-12-14-8604030475-story.html]. ChicagoTribune. viitattu 10.9.2021.