

Markus Nylund

Työkaluseurannan kehittäminen Helikopteripataljoonassa

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Logistiikan koulutus

2024



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä	Markus Nylund
Työn nimi	Työkaluseurannan kehittäminen Helikopteripataljoonassa
Toimeksiantaja	Suomen Puolustusvoimat
Vuosi	2024
Sivut	49 sivua
Työn ohjaajat	Anssi Salmi, Tero Långström

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella Helikopteripataljoonan nykyistä työkaluseurantaa ja tutkia, olisiko sitä mahdollista kehittää digitalisaation avulla. Pataljoonan tämänhetkinen työkaluseuranta koettiin osittain riittämättömäksi ja vanhanaikaiseksi. Samalla todettiin, että kehittyneempi ja uuden aikaisempi järjestelmä voisi parhaillaan parantaa suoraan yleistä lentoturvallisuutta. Kehittynyt työkaluseuranta säästää aikaa kadonneiden työkalujen etsinnässä ja näin ollen tehostaa toimintaa.

Tutkimuskysymykset olivat:

Voiko digitalisoidulla työkaluseurannalla olla vaikutusta kokonaislentoturvallisuuteen Helikopteripataljoonassa?

Voiko digitaalisella työkaluseurannalla olla positiivisia vaikutuksia resurssien ja henkilöstön tehokkaaseen ja taloudelliseen käyttöön?

Käytettävä tutkimusmenetelmä oli laadullinen eli kvalitatiivinen. Opinnäytetyön teoriaosuudessa tutkittiin laajasti inhimillisiä virheitä ja niiden syntyyn johtavia tekijöitä. Teoriaosuudessa oli tarkastelussa myös virheiden vähentämiseen käytettäviä keinoja ja voiko nykyajan tekniikasta olla apua työkaluseurantaan. Taustatutkimuksessa ja tämänhetkisen tilanteen selvittämisessä käytettiin apuna PV-Moodle-kyselyä, joka oli suunnattu lentoteknistä työtä tekeville henkilöille. Kyselyllä saavutettiin hyvä kuva pataljoonan tämänhetkisestä tilanteesta.

Ilmailulaki ja määräykset antoivat opinnäytetyölle viitekehyksen ja tukivat tieteellistä teoriaa. Lentoteknisen alan vaativat määräykset, koulutukset ja lentoturvalliset toimintatavat tukivat viitekehyksessä olevaa tieteellistä teoriaa.

Saatujen aineistotutkimuksien ja vastauksien pohjalta etsittiin sopivaa menetelmää Helikopteripataljoonalle, miten nykyistä työkaluseurantaa voitaisiin kehittää tulevaisuudessa. Työkaluseurannan avuksi on olemassa useita valmiita järjestelmiä markkinoilla. Näistä valmiista järjestelmistä on saatavilla myös jokaiselle asiakkaalle yksilöllisesti räätälöityjä malleja, joka helpottaa järjestelmän yhteensopivuutta eri lentoteknisiin yrityksiin.

Tutkimuskysymyksiin pystyttiin vastaamaan tehdyn taustatutkimuksen ja kyselyn avulla. Kyselyn ja taustatutkimuksen tulokset tukeutuvat opinnäytetyössä käsiteltyyn teoriaan.

Asiasanat: Työkaluseuranta, lentoturvallisuus, inhimilliset erehdykset, Puolustusvoimat



South-Eastern Finland
University of Applied Sciences

Degree title	Bachelor of Engineering
Author	Markus Nylund
Thesis title	Improving tool tracking in Helicopter Battalion
Commissioned by	The Finnish Defence Forces
Time	2024
Pages	49 pages
Supervisors	Anssi Salmi, Tero Långström

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to examine tool tracking in the Helicopter Battalion and investigate whether it could be developed through digitalization. The Helicopter Battalion's current tool tracking practices were considered partly inadequate and outdated. At the same time, it was noted that a more sophisticated and modern system could directly improve overall aviation safety, reduce the amount of time wasted in the search for lost tools and, thus, increase efficiency.

The research method used in this study was qualitative. In the theory part, human errors and the factors leading to their occurrence were extensively studied. Also, methods used to reduce errors and the potential of modern technology in tool tracking were examined. This study was conducted with the help of a PV-Moodle survey which was aimed at people engaged in aviation maintenance. The aviation law and regulations provided a framework for the thesis and the strict rules, training and operating practices of the aviation technology were studied with reference to this framework.

The survey provided a very broad understanding of the current situation of the battalion. Based on the findings and responses received, suitable methods were defined for the battalion to develop tool tracking in the future. Currently, there are several ready-made models for tool tracking. These ready-made systems are also available in individually tailored models, which facilitates compatibility with the customer's existing systems.

Keywords: tool tracking, aviation safety, human error, Finnish Defence Forces

SISÄLLYS

1.	JOHDANTO	6
2.	TEOREETTINEN VIITEKEHYS JA TUKIMUSMENETELMÄT	6
2.1	Tutkimusmenetelmät	6
2.2	Tavoitteet ja tutkimuskysymykset	8
2.3	Teoreettinen viitekehys	8
3.	HELIKOPTERIPATALJOONA	9
3.1	Historia	9
3.2	Nyky aika	10
4.	TYÖKALUSEURANNAN MERKITYS JA VALVONTA	12
4.1	Lait ja määräykset sotilasilmailussa	12
4.2	Vaatus työkalseurannalle huolto-organisaatiossa	13
4.3	Käytettävät työkalut	14
4.4	Työntekijän rooli	14
5.	LENTOTURVALLISUUDEN MÄÄRITELMÄ	15
6.	INHIMILLISET VIRHEET	17
6.1	Taustaa	17
6.2	Virhemallit ja virheet	18
6.3	Inhimillisten virheiden vähentäminen	20
6.4	Automaatio apuna	22
6.5	Tekoäly	23
7.	VALVONTA NYT JA TULEVAISUUDESSA	25
7.1	Työkalseurannan merkitys	25
7.2	Työkalseurannan vaikutus lentoturvallisuuteen	26
7.3	Helikopteripataljoonan kadonneet työkalut	28
7.4	Työkalseuranta Helikopteripataljoonassa	29
7.5	Työkalseurannan kehittämisen vaihtoehdot	30

7.6	300 SQN hollantilaisen Cougar helikopteriosaston haastattelu.....	31
8.	SAATAVILLA OLEVIA ELEKTRONISIA JÄRJESTELMIÄ TYÖKALUJEN SEURANTAAN	32
8.1	Henchman Kabtrak Tool Cabinet	32
8.2	Snap-on level 5 tool control system.....	34
8.3	Teng Tools Tracking RFID	34
8.4	Nexess XD RFID	35
8.5	Yhteenveto	36
9.	KYSELYN ANALYSOINTI	36
10.	JOHTOPÄÄTÖKSET	42
11.	POHDINTA	43
	LÄHTEET	46
	KUVALUETTELO	

1. JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Suomen Puolustusvoimille ja Utin jääkäriyriksen Helikopteripataljoonalle. Opinnäytetyön aiheena on työkaluseurannan parantaminen ja kehittäminen Helikopteripataljoonassa. Tavoitteena on tutkia uusia markkinoilla jo valmiina olevia järjestelmiä ja menetelmiä, jotka kehittäisivät työkaluseurantaa. Nykyaikaisella ja digitalisoidulla työkaluseurannalla voi olla parantava vaikutus niin Helikopteripataljoonan lentoturvallisuudelle kuin taloudelliselle henkilöstön käytölle pitkällä aikajänteellä.

Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen, sillä Helikopteripataljoonassa on tällä hetkellä hyvin toimiva työkaluvalvonta, mutta työkaluseuranta ei ole nykyaikainen ja reaaliaikaista työkaluseurantaa ei ole toteutettu erillisellä järjestelmällä, joka valvoisi työkalujen käyttöä tai sijaintia.

Työkaluseuranta on ollut jo vuosikymmeniä samalla tasolla ja toteutettu samalla tavalla. Opinnäytetyössä tarkastellaan, miten nykyaikaiset ja digitalisoidut työkaluseurannat sopisivat käyttöön Helikopteripataljoonassa ja mitä hyötyjä ratkaisulla saavutettaisiin.

Opinnäytetyön tavoite on tuoda konkreettisesti esille, mitä eri ratkaisumalleja ja käytäntöjä markkinoilla on työkaluseurannan avuksi. Onko näistä jo valmiina olevista työkaluseurannoista soveltuva menetelmä myös Helikopteripataljoonan työkaluseurannaksi?

2. TEOREETTINEN VIITEKEHYS JA TUKIMUSMENETELMÄT

2.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusta lähestytään laadullisella periaatteella. Tässä menetelmässä on erityispiirteinä se, että totuuden löytäminen ei ole tavoitteena tutkimuksessa. Tavoite on tuoda esille esimerkki toiminnasta tai tuotteesta. Tässä lopputuote on kehittyneempi toimintamalli ja järjestelmä työkaluseurantaan.

Tässä tutkimuslähestymistavassa ihmisiltä saatuja tietoja ja kokemuksia käsitellään tulkintojen ja vihjeiden avulla. (Vilkkä 2021, luku 5: Laadullinen tutkimusmenetelmä käytännössä.)

Tässä tutkimusmuodossa käytetään empiirisiä aineistoja, jotka tässä kohtaa ovat tekstit, kuvat, keskustelut, kyselyt ja tilat, joissa toimintaa tapahtuu. Tutkimuksessa tullaan käyttämään myös tilastotietoja ja numeraalisia arvoja. (Juhila s.a.)

Helikopteripataljoonassa on hyvä asiakirjahistoria vikatiedoista ja tapahtumista, joita on käytetty hyväksi tutkimusta tehdessä. Tutkimuksessa käytetään järjestelmien lähteistä löytyvää tietoa työkalujen katoamisista.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa haastattelu on keskustelutilaisuus, jossa voidaan käyttää myös laadulliselle tutkimukselle ei niin perinteistä strukturoitua haastattelua, jossa kysymykset on muotoiltu niin, että ne ovat samat kaikilla haastateltavilla. Tässä tilanteessa strukturoidun haastattelun ja perinteisen keskustelutilaisuuden haastattelijan rooli ei ole niin minimoitu. (Juhila s.a.)

Haastattelu tullaan toteuttamaan sähköpostikyselyllä. Sähköpostikyselyllä saadaan aikaiseksi runsas vastausmäärä pienemmällä ajankäytöllä. Kyselyyn osallistuvat pysyvät nimettöminä ja kaikille haastateltaville tulevat samat kysymykset.

Tämä laadullinen tutkimus on tapaustutkimus, jossa kohteena on organisaatio ja prosessi. Tapaustutkimuksessa olennaista on saada mahdollisimman monisävytteinen kuva tapauksesta, jota tutkitaan. Tapaustutkimuksessa yhdistellään useasti monia eri aineistoja kuten haastatteluja, numeraalisia arvoja, tilastoja ja tapauksesta julkaistuja asiakirjoja. Tämän kaltaisesta tutkimuksesta käytetään usein myös sanaa kriittinen tapaus. Tällä tarkoitetaan sitä, että aihe on valittu tarkoin jo olemassa olevan tiedon ja teoreettisen tosi asioiden pohjalta. (Juhila s.a.)

Tulosten analysointi laadullisessa tutkimuksessa on yleensä kvalitatiivista eli määrällistä. Tämä perustuu tapauksen kuvaamista ja tulkitsemista tilastojen ja

numeraalisten arvojen avulla. Tuloksia analysoitaessa ei ole tarpeellista kasvattaa eroa määrällisen ja laadullisen analysoinnin välillä, vaan molempia voidaan käyttää samassa tutkimuksessa kertomaan ja selittämään asiaa eri suunnalta ja eri tavoin. (Laadullinen analyysi 2021.)

2.2 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tällä työllä pyritään tuottamaan Helikopteripataljoonalle kehitysehdotus uudentlaisesta työkaluseurannasta, joka hyödyntää uusinta digitaalitekniologiaa. Valmiilla tutkimuksella pyritään esittämään digitalisaation tuomat edut ja hyödyt.

Työllä pyritään osoittamaan Helikopteripataljoonalle, että nykyaikaisella työkaluseurannalla on positiivinen vaikutus niin lentoturvallisuuteenkin, kuin resurssien taloudelliseen ja tehokkaaseen käyttöön.

Tutkimuksella pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Voiko digitalisoidulla työkaluseurannalla olla vaikutusta kokonaislentoturvallisuuteen Helikopteripataljoonassa?
2. Voiko digitaalisella työkaluseurannalla olla positiivisia vaikutuksia resurssien ja henkilöstön tehokkaaseen ja taloudelliseen käyttöön?

2.3 Teoreettinen viitekehys

Tieteellisessä tutkimuksessa käytetään teoriaa hyväksi ja näin saadaan uutta tietoa aikaiseksi. Kun teoriaa käytetään tutkimuksen keinona, niin on tutkimus silloin soveltava. Tutkimuksen lukijalle on erityisen tärkeä, että tutkimukseen valitut viitekehys ja käsitteet on selitetty erittäin tarkasti ja selkeästi. (Vilkkä 2021, luku 2: Tutkimukselle asetetut vaatimukset.)

Tieteellistä teoriaa tutkimuksen pohjalle antavat tämän hetken määräykset ja lait liittyen maavoimien ilmailuun ja työkaluvalmistajien esitteet ja julkaisut erilaisista työkaluseurantalaitteista. Ilmailualan julkaisut, koulutukset ja lentoturvallisuuden kannalta oikeat tavat toimia lentoteknisessä työssä antavat myös tälle tutkimukselle oikean viitekehysten.

Teoreettista viitekehystä vahvistetaan sähköpostikyselyn avulla. Kyselyyn on valittu vastaajiksi Helikopteripataljoonassa työskentelevät mekaanikot, jotka ovat vastuussa osaltaan työkaluseurannasta. Tämän kyselyn tarkoituksena on saada useamman henkilön näkemys nykyhetken tilanteesta ja auttaa opinnäytetyön kirjoittajaa vahvistamaan ja ohjaamaan omaa näkemystä tutkimuskohteesta. Opinnäytetyön kirjoittajalla on 20 vuoden henkilökohtainen kokemus ilmailualasta ja työskentelystä Helikopteripataljoonassa mekaanikkona. Tämä kokemus ja tuntemus tulee määrittelemään osan viitekehyksen määrittelyä.

3. HELIKOPTERIPATALJOONA

3.1 Historia

Helikopteripataljoona sai alkunsa vuonna 1961, kun Suomi hankki Puolustusvoimille ensimmäiset helikopterit. Helikoptereiden sijoituspaikka oli alkuun Porissa, jonka jälkeen ne siirrettiin Uttiin Kouvolaan vuonna 1962. (Utin jääkärirykmentin historia ja perinteet 2023.)

Ilmavoimat omistivat helikopterit vuodesta 1962 vuoteen 1996. Helikoptereiden tarkoitus noina vuosina oli turvata ilmavoimien rauhan ja sodan ajan materiaalikuljetukset. Helikoptereilla on turvattu tuona aikana myös pelastuspalvelulennot. (Utin jääkärirykmentin historia ja perinteet 2023.)

1.1.1997 Helikopterilentue siirrettiin Ilmavoimista Maavoimien alaisuuteen. Helikopteripataljoonaksi lentue muutettiin 1.1.2001. (Utin jääkärirykmentin historia ja perinteet 2023.)

Ensimmäiset NH90 helikopterit saapuivat Uttiin vuonna 2008. Tätä ennen oli aloitettu lentoteknisen henkilöstön ja ohjaajien koulutus, joka mahdollisti uudella kalustolla operoinnin aloittamisen. Utin lentotoiminnan aloitusta oli tuke-
massa saksalaisia ja ranskalaisia asiantuntijoita, joilla oli jo useamman vuoden kokemus koneesta. (Utti sai viidennen kuljetuskopterinsa 2008.)

3.2 Nykyaika

Utissa toimiva Helikopteripataljoona on Suomen ainoa sotilastukikohta, jossa sijaitsee helikoptereita. Helikoptereita on kahta eri tyyppiä; MD-500 ja NH90. MD-500-helikoptereita on 7 ja niitä käytetään pääosin sotilaslentäjien koulutukseen, mutta myös muiden joukkoyksiköiden ja valtion eri toimijoiden tukemiseen. NH90-helikoptereita on 20. NH90-helikoptereita käytetään pääasiassa oman lentokoulutuksen ja tehtävien suorittamiseen, mutta myös muiden joukko-osastojen tukemiseen ja valtion eri toimijoiden virka-aputehtäviin, joita Helikopteripataljoonalla on vuositasolla noin 40. Utissa päivystää yksi NH90-helikopteri ympäri vuorokauden valmiina virka-apu tehtäviin. (Tietoa meistä 2023.)

Helikopteripataljoona kouluttaa tällä hetkellä itse omat mekaanikkonsa Utissa. Palkattua henkilöstöä koko rykmentissä on 460. Helikopteripataljoonan lentotekninen henkilöstö huoltaa itse osan NH90-kalustosta ja osa huolletaan Patrian toimesta. NH90-helikopteri vaatii huoltoa ja erilaisia tarkastuksia noin 75 lentotunnin välein. Vaativimmat huollot tehdään Patrialla, mutta Helikopteripataljoonassa pyritään säilyttämään korkea osaamisen taso, ja siksi osa huolloista tehdään edelleen itse Helikopteripataljoonassa omalla henkilöstöllä ja omilla työkaluilla.

Lentoteknistä huoltoa tekevät Helikopteripataljoonassa useat eri ammattiryhmät. Sotilashenkilöstöstä huoltoa ja tarkastuksia suorittavat upseerit, erikoisupseerit, sotilaskamiehet, opistoupseerit, aliupseerit, kadetit, sopimussotilaat, varusmiehet ja reserviläiset. Helikopteripataljoonassa toimii myös joukko siviilihenkilöitä, jotka ovat mukana pataljoonan toiminnassa. (Tietoa meistä 2023.)



Kuva 1. NH90-helikopteri (Wikipedia 2023)



Kuva 2 MD500-helikopteri (Wikipedia 2023)

4. TYÖKALUSEURANNAN MERKITYS JA VALVONTA

4.1 Lait ja määräykset sotilasilmailussa

Puolustusvoimissa lentotoiminnan turvallisuus perustuu lakeihin ja määräyksiin. Sotilasilmailua ja siihen liittyvää toimintaa valvoo Sotilas Viranomaisyksikkö SVY. (Sotilasilmailun viranomaisyksikön tehtävät 2023.)

”SVY toiminta perustuu suoranaisesti ilmailulakiin (864/2014), lakiin puolustusvoimista (551/2007), lakiin sotilasilmailuonnettomuuksien tutkinnasta (526/2011) ja turvallisuustutkinta lakiin (525/2011)” (Sotilasilmailun viranomaisyksikön tehtävät 2023.)

Turvallisuutta sotilasilmailun lentotoiminnassa valvoo lentotoiminta- ja tukeutumissektori. Yksi osa-alue tällä sektorilla on valvoa tukikohtatoiminnan turvallisuutta ja samalla tavoitella turvallista toimintaa lentotoiminnan kaikilla osa-alueilla. (Sotilasilmailun viranomaisyksikön tehtävät. 2023.)

Sotilasilmailun teknisiä järjestelmien käyttöä ja toiminnanharjoittajia valvoo tekninen- ja järjestelmäsektori. Tämä sektori ohjaa myös sotilasilmailun turvallisuuden kehittämistä. (Sotilasilmailun viranomaisyksikön tehtävät. 2023.)

Suomen Puolustusvoimien lentoteknistä huoltotoimintaa tekeville organisaatioille on asetettu uudet sotilasilmailumääräyksen mukaiset yhteiseurooppalaiset toimiluvat FIN EMAR 145 (European Military Airworthiness Requirements). Suomen puolustusvoimissa huoltotoiminta on perustunut aikaisemmin vuoden 2007 julkaistuun sotilasilmailumääräykseen. Vuonna 2021 julkaistiin Sotilas viranomaisyksikön SVY:n toimesta uudet yhteiseurooppalaisiin harmonisoituihin sotilasilmailun lentokelpoisuusvaatimukseen perustuvat huoltovaatimukset sotilasilmailumääräyksenä, jotka asettavat uusia vaatimuksia ilmailulle ja huoltoorganisaatiolle. Suomen Puolustusvoimille annettu toimilupa on osoitus organisaation kyvystä täyttää määräyksen asettamat vaatimukset ja osoittaa myös, että suomalainen huolto-organisaatio on samalla tasolla muiden eurooppalaisten ilma-alusta huoltavien organisaatioiden kanssa. (FIN EMAR 145 -hyväksyntä sotilasilma-alusten huolto-organisaatioille. 2023.)

4.2 Vaatimus työkaluseurannalle huolto-organisaatiossa

FIN EMAR 145-sotilasilmalukumääräys määrää huolto-organisaatiossa vaatimukset, joiden perusteella tulee suunnitella esimerkiksi henkilöstö, huoltotilat, valaistus, varastointi ja työkalut.

Tiloissa, joissa käsitellään ilma-alusten osia, laitteita ja työkaluja on oltava asianmukaiset ja turvalliset varastotilat. Varastotiloihin on pääsy vain valtuutetuilla henkilöillä. Varastoinnissa pitää eritellä käytössä olevat ja käytöstä poistetut ilma-alusten osat, laitteet ja työkalut. Varastoinnissa pitää myös kiinnittää huomiota varastointiolosuhteisiin, jotta varastossa olevia tuotteita säilytetään valmistajien antamien ohjeiden mukaisesti siten, että varastoidun materiaalin laatu ei heikkene, eikä materiaali vahingoitu.

FIN EMAR 145 kohdassa 145.A.40 määrää, miten huolto-organisaatiolla on oltava vaatimukset ja laajuuden täyttävät laitteet, työkalut ja materiaalit kyseisen huoltotehtävän suoritukseen. Ilma-alus valmistajat edellyttävät tiettyjen vaatimukset täyttävien työkalujen käyttöä.

Työkalut, jotka eivät ole valmistajan hyväksymiä, pitää ne olla hyväksytyt huolto-organisaation käsikirjassa Sotilasilmalulun viranomaisyksikön hyväksymällä tavalla. Harvoin käytettävien työkalujen ja laitteiden ei välttämättä tarvitse olla pysyvästi käytettävissä, mutta usein käytettyjen työkalujen pitää olla pysyvästi käytettävissä. Harvoin käytettyjen työkalujen lista on määriteltävä yksilöidysti huolto-organisaatio käsikirjassa.

Valvonta pitää olla varmistettu huolto-organisaation toimesta kaikille työkaluille, laitteille ja erityisesti koestuslaitteille ja kalibrointi pitää olla suoritettu. Kalibroinnista saatuja kalibrointeja ja jäljitettävyytietoja on säilytettävä huolto-organisaatiossa. (Vaatimukset sotilasilma-alusten huolto-organisaatiolle 2021.)

4.3 Käytettävät työkalut

Tarkastelen tässä tutkimuksessa vain NH90-helikopterin käyttöhuollossa käytettävänä olevaa huoltotyökalusarjaa. Huoltotyökalusarjoja on jokaisessa helikoptereiden säilytyshallissa useita, ja ne koostuvat useista erilaisista työkaluista. Sarjaan kuuluu esimerkiksi erilaisia kiintoavaimia, pihtejä, meisseleitä, hylsysarjoja ja momenttiavaimia. Työkalusarja on yksi kokonaisuus ja kaikilla sarjoilla on oma tunnistenumero, ja kyseinen tunnistenumero löytyy myös jokaisesta työkalusarjassa olevasta työkalusta. Tunnistenumero auttaa selvittämään, mistä kyseinen avain on peräisin ja tunnistenumero helpottaa uuden työkalun tilausta rikkiäisen tilalle vahinkotapauksissa.

Työkalut on sijoitettu työkaluvaunuun, joka on lukittavissa. Vaunussa on useampi hylly ja jokaisessa hyllyssä on omat paikat jokaiselle työkalulle ja hylsysarjalle. Hyllyissä on vaahtomuoviset sisäosat, joissa on jokaiselle työkalulle yksilöllinen paikka ja reikä, johon työkalu sopii. Työkaluvaunu on suunniteltu siten, että sen voi ottaa mukaan harjoitukseen tai työtehtävälle myös kotitukikohdan ulkopuolelle. Työkaluvaunusta voi irrottaa jokaisen hyllyn erikseen ja ne voi kasata päällekkäin erityiseen muoviseen salkkuun. Muovisen salkun kuljettaminen esimerkiksi helikopterin matkustamossa onnistuu huomattavasti helpommin, kuin metallisen painavan laatikon. Tukikohdan ulkopuoliset työkaluseurannat suoritetaan aina työkalujen palauttamisen jälkeen ja työtä helpottaa jokaiselle työkalulle olevat omat paikat alustoissa. Alustassa on tyhjä reikä, jos jokin työkalu siitä puuttuu. Tarkastus tehdään manuaalisesti tarkastamalla jokainen työkalualusta, ettei tyhjiä kohtia ole näkyvissä ja kaikki työkalut ovat omilla paikoillaan.

4.4 Työntekijän rooli

Jokainen lentoteknisesti koulutettu henkilö on vastuussa työkaluista, joita hän käyttää. Työkaluvaunu tulisi tarkastaa ennen töiden aloittamista ja töiden lopettamisen jälkeen. Henkilökuntaan kuuluvat työntekijät koulutetaan ja perehdytetään työkäytänteisiin jo ennen töiden aloittamista Helikopteripataljoonassa. Lentotekniseen työhön aloitetaan perehdytys jo ammattikoulussa lentotekniikka-linjalla ja osaamista syvennetään tämän jälkeen puolustusvoimien

helikopterihuoltoapumekaanikko kurssilla. Näillä koulutuksilla pyritään koulutamaan työntekijälle perustiedot siitä, miten työkalujen seuranta ja hallinta on suoranaisesti yhteydessä työturvallisuuteen, lentoturvallisuuteen ja sujuvaan työntekoon. Huolimattomalla työkaluseurannalla ja käyttäytymisellä lentoteknisessä työssä voi olla katastrofaaliset seuraukset.

5. LENTOTURVALLISUUDEN MÄÄRITELMÄ

Turvallisuuden määritelmä perustuu tunteeseen ja olotilaan, jossa ollaan turvassa vaaroilta, riskeiltä ja tapaturmilta. Teknisessä mielessä turvallisuus on joukko tapoja, sääntöjä, määräyksiä ja toimintamalleja, kun jotain poikkeavaa tapahtuu ja turvallisuus on uhattuna. Toisin sanoen turvallisuus voidaan määritellä toiminnaksi, jolla pyritään ennakoimaan ja välttämään onnettomuuksien syntymistä. (Rohacs 2012.)

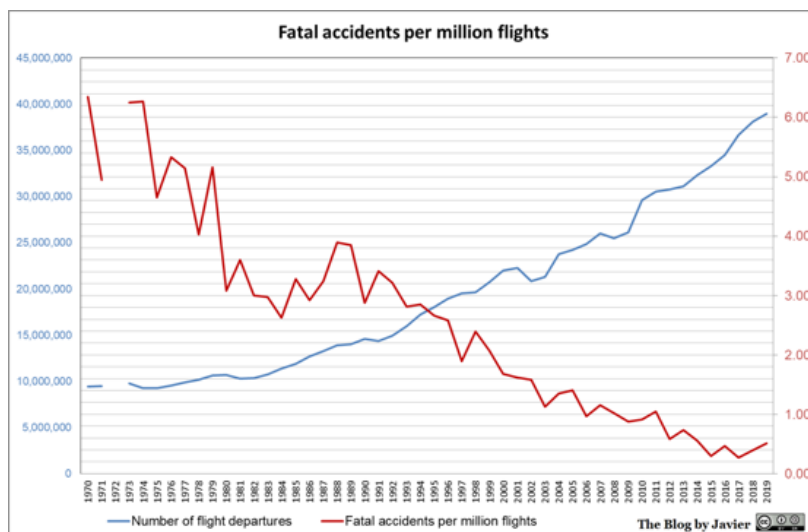
Turvallisuuden tavoittelu alkaa suunnittelusta. Uuden järjestelmän tai laitteen suunnittelussa pitää heti alkuvaiheessa kiinnittää huomio mahdollisiin ongelmatilanteisiin, jotka liittyvät turvallisuuteen. Uusien järjestelmien ja laitteiden mukana tulee aina uudet ongelmat. Jos näihin ongelmiin varaudutaan jo alkuvaiheessa, niin pystytään vähentämään mahdollisia turvallisuusongelmia, joita ovat kriittiset tilanteet, kriittiset järjestelmäviat ja näiden mahdolliset luokittelut, sekä edellä mainittujen ongelmien tunnistamiseen liittyvät asiat. Tämän kaltaista toimintaa kutsutaan riskienarvioinniksi, joka on merkittävä osa turvallisuuden suunnittelua. Riskiarvioinnin jälkeen on tuotettava ohjeet ja käytännöt, jotta kaikkia edellä mainittuja tilanteita pystyttäisiin välttämään. Turvallisuusohjeet ja käytänteet perustuvat kolmen asian yhteisvaikutukseen:

- fyysinen turvallisuus (käytettävien materiaalien ominaisuudet, rakenneratkaisut ja järjestelmäarkkitehtuuri, joka auttaa pääsemään yli turvallisuus ongelmista)
- tekninen turvallisuus (erityiset aktiiviset tai passiiviset turvallisuusjärjestelmät esimerkiksi anturit, jotka lisäävät tilannetietoisuutta)
- teoreettinen turvallisuus (työohjeet ja liikennesäännöt)

Minkä tahansa järjestelmän tai laitteen turvallisuus voidaan ennakkoon arvioida käyttämällä riskien arviointia. Riski on jonkun ei toivotun tapahtuman tiedostamista. Riski voidaan välttää, kun se tunnistetaan ajoissa ja tarvittavat toimenpiteet riskin välttämiseksi on tehty. Riskien välttämiseksi käytetään erilaisia riskienhallintatyökaluja, jotka voivat yksinkertaisuudessaan olla esimerkiksi taulukoita, joihin on kirjattu mahdolliset riskit. Riskien kirjaamisen jälkeen tarkastellaan, kuinka suuri mahdollisuus riskillä on tapahtua, ja miten riski voidaan välttää erilaisilla toiminnan muutoksilla ja ohjeilla. Näitä toimintoja voivat esimerkiksi olla:

- riskien valvonta
- koulutus ja harjoittelu
- dokumentaatioiden tallennus ja valvonta
- turvallisuussuunnitelma ja suunnitelmaan sitoutuminen
- turvallisuustakuu (turvallisuuden laaduntarkkailu)
- hätäohje

Lentoturvallisuuden parantaminen ja sen kehitys alkaa jo suunnittelusta ja jatkuu toiminnan aikana. Lentotoiminnan kehittyessä on myös lentoturvallisuus kehittynyt huomattavasti parempaan suuntaan ja lento-onnettomuus tapahtumat ovat vähentyneet huomattavasti, kuten kuvasta 3 voidaan nähdä. (Rohacs 2012.)



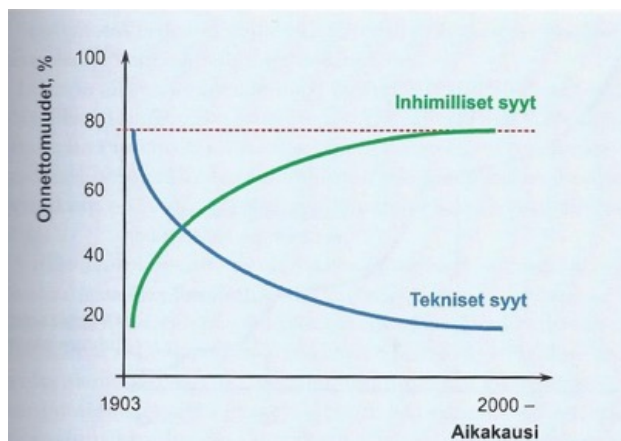
Kuva 3. Kaavio lento-onnettomuuksien tapahtumista. (The blog by javier 2019)

6. INHIMILLISET VIRHEET

6.1 Taustaa

Ihminen on aina tehnyt tarkoittamatta virheitä ja tulee näin myös jatkossa tekemään. Näitä virheitä kutsutaan inhimillisiksi virheiksi. Nämä virheet ovat ei-toivottuja ja niitä ei ole osattu odottaa. Virheet johtuvat ihmisen suorituskyvyn rajallisuudesta, ympäristötekijöistä ja ihmisten kommunikaatiokyvystä toisten yksilöiden välillä. Näistä tapahtumista käytetään nimitystä inhimilliset tekijät (Human factors). (Saatsi ym. 2011, 11.)

Ennen tekniikan ja kulkuvälineiden kehitystä inhimilliset virheet olivat tiedossa ja vaikuttivat jopa koko ihmiskunnan kehitykseen ja selviämiseen. Nämä hyväksi todetut tavat ja ohjeet kulkivat isältä pojalle ja sukupolvesta toiseen perimätiedon mukana. Inhimillisten tekijöiden aiheuttamat onnettomuuksien tasot ja vakavuudet ovat ajan saatosta muuttuneet. Ennen inhimillisistä virheistä saattoi johtua se, että hevoscarryn renkaan kiinnitys petti kesken ajon ja carry vahingoittui ajossa. Nykyään teollisuudessa tai ilmailussa yhden pienen virheen tekeminen saattaa aiheuttaa satojen ihmisten kuoleman tai vaikka ydinsähkötuotannossa tuhansien ihmisten kuoleman ja ympäristökatastrofin, joka vielä vuosikymmenten jälkeen vaikuttaa ihmisten eloon kyseisellä alueella. Ensimmäiset tutkimukset koskien inhimillisiä virheitä aloitettiin jo 1900-luvun alussa. Kuten kuvasta 4 käy ilmi, että tekniikan kehittyessä, on inhimillisten virheiden osuus kasvanut ja teknisten virheiden osuus vähentynyt. (Saatsi ym. 2011, 11.)



Kuva 4. Inhimillisten syiden osuus onnettomuuksissa. (Saatsi ym. 2011, 17)

6.2 Virhemallit ja virheet

Virhe, joka johtuu ihmisen toiminnasta ei toivotulla tai ennustamattomalla tavalla on inhimillinen virhe. Ihmisen kyky käsitellä asioita on rajallinen ja yksilöllinen. Myös ympäristö vaikuttaa ihmisen kykyyn käsitellä asioita ja toimia eri tilanteissa. (Saatsi ym. 2011, 47.)

Eräs tunnetuimpia ilmailualan inhimillisiä virheitä tutkiva ilmailupsykologi Professori James Reason Manchesterin Yliopistosta on tutkinut inhimillisiä virheitä ilmailussa 1970-luvulta lähtien. Hänen tutkimuksensa perustuvat ihmisen tiedonkäsittelytoimintoihin ja hän on ryhmänsä kanssa luonut useita virheteorioita ja malleja. Hän osoitti tutkimuksissaan, että virheet voitiin jakaa virhetyyppeihin ja virheluokkiin. Hän myös osoitti, että tietäntyyppiset virheet tapahtuivat tietäntyyppisten olosuhteiden vallitessa. (Saatsi ym. 2011, 48.)

Alla kuvattu virhemalli on Reasonin yleinen virhemalli ja sen sisältö kattaa kaikki yleiset inhimilliset virheet. Virheet on jaettu kahteen pääluokkaan, joista toinen on virheen tapahtuminen toiminnan toteutuksessa ja toinen virhe toiminnan valinnassa. Näistä toiminnan toteutuksessa tapahtuva virhe on tahaton, mutta kun se tapahtuu toiminnan valinnassa, niin se voi olla joko tahaton tai tietoinen. (Saatsi ym. 2011, 48–53.)



Kuva 5. Reasonin yleinen virhemalli. (Saatsi ym. 2011, 52)

Toiminnan toteutuksessa tapahtuvat virheet ovat niin sanottuja tiedostamattomia virheitä automaattisessa toiminnassa ja voivat olla esimerkiksi tarkkaavaisuuden puutteellisuudesta johtuvat lipsahdukset tai muistin aiheuttamat unohdukset. Toiminnan valinnassa tapahtuva virhe voi olla ohjevirhe tai tiedostettu virhe eli tahallinen teko, jolloin virheen tekijä poikkeaa sovitusta ohjeista.

Virheitä voi siis tapahtua ihmisen automaattisen toiminnan tasolla ja tietoisien toiminnan tasolla. Näistä yleisin virhe unohtamisiin on tarkkaamattomuus ja se kuuluu automaattisen toiminnan tasolla tapahtuviin virheisiin. Ihminen ei keskity tarpeeksi juuri silloin meneillään olevaan tehtävään tai jokin ulkopuolinen tekijä vie keskittymiskyvyn pois hoidettavasta tehtävästä. Myös liiallisesta tarkkaavaisuudesta voi olla haittaa automaattisessa toiminnassa, kun ajattelemme liikaa mitä teemme.

Unohduksia tapahtuu, kun työtehtävä keskeytyy tai jokin ulkoinen tekijä keskeyttää työt. Keskeytyksen jälkeen voi olla vaikea jatkaa samasta vaiheesta, mihin olimme jääneet ennen keskeytystä.

Tietoisien toiminnan tasolla tapahtuvia virheitä ovat sääntö- ja tietovirheet, rutiininomaiset rikkomukset ja poikkeukselliset rikkomukset ja sabotaasi.

Sääntövirheissä käytämme hyväksi kokemaamme toimintaa väärässä paikassa tai väärällä tavalla, koska emme ole ottaneet huomioon kaikkea ympärillä tapahtuvaa toimintaa ja tilanteeseen liittyviä tekijöitä.

Tietotason virheet johtuvat yleensä siitä, että ihmisen tietotaso ei riitä ratkaisemaan kyseistä ongelmaa ja virhe syntyy. Virheen syntymiseen voi vaikuttaa myös ongelman aliarvioiminen, luulon varassa tehdyt päätökset ja ongelman vaativuudesta johtuva epäolennaisiin asioihin keskittyminen ja ongelman sisällön väärin tulkitseminen. (Saatsi ym. 2011, 52–55.)

Yksi virhemalleista, rikkomus, aiheuttaa edelleen keskustelua. Kuuluuko rikkomus inhimillisten virheiden joukkoon. Kun asiaa tarkastellaan lähemmin, löytyy tästä kyseisestä toiminnasta suora yhteys. Rikkomus on ihmisen tekemä virhe. Rikkomuksessa ei yleensä ole kysymys tarkoituksenmukaisesti tehdystä vastenmielisestä asiasta, vaan taustalla on esimerkiksi oman mielihyvän nos-

taminen tai jokin saavutettu hyöty. Rikkomuksia on kahta päätyyppiä. Rutiininomaisia rikkomuksia ja poikkeuksellisia rikkomuksia. Rutiininomaisia rikkomuksia voi esimerkiksi olla päin keltaisia liikennevaloja ajaminen liikenteessä tai lievä ylinopeus. Ajattelempa, että kaikkihan tekevät niin. Toinen rikkomuksen päätyyppi, poikkeuksellinen rikkomus, on hieman harvinaisempi kuin edellinen virhemalli, vaikkakin tapahtumat rikkomuksissa ovat samankaltaisia. Poikkeuksellisessa rikkomuksessa on yleensä kyse jostain innostuksesta kokeilla tai yritystä saada itselle jotain hyötyä rikkomuksesta. Tällainen rikkomus voisi esimerkiksi olla ajoreitin oikaisu kävelykaistan yli. Poikkeukselliset rikkomukset voidaan jakaa vielä kahteen eri tyyppiin, jotka ovat tilannekohtaisia rikkomuksia ja seikkailullisia rikkomuksia. Tilannekohtaisissa rikkomuksissa aikapaine, ympäristöolosuhteet tai puutteelliset työkalut aiheuttavat työntekijän poikkeuksellisen toiminnan, jotta työ tulisi tehtyä nopeasti. Seikkailulliset rikkomukset ovat yleensä yksilön viihdyttämisen kannalta tehtyjä rikkomuksia, jotka eivät välttämättä edes liity meneillä olevaan työtehtävään. (Saatsi ym. 2011, 54–55.)

Viimeinen rikkomusmalli on sabotaasi, joka on vakavin tarkoituksen mukaisesti tehty rikkomus. Kaikkia edellä mainittuja rikkomuksia yhdistävä tekijä on motiivi, joka voi olla työtehtävän nopeuttaminen, työkuorman keventäminen tai oman mielihyvän tyydyttäminen jännitystä lisäämällä. (Saatsi ym. 2011, 55.)

6.3 Inhimillisten virheiden vähentäminen

Lähtökohtana virheiden välttämässä ja vähentämisessä on tiedostaa jo tapahtuneita virheitä ja analysoida niitä. Kokemukset ja tilastotiedot virheistä auttavat meitä tulkitsemaan ja ennakoimaan tulevia virheitä. Tunnetut, käytössä olevat toiminnot ja tehtävät ovat helpompia aiheita tutkia inhimillisten virheiden osalta, kun taas uudet ja tuntemattomat tehtävät. Uusissa tehtävissä on tukeuduttava ohjeistuksiin ja määräyksiin, jotta yleisimmät virheet tulisi minimoitua. Ongelmaksi muodostuu se, että kaikkia tehtäviä ja tilanteita ei voida ennalta ohjeistaa, vaan suurin ratkaiseva tekijä on ihmisen omassa toiminnassa ja kulttuurissa suorittaa tehtävä. (Saatsi ym. 2011, 55–56.)

Erityyppiset virheet juontavat ihmisten erilaisuuksista. Ihmisten persoonallisuus ja kriittisyys omaan toimintaan eroavat toisistaan. Jokaisella on oma mieltymys ja tapa suorittaa työtehtäviä ja ratkoa ongelmia. Ihmiset rakentavat itselleen parhaaksi toimivia työkaluja ja tarkastelevat kriittisesti omaa toimintaansa, joiden avulla he suoriutuisivat tehtävistä ilman virheitä. Näitä työkaluja ja toimintoja ovat esimerkiksi muistisäännöt, omat tarkastukset ja kirjatut muistin apuna olevat laput. Muistisäännöt ja erilaiset laput auttavat ihmistä vähentämään työmuistin kuormittamista ja näin edesauttavat ihmisen muistin kapasiteetin käyttöä sillä hetkellä tapahtuvaan työtehtävään. (Saatsi ym. 2011, 56.)

Jos tiedostamme, että työtehtävässä altistutaan virheen mahdollisuudelle. On siihen mahdollista varautua ja ennakoida siten, että virhettä ei synny, eikä virheestä aiheudu vahinkoa. (Saatsi ym. 2011, 56.)

Virheistä johtuvien vahinkojen taustalla ei useasti ole pelkkä yksilö, vaan onnettomuudeksi asti johtanut virhe johtuu useasti organisaatiossa eri tasolla olevista puutteista ja virheistä. Tutkija Professori James Reason laati reikäjuustomalli teoriansa havainnollistamiseksi ja avuksi selittämään tutkimuksiin. Mallissa kuvataan organisaation eri tasoja juustosiivuilla, joissa on aukkoja. Aukot kuvastavat nimensä mukaisesti puutteita ja virheitä, jotka ovat sijoitettuna eri kokoisina reikinä eri puolille juustosiivuja. Kun tarkastellaan tilannetta, joka vaati erityistä tarkastelua turvallisuuden kannalta, ja tällä kyseisellä toiminnolla on vaikutusta lentoturvallisuuteen, on jokaisen tason eli juustoviipaleen oltava tarkoin valittu. Juustoviipaleessa ei saa olla liikaa tai liian isoja reikiä, ettei onnettomuus pääse syntymään. Jos reikiä on liikaa tai ne ovat liian isoja, mahdollisuus onnettomuuteen tai vaaratilanteeseen kasvaa. Mallissa puhutaan aktiivisista virheistä, piilevistä virheistä ja suojamuureista. Aktiiviset virheet ovat yleensä ne toiminnot, jotka toimivat laukaisijana vaaratilanteelle tai onnettomuudelle, jotka ovat piilevien virheiden takia mahdollista tapahtua. Aktiiviset virheet ovat yleensä tapahtumaan vaikuttavia suoranaisia tekoja tai väärinä valintoja. Virheet ovat yleensä työpaikalla työskentelevien ihmisten, kuten lentomiehistön tai mekaanikon tekemiä virheitä. (Saatsi ym. 2011, 56–57.)

Piilevät virheet voivat olla olemassa jo kauan ennen tiedostamista, jopa vuosia ennen onnettomuutta. Piilevät virheet ovat esimerkiksi eri organisaation tasolla olevia puutteita ja virheellisiä määräyksiä, jotka mahdollistavat virheen synnyn ja mahdollistavat onnettomuuden tapahtuvan. (Saatsi ym. 2011, 57.)

Reikäjuustomallissa viimeinen onnettomuutta estävä taso on suojamuuri, jonka tehtävä on viimekädessä estää onnettomuus. Suojamuurit voivat olla esimerkiksi teknisesti tai digitaalisesti toteutettuja varoitusjärjestelmiä, jotka ilmoittavat poikkeavuudesta tai aktiivisesta virheestä. (Saatsi ym. 2011, 57.)



Kuva 6 Reasonin reikäjuustomalli. (Saatsi ym. 2011, 57)

6.4 Automaatio apuna

Automaatiolla pyritään helpottamaan ihmisen työtä. Apuna voidaan käyttää koneita, laitteita tai prosessien hallintaohjelmia, jotka oikein ohjelmituna suorittavat osan ihmisen tekemistä töistä ja valvonnasta. Kun ohjelmisto ja laitteisto on laadukas ja oikein ohjelmitu, niin se suorittaa sille annetun tehtävän varmemmin ja laadukkaammin kuin ihminen. (Automaatio ennen, nyt ja tulevaisuudessa 2018.)

Automaatiota on nykyään kaikkialla, missä on teknisiä laitteita tai järjestelmiä. Tämä fakta pätee niin teollisuuteen kuin kotitalouden laitteisiin. Kaikilla näillä toiminnoilla on tarkoitus helpottaa ihmisen työtaakkaa. Kun johonkin toimintaan aloitetaan suunnittelemaan automaatiota avuksi, tulee sen kohteena oleva prosessi tai laite pitää olla tarkoin tunnettu, jotta automaation suunnittelu

ja toteuttaminen onnistuisi mahdollisimman hyvin. Sovelluksen käyttöönottoa suunniteltaessa on mietittävä sen muodostavia kustannuksia niin käyttöönotossa kuin elinkaaren aikana. Automaatio tulee suunnitella siten, että sen käyttö on edullista, turvallista ja helppoa, ja sen käyttökustannukset pitää minimoida elinkaaren aikana. (Automaatio ennen, nyt ja tulevaisuudessa 2018.)

Automaation alkuaikoina käytettiin paljon analogista tietoa automaation tukena ja aisteina. Nykyään tämän toiminnon suorittaa tietokone, joka saa antureilta ja lähettimiltä sen aistitiedot ympärillä tapahtuvasta prosessista tai tilasta. Tietokone pystyy itsenäisesti valvomaan ilman ihmisen tukea, vaikka varastosal-
doja. (Automaatio ennen, nyt ja tulevaisuudessa 2018.)

Automatisaatiolle on tarvetta, jos kirjauksia tehdään edelleen kynällä ja paperilla ja varastoinneissa on virheitä. Automatisoinnin tuomia etuja ovat:
(Sisälogistiikkaa ja varastohallinta. 2024)

- tiedonkulku organisaatiossa nopeutuu ja toiminta tehostuu
- saadaan oikeaa ja luotettavaa tietoa varastoinnista
- inventointia tapahtuu jatkuvasti, eikä vaadi henkilöresursseja
- työmotivaatio kasvaa rutiinitehtävien jäädessä järjestelmän hoidettavaksi
- ammattimaiset työvälineet lisäävät työergonomiaa
- mahdollistaa tuotteiden jäljitettävyyden ja seurannan

6.5 Tekoäly

Tekoäly on ottanut viime vuosikymmenen aikana suuren harppauksen ja on tuonut teollisuudelle uusia apukeinoja. Tekoäly tai keinoäly on tietoteknisesti tuotettua ajattelua, joka pystyy vastaamaan useisiin nopeisiin päätöstä vaativiin tehtäviin, kuten esimerkiksi puheen tai objektin tunnistamiseen.

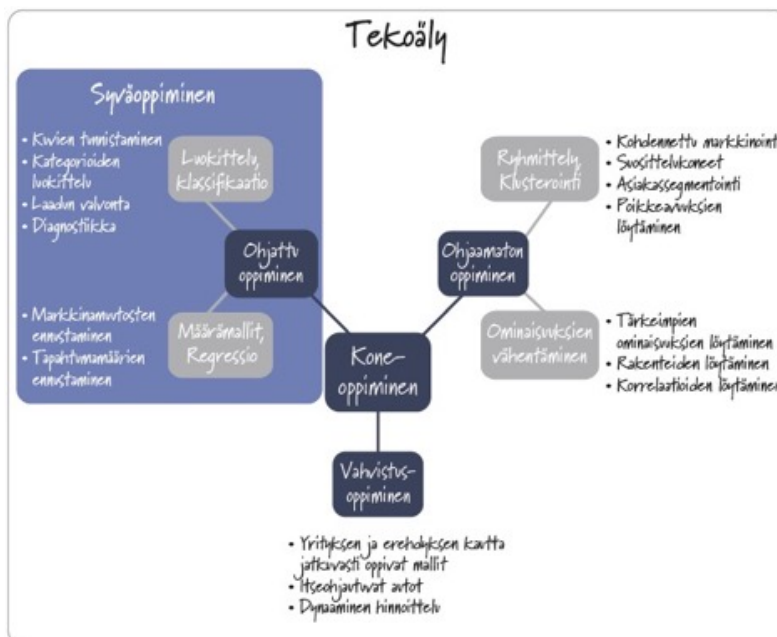
Tekoälyn yksi suurimmista osa-alueista on koneoppiminen, jossa tietokonetta opetetaan toimimaan tietyllä tavalla ja tekoäly päättelee saadusta opetuksesta ja parametreista oikeat lopputulokset. Tekoäly mahdollistaa monen asian automatisaation, jonka seurauksena ihmisen muistin kapasiteetti ei kuormitu.
(Tekoäly ihmisen apuna 2022)

Kun tekoälyä verrataan ihmiseen rajatuissa toiminnoissa, on tekoälyllä seuraavanlaiset ominaisuudet:

- tekoäly pystyy rajattomaan määrään toistoja
- tekoälyn mieli ei muutu ajasta riippumatta
- tekoäly on puolueeton (jos harjoitusdata on puolueeton)
- tekoäly on tarkempi, kuin ihminen
- tekoäly on nopeampi, kuin ihminen

Ihmisen ja koneen vertailussa kone pystyy tunnistamaan ja näkemään objekteja nopeammin ja varmemmin ja löytämään muutokset aineistoissa ja sääntömuutoksissa. (Kananen & Puolitaival. 2019, 37–40.)

Kuvasta 7 voidaan nähdä, että on olemassa kolme eri tapaa, joilla kone voidaan opettaa. Ohjattu oppiminen, koneoppiminen ja vahvistusoppiminen. Tekoäly voidaan jakaa kahteen eri alueeseen. Koneoppimiseen ja neuroverkkoon. Samaa tarkoittaa myös syväoppiminen ja vahvistusoppiminen. Ohjatussa oppimisessa on usein käytössä neuroverkot ja koneoppimisen tavat, kun taas koneoppimisen menetelmiä käytetään ohjaamattomassa oppimisessä. (Kananen & Puolitaival. 2019, 43.)



Kuva 7. Kolme tapaa kouluttaa tekoäly (Kananen & Puolitaival, 2019, 44)

Objektien tunnistus on yksi koneoppimisen osaamisen ala ja sitä käytetään nimensä mukaisesti tunnistamaan eri objekteja tai vaikka kasvoja. Opinnäytetyöni aihealueessa tätä objektien tunnistusta voitaisiin käyttää esimerkiksi erilaisten työkalujen tunnistuksessa työkalukaapissa tai -vaunussa, jossa työkaluja pystytään tunnistamaan pelkästään sen muodon ja värin mukaan. Työkaluilla ei tarvitse olla välttämättä omaa paikkaa työkaluvaunussa.

Konenäön kahta pääkomponenttia voidaan verrata ihmisen silmään ja aivoihin. Konenäössä ne ovat kamera ja tietokone. Näiden kahden laitteen toiminta matkii ja jäljittelee biologisia ominaisuuksia tekniikan keinoin. Kamera näkee silmän tavoin ja prosessori tietokoneessa prosessoi saatua tietoa aivojen tavoin. (Mohamed 2020, luku 1.1.2 ja 1.3)

Konenäkö sisältää neljä eri vaihetta:

1. visuaalinen tieto kameranalta
2. visuaalisen tiedon käsittely kuvaksi (väri, koko ja asetelma)
3. kuvan analysointi (tunnistusta helpottavien ominaisuuksien poiminta)
4. ominaisuuksien syöttäminen luokittelumalliin (Ennakkoon annettujen tietojen löytäminen kuvasta)

7. VALVONTA NYT JA TULEVAISUUDESSA

7.1 Työkaluseurannan merkitys

Lentoteknisen huoltoalan yksi tärkeimpiä laadun perusteita on työkohteella vallitseva järjestys ja työkalujen järjestelmällinen valvonta. Tämä yleinen sääntö koskee kaikkea materiaalia, tarvikkeita ja työkaluja, mitä käytetään työkohteella. Ainoa keino välttää vierasesinevauriot ja työkalut hukassa-tilanteet, ovat todella hyvä järjestys ja työkaluvalvonta. (Vilkkä ym. 2011, 118.)

Jos työpiste on epäsiisti ja sekainen, niin se ei anna ulospäin sellaista kuvaa, että organisaatio olisi järjestelmällinen ja tehokas siinä, mitä se tekee. Irrallaan joka puolella lojuvat ruuvit, pultit, rätit ja työkalut ovat merkki huonosta organisaation toimintakulttuurista. Sen sijaan, jos kaikki koneesta irrotetut osat ovat

sijoitettuna siististi paketteihin ja laatikoihin hyllyyn, ja työkalut ovat omilla paikoillaan työkaluvaunuissa tai hyllyissä, näyttää se ulospäin siltä, että tilanne on hyvässä hallinnassa. Hyvällä yleisjärjestyksellä ja siisteydellä tehostetaan huollon sujuvuutta, sekä pidetään huolta siitä, ettei käytetä vääriä materiaaleja huollossa olevaan koneeseen. (Saatsi ym. 2011, 118–119.)

7.2 Työkaluseurannan vaikutus lentoturvallisuuteen

Saatsi ym. kertovat kirjassaan, että ainoastaan hyvällä järjestyksellä ja työkaluvalvonnalla voidaan välttää työkalu kadoksissa tilanteet ja vierasesine vauriot. Työkaluvalvontaa on mahdollista kehittää lentoturvallisempaan suuntaan usealla eri tavalla. Tässä muutama vaihtoehto. (Saatsi ym. 2011, 119–120.)

- Henkilökohtaisten työkalujen käyttö helpottaa työkalujen inventointia ja työntekijä itse pitää huolta omista työkaluistaan, eikä käytä kenenkään muiden työkaluja. Työkalut on myös merkitty jokaisen työntekijän omalla tunniste koodimerkinnällä. Näin toimien työntekijä on itse vastuussa päivän päätteeksi työkaluistaan.
- Varastosta kuitattavat työkalut. Työntekijä kuittaa huoltotehtävän alussa itselleen varastosta työkalut ja työkalut palautetaan työpäivän päätteeksi tarkastettuna ja inventoituna takaisin varastolle.
- Työkalujen reaaliaikainen seuranta joko käyttämällä RFID:tä (Radio Frequency Identification), automaatiota tai tekoälyä. Uusien digitaalisten apukeinojen avulla pystytään seuraamaan ja inventoimaan työkaluja ja niiden käyttöä jatkuvasti, ilman että siihen käytetään henkilötyövoimaa.

Päivittäin toistuvat samanlaiset työtehtävät ilma-alushuollossa ovat yleisiä. Tällaisia ovat esimerkiksi tarkastukset ja lyhyellä aikasyklillä tapahtuvat huollot. Yksinkertaiset ja useasti toistuvat päivittäin tehtävät työt voivat alkaa tylsistyttämään työntekijöitä ja rutiininomaisessa tarkastuksessa huonolla vireystilalla jotain jää huomaamatta, kun keskittymiskyky on jossain muualla. Työkalujen

tarkastusinventoinnit ovat yksi rutiininomaisimmista tarkastuksista ja niitä tehdään päivittäin useita. Saatsin ym. mukaan juuri nämä rutiininomaiset tarkastukset ovat kriittisimpiä lentoturvallisuuden kannalta. (Saatsi ym. 2011, 121.)

Kadonneet työkalut ovat usein johtaneet lento-onnettomuuksiin. ATSB (Australian Safety Bureau) totesi tutkimuksissaan, että kadonneet työkalut ja varusteet olivat toiseksi yleisin syy vierasesine onnettomuuksiin, noin 19 % tapauksista johtui työkaluista. (Back in the box: the importance of tool control for safety 2022.)

- 23. lokakuuta 2020 Jetstar Airwaysin Airbus A320 oli nousemassa ilmaan Brisbanesta, kun miehistö ilmoitti tunteneensa tärinää ja kuulleensa "poksahdavan" äänen, jonka taajuus ja voimakkuus kasvoivat nopeasti. Samaan aikaan lentokone kääntyi kiitotien keskilinjan oikealle puolelle, vaikka koneen kapteeni yritti kääntää konetta täysin vasempaan. Kapteeni valitsi välittömästi käänteisen työntövoiman ja pysäytti lentokoneen. Tapahtuman aikana matkustajat, lennonjohtaja ja seuraavan lentokoneen miehistö näkivät liekkien syttymisen oikeasta moottorista. Tarkastuksessa heti sen jälkeen löydettiin metallisia osia oikean moottorin pakoputkesta. Kun moottori purettiin, moottorin palamisosasta löytyi ruuvimeisselin kärki. Se oli aiheuttanut merkittävää vahinkoa korkeapaineahtimelle. Lentokoneen huoltotietojen perusteella kärki oli ollut moottorissa 112 lennon ajan. Se naarmutti ja naarmutti staattori- ja kompressorin siipiä, joista yksi lopulta irtosi aiheuttaen moottorivian.
- Eurocopter AS365 N3 Dauphin laskeutui 3. marraskuuta 2015 huolto-testilennon jälkeen Jandakotin lentokentälle, ja yhden pääroottorin lavan etureunoista puuttui paloja. Kiintoavain löytyi 43 metrin päästä rullaustieltä. Australian liikenneturvallisuusvirasto (ATSB) totesi, että kiintoavain oli jätetty roottorin navan alueelle ja todennäköisesti se sinkoutui helikopterin käynnistyksen aikana.

- 28. helmikuuta 1998, heti nousun jälkeen, Boeing 767:n miehistö kuuli sarjan kovia pamauksia ja oikean moottorin pakokaasun lämpötila nousi nopeasti punaiselle alueelle. Oikea työntövipu laskettiin joutokäynnille ja lämpötilanäytöt palautuivat normaaleiksi. Miehistö ilmoitti hätätilanteesta, palasi lentokentälle ja laskeutui turvallisesti. Kun moottori poistettiin lisätarkastusta varten, sen ytimeistä löytyi vaihdettava Philips-ruuvimeisselin kärki. Kyseessä oli ensimmäinen lento sen jälkeen, kun koneelle oli tehty A-huoltotarkastus.

Edellä mainitut tapahtumat olivat tuloksia siitä, kun kadonneesta työkalusta ei ollut tietoa tai työkalua ei etsitty tarpeeksi. On erittäin tärkeää, että työkalut ja tarvikkeet palautuvat päivän lopuksi omille paikoilleen. (Back in the box: the importance of tool control for safety 2022.)

7.3 Helikopteripataljoonan kadonneet työkalut

Tähän lukuun on kerätty lentoteknisen johtamisjärjestelmän arkistosta tapahtumia kadonneista työkaluista, jotka liittyvät opinnäytetyöhöni ja työkaluseurantaan.

18.11.2019

Päivän ensimmäisen tarkastuksen yhteydessä koneen NH205 mobile cowlingin päältä löytyi öljytölkinavaustyökalu.

17.9.2020

Käyttöhuoltosarjan vihreästä Stahlvillen hylsysarjasta puuttuu yksi talttapäinen kärki.

29.3.2023

Käytimme NH90 määräaikaishuollon aikana KL-3 hydraulitäyttölaitetta hydraulijärjestelmän vianhakuun/ilmaamiseen.

07.08.2023

F228-4 työkalupakista lainattu erikoistyökalu kuittaamatta.

08.01.2018

Lentopäivän päätteeksi jäänyt 2 taskulamppua matkustamon penkille ja yksi kahvimuki. Asia huomattiin 3 päivää myöhemmin.

2019–2023

Useampi ilmoitus huonokuntoisista työkaluista, jotka ovat rikki, huonokuntoisia tai pintaruosteessa.

Tässä viimeisimpiä järjestelmään kirjattuja tapahtumia. Helikopteripataljoonassa vallitsee ilmailualalle tyypillinen hyvä työkuulttuuri ja erittäin matala ilmoituskynnys löydetyistä ongelmista. Silti järjestelmiin ei aina kirjoiteta aivan jokaista tilannetta, joka olisi ollut hyvä kirjata ylös toimintakulttuurin kehittämisen kannalta.

7.4 Työkaluseuranta Helikopteripataljoonassa

Helikopteripataljoonassa työkaluvalvontaa tapahtuu jatkuvasti niin henkilökunnan kuin apumekaanikkojen toimesta. Apumekaanikot ovat varusmiehiä, jotka ovat suorittaneet aliupseerikoulun ja suorittavat varusmiespalvelustaan Helikopteripataljoonassa. Kun apumekaanikot ovat Helikopteripataljoonassa töissä, kuuluu heidän päivärutiineihinsa tarkastaa työkaluvaunut päivän päätteeksi.

Työkaluvaunut ovat pääsääntöisesti aina tarkastettuja, kun ne on suljettu kiinni. Työkaluvaunu tulee inventoida ennen työtehtävän aloittamista. Samoin vaunu tulee inventoida työtehtävän jälkeen, kun avaimet on palautettu takaisin paikoilleen. Vain näin toimien säilyy varmuus siitä, että työkaluja ei ole kadoksissa jo ennen töiden aloittamista tai töiden lopettamisen jälkeen. Tarkastus tulee kirjata vaunusta löytyvään tarkastuslehtiöön, johon kirjoitetaan koska vaunu on tarkastettu ja kenen toimesta.

Tämänhetkiset työkaluvaunut ovat pyörillä liikkuvia laatikkomallisia vaunuja. Vaunujen sisällä on useita eri tasoja, joissa on jokaisessa tasossa jokaiselle työkalulle oma paikkansa. Tasot ovat valmiiksi leikattuja jokaiselle avaimelle sopivaksi ja taso on kaksivärinen, josta on helppo huomata jonkun avaimen

puuttuminen. Työkaluvaunut ovat numerokoodattuja ja sama koodi löytyy jokaisesta avaimesta, joka kuuluu työkaluvaunuun. Tasot ovat myös irrotettavissa vaunusta ja siirrettävissä muoviseen salkkuun, joka voidaan ottaa mukaan työtehtävälle kotitukikohdan ulkopuolelle.

Käytössä olevat työkaluseurannan tekniikat:

- työntekijöiden suorittamat tarkastukset
- työkalujen merkitseminen numerokoodilla
- työkalujen merkitseminen väreillä
- työkalujen omat paikat työkaluvaunussa



kuva 8. NH90-käyttöhuoltotyökaluvaunu

7.5 Työkaluseurannan kehittämisen vaihtoehdot

Työkaluseurantaa voidaan kehittää pataljoonassa esimerkiksi seuraavilla tavoilla.

- **Tunnistekäytäntö** Jokaisella työntekijällä on oma tunnistelaatta. Tunnistelaatta on yksilöllinen ja samanlaista koodinumeroa ei ole toisella henkilöllä. Kun työntekijä hakee vaunusta työkalun, laittaa hän otetun työkalun tilalle tunnistelaatan. Näin hän tekee jokaiselle työkalulle,

jonka hän ottaa vaunusta. Näin pystytään jäljittämään, kenellä kyseinen työkalu on käytössä. Työtehtävän päätyttyä hän palauttaa työkalut ja kerää omat tunnistelaattansa pois vaunusta. Tunnistelaattoja pitää olla työpäivän päätteeksi sama määrä, kuin työtehtävän alussa oli. Tunnistelaatasta käytetään ammattikielessä sanaa priikka.

- **Varastolta kuittaus.** Jokainen työntekijä käy varastolta kuittaamassa työkalut päivän aluksi ja palauttaa ne varastolle päivän päätteeksi tarkastettuna. Varastolla on tieto, kenellä työkalut ovat.
- **Reaaliaikainen seuranta.** Työkalut ovat jäljitettävissä esimerkiksi RFID-tekniikalla tai vaihtoehtoisesti jollakin muulla samantyyppistä teknologiaa käyttävällä järjestelmällä. Työntekijän hakiessa vaunusta/varastolta työkaluja, järjestelmä tunnistaa automaattisesti työntekijän ja mitä työkaluja hän työpisteellensä otti mukaan. Työntekijän palauttaessa työkalut, järjestelmä automaattisesti inventoi välineet ja kuittaa vaunun/varaston tarkastetuksi. Nykyaikainen seuranta on muokattavissa käyttäjän toiveiden mukaiseksi.

7.6 300 SQN hollantilaisen Cougar helikopteriosaston haastattelu

Haastattelin Grevin Brujina 29.1.2024 Helikopteripataljoonassa. Brujin toimii Cougar helikopterimekaanikkona Hollannissa. Heillä on käytössä työkaluseuranta, joka on toteutettu lukijalaitteella ja jokaisessa työkalussa olevalla viivakoodilla. (Brujin 2024)

Työtehtävän alussa mekaanikko käy kuittaamassa tarvitsemansa työkalut varastolta. Kuittauksen yhteydessä mekaanikko antaa nimensä, koneyksilön jolla työskennellään ja työnumeron. Työnumeroa käytettäessä saadaan tarvittavat merkinnät huollossa olevalle koneyksilölle, joka auttaa tarvittaessa poissulkemaan vikaantuneen työkalun käyttöä eri työkohteilla ja tarkastaa esimerkiksi momentin kireyden tarkistukseen käytettyjä tarkkuustyökaluja.

Järjestelmä on ollut käytössä noin 4–5 vuotta ja he ovat olleet tyytyväisiä järjestelmään. Ajankäytöllisesti toimintaan pitää varata hieman enemmän aikaa,

mutta heidän mielestään se ei ole ollut liian kuormittavaa. Työkalujen hukkaaminen ja kadonneiden työkalujen etsintä on vähentynyt järjestelmän käyttöönoton jälkeen. (Brujin 2024)

Helikopteriosaston työkaluseuranta kotitukikohdan ulkopuolella toteutetaan kynä ja paperi menetelmällä. Jokainen työkalu merkitään manuaalisesti kynällä paperiin ja samoin mekaanikon nimi, koneyksilö ja työnnumero, jos sellainen on annettu. (Brujin 2024)

8. SAATAVILLA OLEVIA ELEKTRONISIA JÄRJESTELMIÄ TYÖKALUJEN SEURANTAAN

8.1 HENCHMAN KABTRAK TOOL CABINET

KabTRAK Automated Electronic Tool Control System (ETC) -järjestelmän on kehittänyt HENCHMAN, maailman johtava ilmailutyökalujen ja työkalunohjauksen valmistaja. Huipputeknologiaa käytetään vastaamaan ilmailuteollisuuden nykyisiä vaatimuksia työkalujen vastuullisuudesta. ETC on erittäin tehokas järjestelmä, joka auttaa noudattamaan määräyksiä, kuten EMAR. KabTRAK on automatisoitu elektroninen työkalukaappi, joka on suunniteltu käyttöhuoltotyökalujen antamiseen ja palauttamiseen täydellisellä kulunvalvonnalla ja seurannalla. Rullakaappi on varustettu luotettavalla laitteistolla ja suunniteltu tekemään edistyneestä työkalun hallinnasta mekaanikolle mahdollisimman vaivatonta ja yksinkertaista.

KabTRAK-älytyökalupakilla voidaan hallita lähes kaikkia mahdollisia työkaluja, kuten leikkaustyökaluja tai erittäin pieniä työkaluja, eikä se vaadi työkalumuutoksia toimiakseen. Jokainen työkalun liike tallennetaan välittömästi, kun työkalu nostetaan tai palautetaan, eikä skannausta tarvita. (HENCHMANTRAK 2024)

Ominaisuuksia:

- sopii kaikenlaisille työkaluille
- ei viivettä
- kaikki työkalujen liikkeet tallennetaan heti
- ei erillistä skannausta työkaluille
- järjestelmää voidaan käyttää ulkona oman akuston turvin

- kalibroinnin seuranta (varoittaa käyttäjää, jos jonkin tarkkuustyökalun testaus päivämäärä on ylittynyt)
- kuluneille ja huonoille työkaluille roskakori
- uuden työkalun tilaus rikkoutuneen tilalle (suora viestijärjestelmä, jossa voi ilmoittaa työhondolle tarpeesta tilata uusi työkalu)
- ei kameraa (jos työskennellään salaisella alueella tai alueelle on rajattu pääsy)
- näyttö, josta näkee vaunun inventointi tilanteen (Vihreä väri kertoo, että kaikki työkalut ovat paikallaan. Punainen väri kertoo, että työkaluja ei ole palautettu. Näytöstä näkee myös, mikä työkalu puuttuu)
- vain kab TRAK-käyttäjä voi avata kulkutunnisteella vaunun (Näytöltä voi varmistaa kenellä työkalu on käytössä. Jo olemassa oleviin kulkutunnisteisiin voidaan luoda kabTRAK-avauskoodi)
- säästää aikaa ja rahaa, kun työkaluja ei tarvitse etsiä
- täysin muokattavissa olevat säilytyslaatikot
- ei tarvetta RFID-tarroille (Henchmantrak 2024)



Kuva 9. kabTRAK työkaluvaunu. (Henchmantrak 2024)

Saatavissa myös CribTrak viivakoodi-/RFID-skannausjärjestelmä työkalujen myöntämiseen keskitetyistä työkaluvaunusta. Käyttäjän on skannattava RFID-korttinsa, syötettävä koneyksilön tiedot, joilla hän työskentelee, ja skannattava työkalu tai sarja.

PortaTrak on järjestelmä, joka käyttää herkkiä vaakoja työkalulaatikoiden antamiseen ja palauttamiseen vertaamalla niiden painoa joka kerta. Kulunvalvonta on samanlainen kuin muihin järjestelmiin ja vaaka pystyy havaitsemaan 4 gramman erot, vähemmän kuin poranterän tai ruuvimeisselin kärjen paino. (Henchmantrak 2024)

8.2 Snap-on level 5 tool control system

Level 5 on automaattinen työkalunhallintajärjestelmä. Se skannaa työkalut laatikossa olevan kehittyneen digitaalisen kuvantamistekniikan ja patentoidun ohjelmiston avulla ja tallentaa reaaliaikaisesti, mitkä työkalut poistetaan ja palautetaan. Järjestelmä tietää koko ajan, missä kaikki työkalut ovat. Järjestelmä tietää myös, milloin työkalut ovat rikki, joten voit vaihtaa tai korjata ne heti. (Snapon Level 5 2024)

Ominaisuudet:

- ei yksittäisiä skannauksia
- ei RFID tekniikkaa
- ei kokorajoituksia työkaluissa
- kosketusnäyttöinen näyttö, joka kertoo, jos työkalu on väärässä paikassa palautettaessa
- äänitunnisteet työkalun liikkeistä
- 30min käyttö ilman verkkovirtaa
- reaaliaikainen työkaluseuranta, inventointi ja raportointi internetin välityksellä
- kalibrointi muistutukset työkaluille sähköpostin välityksellä

Automaattinen työkaluseuranta poistaa mahdollisen inhimillisen virheen, kun lainataan, palautetaan tai jäljitetään työkalua. (Snap on 2024)

8.3 Teng Tools Tracking RFID

RFID on lyhyt radioaalto järjestelmään perustuva tunnistus, joka käyttää elektromagneettista kenttää tunnistamaan ja jäljittämään RFID-tuotteita, jotka ovat varustettu RFID-tunnistelapulla. Tunnisteissa on oma sisäänrakennettu piiri ja

antenni, jotka lähettävät ja vastaanottavat dataa langattomasti. RFID-tekniologia on käytössä ilmailualan organisaatioissa, missä pitää seurata ja jäljittää työkaluja, tarvikkeita ja varusteita huolto- ja korjaamoympäristössä.

Teng tools tracking ymmärtää tietoturvan tärkeyden ilmailualalla ja järjestelmä on varustettu tehokkaalla tietoturvaohjelmistolla suojaamaan järjestelmässä olevaa tietosuoja-arkaa tietoa ja estämään ei-toivottuja hyökkäyksiä ulkopuolelta. Järjestelmä käyttää tiedon salaamista, käyttäjän tunnistusta ja suojattua pilvipalveluyhteyttä. (Teng Tools 2024)

Ominaisuudet

- jatkuva ja nopea työkaluseuranta paikasta riippumatta
- työkalun paikannus, vaikka työkalu ei olisi laatikostossa
- työkalujen käyttöajan tallennus
- työkalujen kalibroinnin seuranta (Teng Tools 2024)

8.4 Nexess XD RFID

UHF (Ultra High Frequency) RFID-tekniikalla varustettu XD-rullakaappi inventoi työkaluvaraston automaattisesti. Tehokkaaseen RFID-tekniikkaan perustuva XD-rullakaappi tarjoaa tarkan luettelon työkaluista.

Ominaisuudet

- pilvipalveluun yhdistetty
- ääni- ja värihälytykset
- langaton tai langallinen kytkentä verkkoon
- yli 400 RFID-merkinnän mahdollisuus
- toimii myös ilman verkkovirtaa (30-45min)
- avaus joko kortilla tai PIN-koodilla
- 30 Kg painorajoitus työkalutasoille.
- CE- ja FCC-hyväksyntä
- 1D/2D optiset kamerat (vaihtoehtoinen lisävaruste)

8.5 Yhteenveto

Työkaluseurantaa parantavia ratkaisuja on ollut saatavilla jo yli 10 vuotta. RFID-tekniikkaa hyödyntävät laitteet ovat yksinkertaisia ja varmoja, mutta erilisellä lukulaitteella varustetut järjestelmät ovat hitaita ja haasteellisia käyttää. Nykyajan tekniikalla varustetut säilytys- ja seurantajärjestelmät voivat sisältää kaikkia edellä mainittuja järjestelmiä, kuten kamera, RFID- ja vaakaominaisuuksia. Näihin järjestelmiin on useasti sisäänrakennettu tietokone, joka valvoo ja ohjaa laatikostoa. Laatikoston yhdistäminen internetin kautta pilvipalvelimiin aiheuttaa aina järjestelmän haavoittuvuuden ja tämä pitää tiedostaa uutta järjestelmää hankittaessa. Tietoturva-asiat pitää olla varmistettu ennen järjestelmän kokeilua tai hankintaa.

9. KYSELYN ANALYSOINTI

Kysely muodostui kymmenestä kysymyksestä ja toteutettiin PV-Moodle pohjalla. Kysely tapahtui nimettömänä ja oli suunnattu ainoastaan lentotekniselle henkilöstölle. Kysely oli monivalintatyylinen ja lopussa kaksi esseetä kysymystä. Kyselyn tarkoituksena oli kerätä tietoa työntekijöiltä itseltään siitä, ovatko he tyytyväisiä tähänhetkiseen järjestelmään, ja voisiko joku toinen käytäntö edistää heidän mielestään lentoturvallisuutta ja työntehokkuutta.

Kysymys 1

Työpaikallani on toimiva ja hyväksi todettu työkaluseuranta.

Kysymys 2

Työpaikallani työkaluseuranta voisi kaivata uudistusta.

kysymys 3

Työpaikallani kaikki työkalut ovat aina omilla paikoillaan.

Kysymys 4

Viimeisen 12kk aikana työpaikallani ei ole ollut työkaluja kadoksissa.

Kysymys 5

Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi tukea lentoturvallisuutta.

Kysymys 6

Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi parantaa resurssien tehokasta käyttöä.

Kysymys 7

Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi nopeuttaa kadonnettyjen työkalujen löytymistä.

Kysymys 8

Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi tehostaa vika ja määräaikaishuoltoja valmistamaan nopeammin.

Kysymys 9

Mitä hyötyjä elektronisesta työkaluseurannasta voisi mielestäsi olla?

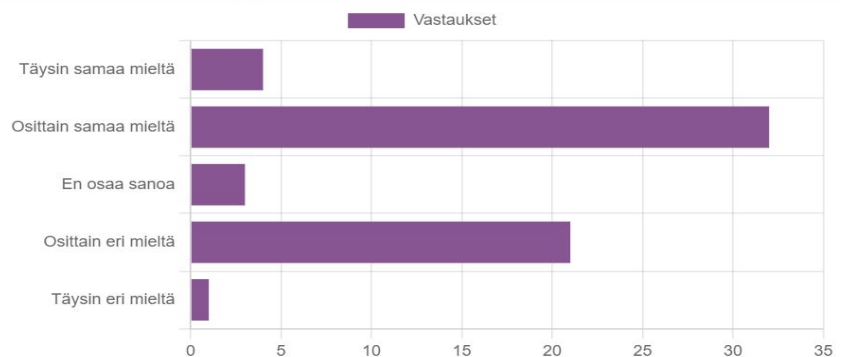
Kysymys 10

Mitä haittaa elektronisesta työkaluseurannasta voisi mielestäsi olla?

Kysely lähetettiin Helikopteripataljoonassa 104:lle lentoteknistä työtä tekeväälle henkilölle. Vastauksia saatiin 61, joka tarkoittaa noin 59 % vastausprosenttia. Vastausprosentti oli riittävä ja kyselystä saatiin hyvä pohja työkaluseurannan nykytilanteeseen ja kehitystarpeeseen.

Ensimmäinen kysymys koski nykytilannetta ja tämänhetkistä työkaluseurannaa. Vastajat olivat jakautuneet kahteen pääosaan ja suurempi osuus (32 vastaajaa) vastaajista oli sitä mieltä, että ovat osittain samaa mieltä. Toinen suurempi osuus (21 vastaajaa) oli osittain eri mieltä. 6 vastaajaa oli jakautunut tasaisesti muihin vastausvaihtoehtoihin. Työkaluseuranta työpaikalla on hyvällä tasolla, mutta osa olisi sitä mieltä, että uudistusta voitaisiin kaivata.

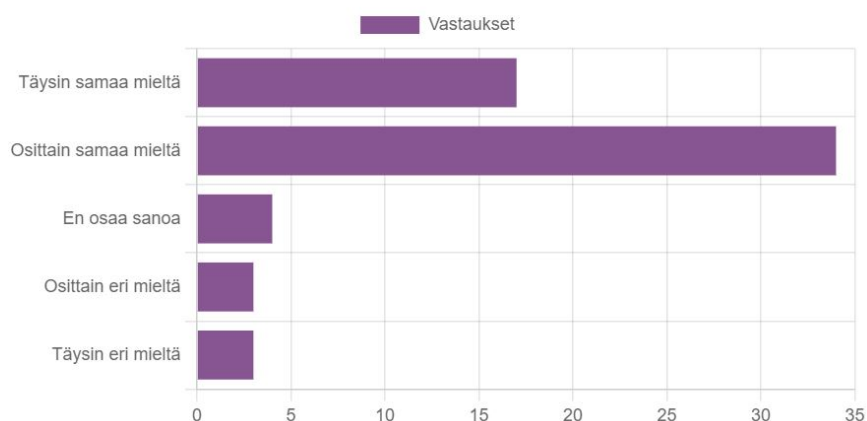
Työpaikallani on toimiva ja hyväksi todettu työkaluseuranta.



Kuva 10. Työpaikallani on toimiva ja hyväksi todettu työkaluseuranta.

Toinen kysymys käsitteli uudistuksen tarvetta työkaluseurannalle. Näissä vastauksissa suurin osa (43 vastaajaa) oli osittain samaa mieltä ja toiseksi suurin osa (17 vastaajaa) täysin samaa mieltä, että uudistus oli aiheellinen. Uudistukselle on nähty tarve ja se olisi vastaajien mielestä kaivattua.

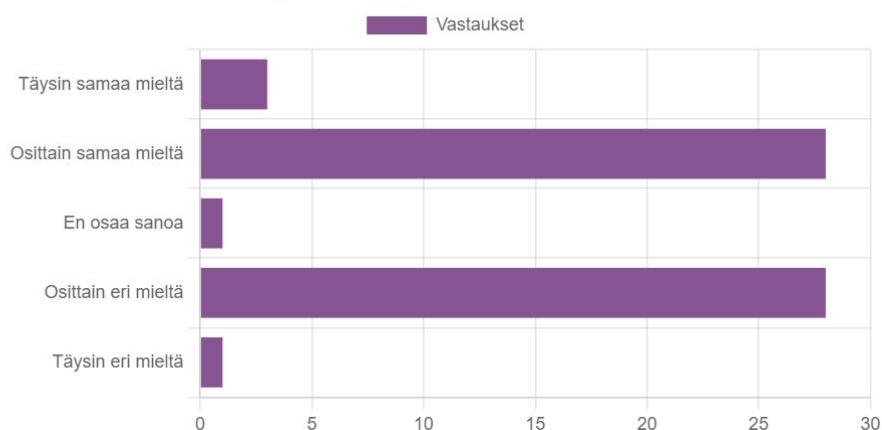
Työpaikallani työkaluseuranta voisi kaivata uudistusta.



Kuva 11. Työpaikallani työkaluseuranta voisi kaivata uudistusta.

Kolmas kysymys koski työkalujen löydettävyyttä ja ovatko työkalut aina omilla paikoillaan. Tässä kysymyksessä oli yksi isoin eroavuus vastaajien välillä. Toiset (28 vastaajaa) olivat sitä mieltä, että työkalut ovat paikoillaan ja löydettävissä, kun taas toiset (28 vastaajaa) olivat sitä mieltä, että työkalut eivät aina ole omilla paikoillaan ja helposti löydettävissä. Vastauksien eroavuutta voi selittää vastaajien eri puolilla Helikopteripataljoonaa sijaitsevat työpisteet. Vastaajista osa työskentelee NH90-huollossa, NH90-käyttöhuollossa, HH-huollossa ja loput HH-käyttöhuollossa. Jokaisessa eri työpisteessä on omat työkalut ja niiden käyttö ja seuranta eroavat hieman toisistaan.

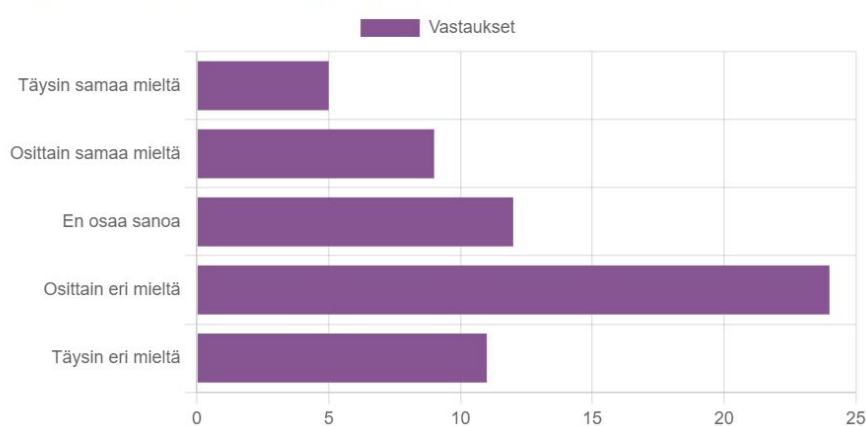
Työpaikallani kaikki työkalut ovat aina omilla paikoillaan ja helposti löydettävissä.



Kuva 12. Työpaikallani kaikki työkalut ovat aina omilla paikoillaan.

Neljäs kysymys koski kadonneita työkaluja. Väitteessä kerrottiin, että viimeisen 12kk aikana työpaikallani ei ole ollut työkaluja kadoksissa. Suurin osa (24 vastaajaa) oli osittain väitettä vastaan ja muut vastaukset olivat jakautuneet tasaisesti eri vaihtoehdoille. Työkaluja on ollut kadoksissa, mutta raportointi näistä tapauksista on ollut puutteellista. Olisi erittäin tärkeää, että kadonneista työkaluista kirjoitetaan järjestelmään lentotekninen häiriöilmoitus, jotta voitaisiin kehittyä ja kehittää työkaluseuranta paremmaksi ja tallennetut häiriöilmoitukset tukisivat kehityksen tarvetta.

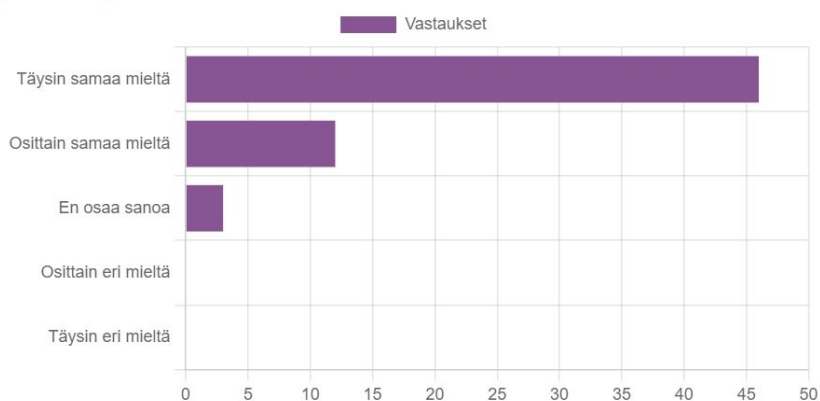
Viimeisen 12kk aikana työpaikallani ei ole ollut työkaluja kadoksissa.



Kuva 13. Viimeisen 12kk aikana työpaikallani ei ole ollut työkaluja kadoksissa.

Viides kysymys pohti työkaluseurannan tukea lentoturvallisuutteen. Suurin osa (46 vastaajaa) vastaajista oli sitä mieltä, että helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi tukea lentoturvallisuutta. Loput vastaajista olivat osittain samaa mieltä ja kolme vastaajaa eivät osanneet sanoa mielipidettään kysymykseen. Vastauksista voi helposti olla sitä mieltä, että työkaluseuranta on yksi merkittävä tekijä lentoturvallisuuden kehittämisessä.

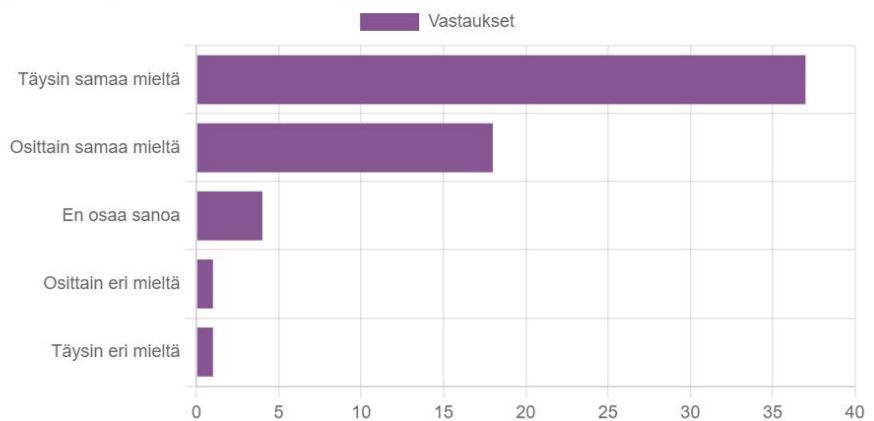
Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi tukea lentoturvallisuutta.



Kuva 14. Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta

Kuudes kysymys käsitteli ajatusta resurssien tehokkaammasta käytöstä työkaluseurannan avulla. Suurin osa vastaajista (37 vastaajaa) oli sitä mieltä, että työkaluseuranta voisi parantaa resurssien tehokasta käyttöä ja (18 vastaajaa) oli osittain samaa mieltä. Työkaluseuranta helpottaa työkalujen etsintää tai parhaassa tapauksessa jopa estää työkalujen katoamisen ja näin ollen säästää työtunteja työkalujen etsinnästä.

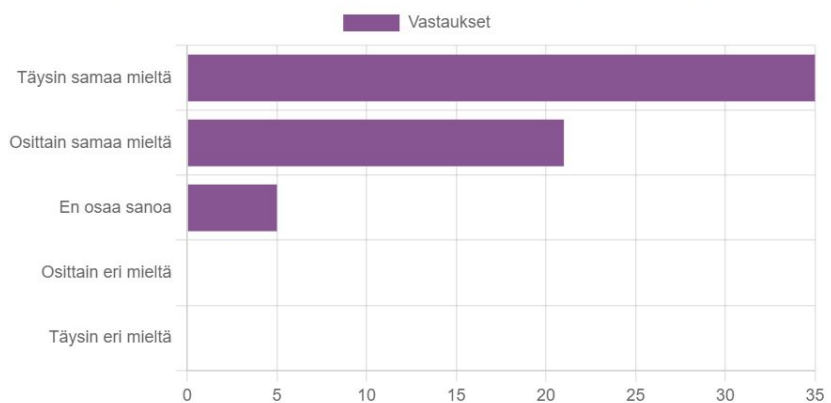
Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi parantaa resurssien tehokasta käyttöä.



Kuva 15. Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi parantaa resurssien tehokasta käyttöä.

Seitsemäs kysymys oli jatkoa edelliseen kysymykseen, jossa kysyttiin vastaajien mielipidettä, voisiko työkaluseuranta nopeuttaa kadonneen työkalun etsintää. Vastaajista suurin osa (35 vastaajaa) oli sitä mieltä, että näin olisi. Toiseksi suurin osa (21 vastaajaa) oli osittain samaa mieltä. Tämä vastauksien määrä tuki edellisen kysymyksen johtopäätöstä.

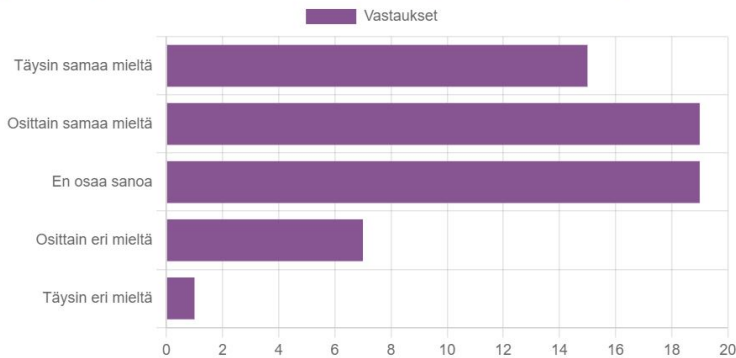
Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi nopeuttaa kadonneen työkalun löytymistä.



Kuva 16. Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi nopeuttaa kadonneen työkalun löytymistä.

Kahdeksas kysymys käsitteli työkaluseurannan vaikutusta määräaikais- ja vikakorjaushuoltojen valmistumisaikoihin. Puolet vastaajista (34 vastaajaa) olivat vastanneet osittain samaa mieltä ja en osaa sanoa. Toiseksi suurin osa (15 vastaajaa) oli täysin samaa mieltä, että valmistumisajat saattaisivat nopeutua työkaluseurannan vaikutuksesta.

Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi tehostaa vika- ja määräaikaishuoltoja valmistumaan nopeammin.



Kuva 17. Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi tehostaa vika- ja määräaikaishuoltoja valmistumaan nopeammin.

Seuraavat kaksi kysymystä olivat sanallisia kysymyksiä ja kysymyksissä kysyttiin vastaajien mielipiteitä hyödyistä ja haitoista elektronisen työkaluseurannan osalta.

Hyödyistä suurimmaksi osa-alueeksi vastauksien perusteella nousi työkalun jäljitettävyyden ja ajansäästö, kun ei tarvitsisi käyttää aikaa työkalujen etsimiseen. Inhimillisten tekijöiden aiheuttamat unohdukset vähenisivät ja lentoturvallisuus paranisi. Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että työkaluseuranta toisi paljon erilaisia positiivisia vaikutuksia työympäristöön, ja siitä olisi paljon hyötyä. Muutama (noin kaksi) oli jyrkästi sitä mieltä, ettei seurannasta olisi muuta kuin haittaa.

Negatiivisista asioista eniten ajatuksia herätti järjestelmän hinta, tietoturvasasiat, järjestelmän käyttöön liittyvät ongelmatilanteet ja järjestelmän sähkötarpeen. Vastauksista on huomattavissa pelko raskaan järjestelmän opettelusta ja järjestelmän kuormittavasta käytöstä. Uuden järjestelmän hankinta ja käyt-

töönotto on aina aikaa vievää ja muutosvastarintaa on havaittavissa jo pelkääntään järjestelmää mietittäessä. Miksi muuttaa jotain järjestelmää, jos se toimii hyvin?

Sanalliset vastaukset tukivat opinnäytetyön kirjoittajan omaa näkemystä aiheesta ja ajatukset olivat pääsääntöisesti samantyyllisiä. Helikopteripataljoonassa on hyvä työkuultuuri ja koulutuksen taso, jotka tukevat hyvää tapaa työskennellä lentoteknisellä alalla. Lentoteknisellä alalla työskentely vaatii erityistä tarkkuutta ja huolellisuutta kaikessa työssä mitä tehdään. Alalle haakeutuvat työntekijät ovat motivoituneita ja tunnollisia työssään, joka edesauttaa lentoturvallisuuden vaalimista ja kehittämistä. Työntekijät puuttuvat ja huomauttavat matalalla kynnyksellä epäkohdista ja poikkeamista esimiehille, ja vaaratilanteita pystytään välttämään toiminnan kehittämällä ja ongelmista tiedottamalla. Työkaluseuranta on yksi tärkeä osa lentoteknistä työtä ja sen kehittäminen olisi aiheellista, ja tukisi edelleen lentoturvallista Helikopteripataljoonaa toimimaan tulevaisuudessakin turvallisesti.

10. JOHTOPÄÄTÖKSET

Lentoturvallisuus on erittäin tärkeä osa-alue ilmailua ja sen ylläpito ja kehittäminen on jokaisen lentoteknisellä alalla työskentelevän ihmisen perustoimintaa. Lentoturvallisuuden ylläpito alkaa jo henkilöstön koulutuksesta ja organisaatiokulttuurin luomisesta. Jos toiminnassa havaitaan epäkohtia ja vaarapaikkoja, tulee niihin puuttua matalalla kynnyksellä ja ilmoittaa esimiehelle, jotta voitaisiin kehittää toimintaa turvallisemmaksi. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Helikopteripataljoonan työkaluseurantaa ja olisiko sitä mahdollista kehittää paremmaksi nykyaikaisten ratkaisujen avulla.

Opinnäytetyön alussa tutustuttiin Helikopteripataljoonan historiaan ja nykyhetkeen sekä ilmailua koskeviin lakeihin ja määräyksiin. Opinnäytetyössä tutustuttiin myös inhimillisiin virheisiin ja tekoälyn tuomiin etuihin työkaluseurannassa. Opinnäytetyön ensimmäisellä vaiheella oli tarkoitus luoda perustaa ja tietoa, miksi työkaluseurantaa on hyvä tehdä, ja minkälaisia seurauksia sen puutteellisuudella voisi olla.

Opinnäytetyön seuraavassa vaiheessa tarkasteltiin kyselyn avulla Pataljoonassa vallitsevasta tämänhetkisestä tilanteesta työkaluseurannan suhteen ja mielipiteistä uuden järjestelmän käyttöönotosta. Tämän vaiheen tarkoituksena oli selvittää henkilöstön ajatuksia työkaluseurannasta ja saada yleinen kuva nykyhetkestä. Kyselystä saadun palautteen perusteella voidaan sanoa, että elektronisella työkaluseurannalla olisi suora vaikutus lentoturvallisuuden parantamiseen ja resurssien käytön tehostamiseen. Suurin osa vastaajista olisi myös valmiita kehittämään työkaluseurantaa ja kokeilemaan elektronista työkaluseurantaa.

Opinnäytetyössä saatujen tutkimusten mukaan uudenlainen työkaluseuranta toisi mukanaan toivottua kehitystä niin lentoturvallisuuteen kuin henkilöstön tehokkaampaan käyttöönkin. Lentoturvallisuuden kehitys on jatkuva prosessi ilmailualalla ja teknologian kehitys on parantanut turvallisuutta huomasti. Kehityksen tuomat järjestelmät tukevat ihmistä vaativissa töissä ja auttavat vähentämään inhimillisiä virheitä. Tämän opinnäytetyön perusteella voidaan todeta, että uudenaikainen työkaluseuranta voisi tuoda Helikopteripataljoonalle lentoturvallisemman ympäristön ja säästää pitkällä aikajänteellä resursseja työkalujen etsimisen vähentyessä.

11. POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin työkaluseurannan kehittämistä lentoturvallisempaan suuntaan Helikopteripataljoonassa. Tutkimuksen alussa minulla oli vain oma ajatus tämänhetkisestä työkaluseurannasta ja sen kehittamisestä lentoturvallisempaan suuntaan.

Oma mielipide oli, että Helikopteripataljoonassa on kohtalaisen hyvä työkaluseuranta, mutta se sisältää useita turvallisuusaukkoja ja aukot voivat aiheuttaa lentoturvallisuusriskejä. Työkalujen kuittausta ei ole käytännössä lainkaan ja muilta työpisteiltä lainatut työkalut merkataan puutteellisesti. Joskus lainattuja työkaluja ei merkitä lainkaan työkaluvaunuun tai hyllyyn, mistä ne on lainattu. Suurin ongelma on, kun työkaluja otetaan työkaluvaunusta, niin kukaan muu

ei tiedä, missä nämä työkalut ovat. Nämä asiat olivat minusta suurimmat ongelmat ja lähdin tutkimaan, onko markkinoilla olemassa valmiita ratkaisuja työkaluseurannalle.

Sisäisesti Helikopteripataljoonan lentotekniselle henkilöstölle tuotettu kysely tuotti arvokasta tietoa ja tuki minun ajatustani tilanteesta. Vastausprosentin ollessa noin 60 % voidaan sanoa, että vastaukset ovat erittäin hyvä tuki tutkimukselle. Tutkimuksen mukaan suurin osa Helikopteripataljoonan lentoteknisestä henkilöstöstä olisi valmiita kehittämään työkaluseurantaa. Tutkimuksessa tehdyn kyselyn perusteella on havaittavissa mahdollisia ongelmia työkalujen katoamiseen ja lainaamiseen liittyen. Työkalun katoaminen saattaa johtaa vakavaan lento-onnettomuuteen ja olisikin erittäin tärkeää minimoida tämänkaltaisen tapahtuman synty. Keltaiset post-it laput tai muut käsin kirjoitetut muistilaput työkalulaatikoissa lainattujen työkalujen tilalla eivät ole nykypäivää, eivätkä kuvasta organisaatiota vahvana lentoturvallisuuden ammattilaisena. Nykyaikaiset ratkaisut ovat turvallisempia käyttää ja niistä saadaan enemmän varmempaa ja jäljitettävämpää tietoa.

Uuden järjestelmän käyttöönottoon liittyy aina ongelmia ja isoimmat niistä tässä tutkimuksessa ovat hinta, käytettävyys ja muutosvastarinta. Henkilöstöstä löytyy välillä vastustusta uusille toimintatavoille. Syy voi johtua henkilöstä itsestään, koska ei haluta kehittyä paremmaksi tai vanha toimintatapa koetaan helpoksi itselle. Tämä ajattelutapa ei ole hyväksi lentoturvallisuudelle. Työkaluseurannassa havaittujen puutteiden ja ongelmien korjaamiseksi tulee miettiä uudenlaista järjestelmää, joka poistaisi suurimman osan inhimillisistä virheistä ja lentoturvallisuus paranisi.

Uuden järjestelmän hintaa ei selvitetty, koska markkinoilla on useita erilaisia järjestelmiä, jotka eroavat toisistaan niin käyttöperiaatteelta kuin fyysisiltä ominaisuuksiltaan. Hinta ei ole vertailukelpoinen kohde tutkimuksen osalta, jos tuotteet eroavat paljon toisistaan.

Tutkimusta rajoitti aika ja laajuus. Tutkimuksen tavoitteena ei ollut saada valmista järjestelmää käyttöön, vaan tutkia olisiko työkaluseurannalle tarvetta.

Tutkimukseen olisi kuitenkin ollut hyvä saada jokin järjestelmä kokeilukäyttöön, mutta ajallisesti se olisi ollut hankalaa. Puolustusvoimissa ja varsinkin ilmailualalla kokeilukäyttöön tuotteiden saaminen saattaa viedä useamman vuoden. Kokeilukäytössä olevan järjestelmän tutkiminen olisi ollut laadullisesti kannattavaa. Vain kokeilemalla eri tuotteita ja niiden ominaisuuksia, voidaan varmistua niiden soveltuvuudesta siihen tarkoitettuun tehtävään.

Tutkimuksen hyötyjä ei myöskään voitu täysin todentaa, koska kokeilussa ei ollut yhtään tähän tarkoitettua järjestelmää.

Tutkimuksessa saavutettiin opinnäytetyötä koskeviin tutkimuskysymyksiin vastaukset. Lentoturvallisuus kehittyisi turvallisempaan suuntaan ja resurssien tehokkaampi käyttö olisi mahdollista kehittyneemmällä työkaluseurannalla.

Jatkosuunnitelma on luoda muutosaloite työkaluseurannalle ja esittää uusien järjestelmien koekäyttöä Helikopteripataljoonassa. Vain kokeilemalla työkaluseurantaan tarkoitettuja erilaisia järjestelmiä Helikopteripataljoonassa, voidaan saada luotettavia tutkimustuloksia Helikopteripataljoonalle parhaiten soveltuvasta järjestelmästä. Jatkotutkimuksiin on hyvä lisätä myös erilaisten roolivarusteiden ja maakäyttölaitteiden seuranta. Helikopteripataljoonassa käytetään vuositasolla erittäin paljon aikaa ja resursseja eri tavaroiden ja esineiden etsintään tukikohdassa. Varusteiden ja esineiden merkitseminen esimerkiksi RFID-siruilla olisi kannattavaa, koska se vähentäisi merkittävästi aikaa vievää tuotteiden etsintää tukikohdan sisällä.

LÄHTEET

- Automaatio ennen, nyt ja tulevaisuudessa. 2018. Automaatioseura. www-dokumentti. Saatavissa. https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1380/automaatio_ennen_nyt_ja_tulevaisuudessa_av_artikkeli-sarja_2018.pdf [viitattu 22.1.2024]
- Back in the box: the importance of tool control for safety. 2022. Flight safety. www-dokumentti. Saatavissa. <https://www.flightsafetyaustralia.com/2022/02/back-in-the-box-the-importance-of-tool-control-for-safety/> [viitattu 24.1.2024]
- Brujin, G. 2024. Helikopterimekaanikko. Haastattelu. 29.1.2024 [viitattu 29.1.2024]
- FIN EMAR 145 -hyväksyntä sotilasilma-alusten huolto-organisaatioille. 2021. Ilmavoimat. www-dokumentti. Saatavissa. <https://ilmavoimat.fi/-/fin-emar-145-hyvaksynta-sotilasilma-alusten-huolto-organisaatioille> [viitattu 10.12.2023]
- Henchman trak. 2024. www-dokumentti. saatavissa. <https://henchmantrak.com> [viitattu 25.1.2024]
- Juhila, K. s.a Laadullisen tutkimuksen ominaispiirteet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/laadullisen-tutkimuksen-ominaispiirteet/> [viitattu 10.12.2023]
- Kananen, H., Puolitaival, H. 2019. Tekoäly – Bisneksen uudet työkalut. Helsinki: Alma Talent. [viitattu 23.01.2024]
- Laadullinen analyysi. Jyväskylän Yliopisto. 2021. www-dokumentti. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/laadullinen-analyysi> [viitattu 10.12.2023]
- Mohamed, E. 2020. Deep Learning for Vision Systems. Manning Publications. Shelter Island, NY. Saatavissa. https://books.google.fi/books?id=sDszEAAAQ-BAJ&pg=PA5&hl=pt-PT&source=gbs_toc_r&cad=1#v=onepage&q&f=false [viitattu 23.01.2024]
- Rohacs, J. 2012. Subjective Factors in Flight Safety. In Tech Open. Saatavissa. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/49037> [viitattu 23.01.2024]
- Saatsi, J., Haavisto, M. & Oksama, L. 2011. Inhimillisten tekijöiden hallinta lentoteknisessä työssä. Helsinki: Opetushallitus [viitattu 20.1.2024]
- Sisälogistiikkaa ja varastohallinta. Finn-Id. 2024. www-dokumentti. Saatavissa <https://www.finn-id.fi/toimialat/sisalogistiikka-varastonhallinta> [viitattu 24.1.2024]

Snap on level 5. 2024 www-dokumentti. Saatavissa. <https://snaponlevel5.com> [viitattu 25.1.2024]

Tietoa meistä. Maavoimat. 2023. www-dokumentti. saatavissa. <https://maavoimat.fi/utin-jaakarirykmentti/tietoa-meista> [viitattu 10.12.2023]

Tekoäly ihmisen apuna. 2022. Älykässäsuomi. www-dokumentti. Saatavissa. <https://alykassuomi.fi/b/tekoaly-ihmisen-apuna/> [viitattu 21.01.2024]

Teng tools. 2024. www-dokumentti. Saatavissa. <https://tengtoolsusa.com/en-mx/blogs/news/rfid-tool-tracking-streamlining-aviation-maintenance> [viitattu 26.1.2024]

Utin jääkäriyrykmentin historia ja perinteet. Puolustusvoimat. 2023. www-dokumentti. Saatavissa. <https://puolustusvoimat.fi/web/historia/utin-jaakarirykmentti> [viitattu 10.12.2023]

Utti sai viidennen kuljetuskopterinsa. 2008. Yle. www-dokumentti. Saatavissa. <https://yle.fi/a/3-6125475%20> [viitattu. 11.12.2023]

Vaatimukset sotilasilma-alusten huolto-organisaatiolle. 2021 Ilmavoimat. www-dokumentti. Saatavissa. https://ilmavoimat.fi/documents/1951206/2212089/SIM_To_Lt_031_16062021.pdf/c37ce880-ed47-fbb4-6621-e987a2ed33ba/SIM_To_Lt_031_16062021.pdf?t=1623919395317 [viitattu 10.12.2023]

Vilka, H. 2021. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: PS-kustannus. e-kirja. Saatavissa. <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.218174/Versions?sid=4037766383> [viitattu 10.12.2023]

KUVALUETTELO

Kuva 1. NH90 helikopteri ja suora lainaus. Wikipedia. 2023. www-dokumentti. Saatavissa. https://fi.wikipedia.org/wiki/NHIndustries_NH90 [viitattu 10.12.2023]

Kuva 2. MD500 helikopteri ja suora lainaus. Wikipedia. 2023. www-dokumentti. Saatavissa. https://fi.wikipedia.org/wiki/MD_Helicopters_MD_500 [viitattu 10.12.2023]

Kuva3. Fatal accidents per million flights. The blog by Javier. 2019. www-dokumentti. Saatavissa. <https://theblogbyjavier.com/2020/01/02/aviation-safety-evolution-2019-update/> [viitattu 23.1.2024]

Kuva 4. Inhimillisten syiden osuus onnettomuuksissa. Meritiedusteluryhmän tilannetietoisuus - tilannetietoisuuden muodostaminen, merkitys ja kehittäminen. Mäkelä, A. 2017. Pro gradu tutkielma. Saatavissa. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/143599/SM1138.pdf;jsessionid=6066DFB30F578B13B911B9939D10115B?sequence=2> [viitattu 20.1.2024]

Kuva 5. Inhimillisten syiden osuus onnettomuuksissa. Saatsi, J., Haavisto, M. & Oksama, L. 2011. Inhimillisten tekijöiden hallinta lentoteknisessä työssä. Helsinki: Opetushallitus [viitattu 20.1.2024]

Kuva 6 Reasonin reikäjuustomalli. Saatsi, J., Haavisto, M. & Oksama, L. 2011. Inhimillisten tekijöiden hallinta lentoteknisessä työssä. Helsinki: Opetushallitus [viitattu 20.1.2024]

Kuva 7. Kolme tapaa kouluttaa tekoälyä ja esimerkkejä niiden tyypillisistä soveltamiskohteista. Tekoäly ihmisen apuna. 2022. Älykassuomi. www-dokumentti. Saatavissa. <https://alykassuomi.fi/b/tekoaly-ihmisen-apuna/> [viitattu 21.01.2024]

Kuva 8. NH90 Käyttöhuolto työkaluvaunu. Kuvaaja. Juuso Raivio. 25.01.2024.

Kuva 9. kabTRAK työkaluvaunu. Henschman trak. 2024. www-dokumentti. saatavissa. <https://henschmantrak.com> [viitattu 25.1.2024]

Kuva 10. Työpaikallani on toimiva ja hyväksi todettu työkaluseuranta. Työkaluseurannan parantaminen Helikopteripataljoonassa. 2024. PV-moodle. [viitattu 26.01.2024]

Kuva 11. Työpaikallani työkaluseuranta voisi kaivata uudistusta. Työkaluseurannan parantaminen Helikopteripataljoonassa. 2024. PV-moodle. [viitattu 26.01.2024]

Kuva 12. Työpaikallani kaikki työkalut ovat aina omilla paikoillaan. Työkaluseurannan parantaminen Helikopteripataljoonassa. 2024. PV-moodle. [viitattu 26.01.2024]

Kuva 13. Viimeisen 12kk aikana työpaikallani ei ole ollut työkaluja kadoksissa. Työkaluseurannan parantaminen Helikopteripataljoonassa. 2024. PV-moodle. [viitattu 26.01.2024]

Kuva 14. Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi tukea lentoturvallisuutta. Työkaluseurannan parantaminen Helikopteripataljoonassa. 2024. PV-moodle. [viitattu 26.01.2024]

Kuva 15. Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi parantaa resursien tehokasta käyttöä. Työkaluseurannan parantaminen Helikopteripataljoonassa. 2024. PV-moodle. [viitattu 26.01.2024]

Kuva 16. Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi nopeuttaa kadonneen työkalun löytymistä. Työkaluseurannan parantaminen Helikopteripataljoonassa. 2024. PV-moodle. [viitattu 26.01.2024]

Kuva 17. Helppokäyttöinen ja joustava työkaluseuranta voisi tehostaa vika- ja määräaikaishuoltoja nopeammin. Työkaluseurannan parantaminen Helikopteripataljoonassa. 2024. PV-moodle. [viitattu 26.01.2024]