

Turvallisuuden kehityskaari ja tulevaisuus

Traficom 12.11.2025

Raine Haikarainen

Viime helmikuussa ilmailun tutkijayhteisön tavoitti suru-uutinen. Manchesterin yliopiston psykologian emeritusprofessori James Reason kuoli 86 vuoden iässä. Häntä voidaan pitää modernin turvallisuustutkimuksen ehkä tunnetuimpana teoreetikkona.

Suomalaisesta näkökulmasta on mielenkiintoista, että Reasonin psykologivaimo on suomalaissyntyinen ja Reasonilla oli ilmeisen läheinen ja arvostava suhde suomalaiseen turvallisuusajatteluun sekä henkilökohtaiset kontaktit ilmailuturvallisuuden vaikuttajiin maassamme.

Vuonna 2013 ilmestyneessä muistelmakirjassaan *A Life in Error* Reason kertoo arkipäiväisestä tapahtumasta, joka vaikutti ratkaisevasti hänen tutkimusintresseihinsä ja samalla koko urakehitykseen. Eräänä arki-aamuna vuonna 1970 Reason oli valmistamassa aamiaista ja keittämässä teetä. Samaan aikaan perheen kissa tuli notkumaan nälkäisenä keittiöön. Reason avasi kissanruokapurkin ja lusikoi vahingossa tee-lehtien sijasta purkin koko sisällön teekannuun.

Reason kirjoittaa, että ”en tiennyt, että tämä omituinen lipsahdus tulisi muuttamaan ammatillisen elämäni. Pestyäni teekannun ja kirottuaani kisalle aloin miettiä lipsahdustani.” Miettiminen johti tutkimushankkeisiin inhimillisistä virheistä ja tuotti vuonna 1990 teoksen *Human Error*. Kirjaa voidaan pitää modernin turvallisuustutkimuksen klassikkona.

Reasonin tutkimustyötä voi tarkastella ilmailuturvallisuuden historiallisena kehityskaarena. Hänen epäonnistunut aamuteen valmistus kertoo vanhan totuuden, mikä on usein tullut vastaan myös turvallisuustutkinnassa: suurilla tapahtumilla on pienet alut. Samalla Reasonin tutkimusintressien muutokset kuvaavat kehitystä, joka on tapahtunut vuosikymmenten aikana.

Human Error -kirjan pääpaino oli vahvasti yksilössä ja hänen toiminnassaan. Sama näkökulma vallitsi pitkään myös ilmailun turvallisuusajattelussa. Takavuosisikymmeninä yksittäisen lentäjän virhe oli vahvasti onnettomuuksia selittävä tekijä. Näkökulma muuttui voimakkaasti 90-luvulta alkaen, kun miehistöyhteistyökoulutus (CRM) vakiintui käytännön toimintaan.

Myös Reasonin mielenkiinto alkoi 90-luvun lopulle tultaessa suuntautua yhä enemmän organisatorisiin ja kulttuurisiin kysymyksiin. Onnettomuudet ja vaaratilanteet eivät tällöin olleet vain yksilön epäonnistumisia, vaan taustalla vaikuttivat yhteisön rakenteisiin ja asenteisiin liittyvät syvemmät tekijät.

Tämän ajattelun keskeisenä teoksena on 1997 julkaistu *Managing the Risks of Organizational Accidents*, joka ilmestyi uudistettuna painoksena vuonna 2016. Teoksessaan Reason hahmotteli tunnetun *Just Culture* -mallin, jossa korostuu avoimen ja oikeudenmukaisen toimintaympäristön

merkitys riskien hallinnassa. Viimeisessä laitoksessa Reason tarkentaa edelleen ajatteluaan ja teosta voidaankin pitää pitkän uran tehneen turvallisuusteoreetikon testamenttina jälkipolville.

Digitaalinen murros vaikuttaa turvallisuusajatteluun

Reasonin aktiivinen tutkijaura päättyi vaiheeseen, jossa turvallisuuden hallintaan alkoi kohdistua uusia haasteita. Lisääntynyt automaatio ja tekoäly ovat herättäneet kysymyksiä, jotka vaikuttavat myös ilmailuun. Näihin uusiin haasteisiin on viimeisen viiden vuoden aikana havahduttu. Viittaan lyhyesti pariin tutkimushankkeeseen.

Vuonna 2020 Eurocontrol julkaisi raportin *The Fly AI*, joka kuvaa tekoälykehityksen merkittävyyttä sekä riskejä. Perusasenne on myönteinen, mikä ilmenee raportin alaotsakkeesta ”Tekoälyn demystifiointi ja kiihdyttäminen ilmailussa sekä lentoliikenteen hallinnassa”. Riskitkin toki tunnistetaan. Raportin mukaan saatamme joutua kehityksessä vaiheeseen, jossa järjestelmien autonomia voi kehittyä niin pitkälle, että ihmistoimija ei enää pysty korjaamaan syntyneitä vikatilanteita ja poikkeamia.

The Fly AI -raportti on saanut jatkoa vuosittain järjestettävistä ilmailun tekoälyforumeista. Yksi keskeinen aihe uuden teknologian kehittämisessä on periaateohjelmissa usein toistuva vaatimus ihmiskeskeisestä tai ihmislähtöisestä teknologiasta. Mitä tällä termillä tarkkaan ottaen tarkoitetaan?

Vastauksia voi etsiä juuri päättyneestä EU:n komission *Horizon*-ohjelman tutkimusprojektista, jossa on neljän vuoden ajan hahmoteltu tekoälyn mahdollisia ilmailusovelluksia 2030-luvulle tultaessa. Projektin nimenä on *Human-AI knowledge and understanding for aviation safety*, jonka lyhennyksenä on japanilaista lyriikka henkivä HAIKU.

Horizon HAIKU on tuottanut joukon tasokkaita vertaisarvioituja artikkeleita tekoälystä ja yhä autonomisemmasta teknologiasta. Artikkeleiden ja julkaisujen henki on selvästi varauksellinen ns. generatiiviseen ja suureen kielimalliin perustuville tekoälyohjelmille. Siis niihin sovelluksiin, joihin olemme viime vuosina tutustuneet esimerkiksi OpenAI:n ja ChatGPT:n erilaisten kuva-, video- ja äänimanipulaatioiden yhteydessä. Näiden kohdalla luotettavan datamateriaalin saaminen ja samalla materiaalin rappeutuminen on kasvava ongelma.

Sen sijaan ns. koneoppimisen tai ”kapean tekoälyn” (*Narrow AI*) sovellukset voivat lähivuosina tulla ilmailun käyttöön. Tällöin voidaan hyödyntää esimerkiksi tuhansien lentokoneiden laskeutumisprofiileja koskevaa dataa. Koneoppiva tekoäly voidaan ohjelmoida seuraamaan miehittämättömien ilma-alusten liikennettä, puuttumaan nopeasti poikkeamiin tai varoittamaan syntyvistä vaaratilanteista. Tästä yhteistyöstä ohjelma käyttää lyhennettä HAT eli *Human AI Teaming* tai *Human Autonomy Teaming*.

HAIKU-ohjelman puitteissa on kokeiltu kolmea käytännön HAT-hanketta, jotka perustuvat juuri koneoppimiselle. Ensimmäinen on yhden ohjaajan miehityksellä lennetäessä tapahtuva

säikähdysreaktion (*startle response*) tunnistaminen ja siitä selviäminen. Automaatio tulkitsee pilotin tilannetietoisuuden ja ottaa koneen tarvittaessa hallintaansa, mikäli pilotti on vaarassa menettää toimintakykynsä. Toinen kokeiluohjelma keskittyy tilanteisiin, joissa olosuhteiden muuttuessa on kyettävä nopeasti vaihtamaan reittisuunnitelmaa tai hakeutumaan varakentälle. Kolmannessa tekoäly seuraa lennonjohdon toimintaa ja kiinnittää tarvittaessa huomiota esim. kiitoteiden käytön ristiriitatilanteisiin.

Tekoälyn käyttö vaikuttaa ammatilliseen identiteettiin

Esitellessään tekoälyn mahdollisuuksia ilmailussa, HAIKU-ohjelman artikkeleista on luettavissa kuitenkin avoimia ja vastausta odottavia kysymyksiä. Ensinnäkin tekoäly haastaa perinteiset käsitteet tahallisuudesta ja syy-seuraussuhteesta, jotka ovat historiallisesti olleet lainvalvonnan ja vastuullisen käyttäytymisen perustana. Kuka on vastuullinen toimija vaara- ja poikkeustilanteissa?

Samoin ihmistoimijan rooli näyttää kapenevan aktiivisesta ohjaajasta yhä vahvemmin järjestelmävalvojaksi. Muutos heijastuu väistämättä ammatilliseen identiteettiin. Kun tähän asti rekrytoineissa ja koulutuksessa on korostettu sosiaalisia vuorovaikutustaitoja, tulevaisuudessa vaatimukset kohdistuvat yhä enemmän teknologisten järjestelmien hallitsemiseen ja mahdollisesti entistä uuvuttavampiin valvontatehtäviin. HAIKU-raportti myöntää suoraan, että tämä kehitys voi toteutuessaan heijastua ilmailun ammattien haluttavuuteen.

Haluan lopuksi nostaa esiin yhden näkökulman, joka ajatuksissani liittyy vahvasti ihmisen ja lisääntyvän automaation yhteistyöhön. Ihmisen toimintaan turvallisuuskriittisessä ympäristössä liittyy väistämättä syvän inhimilliset kokemukset ja tuntemukset. Näitä ovat onnistumisen rinnalla myös kokemukset pelosta, mahdollisesta epäonnistumisesta, surusta ja elämän rajallisuudesta. Samalla kyky intuitiivisesti ja mielikuvituksen avulla etsiä tarvittaessa luovia selviytymiskeinoja. Jälkimäiset ovat asioita, joissa ihmisen ajattelu on vahvasti tulevaisuuteen suuntautunutta. Tekoäly on menneisyyteen suuntautunutta.

HAIKU-projektin tutkija Barry Kirwan toteaa tämän kirjoittaessaan, että ”vaikka tekoäly voi jäljitellä ihmisen käyttäytymistä ja sillä voi olla jopa sisäänrakennettu ’persoonaa’, se on silti vain taaksepäin katsovaa jäljittelyä; tekoälysovellukset ovat edelleen koneita tai yksinkertaisesti ’vain lisää automaatiota’” (Kirwan, 2024).

James Reason kirjoitti artikkelissaan vuodelta 2000, kuinka korkean luotettavuuden toiminnalle on tyypillistä, että toimijat pitävät mielikuvituksensa vireänä ja yhteisö sallii erilaisten riskimahdollisuuksien avoimen pohtimisen. Siksi kollektiivisen tarkkaavaisuuden on rakennuttava keskinäisen kommunikaation ja yhteisesti jaettujen kertomusten varaan.

Pitkän linjan turvallisuusteoreetikko Karl E. Weick (1987) käyttää tästä asennoitumisesta ilmaisua *narrative rationality*. Hän kuvaa sanaparilla tätä kertomusten ja keskustelun kautta syntyvää

kokemuksellista viisautta. Ilmailuyhteisö on tästä hyvä esimerkki. Kollegiaalinen ja avoin vuorovaikutus ei vain ohjaamokeskusteluissa, vaan kaikkien työtovereiden kesken on yksi keskeisimmistä tekijöistä, jolla on onnistuttu luomaan nykyinen korkea luotettavuustaso.

Palaan vielä alkuun. James Reason kertoo muistelmissaan, kuinka eräänä aamuna hän seurasi puolestaan vaimonsa teenkeittoa. Tämä oli muissa ajatuksissa ja huolellisesti annosteli kissanruoan sijasta pikakahvia teelehtien sijasta kannuun. Reason viritti aiheesta keskustelua aamukahvipöydässä ja voin kuvitella, että manchesterilainen teeseremonia sujui näiden tapausten jälkeen paremmin.

Tapaukset eivät ole vain avioparin arjen kuvausta, vaan ne kertovat kuinka tärkeää ihmisten välinen kommunikaatio, toinen toistemme monitorointi sekä palautteen antaminen ovat. Mitä enemmän toimintaympäristöön tuodaan automaatiota, sitä tärkeämpää on varmistaa, että aidot mahdollisuudet aitojen ihmisten väliseen kommunikaatioon säilyvät.

Filosofi Martin Buber totesi aikoinaan, että ”kommunikaatio on elämän kehto”. Ilmailun toimijat voivat puolestaan vahvistaa, että kommunikaatio on kriittinen menestystekijä, kun halutaan säilyä hengissä matkustettaessa ilmassa - vaativassa ja vaarallisessa elementissä.

Kirjallisuus

HAIKU

2025 Human AI teaming Knowledge and Understanding for aviation. HAIKU Final Glossy Report. August 8, 2025.

The Fly AI

2025 Demystifying and accelerating artificial intelligence in aviation. Eurocontrol.
<https://www.eurocontrol.int/fly-ai>

Kirwan, Barry

2024 The Impact of Artificial Intelligence on Future Aviation Safety Culture. Future Transportation. 2024, 4, 349–379. [https:// doi.org/10.3390/futuretransp4020018](https://doi.org/10.3390/futuretransp4020018)

Reason, James

1990 Human error. Cambrigde University Press.

1997 Managing the risks of organizational accidents. Ashgate: Aldershot.

2013 A Life in Error: From Little Slips to Big Disasters. CRC Press.

Weick, Karl E.

1987 Organizational Culture as a Source of High Reliability. - *California Management Review*. Volume XXIX, Number 2. Winter 1987, 112- 127.