

**MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

**PÄÄTÖKSENTEON ARVIOINNIN KEHITTÄMINEN ILMATAISTELU-  
KOULUTUKSESSA**

Diplomityö

Majuri  
Tatu Lipponen

Yleisesikuntaupseerikurssi 61  
Ilmasotalinja

Elokuu 2023

Kurssi Yleisesikuntaupseerikurssi 61	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Majuri Tatu Lipponen	
Opinnäytetyön nimi <b>Päätöksenteon arvioinnin kehittäminen ilmataistelukoulutuksessa</b>	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka Maanpuolustuskorkeakoulun kirjasto
Aika Elokuu 2023	<b>Tekstisivuja 104</b> <b>Liitesivuja 17</b>
<p><b>TIIVISTELMÄ</b></p> <p>Ilmataistelukoulutuksessa lennonopettajat opettavat koulutettaville ohjaajille, miten ilmataistelua käydään menestyksekkäästi. Koulutettavien tietojen ja päätöksenteon kehittäminen on keskeinen osa ilma- taistelukoulutusta. Tämä edellyttää lennonopettajilta palautetta sekä koulutettavien ilmataisteluun liit- tyvien tietojen ja päätöksenteon kokonaisvaltaista arviointia.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien ohjaajien päätöksen- teon arviointia sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa. Tutkimus toteutettiin pitkittäistutkimuksena, jossa uudistettiin lentotehtävän läpikäynti- ja arviointikäy- tänteitä lennonopettajille järjestetyn päätöksentekokoulutuksen avulla. Koulutuksessa hyödynnettiin tutkimuksessa konstruoitua ilmataistelun päätöksentekomallia, jonka mukaan päätöksenteko ilma- tais- telussa ja ilmataistelukoulutuksessa perustuu hyväksyttävän ratkaisuvaihtoehdon valintaan Recognition-Primed Decision (RPD) -mallia mukaillen. Lennonopettajia opetettiin käyttämään RPD-malliin pe- rustuvaa tiedon elisitointimenetelmää, Critical Decision Methodia (CDM), koulutettavien ohjaajien pää- töksenteon arviointiin.</p> <p>Päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuus selvitettiin Kirkpatrickin nelitasoisen (reaktio, oppiminen, käyttäytyminen ja tulokset) arviointimallin avulla. Vaikuttavuus todettiin positiiviseksi kaikilla arvioin- nin tasoilla. Lennonopettajat olivat tyytyväisiä päätöksentekokoulutukseen, ja koulutus lisäsi opettajien tietoa päätöksenteosta ja sen arvioinnista. Tutkimuksessa vertailtiin lennonopettajien käyttäytymistä lentotehtävien läpikäynneissä ennen päätöksentekokoulutusta ja sen jälkeen. Päätöksentekokoulutus vaikutti positiivisesti lennonopettajien käyttäytymiseen läpikäynneissä. Koulutettavien päätöksenteko- perusteiden tarkastelu ja palautteen vuorovaikutteisuus lisääntyivät, kun lennonopettajat hyödynsivät CDM-menetelmää koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arvioinnissa. Koulutettavien suoriutumista BAE Systems Hawk -suihkuharjoituskoneilla suoritetuilla ilmataistelulennoilla arvioitiin ennen ja jäl- keen opettajien saaman päätöksentekokoulutuksen. Sadoilta ilmataistelulennoilta kerättyjen arviointien perusteella voitiin todeta, että opettajien päätöksentekokoulutuksen jälkeen käyttämä CDM-perusteinen arviointi paransi koulutettavien suoriutumista ilmataistelulennoilla.</p> <p>Tutkimuksen perusteella CDM-menetelmää suositellaan sovellettavan lentotehtävien läpikäynteihin Puolustusvoimien lentokoulutuksessa. CDM-menetelmää voidaan myös hyödyntää laajemmin sotilas- koulutuksen ja Puolustusvoimien operatiivisen toiminnan kehittämiseen. Tutkimus osoitti, että lyhyellä päätöksentekokoulutuksella on mahdollista kehittää lentokoulutusta, ohjaajien tietoja ja toimintaan kus- tannustehokkaasti. Päätöksentekokoulutus suositellaan sisällyttämään lento- ja lennonopettajakoulutuk- seen. Päätöksentekokoulutusta voidaan myös soveltaa laajemmin henkilöstön osaamisen kehittämiseen.</p>	
<p><b>AVAINSANAT</b> Arviointi, ilmataistelu, koulutus, lentokoulutus, päätöksenteko, sotilaskoulutus</p>	

# SISÄLLYS

LYHENTEET .....	1
1. JOHDANTO .....	2
1.1. Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset .....	3
1.2. Näkökulma, rajausta ja teoreettinen viitekehys .....	4
1.3. Tutkimuksessa käytettävät menetelmät .....	6
1.4. Aikaisempi tutkimus .....	8
1.5. Keskeiset käsitteet ja määritelmät .....	10
2. TIETO JA PÄÄTÖKSENTEKO ILMATAISTELUKOULUTUKSESSA .....	13
2.1. Tieto käsitteenä .....	13
2.1.1. Tiedon tasot .....	13
2.1.2. Dynaaminen tieto .....	14
2.1.3. Staattinen tieto .....	16
2.1.4. Dynaamisen ja staattisen tiedon merkitys osana muistia .....	17
2.2. Tiedon merkitys ilmataistelukoulutuksessa .....	19
2.3. Informaation prosessointi ja asiantuntijuus .....	26
2.4. Päätöksenteko ilmataistelukoulutuksessa .....	28
2.4.1. Käytännöllinen päätöksenteko .....	28
2.4.2. Ilmataistelun päätöksentekomalli .....	33
2.5. Yhteenveto tiedosta ja päätöksenteosta .....	38
3. PÄÄTÖKSENTEON ARVIOINTI JA SEN KEHITTÄMINEN ILMATAISTELUKOULUTUKSESSA 40	
3.1. Päätöksenteon arvioinnin nykytila .....	40
3.2. Päätöksenteon arvioinnin kehittäminen .....	43
3.2.1. Päätöksentekoon vaikuttavien tietojen arviointi .....	43
3.2.2. Critical Decision Methodin hyödyntäminen lentotehtävän läpikäynnissä .....	46
3.3. Vaikuttavuuden arviointi osana päätöksenteon arvioinnin kehittämistä .....	51
3.4. Yhteenveto päätöksenteon arvioinnista ja sen kehittämisestä .....	56
4. KENTTÄKOE .....	57
4.1. Osallistujat ja koeasetelma .....	57
4.2. Vaihe 1. Havainnoijien koulutus ja lennonopettajien käyttäytymisen havainnointi vertailuryhmän lentotehtävien läpikäynneissä .....	59
4.3. Vaihe 2. Lennonopettajien päätöksentekokoulutus .....	65
4.4. Vaihe 3. Lennonopettajien tyytyväisyyskysely .....	66
4.5. Vaihe 4. Lennonopettajien oppimiskyselyt .....	69
4.6. Vaihe 5. Lennonopettajien käyttäytymisen havainnointi koeryhmän lentotehtävien läpikäynneissä .....	72
4.7. Vaihe 6. Vertailu- ja koeryhmän koulutettavien lentotehtävien arviointien tarkastelu .....	75
4.8. Yhteenveto kenttäkoekokeesta .....	76
5. TULOKSET .....	77
5.1. Lennonopettajien tyytyväisyyskysely .....	79
5.2. Lennonopettajien oppimiskyselyt .....	80
5.3. Lennonopettajien käyttäytymisen havainnointi .....	85
5.4. Koulutettavien lentotehtävien arviointien tarkastelu .....	88

5.5.	Tulosten yhteenveto .....	89
6.	DISKUSSIO.....	90
6.1.	Päätöksenteon arvioinnin kehittäminen ilmataistelukoulutuksessa.....	90
6.2.	Luotettavuuden arviointi .....	97
6.3.	Jatkotutkimustarpeet .....	101
7.	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	104
	LÄHTEET.....	105
	LIITTEET .....	121

**LYHENTEET**

<b>CDM</b>	Critical Decision Method
<b>DP</b>	Päätöksentekopiste (engl. Decision Point)
<b>F</b>	F-testisuure
<b>M</b>	Keskiarvo (engl. Mean)
<b><math>\Delta M</math></b>	Keskiarvon muutos
<b>Max</b>	Maksimi
<b>Min</b>	Minimi
<b>OODA</b>	Observe, Orient, Decide, Act -päätöksentekomalli
<b><i>p</i></b>	p-arvo
<b><i>r<sub>s</sub></i></b>	Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin
<b>RPD</b>	Recognition-Primed Decision -päätöksentekomalli
<b>SK</b>	Staattinen tieto (engl. Static Knowledge)
<b>SA</b>	Tilannetietoisuus (engl. Situation Awareness)
<b>SD</b>	Keskihajonta (engl. Standard Deviation)
<b><i>t</i></b>	t-testisuure

# PÄÄTÖKSENTEON ARVIOINNIN KEHITTÄMINEN ILMATAISTELUKOULUTUKSESSA

## 1. JOHDANTO

Kielitoimiston sanakirjan mukaan ilmataistelu on sotilaallinen käsite, joka tarkoittaa lentokoneiden taistelua ilmassa [1]. Tämä suppean tekninen näkökulma ei ota huomioon ihmistä osana ilmataistelua. Ihmisen rooli ilmataistelussa mahdollistaa kuitenkin sen, että teknisesti alivoimaisella lentokoneella on mahdollista voittaa ilmataistelu laadullisesti tai määrällisesti vahvempaa vastustajaa vastaan. Ihmisen rooli asettaa myös haasteita ilmataistelussa, sillä ihmisen ja teknologian välisen vuorovaikutuksen tehokkuutta rajoittaa usein inhimillinen suorituskyky ja päätöksenteko [2, p. 7] [3, p. 96].

Aiempaa kokonaisvaltaisemman näkökulman mukaan lentokone voidaan nähdä aselavettina, jonka asejärjestelmää ihminen käyttää ilmataistelussa. Voittoisa ilmataistelu edellyttää ihmiseltä oman asejärjestelmän tehokasta hyödyntämistä suhteessa vastustajaan, johon tarvitaan laaja-alaisia tietoja sekä jatkuvaa ja tehokasta tiedon prosessointia [4, pp. 57 - 59] [3, pp. 6 - 7, 81]. Lentokoneiden ja asejärjestelmien kehittyessä menestyminen tulevaisuuden ilmataistelussa edellyttää lentäjän tiedonkäsittelyn ja päätöksenteon kehittämistä, jotta lentäjän tiedonkäsittelyn rajoitteet eivät estä lentokoneiden ja asejärjestelmien teknisen kehityksen täysimääräistä hyödyntämistä [5, p. 266] [6, p. 2].

Ilmataistelukoulutuksessa ilmataistelun asiantuntijat, lennonopettajat, opettavat koulutettaville ohjaajille, miten ilmataisteluita käydään menestyksekkäästi [3, pp. 7 - 8] [7, pp. 12 - 13]. Koulutettavien tietojen ja päätöksenteon kehittäminen on keskeinen osa ilmataistelukoulutusta. Tämä puolestaan edellyttää lennonopettajilta palautetta sekä koulutettavien ilmataisteluun liittyvien tietojen ja päätöksenteon kokonaisvaltaista arviointia. Voidaankin todeta, että lennonopettajien toteuttaman koulutettavien päätöksenteon arvioinnin kehittäminen on tärkeä ensimmäinen askel koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen kehittämiseksi matkalla kohti tulevaisuuden voittoisia ilmataisteluita.

## 1.1. Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arviointia sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmaistelukoulutuksessa.

Tutkimuksen pääkysymys on:

Millainen on lennonopettajille annetun päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuus ilmataistelukoulutuksessa?

Tutkimuksen pääkysymykseen vastataan seuraavien alakysymysten avulla:

1. Millaisella mallilla voidaan kuvata ohjaajan päätöksentekoa ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa?
2. Miten voidaan kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien päätöksenteon arviointia ilmataistelukoulutuksessa?
3. Miten toteutetaan kenttäkoe päätöksenteon arvioinnin kehittämiseksi ja mitataan päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta ilmataistelukoulutuksessa?
4. Miten lennonopettajille annettu päätöksenteon ja sen arvioinnin koulutus kehittää lennonopettajien oppimista ja käyttäytymistä sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa?

Ensimmäiseen alakysymykseen vastataan tutkimusraportin luvussa 2, jossa käsitellään tietoa ja päätöksentekoa ilmataistelukoulutuksessa. Luvussa 3 tarkastellaan päätöksenteon arviointia ilmataistelukoulutuksessa ja vastataan toiseen alakysymykseen. Luvussa 4 kuvataan päätöksenteon arvioinnin kehittämisen kenttäkoe ja vastataan kolmanteen alakysymykseen. Luvussa 5 esitellään tutkimuksen tulokset ja vastataan neljänteen alakysymykseen. Tutkimuksen pääkysymykseen vastataan luvun 6 diskussiossa.

## 1.2. Näkökulma, rajausta ja teoreettinen viitekehys

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan lennonopettajien toteuttamaa päätöksenteon arviointia ja koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavia tiedollisia valmiuksia sekä suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa. Tutkimuksessa ilmataistelukoulutusta käsitellään osana sotilaslentokoulutusta. Hävittäjälentämiseen valmistava sotilaslentokoulutus jaetaan yleensä neljään vaiheeseen. Tyypillisesti potkuri- tai potkuriturbiinikoneella suoritettavat alkeis- ja peruslentokoulutus muodostavat lentokoulutuksen ensimmäisen ja toisen vaiheen [8, p. 44] [9, p. 7]. Lentokoulutuksen kolmannen vaiheen tavoitteena on aikaisempia vaiheita suorituskykyisemmän lentokoneen, yleensä suihkuharjoituskoneen, turvallinen hallinta kaikissa sääolosuhteissa [10, p. 7] [11, pp. 50 - 51]. Vaiheen neljä lentokoulutuksen tavoitteena on kehittää koulutettavien taktista osaamista ja mahdollistaa tehokas hävittäjäkoulutus [10, p. 7] [3, pp. 120 - 121] [12, p. 11] [7, p. 8]. Suomessa vaiheen neljä lentokoulutus toteutetaan Hawk-lentokoulutusohjelman mukaisesti BAE Systems Hawk -suihkuharjoituskoneilla [13, pp. 16 - 19] [7, p. 8]. Tässä tutkimuksessa ilmataistelukoulutusta tarkastellaan osana vaiheen neljä Hawk-lentokoulutusta. Vaiheen neljä jälkeistä ilmataistelukoulutusta, esimerkiksi Hornet-lentokoulutusta, ei käsitellä tässä tutkimuksessa.

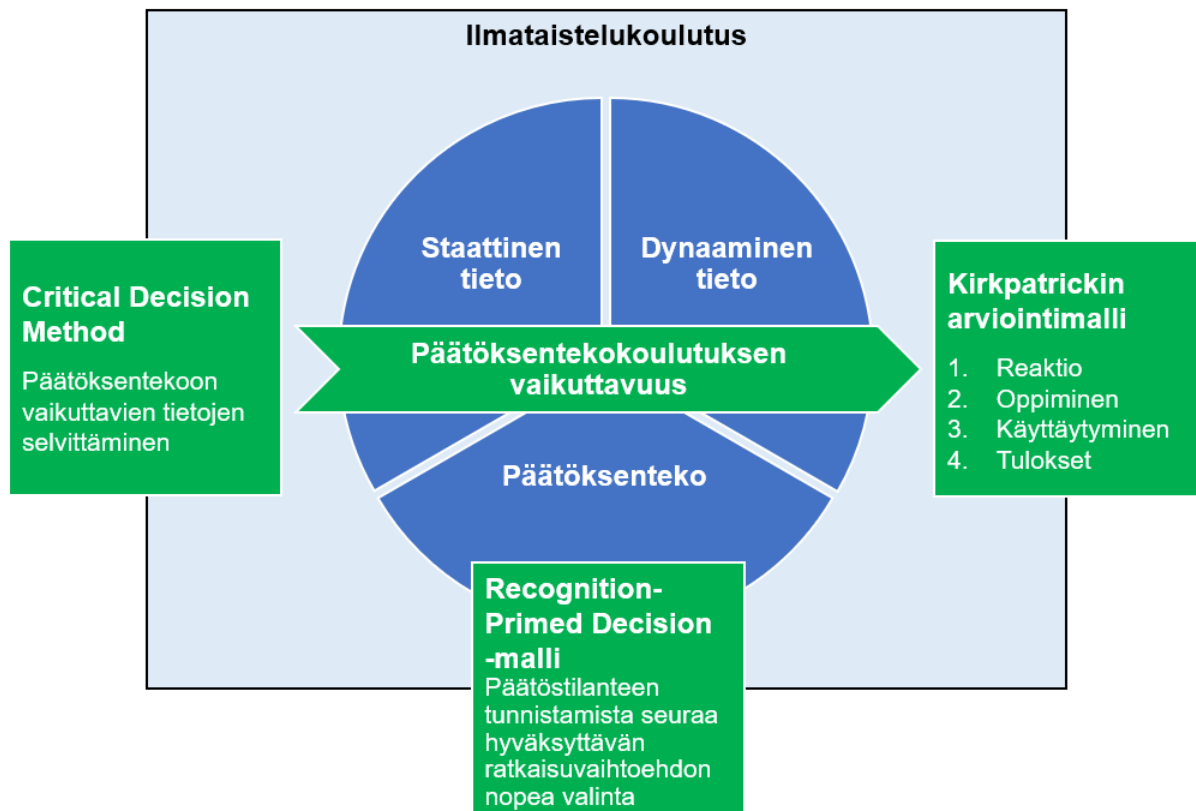
Päätöksenteko voidaan pelkistetysti määritellä tietoisena toimintana, jossa valitaan yksi ratkaisu useasta mahdollisuudesta [14, p. 337] [15, p. 209] [16, p. 186] [17, p. 169]. Tutkimuksen näkökulmana on tiedon hyödyntäminen ilmataistelukoulutuksen käytännöllisessä päätöksenteossa. Ilmataistelukoulutuksessa päätöksenteko mukailee tilanteen tunnistamiseen pohjautuvaa Recognition-Primed Decision (RPD) -päätöksentekomallia [16, p. 205] [18, p. 457] [19, p. 463]. RPD-mallin mukaan päätöstilanteessa tyydytään hyväksyttävään ratkaisuun, joka valitaan nopeasti pienestä joukosta tunnistettuja vaihtoehtoja sen sijaan, että paras vaihtoehto etsittäisiin suuresta vaihtoehtojen joukosta [16, pp. 204 - 206] [18, p. 457] [20, p. 287] [21, p. 107]. RPD-mallissa päätöksenteko perustuu kriittisen informaation tunnistamiseen yksilön aiemman tiedon avulla [22, p. 140] [19, p. 463] [23, p. 19]. Tässä tutkimuksessa käsiteltä tieto käytetään synonyminä englanninkieliselle termille *knowledge*. Tutkimuksessa tarkastellaan yksilön tietoja osana päätöksentekoa ja sen arviointia. Lento-osastojen toimintaan liittyvä ryhmäpäätöksenteko rajataan tarkastelun ulkopuolelle.



Ilmاتاistelukoulutus tarjoaa erinomaisen tutkimusympäristön taktisen päätöksenteon arviointiin aidossa toimintaympäristössä. Lennoilla taktiset tilanteet muuttuvat nopeasti ja arvioitavia päätöksiä on runsaasti [24, pp. 11, 28] [25, pp. 14, 96]. Koulutettavien tiedolliset valmiudet sekä ongelmanratkaisu- ja päätöksentekokyky korostuvat vaiheen neljä sotilaslentokoulutuksessa aikaisempiin koulutusvaiheisiin verrattuna [9, p. 7]. Ilmاتاistelussa kullakin hetkellä saatavissa oleva informaatio on tunnistettava, olennainen informaatio on valittava ja se on yhdistettävä se aiemmin hankittuun tietoon [26, pp. 3 - 5]. Lisäksi on tulkittava yhdistelty tieto oikein [6, p. 4]. Tutkimuksessa keskitytään päätöksentekoon vaikuttaviin tiedollisiin valmiuksiin ja tietojen oppimiseen osana päätöksentekoa. Tieto on osaamisen muodostumisen perusta [27, p. 57], joten taidot ja asenteet rajataan tutkimuksen ulkopuolelle.

Ilmاتاistelukoulutuksen taktisessa päätöksenteossa hyödynnetään dynaamista ja staattista tietoa. Dynaaminen tieto päivittyy jatkuvasti ja yhdistää yksilön havainnot pysyviin tietorakenteisiin [28, pp. 99 - 101] [29, p. 8]. Tilannetietoisuus kuvaa dynaamisen tiedon hetkellistä hyvyttä [14, p. 288] [30, pp. 347 - 349] [31, p. 284] [32, pp. 43 - 44, 47 - 49, 60]. Dynaamista tietoa tukevat pysyvämmät tietorakenteet, kuten skeemat ja mentaalimallit, ovat puolestaan staattista tietoa [14, p. 288] [29, p. 8] [33, p. 129] [34, pp. 61 - 62] [35, pp. 3 - 4] [36, pp. 3 - 5, 8 - 9].

Tutkimuksen viitekehyksen keskiössä on ilmاتاistelukoulutuksen taktinen päätöksenteko ja sen arvioinnin kehittäminen (kuva 1). Dynaamisella ja staattisella tiedolla sekä päätöksenteolla on kiinteä yhteys toisiinsa. Ilmاتاistelu ympäristössä kehittynyt hienojakoinen eri päätöstilanteisiin sopiva tieto mahdollistaa tilanteenmukaisen nopean päätöksenteon. Tieto ohjaa ratkaisuvaihtoehtojen tunnistamista ja hyväksyttävän ratkaisun valintaa RPD-mallia mukaillen. Koulutettavien tietojen kehittäminen edellyttää opettajien toteuttamaa koulutettavan ohjausta ja palautetta [37, p. 69] [38, pp. 5 - 6]. Ilmاتاistelukoulutuksessa koulutettavien ohjaajien päätöksentekoon vaikuttavien tiedollisten valmiuksien kehittäminen edellyttää päätöksenteon arviointia. Tässä tutkimuksessa opettajien toteuttamaa koulutettavien päätöksenteon arviointia ja koulutettavien suoriutumista ilmاتاistelukoulutuksessa kehitetään selvittämällä koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavia tietoja Critical Decision Methodin avulla [39] [40, pp. 77 - 79] [41, p. 5] [42, p. 136] [19, pp. 466 - 467]. Tätä varten lennonopettajille järjestetään päätöksentekoa ja sen arviointia käsittelevä koulutus. Päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta tarkastellaan Kirkpatrickin nelivaiheisen koulutuksen arviointimallin mukaisesti [43, pp. 3 - 7] [44, p. 5] [45, pp. 21 - 26] [46, p. 94].



Kuva 1. Tutkimuksen viitekehys.

### 1.3. Tutkimuksessa käytettävät menetelmät

Tässä tutkimuksessa ilmastaistelukoulutukseen liittyvää päätöksenteon arviointia ja koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavia tiedollisia valmiuksia pyritään kehittämään tiedon elisitoinnin avulla. Tiedon elisitointi on kognitiivisen tehtäväanalyysin sovellus, jonka avulla voidaan hankkia tietoa ajatusketjuista ja kehittää ymmärrystä päätöksentekoon vaikuttavista tiedoista [47, p. 481] [40, pp. 2 - 5, 9 - 10] [48, pp. 3 - 4]. Tutkimuksessa sovelletaan Critical Decision Method (CDM) -perusteista tiedon elisitointimenetelmää ilmastaistelukoulutukseen. CDM-perusteinen lähestymistapa soveltuu erinomaisesti vaativaan ja korkeaa asiantuntijuutta edellyttävään toimintaympäristöön, jossa päätöksentekoon ja tiedon elisitointiin käytettävä aika on rajallinen [49, p. 1715] [19, p. 462]. CDM-menetelmä on todettu luotettavaksi useissa eri toimintaympäristöissä pelastusalasta asevoimiin ja menetelmä voidaan mukauttaa joustavasti tutkimustarpeen mukaan [48, pp. 13 - 14] [42, p. 136] [19, p. 468].

Kleinin, Calderwoodin ja Clinton-Cirocon vuonna 1988 kehittämä CDM-menetelmä on asiantuntijahaastatteluihin perustuva avoimia kysymyksiä hyödyntävä tiedonhankintamenetelmä, jonka avulla voidaan lisätä ymmärrystä päätöksenteosta ja siihen vaikuttavista tiedoista luonnollisessa toimintaympäristössä [39] [40, pp. 72 - 73] [41, pp. 4 - 5] [19, p. 462] [23, p. 35]. CDM-menetelmässä yhdistyvät Flanaganin [50, pp. 335 - 337] kriittisten tapahtumien menetelmää mukaileva tiedonhankinta ja Kleinin ym. [16, p. 205] [18, p. 457] RPD-malliin perustuvat tarkentavat kysymykset [49, p. 1700] [19, pp. 462 - 463]. Ilmataistelukoulutuksessa voidaan CDM-menetelmän avulla kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien päätöksenteon arviointia ja koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavia tiedollisia valmiuksia. CDM-menetelmän soveltamista ilmataistelukoulutukseen käsitellään tarkemmin luvussa 3.2.

Ilmataistelukoulutuksessa lennonopettajien toteuttama päätöksenteon arviointi on tyypillisesti keskittynyt koulutettavien päätösten seurauksiin. Tässä tutkimuksessa keskitytään seurausten lisäksi myös siihen, miten päätöksiin on päädytty. Tämä aiempaa kokonaisvaltaisempi lähestymistapa ilmataistelukoulutuksen päätöksenteon arvioinnissa edellyttää lennonopettajien koulutusta, joten tutkimuksessa esitellään uusi päätöksentekokoulutus. Koulutuksen tavoitteena on kehittää lennonopettajien valmiuksia arvioida koulutettavien päätöksentekoa kokonaisvaltaisesti, sekä tämän seurauksena parantaa koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksesta.

Päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta tarkastellaan Kirkpatrickin nelitasoisen arviointimallin avulla, joka on laajasti käytetty [51, p. 119] [52, p. 19] [53, p. 388] [54, p. 3] [55, p. 331] ja soveltuu tämän tutkimuksen tutkimusasetelmaan. Kirkpatrickin mallin avulla arvioidaan koulutuksen kohderyhmässä aiheuttamaa välitöntä reaktiota, oppimista, käyttäytymistä ja tuloksia [43, pp. 3 - 7] [44, p. 5] [45, pp. 21 - 26] [46, p. 94]. Tässä tutkimuksessa ensimmäisellä arviointitasolla mitataan lennonopettajien tyytyväisyyttä päätöksentekokoulutukseen tyytyväisyyskyselyn avulla. Toisella tasolla hyödynnetään oppimiskyselyä lennonopettajien oppimisen arvioimiseksi. Kolmannella tasolla tarkastellaan lennonopettajien toteuttamaa päätöksenteon arviointia havainnoimalla lentotehtävien läpikäyntejä. Neljännellä tasolla tarkastellaan koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa lentotehtävien arvioinneista koostuvan aineiston perusteella. Tutkimuksessa käytettävät aineistonhankintamenetelmät tarkastelukohteineen on koottu Kirkpatrickin arviointitasojen mukaisessa järjestyksessä taulukkoon 1. Kirkpatrickin malli esitellään tarkemmin luvussa 3.3.

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytettävät aineistonhankintamenetelmät.

Arviointitaso (engl.)	Menetelmä	Tarkastelukohde
1. Reaktio (reaction)	Tyytyväisyyskysely	Lennonopettajien tyytyväisyys päätöksentekokoulutukseen.
2. Oppiminen (learning)	Oppimiskysely	Lennonopettajien tiedon lisääminen päätöksenteosta ja sen arvioinnista.
3. Käyttäytyminen (behavior)	Havainnointi	Lennonopettajien toteuttama päätöksenteon arviointi lentotehtävien läpikäynneissä.
4. Tulokset (results)	Lentotehtävien arviointien tarkastelu	Koulutettavien tiedolliset valmiudet ja suoriutuminen ilmataistelukoulutuksessa.

Päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuus selvitetään pitkittäistutkimuksena vertailu- ja koeryhmästä koostuvan koeasetelman avulla, joka kuvataan luvussa 4.1. Määrällisen aineiston analyysissä hyödynnetään t-testejä, Levenen testiä, kaksisuuntaista toistomittausten varianssianalyysia, Tukeyn testiä ja Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa [56, pp. 116 - 124] [57, pp. 517 - 522] [58, pp. 185 - 191, 239 - 247] [59, pp. 160 - 165, 169 - 172]. Laadullisen aineiston analyysissä käytetään aineistolähtöistä sisällönanalyysia [60, pp. 218 - 221]. Aineiston analyysimenetelmät esitellään tarkemmin luvussa 5.

#### 1.4. Aikaisempi tutkimus

Lentokoulutus, koulutettavien päätöksenteko, sekä koulutettavien päätöksentekoa koskeva palaute ja arviointi muodostavat tämän tutkimuksen keskeisen aihepiirin. Seuraavaksi esitellään kyseisen aihepiirin keskeisiä tutkimuksia pohjautuen julkiseen kirjallisuuteen. Työssä käytetään ainoastaan julkisia lähteitä tutkimuksen tulosten rajoituksettoman jakelun ja hyödynnettävyyden mahdollistamiseksi.

Kleinin ym. (esim. [16] [18] [20] [61] [62]) laaja RPD-kirjallisuus muodostaa tutkimuksen keskeisen käytännöllistä päätöksentekoa käsittelevän tietoperustan. Ilmailussa päätöksenteko on RPD-mallia mukailevaa käytännöllistä toimintaa, josta käytetään yleisesti nimitystä *aeronautical decision-making* [63, pp. 278 - 283]. Li ja Harris (esim. [64] [65] [66]) ovat tutkineet siviili- ja sotilasilmailun päätöksentekoa organisaation ja yksilön näkökulmasta. Boyd on kuvannut ilmataisteluympäristössä tapahtuvaa käytännöllistä päätöksentekoa nelivaiheisella havaitsemisesta, orientoitumisesta, päätöksenteosta ja toiminnasta koostuvalla OODA (engl. Observe, Orient, Decide, Act) -pätöksentekomallilla [67, pp. 50, 63 - 64] [68, p. 2] [69, p. 35]. OODA-mallin mukaan nopea päätöksenteko mahdollistaa ylivoimaisen taktisen tempon saavuttamisen ja menestyksekkään ilmataistelun [70, pp. 76 - 79]. Virtanen ja Mansikka ovat tutkineet laajasti päätöksentekoa ja suorituskykyä ilmataistelussa. Virtanen ym. (esim. [71] [72] [73] [74] [26]) ovat ensin mallintaneet yksittäisen ohjaajan taktista päätöksentekoa ja myöhemmin Mansikka ym. (esim. [75] [76] [77] [78] [79] [80] [81] [82] [83] [84] [85] [2]) ovat tutkineet neljästä ohjaajasta koostuvan tiimin eli parven suorituskykyä pääosin simulaattoriperusteisessa ilmataistelussa. Olemassa olevan julkisen kirjallisuuden perusteella koulutettavien ohjaajien päätöksentekoa ei ole tutkittu tieteellisesti osana todellista suihkuharjoituskoneilla toteutettavaa ilmataistelukoulutusta.

Sotilaskoulutusta ja lentokoulutusta on tutkittu säännöllisesti yleisesikuntaupseereiden diplomitoissa. 2010-luvulla johtamiseen ja sotilaskoulutukseen liittyvää tietoa ovat käsitelleet muun muassa Kivenjuuri [86], Kallio [87] ja Penttinen [88]. He eivät kuitenkaan ole käsitelleet lentokoulutukseen tai ilmataisteluun liittyvää tietoa. Puolustusvoimien lentokoulutusta on puolestaan käsitelty Jyrkösen, Fussin, Keräsen ja Pyyhtisen diplomitoissa. Jyrkösen [89] tutkimuksen merkittävimpänä ansiona voidaan pitää hävittäjäohjaajan tulevaisuuden osaamistarpeiden määrittelyä F-35 -lentokoulutusta varten. Keränen [7] on puolestaan kuvannut Ilmavoimien lentokoulutuksen nykytilan 2000-luvun alkuvaiheessa. Fuss [90] ja Pyyhtinen [91] taas ovat tarkastelleet oppimista lentokoulutuksessa. Aikaisemmista tutkimuksista poiketen tässä tutkimuksessa tarkastellaan koulutettavien ohjaajien suoriutumisen kehittymistä pitkittäistutkimuksen avulla. Tämän tutkimuksen lähestymistapa on ainutlaatuinen, koska tutkimuksessa lennonopettajille annetun koulutuksen vaikuttavuutta arvioidaan tarkastelemalla lennonopettajien toimintaa ja koulutettavien ohjaajien suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa ennen ja jälkeen lennonopettajien koulutuksen. Tämä tutkimus tarjoaa konkreettisia ratkaisuja lentokoulutuksen kehittämiseksi Keräsen kuvaamasta nykytilasta kohti Jyrkösen kuvaamaa tavoitetilaa Fussin ja Pyyhtisen korostama yksilöllisen oppimisen painotus huomioiden.

Useissa tutkimuksissa [92, pp. 93 - 94] [93, pp. 103 - 104] [38, pp. 5 - 8] on todettu onnistuneen palautteen edistävän oppimista. Tässä tutkimuksessa pyritään kehittämään koulutettaville ohjaajille annettavaa palautetta opettamalla lennonopettajia käyttämään CDM-menetelmää koulutettavien päätöksenteon arviointiin. Plant ja Stanton [94] [95] [96] ovat selvittäneet helikopteriohjaajien päätöksentekoa CDM-menetelmän avulla. Lisäksi CDM-menetelmää on hyödynnetty muun muassa terveydenhuoltoa [97] [98] [99], pelustusala [19] ja asevoimia [41] käsittelevissä tutkimuksissa. Olemassa olevassa julkisessa kirjallisuudessa CDM-perusteista arviointimenettelyä ei kuitenkaan ole aiemmin tarkasteltu osana lentokoulutuksen arviointia.

## **1.5. Keskeiset käsitteet ja määritelmät**

### **Asiantuntija**

Asiantuntija on kokenut toimija, jolla on omalla alallaan korkeimman tason tiedot [100, p. 278] [101, pp. 179 - 180] [102, p. 256]. Kehittyneiden kontekstisidonnaisten tietojen ansiosta asiantuntija havaitsee merkityksiä ja ennakoii asioita aloittelijaa paremmin [14, pp. 369 - 370, 373 - 374] [103, p. 735] [104, p. 71] [105, p. 6]. Asiantuntijan vastakohta on aloittelija [101, p. 181].

### **Critical Decision Method (CDM)**

Critical Decision Method on asiantuntijahaastatteluihin perustuva avoimia kysymyksiä hyödyntävä tiedonhankintamenetelmä, jonka avulla voidaan lisätä ymmärrystä päätöksenteosta ja siihen vaikuttavista tiedoista [39] [40, pp. 72 - 73] [41, pp. 4 - 5] [19, p. 462] [23, p. 35]. CDM-menetelmässä päätöksentekoon vaikuttavia tietoja selvitetään avoimilla tarkentavilla kysymyksillä [40, pp. 77 - 79] [19, pp. 466 - 467].

### **Dynaaminen tieto**

Dynaaminen tieto on tilannesidonnaista, toiminnallista ja havainnoilla päivittyvää tietoa, joka mahdollistaa yksilön toiminnan [28, pp. 99 - 101] [29, p. 8]. Tilannetietoisuus kuvaa dynaamisen tiedon hetkellistä hyvyttä [14, p. 288] [30, pp. 347 - 349] [31, p. 284] [32, pp. 43 - 44, 47 - 49, 60].

### **Ilmataistelukoulutus**

Ilmataistelukoulutus on sotilaslentokoulutuksen vaihe, jossa opetetaan ilmataistelussa tarvittavia tietoja, taitoja ja asenteita. Ilmataistelun tavoitteena on vastustajan tuhoaminen ja oman selviytymistodennäköisyyden maksimoiminen [106, p. 1]. Tässä tutkimuksessa ilmataistelukoulutusta tarkastellaan osana suomalaista vaiheen neljä lentokoulutusta, joka toteutetaan BAE Systems Hawk -suihkuharjoituskoneilla [13, pp. 16 - 19].

## **Ilmataisteluopettaja**

Ilmataisteluopettaja on ilmataistelun asiantuntija, jolla on ilmataistelusta korkeimman tason tiedot, taidot ja asenne. Ilmataistelukoulutuksessa lennonopettajana voi toimia ainoastaan ilmataisteluopettaja. Tässä tutkimuksessa käsitteillä opettaja ja lennonopettaja viitataan ilmataisteluopettajaan, koska tutkimuksessa tarkastellaan ilmataistelukoulutusta.

## **Koulutettava**

Koulutettava on lentokoulutusta suorittava ohjaaja, jolla on asiantuntijaa alhaisemmat tiedot ja taidot. Tässä tutkimuksessa käsitteillä koulutettava ohjaaja ja oppilas viitataan ilmataistelukoulutusta suorittavaan koulutettavaan, jonka ilmataisteluun liittyvät tiedot ovat aloittelijan tasolla.

## **Lennonopettaja**

Lennonopettaja on kokenut sotilaslentämisen asiantuntija, joka jakaa asiantuntijuuttaan opettamalla koulutettavia ohjaajia [107, pp. 1 - 2]. Tässä tutkimuksessa käsitteillä opettaja ja lennonopettaja viitataan ilmataisteluopettajaan, koska tutkimuksessa tarkastellaan ilmataistelukoulutusta (ks. ilmataisteluopettaja).

## **Lentotehtävän läpikäynti**

Lentotehtävän läpikäynti on lentotehtävän suoritusta seuraava lennon vaihe, jossa todennetaan lennon tapahtumat ja arvioidaan tavoitteiden saavuttamista. Lentotehtävän läpikäynti on oppimisen kannalta keskeinen vaihe [108, p. 3] [24, p. 14], joka mahdollistaa ohjaajien tietojen ja toiminnan kehittämisen [109, p. 885]. Tässä tutkimuksessa käsitteillä läpikäynti ja debrief viitataan lentotehtävän läpikäyntiin.

## **Ohjaaja**

Ohjaaja on sotilaslentäjätutkinnon suorittanut lentäjä, joka voi toimia ilma-aluksen päällikkönä Puolustusvoimissa [110, pp. 10 - 13]. Tässä tutkimuksessa käsitteellä ohjaaja viitataan yleisesti koulutettaviin ja ilmataisteluopettajiin.

## **Recognition-Primed Decision (RPD) -malli**

Recognition-Primed Decision -malli kuvaa käytännöllistä päätöksentekoa, joka keskittyy tilanteen ja ensimmäisen hyväksyttävän päätösvaihtoehdon tunnistamiseen sekä saavutettavan lopputuleman arviointiin useiden eri vaihtoehtojen paremmuuden vertailun sijaan [16, p. 205] [18, p. 457] [49, p. 1699] [20, p. 287] [21, p. 107] [22, pp. 143 - 144] [19, p. 463]. RPD-mallissa päätöksenteko perustuu kriittisen informaation tunnistamiseen yksilön aiemman tiedon avulla [22, p. 140] [19, p. 463] [23, p. 19].

## **Staattinen tieto**

Staattinen tieto on dynaamista tietoa tukevien hitaasti muuttuvien tietorakenteiden kokonaisuus, joka sisältää yksilön skeemat ja mentaalimallit [14, p. 288] [15, p. 185] [29, p. 8] [33, p. 129] [34, pp. 61 - 62] [35, pp. 3 - 4] [36, pp. 3 - 5, 8 - 9].

## **Tieto**

Tieto on yksilön toimintaan ja asiantuntijuuteen vaikuttava dynaamisesta ja staattisesta tiedosta koostuva kokonaisuus [111, p. 256] [112, pp. 14 - 17] [113, p. 8] [29, p. 8] [114, p. 5]. Tieto on subjektiivista ja sitä voidaan soveltaa erilaisiin tilanteisiin [115, pp. 28 - 30]. Tässä tutkimuksessa käsitettä tieto käytetään synonyyminä englanninkieliselle termille *knowledge*.

## **Tilannetietoisuus**

Tilannetietoisuus on kolmitasoinen käsite, joka kuvaa dynaamisen tiedon hetkellistä hyvyttä [14, p. 288] [116, pp. 7 - 8] [30, pp. 347 - 349] [31, p. 284] [32, pp. 43 - 44, 47 - 49, 60]. Tilannetietoisuus on ympäristön elementtien havaitsemista tietyssä tilassa ja ajanhetkessä (tilannetietoisuuden taso 1), niiden merkityksen ymmärtämistä (tilannetietoisuuden taso 2) ja kyseisten elementtien tulevan tilan ennakoimista (tilannetietoisuuden taso 3) [32, pp. 36, 60 - 61].



## 2. TIETO JA PÄÄTÖKSENTEKO ILMATAISTELUKOULUTUKSESSA

Tässä luvussa keskitytään tietoon ja päätöksentekoon ilmataistelukoulutuksessa. Ensin tarkastellaan tietoa yleisesti dynaamisesta ja staattisesta tiedosta koostuvana kokonaisuutena. Tämä jälkeen käsitellään tiedon merkitystä ilmataistelukoulutuksessa ja informaation prosessointia. Lopuksi syvennytään käytännölliseen päätöksentekoon ja sen soveltamiseen ilmataistelukoulutuksessa sekä esitellään tutkimuksessa konstruoitu ilmataistelun päätöksentekomalli. Luku vastaa tutkimuksen ensimmäiseen alakysymykseen: Millaisella mallilla voidaan kuvata ohjaajan päätöksentekoa ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa?

### 2.1. Tieto käsitteenä

#### 2.1.1. Tiedon tasot

Tässä tutkimuksessa käsitettä tieto käytetään synonyyminä englanninkieliselle termille *knowledge*. Tieto ymmärretään yksilön subjektiiviseksi tietorakenteeksi, jota esimerkiksi oppiminen, koulutus ja kokemus lisäävät [111, p. 256] [112, pp. 14 - 17] [114, p. 5].

Tieto on eksplisiittisestä ja hiljaisesta tiedosta koostuva kokonaisuus [113, p. 8]. Eksplisiittinen tieto (engl. explicit knowledge) on näkyvää ja tiedostettua tietoa, jota voidaan ilmaista selkeästi esimerkiksi kirjallisesti tai verbaalisesti [117, p. 165] [118, p. 48] [113, p. 8]. Hiljaista tietoa (engl. implicit knowledge, tacit knowledge) on vaikea ilmaista verbaalisesti, koska se on abstraktia, tiedostamatonta ja intuitiivista [117, p. 165] [115, pp. 138 - 140] [119, pp. 47, 54 - 55] [113, p. 8] [29, p. 7].

Ackoffin [114, pp. 3 - 9] mukaan tieto voidaan jakaa viiteen tasoon, jotka ovat data (engl. data), informaatio (engl. information), tietämys (engl. knowledge), ymmärrys (engl. understanding) ja viisaus (engl. wisdom). Havaitseminen tuottaa dataa, joka on irrallista ja tulkitsematonta tietoinesta [111, p. 256] [114, p. 3]. Dataa voidaan siirtää ja käsitellä, mutta datan käyttöarvo on vähäinen ennen kuin se jalostetaan ihmiselle hyödynnettävään muotoon [112, p. 16] [114, p. 3]. Informaatiota syntyy, kun dataa jäsennetään ja sille annetaan merkitys [111, p. 256] [120, p. 18] [114, p. 3]. Informaatio on konteksti- ja tilannesidonnaista, joten sitä ei voi siirtää sisällöllisesti muuttumattomana kontekstista tai tilanteesta toiseen [112, pp. 16 - 17].

Tietämys on luonteeltaan yleistettävää ja sitä voidaan soveltaa erilaisiin tilanteisiin [115, pp. 28 - 30]. Tietämys perustuu tulkintaan, joka tapahtuu hitaasti ja osittain tiedostamatta [115, pp. 16, 28 - 30] [120, p. 18]. Oppimalla hankittu tietämys edellyttää havaitsemista ja informaation yhdistämistä yksilön tietorakenteisiin [111, p. 256] [112, pp. 14 - 18] [114, p. 4].

Perusteellinen oppiminen edellyttää ymmärrystä siitä, miksi jotain tapahtuu [114, p. 5] [119, pp. 50, 158 - 159]. Ymmärrys on opittua tietoa hyödyntävää päättelyä, johtopäätösten tekoa ja sopeutumista uuteen tilanteeseen [114, p. 5] [121, pp. 105 - 106]. Ymmärryksestä tulee viisautta, kun yksilön elämänymmärrys ja eettiset periaatteet ohjaavat tiedon kokonaisvaltaista hyödyntämistä [122, pp. 57 - 58] [123, pp. 62 - 64] [124, p. 277]. Viisaus erottaa ihmisen koneesta, sillä viisaus on inhimillistä eikä sitä voi opettaa [114, p. 9].

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tietoa, joka muodostuu yksilön tulkitessa informaatiota [120, p. 18]. Tieto ja tietämys voidaan ymmärtää toistensa synonyymeiksi. Selkeyden vuoksi tässä tutkimuksessa käytetään vain käsitettä tieto. Tutkimuksessa keskitytään tietoon, koska tietoa voidaan oppia ja tieto mahdollistaa toiminnan [115, pp. 28 - 29] [123, pp. 14, 49]. Tieto ymmärretään eksplisiittisestä ja hiljaisesta tiedosta koostuvana kokonaisuutena. Tiedon hankinta ja hyödyntäminen päätöksenteossa edellyttävät informaation prosessointia, jota käsitellään luvussa 2.3.

### **2.1.2. Dynaaminen tieto**

Tässä tutkimuksessa tieto jaetaan dynaamiseen ja staattiseen tietoon. Dynaaminen tieto (engl. dynamic knowledge) on luonteeltaan tilannesidonnaista ja havaintojen perusteella päivittyvää, kun taas staattinen tieto on yksilön hitaammin muuttuva kognitiivinen kokonaisuus [29, p. 8]. Dynaaminen tieto mahdollistaa toiminnan yhdistämällä havainnoille annetut merkitykset yksilön tietorakenteisiin [115, pp. 28 - 30] [28, pp. 99 - 101] [29, p. 8]. Tässä tutkimuksessa dynaaminen tieto ymmärretään päivittyvänä tietona, jota prosessoidaan ja säilytetään lyhytaikaisesti työmuistissa.

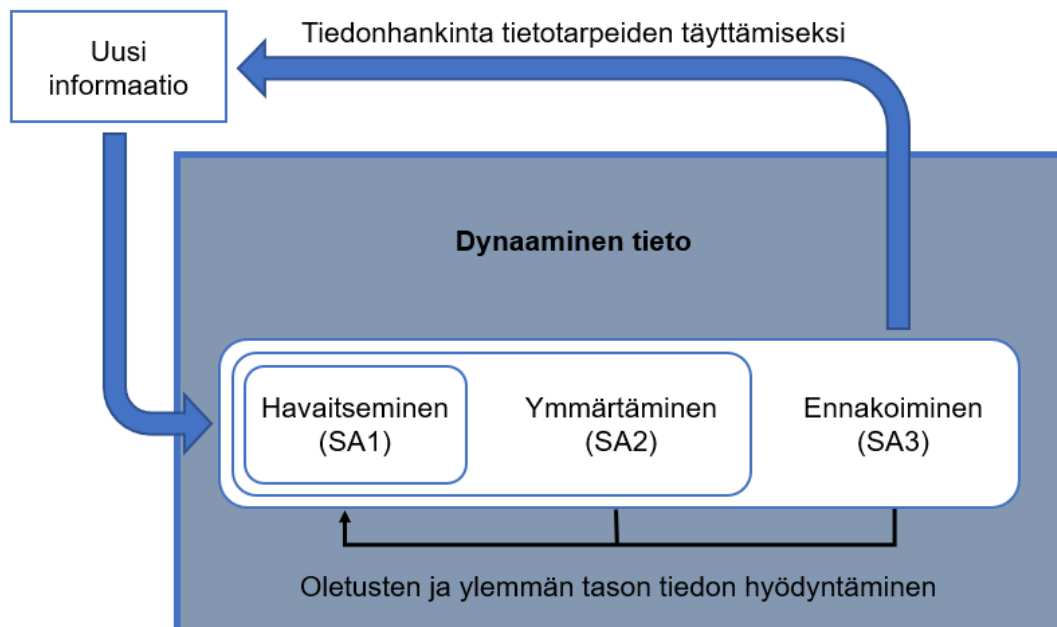
Tilannetietoisuus (engl. Situation Awareness, SA) kuvaa dynaamisen tiedon hetkellistä hyvyttä [14, p. 288] [30, pp. 347 - 349] [31, p. 284] [32, pp. 43 - 44, 47 - 49, 60]. Endsleyn [32, pp. 36, 60 - 61] mukaan tilannetietoisuus on ympäristön elementtien havaitsemista tietyssä tilassa ja ajanhetkessä, niiden merkityksen ymmärtämistä ja kyseisten elementtien tulevan tilan ennakoimista. Määritelmästä voidaan johtaa kolme tilannetietoisuuden tasoa, jotka ovat havaitseminen (engl. perception, SA level 1), ymmärtäminen (engl. comprehension, SA level 2) ja ennakoiminen (engl. projection, SA level 3) [125, pp. 217 - 218] [116, pp. 7 - 8] [32, pp. 36 - 37].

Tilannetietoisuuden tasolla 1 (SA1) havaitaan vallitsevaan tilanteeseen liittyvät merkitykselliset elementit sekä niiden tila, ominaisuudet ja dynamiikka [32, p. 36]. Tilannetietoisuus perustuu havaintoihin ja niiden tulkintaan [125, p. 217] [126, p. 259]. Esimerkiksi ilmataistelulennolla havaitaan toinen lentokone, joka tulkitaan ulkomuodon perusteella vastustajaksi. Jos lentokonetta ei havaita tai se tulkitaan oman lento-osaston jäseneksi, rakentuu tilannetietoisuus erilaiseksi.

Tilannetietoisuuden tasolla 2 (SA2) ymmärretään vallitseva tilanne yhdistämällä havaintoja. Tämä tuottaa päätelmiä, joissa merkityksellisten elementtien keskinäiset suhteet yhdistyvät. [125, p. 217] [126, p. 259] [32, p. 37] Esimerkiksi havaitun ilmataisteluvastustajan asemasta, korkeudesta ja suunnasta ymmärretään vastustajan tavoite ja uhkaavuus.

Tilannetietoisuuden tasolla 3 (SA3) ennakoidaan lähitulevaisuutta. Merkityksellisten elementtien tilojen tulevat muutokset projisoidaan tasojen 1 ja 2 tilannetietoisuuden perusteella. [126, p. 259] [32, pp. 37, 44] Esimerkiksi vertaamalla omaa asemaa ja liikehtimismahdollisuuksia uhkaavan vastustajan oletettuihin tavoitteisiin ja lentorataan ennakoidaan vastustajan mahdollinen asevaikutus. Näin saadaan riittävät tiedot omaa toimintaa koskevaan päätöksentekoon ja esimerkiksi päätetään liikehtiä aktiivisesti vastustajan torjumiseksi tai muuttaa omaa lentorataa vastustajan asevaikutuksen välttämiseksi.

Dynaaminen tieto ohjaa tiedonhankintaa (kuva 2). Tilanteen ymmärtäminen ja tulevan ennakoiminen vaikuttavat uuden informaation havaitsemiseen, koska havaintojen avulla pyritään täyttämään tietotarpeita ja haetaan vahvistusta ymmärrykselle [116, p. 8] [126, p. 262]. Tasojen 2 ja 3 tilannetietoisuuden avulla voidaan myös tehdä oletuksia alempien tasojen tiedoista, jos näitä ei ole saatavilla [116, pp. 8 - 9] [126, pp. 262 - 263]. Oletukset voivat myös perustua staattiseen tietoon [32, p. 45], jota käsitellään luvussa 2.1.3.



Kuva 2. Dynaaminen tieto ohjaa tiedonhankintaa (mukaillen [116, p. 9]).

### 2.1.3. Staattinen tieto

Dynaamista tietoa tukevat hitaasti muuttuvat tietorakenteet ovat staattista tietoa (engl. static knowledge) [14, p. 288] [29, p. 8] [33, p. 129] [34, pp. 61 - 62] [35, pp. 3 - 4] [36, pp. 3 - 5, 8 - 9]. Tässä tutkimuksessa staattinen tieto ymmärretään säilömuistissa säilytettävänä hitaasti muuttuvana tietona, joka sisältää muun muassa skeemat, skriptit ja mentaalimallit.

Tieto organisoidaan aivoissa käsitteiden ja skeemojen muodostaman verkoston avulla [127, pp. 36, 44 - 45] [128, pp. 179 - 182] [129, p. 32]. Käsite on sana tai lause, joka määrittelee tietyn asian [17, pp. 153 - 154]. Ihminen luokittelee ja muistaa asioita sekä viestii näistä käsitteiden avulla [128, pp. 178 - 179]. Tietyn käsitteen nimen näkeminen tai käsitteen määrittämisen asian kuuleminen, haistaminen tai maistaminen aktivoi ihmisen aivoissa käsitteiden verkoston [17, pp. 153 - 154].

Skeema on käsitteen ominaisuuksista koostuva jäsenneily informaatiokokonaisuus, jonka avulla tietoa jäsennetään säilömuistissa [15, p. 185] [129, p. 32]. Käsitteestä poiketen skeema sisältää kohteesta yleisen tiedon ohella myös oletusarvoja ja asioiden välisiä suhteita [17, pp. 154 - 155]. Ihmismielen vahvuus on juuri asioiden välisten yhteyksien tunnistaminen, vaikka asioiden yksityiskohtien täydellinen tunnistaminen olisi vaikeaa [130, p. 63]. Asiatyhteyksien tunnistaminen auttaa ymmärtämään ja muistamaan uusia asioita, joten skeemat helpottavat oppimista ja tiedon järjestämistä säilömuistissa [129, p. 32]. Skripti eli toiminnan käsikirjoitus on myös eräänlainen skeema, joka sisältää sarjan toimenpiteitä [32, p. 43] [131, p. 13524].

Mentaalimallien määrittely vaihtelee kirjallisuudessa. Gilbertin [132, p. 12] mukaan mentaalimallit ovat subjektiivisia ja kokonaisvaltaisia mielensisäisiä rakenteita, jotka edustavat sekä objektiivista ulkoista että abstraktia sisäistä todellisuutta. Sengen [133, p. 8] mukaan mentaalimallit ovat puolestaan syvälle juurtuneita oletuksia tai yleistyksiä, jotka vaikuttavat ihmisen toimintaan. Pelkistetysti mentaalimallit voidaan myös nähdä säilömuistin tietorakenteina tai skeemoina, jotka kuvaavat järjestelmän toimintaa ja sen vaikutusta ympäristöön [15, p. 186] [134, p. 51] [31, pp. 297 - 298] [32, p. 43]. Yhteenvetona voidaan todeta, että mentaalimallit ovat yksilöllisiä toimintaan ja ymmärtämiseen vaikuttavia tietorakenteita. Ymmärtäminen ja toiminnan ennakointi puolestaan edellyttävät staattisen ja dynaamisen tiedon välistä yhteyttä, jota käsitellään luvussa 2.1.4.

#### **2.1.4. Dynaamisen ja staattisen tiedon merkitys osana muistia**

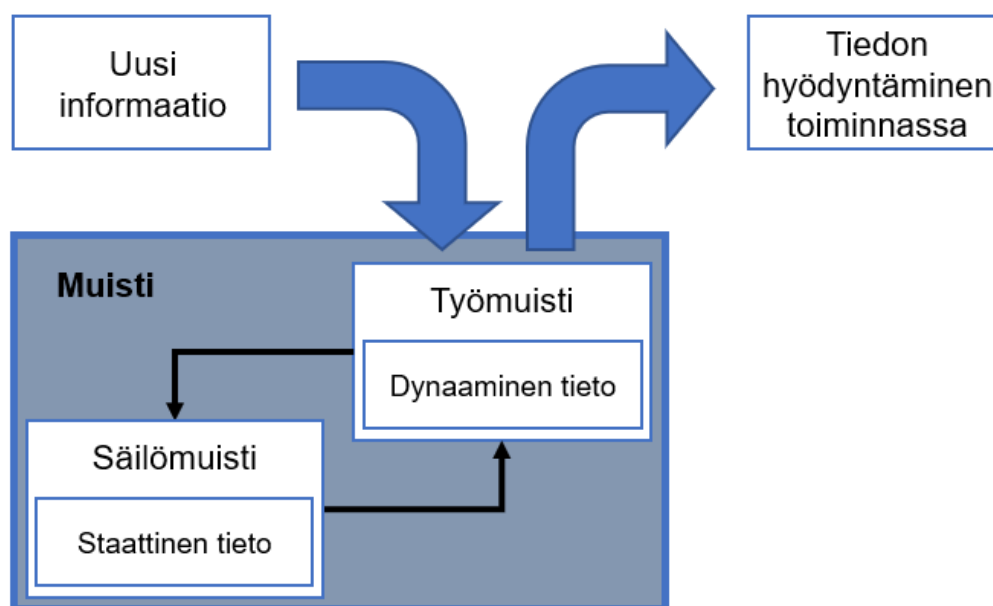
Ihmisen älyllinen toiminta ja tiedon käsittely perustuvat muistiin. Ihmisen muistijärjestelmä voidaan jakaa aistimuistiin, työmuistiin ja säilömuistiin [14, pp. 4 - 5] [135, p. 304] [136, pp. 92 - 93]. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan työmuistia ja säilömuistia, koska tietoa siirretään työmuistin ja säilömuistin välillä. Aistimuisti rajataan tutkimuksen ulkopuolelle, koska aistimuistissa käsitellään ja välitetään aistimuksista koostuvaa dataa, mutta ei tämän tutkimuksen tarkastelun kohteena olevaa tietoa [125, p. 4] [135, pp. 304 - 308] [136, p. 92].

Dynaaminen tieto muodostaa yksilön subjektiivisen käsityksen havaitusta todellisuudesta. Työmuisti (engl. working memory) on paikka, jossa on mahdollista prosessoida ja lyhytaikaisesti varastoida tietoa ymmärryksen muodostamiseksi [15, p. 164] [125, p. 216] [129, p. 30] [137, pp. 28 - 29]. Työmuistin kapasiteetti on rajallinen [14, p. 279] [138, pp. 50 - 51]. Työmuistissa säilyy yleensä noin 5 - 7 tietoyksikköä, jotka pysyvät muistissa muutamista sekunneista muutamisiin minuutteihin ja unohtuvat tämän jälkeen, ellei tietoa tai informaatiota päivitetä tai siirretä säilömuistiin [129, pp. 29 - 32] [139, pp. 315 - 316] [135, pp. 304 - 306].

Staattista tietoa varastoidaan säilömuistissa (engl. long-term memory), joka on kapasiteetiltaan lähes rajoittamaton. Osa säilömuistin tiedoista muuttuu kuitenkin ajan kuluessa käyttökelvottomiksi muistirakenteiden rappeutumisen ja toisiin tietoihin sekaantumisen takia. Säilömuistin haasteina ovat tietorakenteiden monimutkaisuus sekä hidaskäyttö tiedonhaku. [138, pp. 40 - 43] [129, pp. 32 - 33] [135, pp. 306 - 307, 339] [136, pp. 104 - 106] Toisaalta osa staattisesta tiedosta voi jalostua entistä hienojakoisemmiksi rakenteiksi nopeuttaen tiedonhakua [140, p. 744] [105, pp. 43 - 44].

Pelkistään voidaan ajatella, että tietoa käsitellään työmuistissa ja tietoa varastoidaan säilömuistissa [82, p. 2] [141, pp. 92 - 93]. Työmuistista dynaamista tietoa voidaan taltioida säilömuistiin ja säilömuistista voidaan aktivoida tietoa työmuistiin prosessoitavaksi [14, pp. 273 - 274] [15, p. 172] [142, pp. 212 - 213].

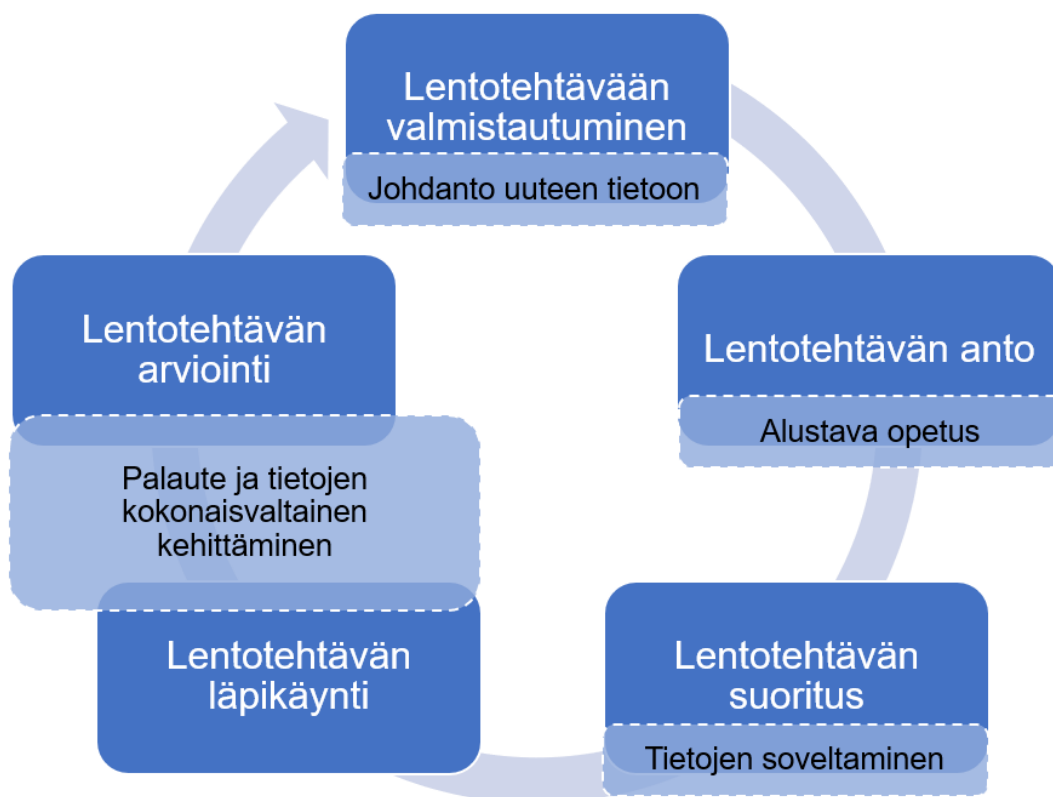
Yhteenvetona uuden informaation hyödyntäminen edellyttää sen käsittelyä muistissa, jossa tulkitusta datasta syntyy erilaisiin tilanteisiin sovellettavaa tietoa. Dynaamisen tiedon avulla määritetään datan merkitys vertaamalla tätä aikaisempiin tietoihin [78, p. 345] [103, p. 735]. Merkityksetön informaatio sivuutetaan ja merkityksellinen informaatio liitetään osaksi yksilön aiempaa tietoa. Näin uutta tietoa voidaan hyödyntää välittömästi toiminnassa osana dynaamista tietoa tai varastoida se myöhemmin hyödynnettäväksi staattiseksi tiedoksi [14, pp. 4 - 5]. Tässä tutkimuksessa muisti ymmärretään aktiivisesti informaation käsittelyyn, tiedon varastointiin ja yksilön toimintaan vaikuttavana paikkana, jossa dynaamisen ja staattisen tiedon välillä on jatkuva yhteys (kuva 3). Informaation prosessointia käsitellään tarkemmin luvussa 2.3.



Kuva 3. Informaation muuttaminen muistin avulla tiedoksi ja tiedon hyödyntämien toiminnassa.

## 2.2. Tiedon merkitys ilmataistelukoulutuksessa

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan ilmataistelukoulutusta osana vaiheen neljä lentokoulutusta. Vaiheen neljä lentokoulutusohjelmat sisältävät erilaisia operatiiviseen lentotoimintaan valmistavia lentolajeja, kuten ilmataistelu-, tunnistus- ja torjuntalentoja [9, p. 7] [10, p. 7] [143, pp. 55, 81, 179]. Ilmataistelulennot tai -lentotehtävät muodostavat jäsennetyn ja loogisesti etenevän kokonaisuuden, jossa lentotehtävän tavoitteet kasvavat koulutuksen edetessä samalla kun koulutettavan ohjaan tiedot kehittyvät [9, p. 8] [144, pp. 8 - 9, 47 - 49] [7, pp. 8, 12]. Lentotehtävä koostuu viidestä vaiheesta, jotka ovat lentotehtävään valmistautuminen, lentotehtävän anto, lentotehtävän suoritus, lentotehtävän läpikäynti ja lentotehtävän arviointi [144, pp. 8 - 9] [145, pp. 7 - 10]. Gagnéa [38, pp. 5 - 6] mukaillen lentotehtävään valmistautumisessa koulutettava ohjaaja johdatetaan ensin uuden tiedon pariin ja tätä seuraavassa lentotehtävän annossa lennonopettajan toteuttaa alustavan opetuksen. Lentotehtävän suorituksessa koulutettava soveltaa opittuja tietoja (kuva 4). Lopuksi läpikäynnissä ja arvioinnissa palautteen avulla kehitetään koulutettavan tietoja kokonaisvaltaisesti tulevia lentotehtäviä varten [7, pp. 10 - 13] [38, pp. 5 - 6]. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tiedon merkitystä erityisesti lentotehtävän suoritukseen, läpikäyntiin ja arviointiin liittyen, koska lennonaikainen päätöksenteko ja sen arviointi keskittyvät näihin vaiheisiin. Tiivistelmä kaikista lentotehtävän vaiheista on esitelty liitteessä 1.



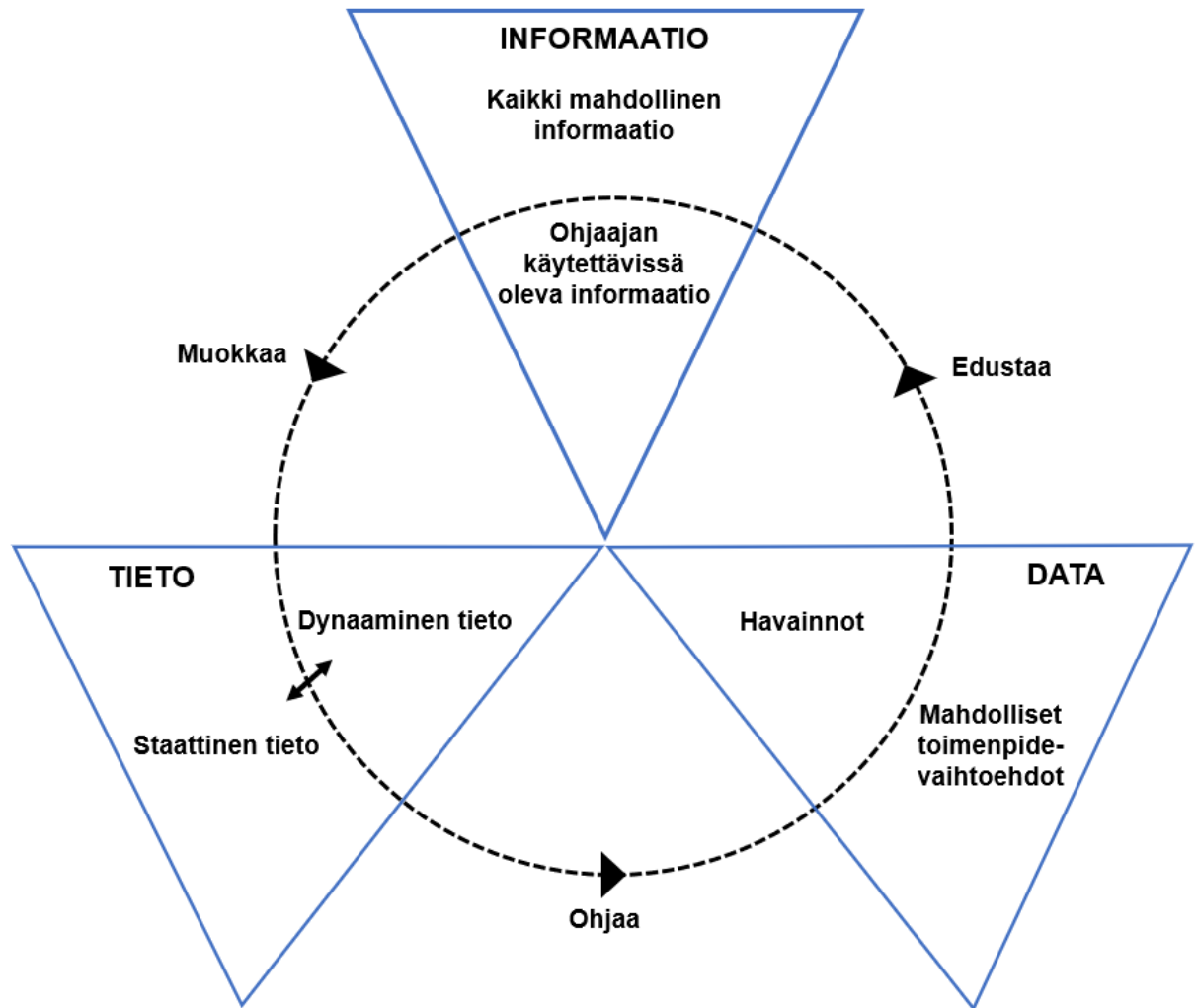
Kuva 4. Lentotehtävän vaiheet ilmataistelukoulutuksessa.

Lentotehtävään valmistautuessaan koulutettava hankkii riittävät staattiset tiedot tehtävänantoa varten suorittamalla lentokoulutusohjelmassa määritetyt valmistautumistehtävät ja tutustumalla tehtävän tavoitteisiin, toiminta-alueeseen ja lentotehtävän tilanteeseen [144, p. 9] [145, p. 8]. Koulutettavan tiedot rakentuvat aikaisemman lentokokemuksen, yleisen ohjeistuksen ja lennon valmistautumistehtävien suorittamisen perusteella. Jos ulkopuolinen ohjaus on valmistautumisvaiheessa vähäistä, voivat koulutettavan staattiset tiedot jäädä puutteellisiksi tai sisältää virheitä.

Lentotehtävän annossa (engl. brief) syvennetään koulutettavan tietoja ja sidotaan ne käytäntöön opettajajohtoisesti. Tehtävänannossa käsitellään lentotehtävän perusteet: vaatimukset, tavoite, valmistautumistehtävät, rajoitukset, tilanne ja tehtävä [144, pp. 8 - 9, 47 - 49]. Tehtävänannon tavoitteena on tarkentaa ja yhtenäistää ohjaajien tiedot tulevan lentotehtävän suorituksesta [109, pp. 884 - 885, 888] [24, p. 13] [146, p. 226]. Vaiheen neljä lentokoulutuksessa suoritusohjeet käydään yleensä läpi opettajajohtoisesti strukturoituun koulutusmateriaaliin tukeutuen, koska koulutettavalla ei ole aikaisempaa käytännön kokemusta lennon aiheesta. Opettajajohtoisessa tehtävänannossa koulutettava voi kuitenkin jäädä passiiviseksi tiedon vastaanottajaksi, mikäli koulutettavan osallistamiseen ei kiinnitetä huomiota. Staattisten tietojen syventäminen voi hankaloitua, jos tehtävänanto järjestetään juuri ennen lentotehtävän suoritusta eikä koulutettavalle jää aikaa uuden tiedon syvälliseen käsittelyyn.

Lentotehtävän suoritus on käytännön harjoittelua, jonka aikana ohjaaja hyödyntää tietoa toiminnassaan [7, pp. 9, 12]. Neisserin [147, pp. 93, 100] havaintokehää mukaillen tieto ohjaa havainnointia, havaintojen perusteella hankitaan ympäristöstä valikoitua informaatiota ja informaatio muokkaa edelleen tietoja (kuva 5). Havainnointi ja tiedot kehittyvät, kun kehää kiertetään uudestaan [147, pp. 95 - 104]. Ohjaajan tietojen kehittymisen myötä huomio kiinnitetään entistä paremmin toiminnan kannalta merkitykselliseen informaatioon. Tarkentuvien havaintojen myötä ohjaaja tunnistaa mahdolliset toimenpidevaihtoehdot lentotehtävän suorituksen aikana entistä nopeammin ja toistuvan havainnoinnin myötä ohjaajan tiedot tarkentuvat entisestään [96, p. 1233] [147, pp. 96 - 97].





Kuva 5. Tiedon hyödyntäminen lentotehtävän suorituksen aikana (mukaillen [147, pp. 93, 100]).

Dynaamisen tiedon merkitys korostuu lentotehtävän suorituksen aikana lennon aikaisempiin vaiheisiin verrattuna, koska ilmataistelu ympäristö muuttuu jatkuvasti. Ohjaajan havainnot ja toimenpidevaihtoehdot edustavat ohjaajalle ilmataistelu ympäristöä käytettävissä olevan informaation valossa. Havainnot ovat aina subjektiivisia ja edustavat vain osatotuutta tiedon kohteesta, koska tiedon etsintä on valikoivaa ja kaiken kattavan informaation hankinta on mahdotonta [148, pp. 142, 148] [127, p. 37] [96, p. 1233] [147, pp. 97 - 98]. Yksilölle havainnot edustavat kuitenkin aina subjektiivista totuutta [149, p. 140].

Ilmataistelukoulutuksessa uudet tiedot muokkaavat koulutettavan ohjaajan aikaisempia tietoja. Ohjaajan tietorakenteiden kehittyessä tämä tunnistaa entistä hienojakoisempaa informaatiota [94, p. 920] [150, p. 213]. Ohjaan lentotehtävän aikainen suoriutuminen paranee, kun tiedot lisäävät ymmärrystä ilmataisteluympäristöstä ja tarkentavat mahdollisten toimenpidevaihtoehtojen tunnistamista. Toisaalta väärät tiedot ja virheellisesti tulkitut havainnot voivat myös vahvistaa koulutettavan vääriä tietoja, koska ihmisellä on luontainen taipumus havaita korostetusti asioita, jotka tukevat omia ennakkokäsityksiä ja aikaisempia tietoja [151, pp. 193 - 199] [152, p. 18249] [153, pp. 193, 210 - 211]. Väärät tiedot voivat johtaa virheelliseen toimintaan ja päätöksentekoon [95, p. 2411] [152, p. 18249]. Ilmataistelukoulutuksessa koulutettavan väärät tiedot on tunnistettava viimeistään lentotehtävän läpikäynnissä, jotta koulutettava voi korjata tietojaan ja muuttaa toimintaansa tulevilla lennoilla.

Lentotehtävän suoritusta seuraava lentotehtävän läpikäynti (engl. debrief) on oppimisen kannalta keskeinen vaihe [108, p. 3] [24, p. 14] [7, pp. 9 - 10], joka mahdollistaa koulutettavan tietojen kehittämisen ja tietojen oikeellisuuden varmistamisen [109, p. 885]. Läpikäynnissä kuitenkin keskitytään usein koulutettavan tietojen sijaan lennonopettajan havaitsemaan informaatioon ja siihen, mitä koulutettavan päätöksistä lennolla seurasi. Läpikäynnissä keskeiset tapahtumat käsitellään opettajajohtoisesti lentotallenteita ja tietokonepohjaista lennon rekonstruktioita hyödyntäen [144, pp. 86, 88, 108, 122] [143, p. 53]. Lentotallenteista saatavaa informaatioita voidaan myös rikastaa lentotehtävän suorituksen aikana tehdyillä muistiinpanoilla [24, pp. 14 - 16]. Läpikäynnissä tarkastelu keskittyy havaittaviin tapahtumiin, kuten taistelun aloitus- ja lopputilanteeseen sekä mahdollisiin turvallisuuspoikkeamiin [7, p. 13].

Havaittavien tapahtumien perusteella ei voida arvioida luotettavasti koulutettavan sisäisiä tietoja, joten läpikäynnissä tulisi tarkastella lennon havaittavien tapahtumien ohella koulutettavan päätöksiin johtaneita tietoja. Koulutettavan tiedot kehittyvät parhaiten, kun koulutettavaa ohjataan vertaamaan tietojaan lennon todellisiin tapahtumiin [109, pp. 885 - 887]. Tietojen kehittäminen edellyttää koulutettavan ja opettajan välistä avointa vuorovaikutusta, jotta voidaan tunnistaa eksplisiittisen tiedon lisäksi tilanteeseen liittyvä hiljainen tieto ja koulutettavan mahdollisesti väärät tiedot [109, p. 885] [119, pp. 136 - 138] [133, pp. 8 - 9]. Tunnistettuaan virheen koulutettavan tiedoissa opettaja voi palautteen avulla osoittaa virheen koulutettavalle, vakuuttaa hänet oikeista tiedoista ja ohjata tietojen kehittämistä [17, p. 177] [37, p. 69].

Ilmataistelukoulutuksessa lennon viimeinen vaihe on lentotehtävän arviointi, jossa dokumentoidaan koulutettavan suoriutuminen lennolla ja tämän mahdolliset kehityskohteet [154, pp. 3 - 4]. Arvioinnin yhteydessä opettaja täyttää arviointilomakkeen (liite 2), joka perustuu arviointimatriisiin. Arviointimatriisiin on eritelty arvioitaville kohteille tavoitetaso, jonka saavuttamista koulutettavalta odotetaan. Tavoitetaso perustuu lentokoulutusohjelman tavoitteisiin. Lennon kokonaisarvosana määräytyy koulutettavan suoriutumisesta suhteessa tavoitetasoon. Arviointiasteikko on välillä 0 - 5, jossa 0 on huonoin arvosana ja 5 on paras arvosana. Koulutettavan saavuttaessa tavoitetason kaikissa arvioitavissa kohdissa muodostuu lennon kokonaisarvosanaksi 3. Numeerisen arvioinnin ohella lennonopettaja kirjaa arviointilomakkeelle sanallisesti lennon keskeiset havainnot. Opettaja julkaisee valmiin arviointilomakkeen koulutettavalle, joka tarkastaa laaditun arvioinnin ja hyväksyy sen. [154, pp. 8 - 14, 19]

Arviointiprosessi keskittyy dokumentaatioon opettajan ja koulutettavan välisen kanssakäymisen sijaan. Dokumentaatio mahdollistaa oppimisen seurannan, lennon tapahtumiin palaamisen ja tietojen itsenäisen kehittämisen koulutettavalle sopivana ajankohtana. Lentokoulutuksen arviointiohjeen mukaan arviointi keskittyy staattisen tiedon sijaan dynaamiseen tietoon eli tilannetietoisuuteen [154, pp. 3 - 4, 9 - 10]. Opettajan voi kuitenkin olla haastavaa arvioida koulutettavan tilannetietoisuutta lennon jälkeen, koska arviointi pitäisi sitoa hetkeen, jolloin tietoa on sovellettu. Staattista tietoa tarkastellaan osana koulutettavan itsenäistä lentotehtävään valmistautumista ja sitä arvioidaan tehtävänannon yhteydessä.

Nykymuotoisessa arvioinnissa korostuvat opettajan havainnot koulutettavan toiminnasta ja toiminnan seurauksista. Oppimisen näkökulmasta tarkasteltuna lentotehtävän arviointia voidaan kehittää koulutettavan tietojen avoimella ja vuorovaikutteisella tarkastelulla, joka suoritetaan esimerkiksi osana lentotehtävän läpikäyntiä [109, pp. 885 - 887] [119, pp. 136 - 138] [133, pp. 8 - 9]. Myös arviointiin liittyvää ohjeistusta voidaan kehittää tarkentamalla arvioitavan dynaamisen ja staattisen tiedon määrittelyä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ilmataistelukoulutuksessa tiedolla on keskeinen merkitys lentotehtävän kaikissa vaiheissa (taulukko 2). Valmistautuminen ja tehtävänanto valmistavat ohjaajaa lentotehtävän suoritukseen, kun taas lentotehtävän läpikäynti ja arviointi kehittävät ohjaajan tietoja kokonaisvaltaisesti tulevia lentotehtäviä varten. Valmistautumisessa ja tehtävänannossa keskitytään koulutettavan ohjaajan staattisen tiedon kehittämiseen tehokkaan ja turvallisen lentotehtävän suorituksen mahdollistamiseksi [7, pp. 10 - 13]. Lentotehtävän suorituksen aikana ohjaaja hyödyntävää staattista ja dynaamista tietoa. Staattinen tieto sisältää opittua tietoa ilmataistelun toimintavaihtoehtoista [96, p. 1233] [147, pp. 96 - 98]. Ohjaajan päätökset perustuvat tyypillisesti dynaamiseen tietoon, joka pohjautuu havainnoilla päivitettyyn staattiseen tietoon [4, pp. 57 - 58] [72, p. 4]. Lentotehtävän läpikäynnissä ja arvioinnissa keskitytään pääosin dynaamiseen tietoon ja koulutettavan toiminnan seurauksiin. Huomattava osa oppimisesta tapahtuu lennon viimeisissä vaiheissa, kun koulutettavan tietoja verrataan lennon todellisiin tapahtumiin [108, p. 3] [109, pp. 885 - 887] [24, pp. 14 - 16] [7, pp. 9 - 10]. Läpikäynnissä ja arvioinnissa koulutettavan tietoja tulisikin tarkastella mahdollisimman monipuolisesti koulutettavan informaation prosessoinnin näkökulmasta. Informaation prosessointia käsitellään tarkemmin luvussa 2.3.

Taulukko 2. Tiedon merkitys ilmataistelukoulutuksessa.

Lennon vaihe	Tiedon merkitys	Tiedon tarkastelun painopiste	Vahvuus	Haaste
Lentotehtävään valmistautuminen	Staattisen tiedon hankinta ja kehittäminen.	Staattinen tieto	Tiedonhankinta valmistautumistehtävien ohjaamana ja mahdollisuus koulutettavan itsenäiseen opiskeluun.	Itsenäinen valmistautuminen korostaa yksilöllisiä kykyjä ja koulutettavan tietojen rajallisuus mahdollistaa virheellisen oppimisen.
Lentotehtävän anto	Staattisen tiedon kehittäminen, yhtenäistäminen ja sitominen käytäntöön.	Staattinen tieto	Yhtenäisten tietojen varmistaminen ennen lentoa ja opettajan osallistuminen koulutettavan tietojen kehittämiseen.	Opettajajohtoisessa tehtävänannossa koulutettava voi jäädä passiiviseksi tiedon vastaanottajaksi, jolle ei välttämättä jää aikaa uuden tiedon syvälliseen käsittelyyn ennen lentoa.
Lentotehtävän suoritus	Dynaamisen ja staattisen tiedon hyödyntäminen käytännössä.	Dynaaminen ja staattinen tieto	Käytännön toiminta ja mahdollisuus tietojen soveltamiseen.	Lenolla koulutettavan tietoja tarkastellaan välillisesti havaittavan toiminnan perusteella.
Lentotehtävän läpikäynti	Dynaamisen ja staattisen tiedon arviointi ja kehittäminen.	Dynaaminen tieto	Palaute lennon todellisista tapahtumista lentotallenteita hyödyntäen.	Läpikäynnissä keskitytään koulutettavan havaittavaan toimintaan ja toiminnan seurauksiin, mutta ei toimintaan johtaneisiin tietoihin ja päätöksentekoperusteisiin.
Lentotehtävän arviointi	Dynaamisen ja staattisen tiedon arviointi, kehittäminen ja dokumentointi.	Dynaaminen tieto	Oppimisen seurannan ja koulutettavan omatoimisen opiskelun mahdollistava dokumentoitu palaute.	Arvioinnissa keskitytään koulutettavan toimintaan, toiminnan seurauksiin ja dynaamiseen tietoon, mutta koulutettavan staattista tietoa ei arvioida järjestelmällisesti.

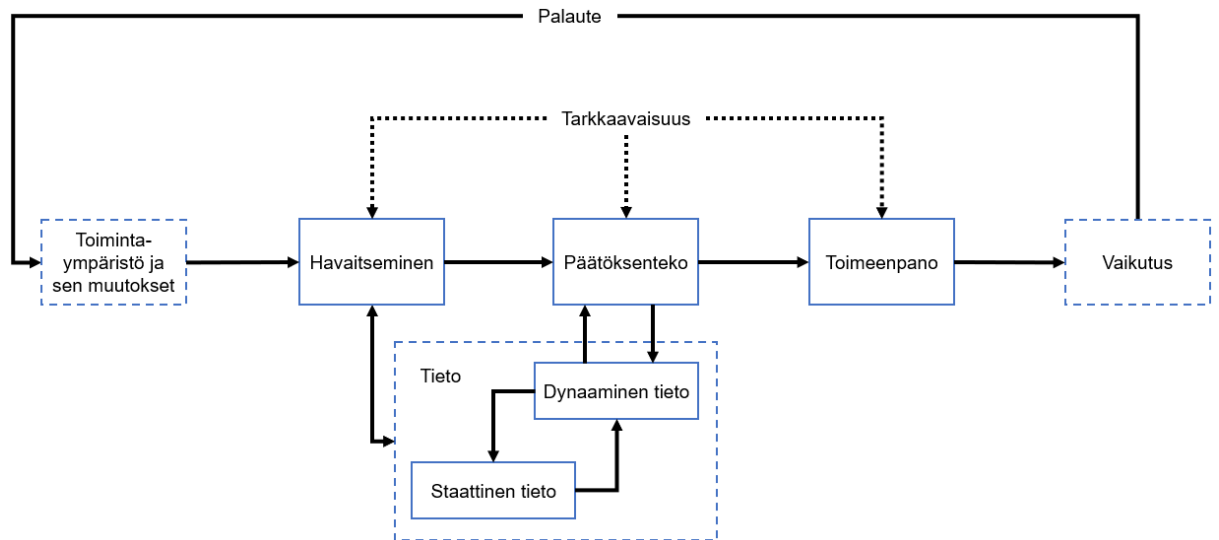
### 2.3. Informaation prosessointi ja asiantuntijuus

Informaation prosessointi koostuu datan havaitsemisesta, sen tulkitsemisesta ja informaation hyödyntämisestä toimintaan. Päätöstilanteessa informaation prosessoinnin vaiheet ovat havaitseminen, päätöksenteko ja toimeenpano.

Havaitseminen perustuu toimintaympäristön näkö-, kuulo-, haju-, maku- ja tuntoaistimuksiin eli dataan, josta muodostuu havaintoja. Havainnot edustavat tilanteeseen liittyvää dataa, jota tulkitsemalla ihminen selittää ympäröivää maailmaa ja määrittää asioiden välisiä merkityksiä [129, p. 22] [147, pp. 89 - 92]. Havaintojen merkitys määritetään aikaisemman tiedon ja valikoivan tarkkaavaisuuden perusteella [155, pp. 13 - 15] [125, pp. 4 - 5]. Tarkkaavaisuus kiinnitetään tehtävän toteuttamisen kannalta keskeiseen dataan, koska kaikkia mielenkiinnon kohteita ei voida havainnoida tai seurata samanaikaisesti rajallisen tarkkaavaisuuden takia [155, pp. 186 -192] [125, pp. 49 - 52] [156, pp. 403 - 406]. Datun suodattamisen ja huomion rajoittamisen ohella tarkkaavaisuus mahdollistaa joustavan kognitiivisten resurssien jaon informaation prosessoinnin vaiheiden kesken [14, p. 5] [156, pp. 403 - 405].

Päätöksentekovaiheessa valitaan tavoitteen saavuttamista tukeva toimenpide aiempien tietojen perusteella välittömästi tai viiveellä [14, p. 337]. Tutussa tilanteessa toimenpiteen valinta tapahtuu nopeasti staattisen tiedon perusteella, koska tilanteeseen löydetään valmis ratkaisu säilömuistista [125, pp. 4 - 5]. Uudessa tilanteessa päätöksenteko edellyttää lisäinformaation hankintaa, koska havainnon perusteella ei tunnisteta tilanteeseen sopivaa toimenpidettä tai havainnolle ei kyetä antamaan merkitystä [14, pp. 336 - 338]. Tällöin havaintoa säilytetään tilapäisesti työmuistissa ja samanaikaisesti hankitaan lisää informaatiota toimintaympäristöstä dynaamisen tiedon ohjaamana [125, pp. 4 - 5] [116, pp. 8 - 9] [32, p. 45] [137, p. 31]. Dynaamista tietoa voidaan myös hyödyntää hakemalla staattista tietoa säilömuistista (luku 2.1.4).

Päätöksenteon jälkeen on vuorossa valitun toimenpiteen toimeenpano, joka vaikuttaa toimintaympäristöön. Tämä vaikutus voidaan havaita tekemällä uusia havaintoja muuttuneesta toimintaympäristöstä [14, p. 5] [15, p. 165]. Uudet havainnot ja informaation prosessointi kehittävät puolestaan yksilön tietoja Neisserin [147, pp. 93, 100] havaintokehän mukaisesti (luku 2.2). Tiedolla on kuvan 6 mukaisesti keskeinen merkitys informaation prosessoinnissa. Tieto vaikuttaa kaksisuuntaisesti havaitsemiseen ja päätöksentekoon.



Kuva 6. Informaation prosessoinnin vaiheet ja tiedon merkitys prosessissa (mukaillen [14, p. 4] [15, p. 164]).

Yksilön oppii, kun uusi tieto yhdistetään jo olemassa oleviin staattisiin tietorakenteisiin tai olemassa olevat tietorakenteet järjestyvät uudella tavalla [157, pp. 988 - 991] [135, p. 339]. Mitä useammin informaatiota prosessoidaan, sitä paremmin toimintaympäristöön liittyvät tiedot opitaan [158, p. R137] [105, p. 6] [135, pp. 354 - 357]. Asiantuntijuus kehittyy kontekstisidonnaisen oppimisen ja toistuvan harjoittelun myötä [14, pp. 282 - 283] [104, pp. 66 - 67] [157, p. 990] [102, pp. 254 - 256]. Asiantuntijuuteen sisältyy hiljaista ja eksplisiittistä tietoa [100, p. 278] [119, pp. 157 - 160]. Dreyfusin [101, p. 181] mukaan asiantuntijuus voidaan jakaa viiteen tasoon, jotka ovat aloittelija, edistynyt aloittelija, osaaja, pätevä ja asiantuntija. Tässä tutkimuksessa keskitytään selkeyden vuoksi asiantuntijuuden ääripäihin eli aloittelijaan (engl. novice) ja asiantuntijaan (engl. expert). Asiantuntija omaa alallaan korkeimman tason toimintaan vaadittavat tiedot, taidot ja asenteet [101, pp. 179 - 180] [102, p. 256]. Tässä tutkimuksessa ilmataisteluolettaja on ilmataistelun asiantuntija ja ilmataistelukoulutukseen osallistuva koulutettava on puolestaan asiantuntijan vastakohta eli aloittelija. Lentokoulutuksessa tavoitteena on kehittää koulutettava ohjaaja aloittelijasta asiantuntijaksi [7, p. 13].

Asiantuntijan ja aloittelijan informaation prosessointi poikkeavat toisistaan. Aloittelija havainnoi kaikkea, kun taas asiantuntija kiinnittää huomion valikoiden oleellisiin asioihin [159, pp. 151 - 156] [140, pp. 743 - 744] [101, p. 181]. Asiantuntijan tiedot ovat tarkkoja ja informaatio hienojakoista [159, pp. 151 - 156] [157, pp. 988 - 991] [101, p. 180] [19, p. 463]. Asiantuntija ymmärtää uuden informaation merkityksen aloittelijaa nopeammin ja löytää aiemmin opitut tiedot aloittelijaa varmemmin [103, p. 735] [104, p. 71] [105, p. 6]. Lisäksi asiantuntija havaitsee mahdolliset puutteet päätöstä edellyttävän tilanteen tyypillisessä informaatiossa, koska hän ymmärtää toimintaympäristön syy-seuraussuhteet syvällisesti [150, pp. 203 - 204]. Aloittelijan analyttinen päätöksenteko on hidasta ja kuormittavaa, koska tämä prosessoi informaatiota lähinnä työmuistissaan [14, pp. 369 - 370] [101, p. 181]. Asiantuntijan tilanteen tunnistamiseen perustuva päätöksenteko on nopeaa ja monilta osin automaattista, koska tämä löytää tilanteeseen sopivan ratkaisun viiveettä säilömuistista [14, pp. 373 - 374] [101, p. 181] [19, p. 463]. Yhteenvedona voidaan todeta, että toistuva kontekstisidonnaisen informaation prosessointi kehittää yksilön informaation etsintää, päätöksentekoa ja toimeenpanoa. Näin esimerkiksi ilmaistelukoulutuksessa asiantuntijan eli lennonopettajan päätöksenteko on koulutettavan päätöksentekoa tehokkaampaa. Päätöksentekoa käsitellään tarkemmin luvussa 2.4.

## **2.4. Päätöksenteko ilmataistelukoulutuksessa**

### **2.4.1. Käytännöllinen päätöksenteko**

Päätöksenteko voidaan pelkistetyesti määritellä tietoisena toimintana, jossa valitaan yksi ratkaisu useasta mahdollisuudesta [14, p. 337] [15, p. 209] [16, p. 186] [17, p. 169]. Päätöksenteko voidaan myös nähdä tietona siitä, kuinka toimia tietyssä tilanteessa [160, pp. 5 - 6].

Päätöksentekoa voidaan tarkastella teoreettisena tai käytännöllisenä toimintana. Klassisesti teoreettinen päätöksenteko olettaa, että päätöksentekijällä on täydelliset tiedot päätöstilanteeseen vaikuttavista asioista. Tämän näkökulman mukaan päätöksentekijä havaitsee ja arvioi pienimmätkin erot eri päätösvaihtoehtojen välillä ja tekee lopulta rationaalisen päätöksen valiten saatettavan hyödyn kannalta parhaan vaihtoehdon. [15, pp. 211 - 212] [161, pp. 301 - 302] [160, pp. 3 - 4] Käytännöllinen näkökulma puolestaan huomioi reaali maailman haasteet, kuten päätöksentekoon käytettävissä olevan ajan ja informaation rajallisuuden sekä päätöksentekijän informaation prosessoinnin rajoitteet [140, p. 748] [17, p. 169] [18, p. 456] [160, p. 6] [162, p. 3] [163, pp. 4 - 5]. Käytännöllisen näkökulman mukaan päätöksentekijä tyytyy aikapaineistussa tilanteessa parhaan mahdollisen ratkaisun sijaan hyväksyttävään ratkaisuun [15, pp. 214 - 215] [164, p. 157]. Käytännöllinen näkökulma soveltuu dynaamiseen ja epävarmuuksia sisältävään nopeatempoiseen toimintaympäristöön, kuten sotilasilmailuun [96, p. 1232] [20, p. 287] [163, p. 5].

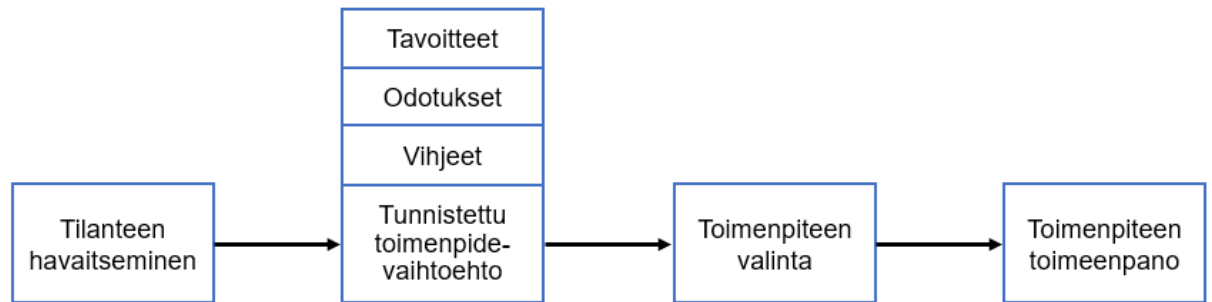


Tässä tutkimuksessa ilmataistelukoulutuksessa tapahtuvaa päätöksentekoa tarkastellaan käytännöllisenä toimintana, koska ilmataisteluympäristössä ei yleensä ole aikaa pitkälliseen vaihtoehtojen vertailuun ennen päätöksentekoa, sillä tilanteet muuttuvat nopeasti, informaatio on epätäydellistä tai sitä on liikaa, ja on suoritettava yhtäaikaaisesti useita tehtäviä [78, pp. 338 - 341] [5, p. 261] [6, pp. 3 - 4] [3, pp. 6 - 7]. Kleinin, Calderwoodin ja Clinton-Cirocon kehittämä Recognition-Primed Decision (RPD) -malli [16, p. 205] [18, p. 457] [19, p. 463] kuvaa käytännöllistä päätöksentekoa. RPD-mallin mukaan päätös tehdään nopeasti tilanteen havaitsemisen ja hyväksyttävän ratkaisuvaihtoehdon tunnistuksen perusteella useiden vaihtoehtojen vertailun sijaan [165, p. 38278] [14, p. 373] [18, p. 457] [20, p. 287] [21, p. 107] [19, p. 463].

Kleinin ym. [16, p. 205] [22, p. 140] [19, p. 463] [23, p. 19] mukaan päätöksenteko perustuu kriittisen informaation tunnistamiseen yksilön aiemman tiedon avulla. Päätöksentekijä tunnistaa tilanteen tyypilliset ratkaisuvaihtoehdot, olennaiset vihjeet, odotukset ja tavoitteet dynaamisen ja staattisen tiedon avulla [18, pp. 457 - 458] [166, pp. 220 - 221] [22, pp. 142 - 147]. Dynaamisen tiedon ohjaamana päätöksentekijä valitsee hyväksyttävän toimenpidevaihtoehdon, joka sopii tilanteeseen, mutta ei välttämättä ole absoluuttisesti paras [14, p. 374] [18, pp. 457 - 458] [166, pp. 221, 228 - 229] [22, pp. 142 - 147]. Aikapaineistetuissa päätöstilanteissa päätöksentekijän kannattaa hyödyntää ensimmäisiä tilanteeseen sopivia ratkaisuvaihtoehtoja, koska arvioitavien vaihtoehtojen lukumäärän kasvaessa päätöksentekoon kuluva aika kasvaa [63, p. 285] [149, p. 147] [17, p. 169] [22, p. 147].

Päätöksenteko ilmataistelukoulutuksessa voidaan nähdä RPD-mallia mukailevana toimintana, jossa päätökset ovat nopeita, peräkkäisiä ja välittömästi toimeenpantavia [22, p. 144]. Päätöksenteko noudattaa RPD-mallia myös esimerkiksi pelastuslaitosten ja lentoyhtiöiden operatiivisessa toiminnassa [63, pp. 278 - 284] [167, pp. 247 - 248] [168, pp. 169 - 173] [20, pp. 287 - 289] [62, pp. 18 - 19]. Toisaalta päätöksentekoon käytettävä aika on ilmataistelussa - ja ilmataistelukoulutuksessa - huomattavasti rajallisempi kuin monissa muissa toimintaympäristöissä [169, p. 25] [170, p. 226].

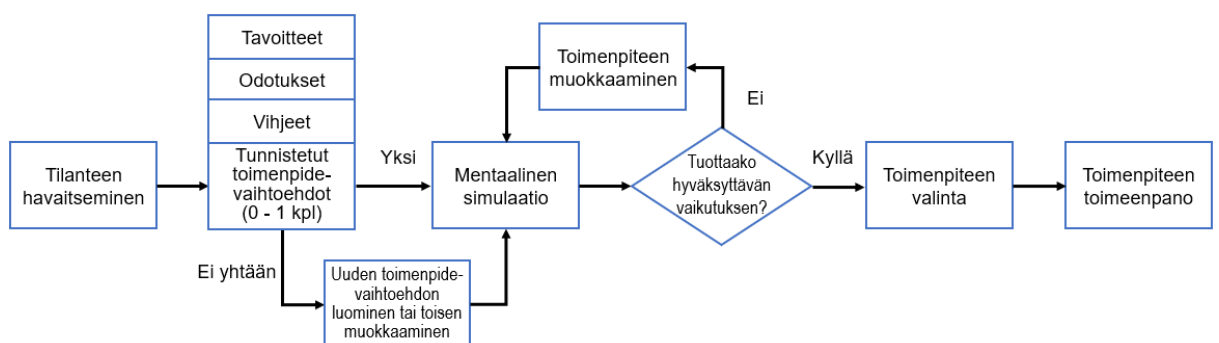
RPD-mallin avulla voidaan tunnistaa yksinkertainen, epäselvä ja monimutkainen päätöstilanne. Yksinkertaisessa päätöstilanteessa päätöksenteko on suoraviivaista (kuva 7). Tilanteen havaitseminen johtaa dynaamisen tiedon avulla tunnistetun toimenpiteen valintaan ja toimeenpanoon [18, p. 458] [166, pp. 228 - 229] [22, pp. 140 - 141] [62, pp. 17 - 18].



Kuva 7. Recognition-Primed Decision -mallin mukainen päätöksenteko yksinkertaisessa päätöstilanteessa (mukaillen [23, p. 18] [62, p. 18] [22, p. 141]).

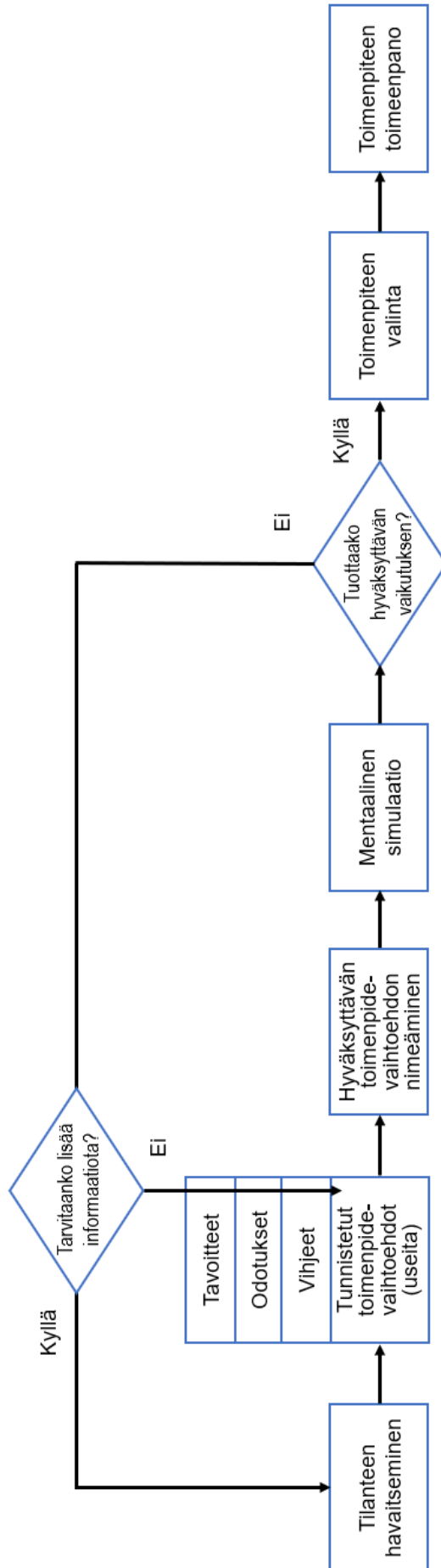
Epäselvässä päätöstilanteessa tunnistettujen toimenpidevaihtoehtojen lukumäärä on yleensä vähäinen ja toimenpiteiden sopivuus tilanteeseen voi vaihdella [20, p. 286] [23, pp. 17 - 18]. Kuvan 8 mukaisesti epäselvässä tilanteessa tunnistetaan yleensä joko yksi tai ei yhtään tilanteeseen sopivaa vaihtoehtoa. Jos ei tunnisteta yhtään tyypillistä toimenpidevaihtoehtoa, on joko muokattava jokin toinen vaihtoehto tilanteeseen sopivaksi tai luotava täysin uusi toimenpide [166, pp. 227 - 229] [20, pp. 285 - 286, 290]. Molemmat toiminnot kuormittavat työmuistin rajallista kapasiteettia.

Epäselvässä tilanteessa päätöksentekijä pyrkii tietoisesti arvioimaan toimenpiteen vaikutuksen ennen toimeenpanoa [166, p. 229]. Kuvassa 8 toimenpidevaihtoehdon tunnistamista, muokkaamista tai luomista seuraa mentaalinen simulaatio, jossa arvioidaan vaihtoehdon hyväksyttävyys. Tarvittaessa ja ajan salliessa toimenpidettä voidaan muokata mentaalisen simulaation jälkeen. Hyväksyttävän lopputuleman tuottavan päätöksen löytyttyä tai päätöksentekoon käytettävän ajan päätyttyä toimeenpannaan valittu toimenpide. [18, pp. 457 - 458] [22, pp. 140 -143] [62, p. 18] [23, pp. 17 - 18]



Kuva 8. Recognition-Primed Decision -mallin mukainen päätöksenteko epäselvässä päätöstilanteessa (mukaillen [20, p. 286] [166, p. 228] [23, p. 18]).

Monimutkaisessa päätöstilanteessa tunnistetaan joukko mahdollisia toimenpidevaihtoehtoja. Mikäli päätöksentekijällä on useita vaihtoehtoja, nimetään alustavasti ensimmäinen mieleen tuleva hyväksyttävä vaihtoehto ja testataan sen sopivuus tilanteeseen mentaalisen simulaation avulla. Monimutkaisessa tilanteessa toimenpidevaihtoehto hylätään mentaalisen simulaation perusteella, mikäli vaihtoehto ei tuota hyväksyttävää vaikutusta. [18, p. 458] [22, pp. 140 -143] [23, pp. 17 - 19] Jos ensimmäisenä nimetty vaihtoehto hylätään, palataan päätösprosessissa tunnistettuihin toimenpidevaihtoehtoihin tai ympäristön tarkkailuun kuvan 9 mukaisesti. Lisäinformaation tarve määrittää sen, kuinka lähelle alkupistettä prosessissa palataan [61, p. 8] [62, p. 18]. Tarvetta lisäinformaation hankinnalle ei yleensä ole, jos alun perin on tunnistettu useita toimenpidevaihtoehtoja. Tällöin toimenpidevaihtoehdon hylkäämisen jälkeen nimetään seuraava hyväksyttäväksi tunnistettu vaihtoehto. Jos vaihtoehdon tunnistaminen kuitenkin edellyttää lisäinformaatiota, palataan prosessissa kohtaan havaitseminen. Päätösprosessin lopuksi toimeenpannaan hyväksyttäväksi arvioitu toimenpide [18, p. 458] [61, p. 13] [62, pp. 18 - 19].



Kuva 9. Recognition-Primed Decision -mallin mukainen päätöksenteko monimutkaisessa päätöstilanteessa (mukailten [23, p. 18] [62, p. 18] [22, p. 141]).

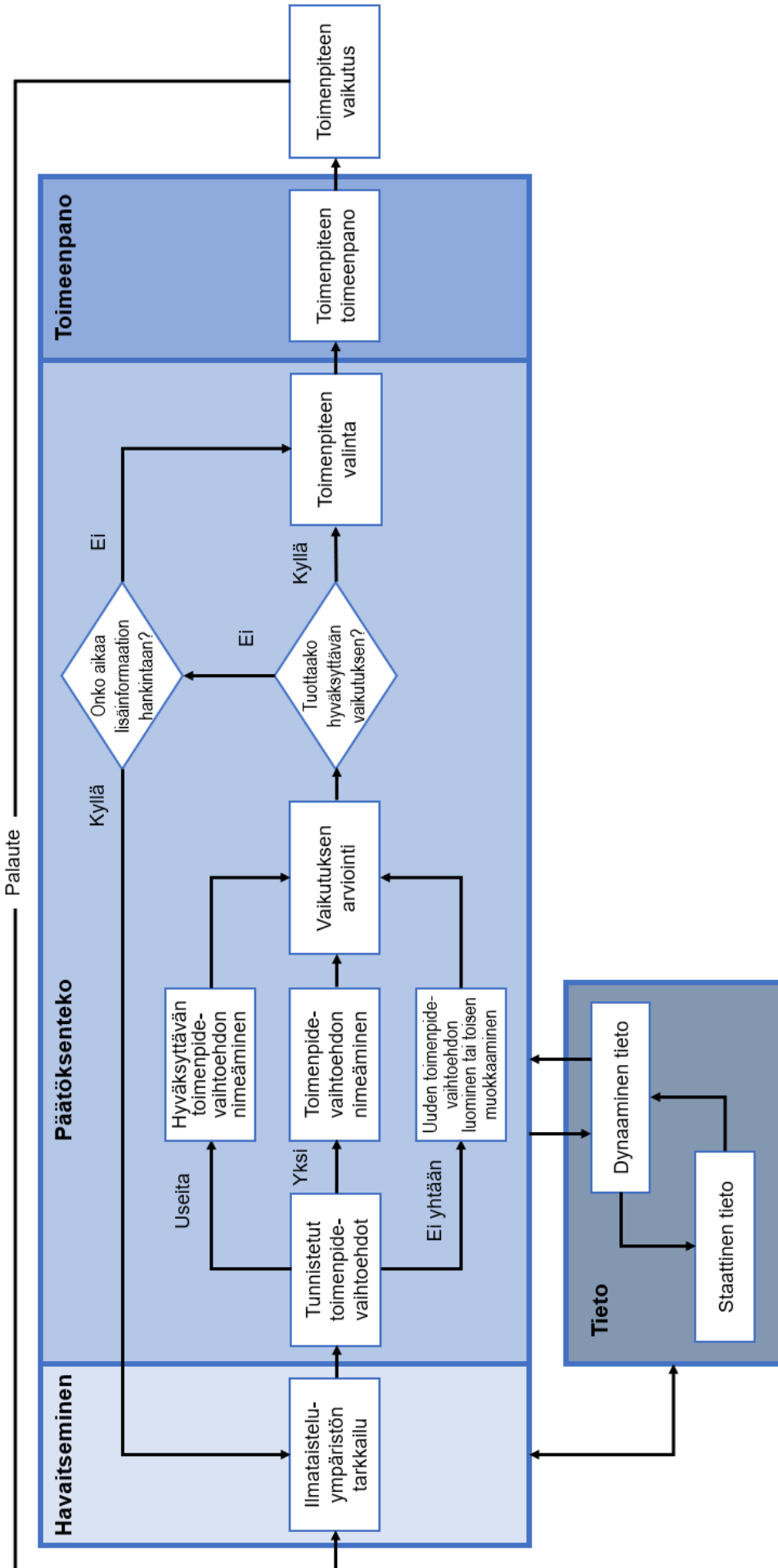
Yhteenvedon voidaan todeta, että RPD-mallin mukainen päätöksenteko keskittyy tilanteen ja ensimmäisen hyväksyttävän päätösvaihtoehdon tunnistamiseen sekä saavutettavan lopputuleman arviointiin useiden eri vaihtoehtojen vertailun sijaan [18, p. 457] [49, p. 1699] [20, p. 287] [21, p. 107] [22, pp. 143 - 144] [19, p. 463]. Suoraviivainen päätöksenteko ja yhteen toimenpidevaihtoehtoon keskittyminen säästävät aikaa ja mahdollistavat päätöksen välittömän toimeenpanon [22, p. 144] [23, p. 19]. Päätöksenteko tapahtuu nopeimmin yksinkertaisessa päätöstilanteessa. Epäselvässä tilanteessa toimenpiteen luominen, muokkaaminen ja testaaminen edellyttävät enemmän aikaa yksinkertaiseen päätöstilanteeseen verrattuna. Monimutkaisessa tilanteessa ensimmäisistä havainnoista päätöksen toimeenpanoon kuluu sitä enemmän aikaa, mitä pidemmälle taaksepäin prosessissa palataan tai mitä useammin prosessin osia toistetaan ennen lopullista toimenpiteen valintaa.

### 2.4.2. Ilmataistelun päätöksentekomalli

Ilmataistelukoulutuksessa tavoitellaan itsenäistä, tilanteenmukaista ja nopeaa päätöksentekoa [154, pp. 9 - 10]. Tässä luvussa esitellään ilmataistelun päätöksentekomalli. Mallia voidaan hyödyntää myös ilmataistelukoulutuksessa, koska ohjaajan lennonaikainen päätöksenteko on periaatteiltaan samanlaista ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa. Lentotehtävä suoritetaan ilmataisteluympäristössä, jossa hyväksyttävä toimenpide valitaan RPD-mallia mukaillen tilanteeseen liittyvien odotusten, tavoitteiden ja vihjeiden perusteella (luku 2.4.1).

Ilmataisteluympäristössä tapahtuvaa käytännöllistä päätöksentekoa voidaan myös kuvata Boydin nelivaiheisella OODA-päätöksentekomallilla (engl. OODA-loop), jonka vaiheet ovat havaitseminen (engl. observation), orientoituminen (engl. orientation), päätöksenteko (engl. decision) ja toiminta (engl. action) [67, pp. 50, 63 - 64] [68, p. 2] [69, p. 35]. OODA-mallin mukaan ohjaaja hyödyntää tietoa havaintojen analyysiin verratessaan uutta informaatiota yksilölliseen taustaansa, aikaisempiin kokemuksiinsa ja kulttuurisiin tapoihin [67, pp. 74 - 76] [171, p. 146] [68, pp. 230 - 232]. Yksinkertaistaen voidaan todeta, että päätöksenteko ilmataistelukoulutuksessa perustuu OODA- ja RPD-malleja mukaillen lukujen 2.1 - 2.3 mukaisesti tietoon ja sen hyödyntämiseen informaation prosessoinnissa.

Tässä tutkimuksessa konstruointiin kuvan 10 mukainen ilmataistelun päätöksentekomalli, joka vastaa tutkimuksen ensimmäiseen alakysymykseen: Millaisella mallilla voidaan kuvata ohjaajan päätöksentekoa ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa? Mallin avulla voidaan kehittää ilmataistelukoulutusta lisäämällä koulutettavien ja lennonopettajien ymmärrystä ilmataistelun päätöksenteosta.



Kuva 10. Ilmastaistelun päätöksentekomalli.

Ilmataistelun päätöksentekomalli koostuu kolmesta informaation prosessoinnin teorian mukaisesta vaiheesta, jotka ovat havaitseminen, päätöksenteko ja toimeenpano (luku 2.3). Ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa päätöksenteko on jatkuvaa, joten ohjaaja toistaa päätösprosessin vaiheita koko lentotehtävän suorituksen ajan. Ohjaaja tarkkailee samanaikaisesti ilmataisteluympäristöä, tekee päätöksiä sarjassa ja rinnakkain sekä toimeenpanee päätöksiä.

Ilmataistelun tavoitteena on vastustajan tuhoaminen ja oman selviytymistodennäköisyyden maksimoiminen [106, p. 1]. Ohjaaja tarkkailee ilmataisteluympäristöä jatkuvasti vastustajan havaitsemiseksi, koska vastustajaa ennen tehdyn havainnon avulla voidaan hankkia aloite ilmataistelussa [172, p. 36] [3, p. 7]. Havaittuaan vastustajan ohjaaja kiinnittää huomion vastustajan tuhoamisen ja oman selviytymisen kannalta oleelliseen informaatioon, kuten omaan energiatasoon ja asejärjestelmän käyttömahdollisuuksiin suhteessa vastustajaan. Oleellinen informaatio valitaan lentotehtävään valmistautumisessa, tehtävänannossa ja aikaisemmilla lennoilla hankittujen tietojen perusteella [147, pp. 93, 100]. Toisaalta ohjaajan tiedot myös kehittyvät uuden informaation myötä (luku 2.2). Vastustaja voi päästä hallitsemaan ilmataistelua, jos ohjaaja esimerkiksi tulkitsee virheellisesti vastustajan energiataason tai liikesuunnan. Uudesta informaatiosta oppineena ohjaaja pyrkii välttämään vastaavat virheet seuraavissa päätöstilanteissa. Näin tiedon ja havaitsemisen välillä on kaksisuuntainen yhteys ilmataistelun päätöksentekomallissa (kuva 10).

Ilmataistelun päätöksentekomallissa havaitsemista seuraa päätöksentekovaihe, joka koostuu hyväksyttävien toimenpidevaihtoehtojen tunnistamisesta, vaikutuksen arvioinnista ja toimenpiteen valinnasta. Ohjaaja tunnistaa mahdolliset toimenpidevaihtoehdot ilmataisteluympäristöstä tehtyjen havaintojen ja niistä tulkitun informaation perusteella [72, p. 4] [26, p. 5]. Ilmataistelussa päätösvaihtoehdot ovat yksinkertaisimmillaan oman asejärjestelmän hyödyntäminen vastustajan tuhoamiseksi tai vastustajan asevaikutuksen välttäminen oman selviytymisen varmistamiseksi [173, p. 1371].

Ilmataistelussa tunnistettuja toimenpidevaihtoehtoja voi olla useita, yksi tai ei yhtään. Jos mahdollisia vaihtoehtoja on useita, nimetään ensimmäinen hyväksyttävä vaihtoehto, esimerkiksi vastustajan tuhoaminen ohjuksella tykin sijaan. Jos mahdollisia vaihtoehtoja on yksi, nimetään tämä toimenpide välittömästi. Tällöin toiminta on kaikista suoraviivaisinta kuvan 10 mukaisesti. Esimerkiksi päätös liikehtiä tykkitorjuntaan on suoraviivainen ratkaisu, mikäli muita aseita ei ole käytössä. Jos tunnistettuja toimenpidevaihtoehtoja ei ole yhtään, luodaan uusi vaihtoehto tai muokataan jokin toinen vaihtoehto tilanteeseen sopivaksi. Toimenpidevaihtoehto voi muodostua monimutkaiseksi, jos esimerkiksi vastustajia on useita, mutta aseet riittävät vain yhden vastustajan tuhoamiseen. Ohjaajan on tällaisessa tilanteessa luotava uusi vaihtoehto, jossa tuhotaan tärkein vastustaja ja vältetään toiset. Toisaalta tilanteessa voidaan muokata puolustuksellista oman selviytymistodennäköisyyden maksimoivaa vaihtoehtoa, jonka avulla vältetään useita vastustajia yhden vastustajan sijaan.

Ilmataistelun päätöksentekomallissa dynaamisen tiedon avulla havainnoista tulkittu informaatio yhdistyy ohjaajan tietorakenteisiin mahdollistaen päätöstilanteen ymmärtämisen ja lähitulevaisuuden kehityksen ennakoimisen. Tilanteen ymmärtäminen ja toimenpidevaihtoehtojen tunnistaminen perustuvat aikaisempaan tietoon RPD-mallia mukaillen (luku 2.4.1). Dynaamisen ja staattisen tiedon välillä on jatkuva yhteys kuvan 10 mukaisesti. Dynaamista tietoa tukeva staattinen tieto sisältää esimerkiksi ohjaajan ennalta opettelemat tiedot ilmataisteluliikkeistä, omasta asejärjestelmästä ja vastustajan suorituskyvystä. Ohjaaja hakee tilanteeseen sopivat tiedot muistista dynaamisen tiedon ohjaamana.

Dynaaminen tieto toimii myös keskeisenä syötteenä päätöksentekoprosessille ilmataistelussa [72, p. 4]. Dynaamisen tiedon avulla voidaan esimerkiksi tunnistaa vastustajan matala energiataso tämän vakiokorkeudella tapahtuvan vaakaliikehtimisen perusteella. Tämän seurauksena ohjaaja hyödyntää staattista tietoa tilanteeseen sopivan ilmataisteluliikkeen valinnassa ja päätyy alustavasti korkeaan pystyliikkeeseen. Tämän jälkeen vaikutuksen arvioinnissa ohjaaja ennustaa toimenpiteen oletetun vaikutuksen omassa mielessään. Vaikutuksen arvioinnissa vastataan kysymykseen: Tuottaako toimenpide hyväksyttävän vaikutuksen? Toimenpide valitaan ja toimeenpannaan, jos sen vaikutus arvioidaan hyväksyttäväksi. Päätöksenteossa tyydytään riittävän hyvään ratkaisuun, joka täyttää minimitavoitteet [14, p. 374] [63, p. 285] [18, pp. 457 - 458]. Tässä esimerkissä ohjaaja valitsee korkean pystyliikkeen, koska arvioi sen tuottavan hyväksyttävän vaikutuksen. Vastustajaa parempi energiataso mahdollistaa liikehtimisen vastustajaa korkeammalle, mikä lisää omaa selviytymistodennäköisyyttä ja mahdollistaa vastustajan tuhoamisen ilmataisteluohjuksella.



Toimenpiteen valinnan suoraviivaisuus riippuu vaikutuksen arvioinnin tuloksesta ja käytettävissä olevasta ajasta kuvan 10 mukaisesti. Jos nimetyt toimenpidevaihtoehdon vaikutusta ei arvioida hyväksyttäväksi, on seuraavaksi arvioitava käytettävissä olevan ajan riittävyys lisäinformaation hankintaan. Päätöksentekoon käytettävissä olevan ajan rajallisuus on keskeinen haaste ilmataistelussa [169, p. 25] [170, p. 226]. Jos aikaa ei ole riittävästi lisäinformaation hankintaan, valitaan ja toimeenpannaan nimetty toimenpide, koska päätöksen viivästyminen voi heikentää sinänsä hyväksyttävän toimenpiteen toimeenpanolla saavutettavaa vaikutusta merkittävästi [174, p. 297]. Jos aikaa on riittävästi lisäinformaation hankintaan, palataan päätösprosessissa taaksepäin keräämään havaintoja ilmataistelu ympäristöstä sopivan toimenpidevaihtoehdon tunnistamiseksi. Tämän jälkeen edetään uudestaan toimenpidevaihtoehdon nimeämiseen, luomiseen tai muokkaamiseen, jota seuraa uusi vaikutuksen arviointi. Lopulta valitaan hyväksyttäväksi arvioitu toimenpide.

Päätöksentekovaihetta seuraa toimeenpano. Valitun toimenpiteen toimeenpano aiheuttaa vaikutuksen ilmataistelu ympäristössä. Vastustajan lentokone esimerkiksi tuhoutuu hyvin valittujen ilmataisteluliikkeiden ja onnistuneesti laukaistun ilmataisteluohjauksen osuman seurauksena. Kuvatussa tapauksessa ilmataistelu ympäristö muodostuu erilaiseksi riippuen esimerkiksi siitä, onnistuiko ohjaaja tuhoamaan vastustajan vai ei. Kuvassa 10 informaation prosessoinnin teorian (luku 2.3) mukainen palaute yhdistää päätöksen vaikutuksen uusiin havaintoihin. Ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa yksittäinen päätös siis vaikuttaa tuleviin päätöksiin ja yksilöllisiin tietorakenteisiin ilmataistelun päätöksentekomallin mukaisesti.

RPD-mallin (luku 2.4.1) mukaiset yksinkertainen, epäselvä ja monimutkainen päätöstilanne yhdistyvät ilmataistelun päätöksentekomallissa. Ilmataistelukoulutuksessa lennonopettajan päätöksenteko etenee useimmiten suoraviivaisesti, koska tilanteeseen liittyvät odotukset, viihteet ja tavoitteet ovat opettajalle entuudestaan tuttuja [62, pp. 17 - 19] [20, pp. 285 - 288]. Asiantuntijuus nopeuttaa ja yksinkertaistaa päätöksentekoa, sillä lennonopettaja tunnistaa päätöstilanteeseen liittyvän oleellisen informaation tarkkojen tietojen ja tehokkaan muistirakenteiden välisen yhteyden ansiosta koulutettavaa paremmin [103, p. 735] [140, p. 744] [18, p. 457] [22, pp. 143 - 147] [164, pp. 155 - 156].

Kouluttavalle ilmataistelukoulutuksen päätöstilanteet ovat useimmiten epäselviä tai monimutkaisia. Koulutettava voi kokea lennolle valmistautumisesta ja tehtävänannosta poikkeavat tilanteet uusina tai epäselvinä. Toisaalta koulutettavan voi myös olla vaikea tunnistaa ja nimetä hyväksyttävä toimenpidevaihtoehto monimutkaisessa päätöstilanteessa. Alun perin sopivana pidetty vaihtoehto ei myöskään välttämättä tuota vaikutuksen arvioinnin perusteella hyväksyttävää lopputulosta, jos toimenpide on nimetty virheellisesti tai se perustuu puutteellisiin tietoihin ja havaintoihin. Lisäksi epäonnistunut vaikutuksen arviointi voi johtaa virheellisen toimenpiteen valintaan tai hyväksyttävän toimenpiteen tarpeettomaan hylkäämiseen. Ilmataistelukoulutuksessa koulutettavan päätöksenteko edellyttääkin usein enemmän aikaa asiantuntijan suoraan viivaiseen päätöksentekoon verrattuna, koska ennen päätöksen toimeenpanoa on muokattava toimenpidettä tai hankittava lisää informaatiota. Ilmataistelukoulutuksen edetessä koulutettavan ohjaajan päätöksenteko kehittyy, kun koulutettavasta kehittyy vähitellen itsenäiseen päätöksentekoon kykenevä asiantuntija [14, pp. 282 - 283] [104, pp. 66 - 67, 71] [7, pp. 12 - 14] [19, p. 463].

Yhteenvetona voidaan todeta, että päätöksenteko ilmataistelukoulutuksessa noudattaa kuvan 10 mukaista ilmataistelun päätöksentekomallia. Aikapaineistetussa päätöstilanteessa ohjaaja tyytyy ensimmäisenä tunnistettuun, minimimitavoitteet täyttävään toimenpidevaihtoehtoon. Peräkkäin ja rinnakkain tehtävien päätösten hyväksyttävät toimenpidevaihtoehdot tunnistetaan yksilöllisten havaintojen ja tietovarantojen, erityisesti staattisen ja dynaamisen tiedon, ohjaamana.

## **2.5. Yhteenveto tiedosta ja päätöksenteosta**

Tässä luvussa käsiteltiin tietoa ja päätöksentekoa. Aluksi tarkasteltiin dynaamista ja staattista tietoa sekä tiedon merkitystä ilmataistelukoulutuksessa. Tämän jälkeen käsiteltiin informaation prosessointia sekä kuvattiin dynaaminen ja staattinen tieto osana päätöksentekoa. Käytännöllistä päätöksentekoa tarkasteltiin RPD-mallin avulla. Lopuksi RPD-mallin, informaation prosessoinnin teorian sekä dynaamisen ja staattisen tiedon pohjalta konstruointiin ilmataistelun päätöksentekomalli (kuva 10).

Luvussa vastattiin tutkimuksen ensimmäiseen alakysymykseen: Millaisella mallilla voidaan kuvata ohjaajan päätöksentekoa ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa? Ohjaajan lennonaikainen päätöksenteko on samanlaista ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa, joten ilmaististelun päätöksentekomallin avulla voidaan kuvata päätöksentekoa sekä ilmataistelussa että ilmataistelukoulutuksessa. Yhteenvetona voidaan todeta, että päätöksenteko ilmataistelukoulutuksessa on korostetun aikapaineistettua peräkkäisten ja rinnakkaisten päätösten tekemistä. Päätöksenteossa korostuu tilanteen ja hyväksyttävän toimenpiteen tunnistaminen yksilöllisten havaintojen ja tiedon ohjaamana. Tunnistettu hyväksyttävä toimenpidevaihtoehto nimetään välittömästi tai, jos tilanteessa ei tunnisteta yhtään toimenpidevaihtoehtoa, luodaan uusi vaihtoehto tai muokataan jokin toinen vaihtoehto tilanteeseen sopivaksi. Toimenpidevaihtoehdon nimeämisen jälkeen arvioidaan toimenpiteen vaikutus. Nimettyä vaihtoehtoa muokataan vain, jos sen ei uskota tuottavan hyväksyttävää vaikutusta ja on aikaa hankkia lisää informaatiota. Lopulta valitaan ja toimeenpannaan hyväksyttävän vaikutuksen aikaansaava toimenpide. Jos aikaa ei ole lisäinformaation hankintaan, valitaan ja toimeenpannaan nimetty toimenpide vaikutuksen arvioinnin tuloksesta riippumatta. Ilmataisteluympäristön tarkkailua jatketaan päätöksen toimeenpanon jälkeen, jotta voidaan havaita tehdyn päätöksen vaikutus ja valmistautua tuleviin päätöksiin.

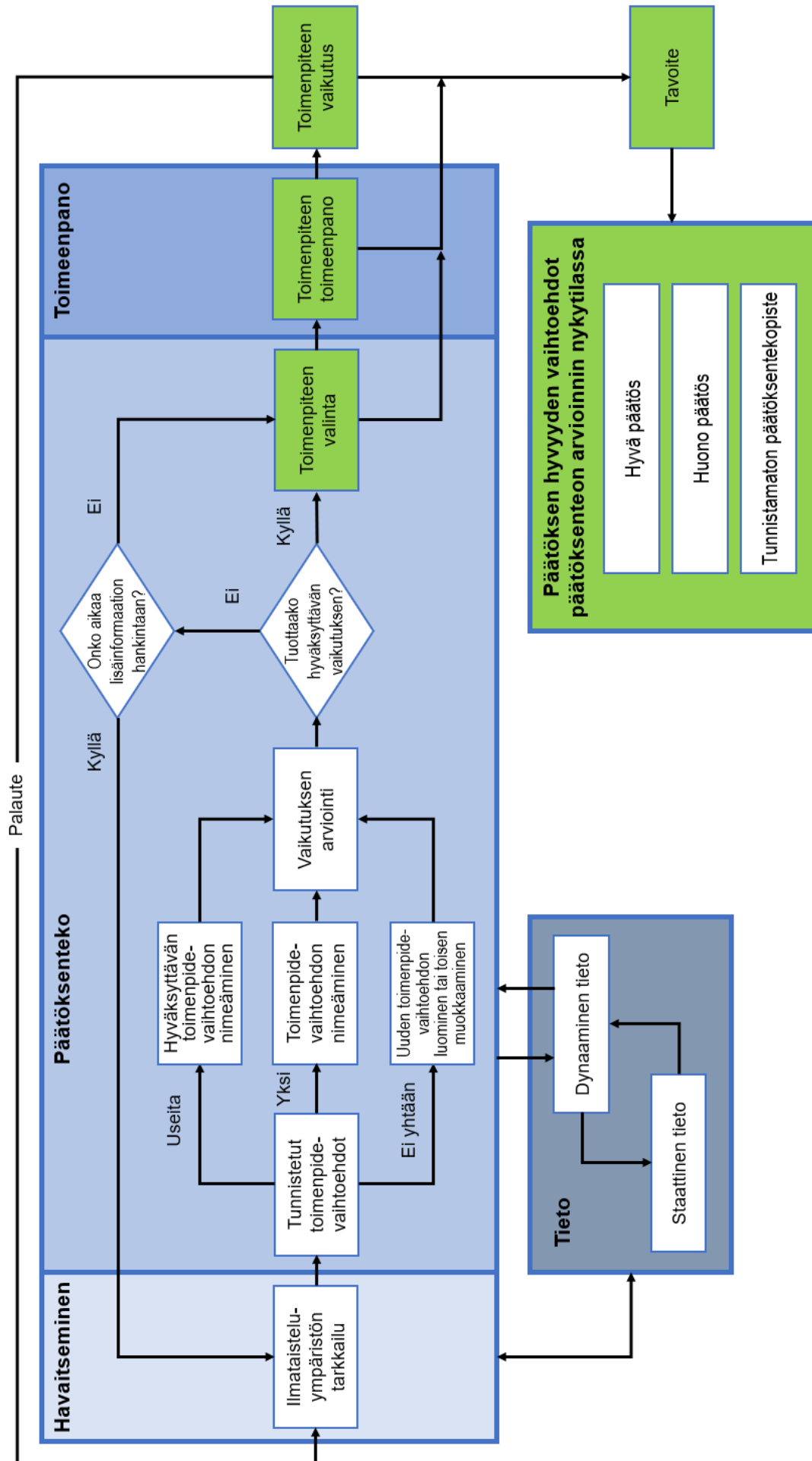
### **3. PÄÄTÖKSENTEON ARVIOINTI JA SEN KEHITTÄMINEN ILMA- TAISTELUKOULUTUKSESSA**

Tässä luvussa tarkastellaan päätöksenteon arviointia ja sen kehittämistä ilmataistelukoulutuksessa. Ensin esitellään päätöksenteon arvioinnin nykytila. Tämän jälkeen käsitellään päätöksenteon arvioinnin Critical Decision Method (CDM) -perusteista kehittämistä. Lopuksi syvennyttään Kirkpatrickin mallin mukaiseen vaikuttavuuden arviointiin osana päätöksenteon arvioinnin kehittämistä. Luku vastaa tutkimuksen toiseen alakysymykseen: Miten voidaan kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien päätöksenteon arviointia ilmataistelukoulutuksessa?

#### **3.1. Päätöksenteon arvioinnin nykytila**

Ilmataistelukoulutuksessa lennonaikaisen päätöksenteon arviointi toteutetaan lentotehtävän läpikäynnissä, jossa tarkastellaan ensisijaisesti tavoitteiden saavuttamista [108, p. 3]. Lentotehtävän läpikäynnissä todennetaan lennon tapahtumat lentotallenteita, tietokonepohjaista läpikäyntiohjelmistoa ja ohjaajien muistiinpanoja hyödyntäen. Ilmataistelukoulutuksen läpikäynnissä keskitytään erityisesti asejärjestelmän ja omasuojan oikeaoppiseen käyttöön sekä mahdollisiin lentoturvallisuuteen ja tehtävän rajoituksiin liittyviin tapahtumiin (luku 2.2). Näin ollen päätöksenteon arvioinnissa tarkastellaan päätöksenteon perusteiden sijaan valitun toimenpiteen toimeenpanoa ja sen aikaansaamaa vaikutusta (ks. kuva 11, vihreällä merkityt nelikulmiot). Nykytilassa tavoitteen mukainen toivottu vaikutus ilmentää hyvää päätöstä päätöksentekoon käytetyistä tiedoista riippumatta. Esimerkiksi vastustajan lentokoneen tuhoamista voidaan pitää toivottuna vaikutuksena, jos se saavutetaan ilman omia tappioita.

Nykytilassa ilmataistelukoulutuksen päätöksenteon arvioinnissa voidaan tunnistaa kolme vaihtoehtoa päätöksen hyvyydelle, jotka ovat hyvä päätös, huono päätös tai tunnistamaton päätöksentekopiste (kuva 11). Toivotun vaikutuksen aikaansaanut päätös arvioidaan hyväksi päätökseksi. Huono päätös ei puolestaan tuota toivottua vaikutusta. On myös tilanteita, joissa päätöksenteon tarvetta ei ole tunnistettu ja toimenpiteen valinta on näin ollen ohitettu. Tällainen tilanne arvioidaan tunnistamattomaksi päätöksentekopisteeksi.



Kuva 11. Ilmastaistelukoulutuksen päätöksenteon arvioinnin nykytila.

Läpikäynnin jälkeen toteutetaan opettajajohtoinen arviointi, jossa dokumentoidaan koulutettavien lennonaikainen suoriutuminen ja päätöksenteko. Arvioinnin tavoitteena on myös opettaa koulutettavia havainnoimaan ja analysoimaan lennon tapahtumien syy-seuraussuhteita [154, pp. 3, 9]. Lennonopettajat täyttävät lentotehtävän suorituksen ja läpikäynnin perusteella strukturoidun arviointilomakkeen (liite 2). Arviointi keskittyy havaittaviin tapahtumiin, kuten järjestelmien käyttöön, vastustajaan tuotettuun vaikutukseen ja lennon rajoitusten noudattamiseen. Nykytilassa arviointi siis painottuu päätöksen toimeenpanoon ja vaikutukseen koulutettavien päätöstä edeltävien havaintojen ja toimenpidevaihtoehtojen arvioinnin sijaan.

Päätöksentekoa arvioidaan opettajajohtoisesti osana ohjaajaominaisuuksia (engl. airmanship). Lentokoulutuksen arviointiohjeen [154, p. 9] mukaan jokaisella lennolla arvioitavia ohjaajien yksilöllisiä ohjaajaominaisuuksia ovat tilannetietoisuus, kapasiteetti ja päätöksentekokyky. Tässä tutkimuksessa tilannetietoisuus kuvaa dynaamisen tiedon hetkellistä hyvyttä (luku 2.1.2) [14, p. 288] [30, pp. 347 - 349] [31, p. 284] [32, pp. 43 - 44, 47 - 49, 60]. Lentokoulutuksen arviointiohjeen mukaan tilannetietoisuuden osalta arvioidaan lentoarvojen hallintaa, havaintoja, ymmärrystä ja ennakkointia. Kapasiteetti puolestaan koostuu arviointiohjeen mukaan lentotaidosta, oppimismisnopeudesta, toimintojen yhdenaikaisesta suorittamisesta ja kuormittumisesta. Päätöksentekokyvyn osalta arvioidaan päätöksenteon itsenäisyyttä, päätöksentekonopeutta ja kykyä muuttaa päätöstä tilanteen muuttuessa. [154, pp. 9 - 10] Arviointiohjeen perusteella voidaan todeta, että lentokoulutuksessa tavoitellaan päätöstilanteen ja hyväksyttävien päätösvaihtoehtojen tunnistamiseen perustuvaa nopeaa päätöksentekoa, joka mukailee RPD-mallia (luku 2.4.1). Koulutettavien tietoja ei kuitenkaan arvioida osana päätöksentekoa. Tilannetietoisuus, eli dynaaminen tieto, muodostaa jokaisella lennolla arvioitavan itsenäisen arviointikonaisuuden, jota tarkastellaan välillisesti opettajan havaintojen perusteella [154, pp. 4, 9 - 10]. Staattista tietoa puolestaan arvioidaan tehtävänannossa osana lentotehtävään valmistautumista (luku 2.2).

Yhteenvedon voidaan todeta, että päätöksentekoa arvioidaan ilmataistelukoulutuksessa lentotehtävän suorituksen jälkeisissä vaiheissa, jotka ovat lentotehtävän läpikäynti ja arviointi. Päätöksenteon arviointi keskittyy valitun toimenpiteen toimeenpanoon ja havaittavien vaikutusten arviointiin. Päätös arvioidaan hyväksi tai huonoksi, tai vaihtoehtoisesti arvioidaan, että päätöksentekopistettä ei tunnistettu. Pääasiallisesti koulutettavien päätöksentekoa arvioidaan lentotehtävän läpikäynnissä opettajajohtoisesti. Päätöksenteon arviointi muodostaa puolestaan vain pienen osan lentotehtävän arviointia, sillä päätöksenteon arviointi toteutetaan osana ohjaajaominaisuuksien arviointia. Arvioinnin näkökulma on enemmän toteava, kuin yksilön tietoja ja päätöksentekoa kehittävä.

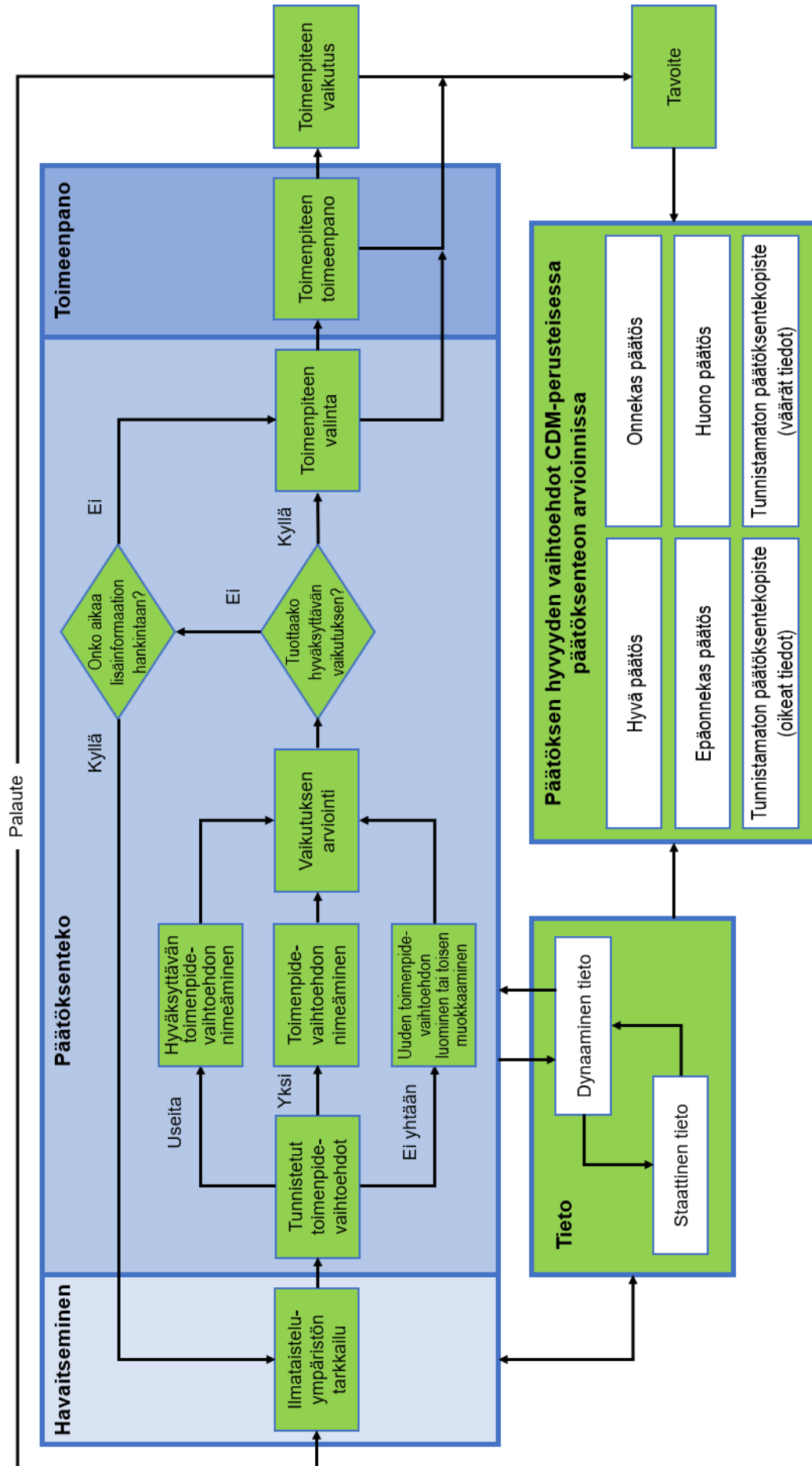
## 3.2. Päätöksenteon arvioinnin kehittäminen

### 3.2.1. Päätöksentekoon vaikuttavien tietojen arviointi

Ilmataistelukoulutuksen tavoitteena on koulutettavien kehittäminen niin, että nämä kykenevät itsenäiseen toimintaan ja päätöksentekoon operatiivisissa tehtävissä. Päätöksenteon arviointi ilmataistelukoulutuksessa keskittyy nykyisin opettajajohtoiseen lentotehtävän läpikäyntiin, jossa koulutettavan päätösten oikeellisuutta arvioidaan päätösten vaikutusten perusteella (luku 3.1). Hyvä päätös ei kuitenkaan takaa toivottua vaikutusta [175, p. 32] [176, p. 7]. Havaittavien vaikutusten arvioinnin ohella on tärkeää arvioida päätöksentekoprosessia ja päätöksentekoon vaikuttaneita tietoja, jotta toimintaa voidaan kehittää kokonaisvaltaisesti [65, p. 318] [177, p. 83] [178, pp. 569, 578]. Ilmataistelukoulutuksessa päätöksentekoon vaikuttavien tietojen arviointi ja kehittäminen on tärkeää, koska ohjaajien tiedot vaikuttavat tulevien tilanteiden ja päätösvaihtoehtojen tunnistamiseen sekä sopivan toimenpiteen valintaan ilmataistelun päätöksentekomallin mukaisesti (luku 2.4.2). Kehittyneiden tietojen avulla tilanteiden tunnistaminen ja tulevan ennakointi kehittyvät mahdollistaen aikaisempaa paremman suoriutumisen ilmataistelukoulutuksessa [125, pp. 236 - 237] [126, p. 263] [179, p. 298].

Päätöksenteon arviointia ilmataistelukoulutuksessa voidaan kehittää CDM-perusteisesti, koska CDM-menetelmän avulla voidaan lisätä ymmärrystä siitä, miten koulutettavat hyödyntävät dynaamista ja staattista tietoa päätöksenteossaan [117, p. 176] [40, pp. 72 - 73] [19, pp. 462 - 471]. CDM-menetelmä perustuu RPD-päätöksentekomalliin [49, p. 1700], jota päätöksenteko ilmataistelukoulutuksessa mukailee (luku 2.4). Retrospektiivisen luonteen takia menetelmä soveltuu erinomaisesti päätöksentekoon vaikuttavien tietojen tarkasteluun lentotehtävän läpikäynnissä [19, p. 464], jossa toistetaan lennon kulku videotallenteiden avulla ja analysoidaan lennolla tehtyjä havaintoja ja päätöksiä sekä näiden seurauksia [19, p. 464].

CDM-menetelmän avulla on mahdollista luoda aiempaa paremmat edellytykset koulutettavien päätöksentekoon vaikuttaneen tiedon tunnistamiseksi ilmataistelukoulutuksen päätöksenteon arvioinnissa. CDM-perusteisessa päätöksenteon arvioinnissa huomioidaan sekä päätöksentekoon vaikuttavat tiedot että päätöksen vaikutus (ks. kuva 12, vihreällä merkityt nelikulmiot). CDM-menetelmää käytettäessä päätösprosessia arvioidaan aiempaa kokonaisvaltaisemmin, koska päätöksenteon arvioinnissa huomioidaan ohjaajan toimenpiteen valintaa edeltävät havainnot, tunnistetut toimenpidevaihtoehdot ja mentaalinen vaikutuksen arviointi nykytilaa paremmin.



Kuva 12. Ilmastaistelukoulutuksen päätöksenteon kokonaisvaltainen CDM-perusteinen arviointi.



CDM-perusteisessa päätöksenteon arvioinnissa voidaan tunnistaa kuusi vaihtoehtoa päätöksen hyvyydelle, jotka ovat hyvä päätös, onnekas päätös, epäonnekas päätös, huono päätös ja oikeisiin tai väriin tietoihin perustuva tunnistamaton päätöksentekopiste (kuva 12). CDM-perusteisesti arvioitu hyvä päätös perustuu oikeisiin tietoihin ja aikaansaa tavoitteen mukaisen toivotun vaikutuksen. Myös onnekas päätös aikaansaa toivotun vaikutuksen, mutta päätös perustuu väriin tietoihin. Epäonnekas päätös puolestaan perustuu oikeisiin tietoihin, mutta päätös ei tuota toivottua vaikutusta esimerkiksi epäonnisen sattuman takia. Huono päätös perustuu väriin tietoihin ja tuottaa ei-toivotun vaikutuksen. Myös toiminnan aikana tunnistamattomana ohitettuun päätöksentekopisteeseen voi liittyä oikeat tai väärät tiedot, mutta tällöin ei tehdä ollenkaan päätöstä.

Ilmataistelukoulutuksessa on tärkeä erottaa aidosti hyvät ja huonot päätökset onnekkaita ja epäonnekkaita päätöksistä. Päätöksenteon arvioinnin nykytilassa onnekas päätös voidaan tulkitä vaikutuksen perusteella hyvänä päätöksenä (luku 3.1). Onnekas päätös tulisi kuitenkin erottaa hyvästä päätöksestä, jotta koulutettaville annettavalla palautteella ei vahvisteta väriä tietoa (taulukko 3). Epäonnekas päätös on puolestaan tärkeä erottaa huonosta päätöksestä, koska samasta ulkoisesta lopputuloksesta huolimatta nämä perustuvat erilaisiin tietoihin. Koulutettavien oikeita tietoja halutaan vahvistaa epäonnekkaan päätöksen hetkellisestä ei-toivotusta vaikutuksesta huolimatta, koska pääsääntöisesti oikeisiin tietoihin perustuvat päätökset johtavat toivottuun vaikutukseen. Huonon päätöksen perusteena olevia väriä tietoja ei puolestaan haluta vahvistaa. Väriin tietoihin perustuvat huonot ja onnekkait päätökset on tunnistettava ja korjattava mahdollisimman pian päätöksen jälkeen virheellisen toiminnan ja väärinoppimisen välttämiseksi sekä koulutettavien tietojen kehittämiseksi. Tiedot kehittyvät parhaiten, kun koulutettavien tietoja verrataan opettajan kanssa avoimen vuorovaikutteisesti lennon todellisiin tapahtumiin ja päätösvaihtoehtoihin [109, pp. 885 - 887] [119, pp. 136 - 138] [133, pp. 8 - 9]. Lentotehtävän suoritusta seuraava läpikäynti tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden koulutettavien päätöksenteon kokonaisvaltaiseen CDM-perusteiseen arviointiin.

Taulukko 3. Ilmataistelukoulutuksen päätöksenteon arvioinnin nykytila ja CDM-perusteinen päätöksenteon arviointi.

Päätöksen vaikutus	Päätöksenteon arvioinnin nykytila	CDM-perusteinen päätöksenteon arviointi	
		Oikeat tiedot	Väärät tiedot
Toivottu	Hyvä päätös	Hyvä päätös	Onnekas päätös
Ei-toivottu	Huono päätös	Epäonnekas päätös	Huono päätös

### 3.2.2. Critical Decision Methodin hyödyntäminen lentotehtävän läpikäynnissä

Lentotehtävän läpikäynnissä toistetaan lennon keskeiset tapahtumat ja arvioidaan koulutettavien päätöksentekoa (luvut 2.2 ja 3.1). Läpikäynnissä päätöksentekoon vaikuttavien tietojen tarkastelua voidaan kehittää kustannustehokkaasti CDM-menetelmän avulla, koska menneiden tapahtumien tarkastelu mahdollistaa koulutettavien tietojen käsittelyn aidossa ympäristössä, eikä uusia päätöstilanteita tarvitse odottaa tai luoda keinotekoisesti [180, pp. 5 - 6] [40, p. 69] [49, p. 1706] [41, p. 4] [19, p. 471].

CDM-asiantuntijahaastattelu koostuu viidestä vaiheesta, jotka ovat tapahtuman valitseminen, tapahtuman mieleen palauttaminen, aikajanan muodostaminen, päätöksentekopisteiden tunnistaminen ja päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittäminen [19, pp. 466 - 467] [61, pp. 28 - 31]. Vaiheita voidaan mukauttaa lentotehtävän läpikäyntiin sopivaksi lennonopettajien selvittäessä koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavia tietoja. CDM-termistöä mukailien lennonopettaja toimii lentotehtävän läpikäynnissä ”haastattelijana” ja koulutettava on ”haastateltava”.

CDM-menetelmää käytettäessä lentotehtävän läpikäynnissä valitaan tapahtuma (engl. Select incident), josta halutaan tunnistaa päätöksentekoon vaikuttaneet tiedot [40, pp. 73 - 75] [19, pp. 465 - 466]. Lennonopettaja valitsee läpikäynnissä tarkasteltavat tapahtumat lentotehtävän suorituksen perusteella. Läpikäynnissä käsiteltävät tapahtumat liittyvät tyypillisesti lentotehtävän suorituksen aikana harjoiteltuihin ilmataistelutilanteisiin ja muihin oppimisen kannalta keskeisiin tapahtumiin. Yhden lennon aikana on runsaasti päätöstilanteita, joten valittavia tapahtumia on priorisoitava läpikäyntiin käytettävä aika huomioiden.

CDM-haastattelua mukailien läpikäynnin toisessa vaiheessa tapahtuma palautetaan koulutettavan mieleen (engl. Obtain unstructured incident account) jatkokäsittelyn mahdollistamiseksi [117, p. 176] [19, p. 466]. Lentotehtävän läpikäynnissä tapahtuma saadaan palautettua mieleen luotettavimmin katsomalla tapahtuman kulku lentotallenteilta. Koulutettavan ja lennonopettajan näkemykset mieleen palautetun tapahtuman kulusta voivat poiketa toisistaan yksilöllisten havaintojen ja tietojen takia. Tämän vuoksi tässä vaiheessa on tärkeää luoda yhteinen näkemys tapahtumien kulutusta.

Seuraavaksi tapahtumasta muodostetaan objektiivisesti todennettava aikajana (engl. Construct incident timeline) [117, p. 176] [19, p. 466]. Lentotehtävän läpikäynnissä aikajana muodostuu automaattisesti lentotallenteiden ja tietokonepohjaisen läpikäyntiohjelmiston avulla. Ilmataistelukoulutuksessa aikajanalla korostuu lentotehtävän suorituksen havaittava informaatio, kuten yksittäisten koneiden lentoarvot, lentoradat, asejärjestelmän käyttö ja radioliikenne. Havaittavan informaation perusteella ei voida kuitenkaan arvioida luotettavasti yksilön sisäisiä tietoja [119, pp. 136 - 138], joten päätöksenteon kokonaisvaltainen arviointi edellyttää aikajanalla esitetyn informaation rikastamista koulutettavan henkilökohtaisilla tiedoilla.

Neljännessä vaiheessa lennonopettaja tunnistaa valittuun tapahtumaan liittyvät keskeiset päätöksentekopisteet (engl. Decision point identification) mieleen palauttamisen ja aikajanan perusteella [19, p. 466]. Ilmataistelukoulutuksessa keskeinen päätöksentekopiste on lennonaikainen hetki, jonka aikana koulutettavan tulisi tehdä tärkeä taktinen päätös. Lennonopettaja valitsee läpikäynnissä käsiteltävät päätöksentekopisteet, koska hänellä on koulutettavaa laajemmat tiedot ilmataistelusta. Käsiteltävät päätöksentekopisteet ovat oppimisen ja ilmataistelukoulutuksen kannalta merkittäviä hetkiä, jotka valitaan tarkempaan tarkasteluun päätöksentekoperusteiden, päätöksen vaikutuksen ja opettajan asiantuntijuuden perusteella. Käsiteltävän päätöksentekopisteen merkitys tulee perustella koulutettavalle, jotta tämä ymmärtää tarkastelun tärkeyden ja oppii myös itse tunnistamaan keskeiset päätöksentekopisteet.

Päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittäminen (engl. Decision point probing) on lentotehtävän läpikäynnin viimeinen CDM-perusteinen vaihe, jossa lennonopettaja selvittää avoimin kysymyksin koulutettavan käsiteltävään päätöksentekopisteeseen liittyvät tiedot [40, pp. 77 - 79] [19, pp. 466 - 467]. Opettajan tavoitteena on ohjata koulutettavaa tietojen syvälliseen tarkasteluun, vahvistaa koulutettavan oikeita tietoja ja korjata vääriä tietoja. Aikajanan mukaista informaatiota syvennetään koulutettavan tiedoilla, jotta mahdolliset päätöksenteon epäjohtomukaisuudet ja puutteet voidaan todeta ja korjata [40, pp. 76 - 77] [19, p. 466]. Tietojen tarkastelussa huomioidaan koulutettavan oma näkemys tapahtuman syy-seuraussuhteista, jotta voidaan tunnistaa koulutettavan todellinen tiedon taso. Samalla voidaan myös tunnistaa koulutettavan mahdollisten oppimishaasteiden piilevät juurisyyt, jotka eivät käy ilmi lentotallenteista havaittavasta informaatiosta.

Taulukoon 4 on koottu tiivistelmä CDM-menetelmän hyödyntämisestä lentotehtävän läpikäynnissä osana ilmataistelukoulutusta.

Taulukko 4. CDM-menetelmän hyödyntäminen lentotehtävän läpikäynnissä osana ilmataistelukoulutusta.

CDM-haastattelun vaihe	Toiminta lentotehtävän läpikäynnissä	Näkökulma ilmataistelukoulutuksessa	Huomioitavaa
Tapahtuman valitseminen	Lennonopettaja valitsee lentotehtävän läpikäynnissä tarkastelevat tapahtumat, joihin liittyen halutaan tunnistaa päätöksenkoon vaikuttaneet tiedot.	Läpikäynnissä käsiteltävät tapahtumat liittyvät tyypillisesti lennolla harjoiteltuihin ilmataistelutilanteisiin ja muihin oppimisen kannalta keskeisiin tapahtumiin.	Tarkasteltavat tapahtumat valitaan lentotehtävän suorituksen perusteella ja tapahtumia on priorisoitava läpikäyntiin käytettävä aika huomioiden.
Tapahtuman mieleen palauttaminen	Koulutettava ja lennonopettaja palauttavat tapahtuman mieleen ja muodostavat yhteisen näkemyksen tapahtumasta.	Tapahtuma saadaan palautettua mieleen luotettavimmin katsomalla tapahtuman kulku lentotallenteilta.	Koulutettavan ja lennonopettajan alkuperäiset näkemykset tapahtuman kulusta voivat poiketa toisistaan yksilöllisten havaintojen ja tietojen takia.
Aikajanan muodostaminen	Aikajana muodostuu automaattisesti lentotallenteiden ja tietokonepohjaisen läpikäyntiohjelmiston avulla.	Koulutettavan päätöksenteon kokonaisvaltainen arviointi edellyttää aikajanalla esitetyn informaation rikastamista koulutettavan tiedoilla.	Aikajana antaa tapahtumasta objektiivisen kuvan, mutta sen perusteella ei voida arvioida luotettavasti koulutettavan tietoja.
Päätöksentekopisteiden tunnistaminen	Lennonopettaja tunnistaa valittuun tapahtumaan liittyvät keskeiset päätöksentekopisteet tapahtuman mieleen palauttamisen ja aikajanan perusteella.	Keskeinen päätöksentekopiste on lennonaikainen hetki, jonka aikana koulutettavan tulisi tehdä tärkeä taktinen päätös.	Käsiteltävät päätöksentekopisteet ovat oppimisen ja ilmataistelukoulutuksen kannalta merkittäviä hetkiä, joiden merkitys tulee tarvittaessa perustella koulutettavalle.
Päätöksenkoon vaikuttavien tietojen selvittäminen	Lennonopettaja selvittää koulutettavan päätöksentekoon vaikuttavat tiedot avoimin kysymyksin.	Tavoitteena on ohjata koulutettavaa tietojen monipuoliseen tarkasteluun, vahvistaa koulutettavan oikeita tietoja ja korjata vääriä tietoja.	Tietojen tarkastelussa huomioidaan koulutettavan oma näkemys, jotta voidaan tunnistaa koulutettavan todellinen tiedon taso ja mahdolliset oppimishaasteet.

Päätöksentekoon vaikuttavia tietoja selvitetään avoimilla tarkentavilla kysymyksillä (engl. probes), joiden kohteena ovat yleensä päätöksentekoon liittyvät vihjeet, informaatio, staattinen ja dynaaminen tieto, tavoitteet, odotukset, toimenpidevaihtoehdot ja hypoteettiset tilanteet [40, pp. 77 - 83] [19, pp. 466 - 467]. Kysymyksiä voidaan muokata CDM-menetelmän päämäärien mukaisesti [61, p. 30] [19, p. 467]. Ilmataistelukoulutuksen päätöksenteon arviointiin muokatut avoimet kysymykset esitetään yhteenvetona taulukossa 5.

Päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittäminen aloitetaan yleensä vihjeistä, joiden avulla selvitetään päätöksentekijän havaintoja ja huomiota [61, p. 30] [19, p. 467] [23, p. 23]. Ilmataistelussa päätökset perustuvat ohjaajan havaitsemiin vihjeisiin toimintaympäristöstä, vastustajasta ja omasta toiminnasta. Ilmataistelukoulutuksessa koulutettava oppii tunnistamaan tiettyjen vihjeiden perusteella tilanteeseen sopivat toimenpidevaihtoehdot. Lentotehtävän läpikäynnissä koulutettavan havaitsemia vihjeitä voidaan selvittää esimerkiksi kysymällä, mitä ohjaaja näki tai kuuli päätöshetkellä tai vähän ennen päätöstä. Vihjeiden lisäksi voidaan tarkastella koulutettavan staattista tietoa ja päätöshetkellä hyödyntämää informaatiota, kun selvitetään mitä havainnot merkitsivät ohjaajalle [61, p. 30] [19, p. 467].

Tarkentavin kysymyksiin voidaan myös selvittää dynaamisen tiedon vaikutusta päätöksentekoon [61, p. 31] [19, p. 466]. Koulutettavaa voidaan pyytää esimerkiksi kuvailemaan tilanteeseen liittyviä syy-seuraussuhteita tiivistetysti toiselle ohjaajalle, joka ei ole ollut vastaavassa tilanteessa aiemmin. Ohjaajan dynaamisen tiedon tasoa voidaan myös selvittää kysymyksellä: Millaisena havaitsit, ymmärsit tai ennakoit tilanteen?

Päätöksentekoa ohjaavien tavoitteiden osalta on tärkeä selvittää yleisten tavoitteiden sijaan päätöksentekijän täsmälliset tavoitteet [19, p. 467]. Ilmataistelun yleistavoite on vastustajan tuhoaminen ja oman selviytymistodennäköisyyden maksimoiminen [106, p. 1]. Yleistavoitetta tukeva yksittäisen ohjaajan täsmällinen tavoite voi puolestaan olla esimerkiksi oman ja vastustajan energiatason huomioiva liikehtely laukaisuasemaan pääsemiseksi sekä tätä seuraavaa tehokas asejärjestelmän käyttö. Ilmataistelukoulutuksessa koulutettavan täsmällinen tavoite voi myös poiketa merkittävästi ilmataistelun yleistavoitteesta koulutettavan väärin tietojen takia. Tässä tilanteessa koulutettavan päätös voidaan arvioida virheelliseksi yleistavoitteen perusteella, jos päätöstä arvioiva lennonopettaja ei selvitä koulutettavan täsmällistä tavoitetta, jonka valossa koulutettavan päätös voikin olla perusteltu.

RPD-mallia mukailleen ohjaajan odotukset ovat osa tilanteen ja siihen sopivien toimenpidevaihtoehtojen tunnistamista [166, p. 221]. Toimenpidevaihtoehtojen käsittely paljastaa usein päätöksentekoon liittyvän ajatusketjun, sillä päätösvaihtoehtojen hienojakoisuus heijastaa päätöksentekijän asiantuntijuuden tasoa [40, pp. 78 - 80] [19, pp. 466 - 467]. Lennonopettajan on helpompi ymmärtää koulutettavan päätöksentekoperusteet, jos opettaja onnistuu selvittämään koulutettavan päätösprosessin (luku 2.4.2) vaiheissa *toimenpidevaihtoehtojen tunnistaminen* ja *vaikutuksen arviointi* hylkäämät päätösvaihtoehdot.

Päätöksentekijän tietoja voidaan selvittää ja kehittää tarkastelemalla päätöstilanteen mahdollisia kehityskulkuja [61, p. 24] [19, p. 467]. Tällaisia hypoteettisia tilanteita voidaan selvittää avoimilla *Mitä jos* -kysymyksillä. Ohjaajan toimenpidevaihtoehdot hypoteettisissa tilanteissa erottavat usein aloittelijan asiantuntijasta, joka osaa soveltaa tietoa joustavasti muuttuvissa tilanteissa. [40, pp. 82 - 83] Lisäksi hypoteettisten tilanteiden avulla voidaan selvittää koulutettavan tietoja tilanteista, jotka eivät toteutuneet lennolla. Koulutettavan voi olla haasteellista tunnistaa sopiva toimenpidevaihtoehto koetusta poikkeavaan tilanteeseen, esimerkiksi kysyttäessä, mitä jos hypoteettisessa tilanteessa lentokoneiden välinen etäisyys olisi kaksinkertainen. Ilmataistelukoulutuksen asiantuntijana lennonopettajan on puolestaan helppo tunnistaa tähänkin tilanteeseen sopiva toimenpidevaihtoehto. Hypoteettisen tilanteen käsittelyn avulla koulutettavan ohjaajan tiedot kehittyvät, joten tulevilla lennoilla koulutettavan on mahdollista löytää sopiva toimenpidevaihtoehto tunnistessaan tilanteen, joka muistuttaa riittävästi läpikäynnissä käsiteltyä hypoteettista tilannetta.

Yhteenvetona voidaan todeta, että päätöksenteon arviointia voidaan kehittää ilmataistelukoulutuksessa CDM-asiantuntijahaastattelua hyödyntämällä. CDM-perusteisessa päätöksenteon arvioinnissa huomioidaan sekä päätöksentekoon vaikuttavat tiedot että päätöksen vaikutus. Lentotehtävän läpikäynnin keskeisin CDM-perusteinen vaihe on päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittäminen, jossa lennonopettajat hyödyntävät avoimia kysymyksiä koulutettavien tiedollisten valmiuksien tarkasteluun. Taulukoon 5 on koottu ohjaajien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämiseen käytettäviä avoimia kysymyksiä, joita opettajat voivat hyödyntää lentotehtävän läpikäynnissä. Tietojen selvittämisen perusteella opettajilla on edellytykset kehittää koulutettavien päätöksentekoa vahvistamalla oikeita tietoja ja korjaamalla vääriä tietoja.

Taulukko 5. Lentotehtävän läpikäynnissä ohjaajien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämiseen käytettäviä avoimia kysymyksiä (mukaillen [61, p. 31] [19, p. 466]).

Tarkennuksen tyyppi	Tarkentava kysymys
Vihjeet	Mitä näit tai kuulit ( <i>päätöshetkellä tai ajanhetkellä xxx*</i> )? Mihin kiinnitit huomiota ( <i>ilmassa, ohjaamossa tai xxx*</i> )?
Informaatio	Mitä informaatiota hyödynsit päätöksessä? Missä ja miten havaitsit tarvitsemasi informaation? Mitä informaatiota tilanteesta puuttui?
Staattinen tieto	Mitä tietoja hyödynsit päätöksessä? Mitä aikaisemmin hankittuja tietoja hyödynsit tilanteessa ja miten? Mitkä tilanteeseen liittyvät tiedot olivat tuttuja aikaisemmilta lennoilta ja mitä päättelet tämän perusteella?
Dynaaminen tieto	Millaisena havaitsit, ymmärsit tai ennakoit tilanteen? Mitä havaintoja yhdistit tilanteessa aikaisempiin tietoihisi? Miten ennakoit tilanteen kehittyvän havaintojesi ja aikaisempien tietojesi perusteella? Miten kuvailisit tilanteeseen liittyviä syy-seuraussuhteita toiselle ohjaajalle, joka ei ole ollut vastaavassa tilanteessa aikaisemmin?
Tavoitteet	Mitkä olivat tavoitteesi ja miksi? Mikä oli ensisijainen tavoitteesi tilanteessa ja miksi?
Odotukset	Miten odotit tilanteen kehittyvän? Miten tehtävänanto valmisti sinua tilanteeseen?
Toimenpidevaihtoehdot	Millaisia toimenpidevaihtoehtoja harkitsit? Millä perusteella valitsit yhden toimenpiteen ja hylkäsit toiset?
Hypoteettiset tilanteet	Jos tilanne olisi ( <i>xxx* tavalla</i> ) erilainen, miten se vaikuttaisi päätökseesi?

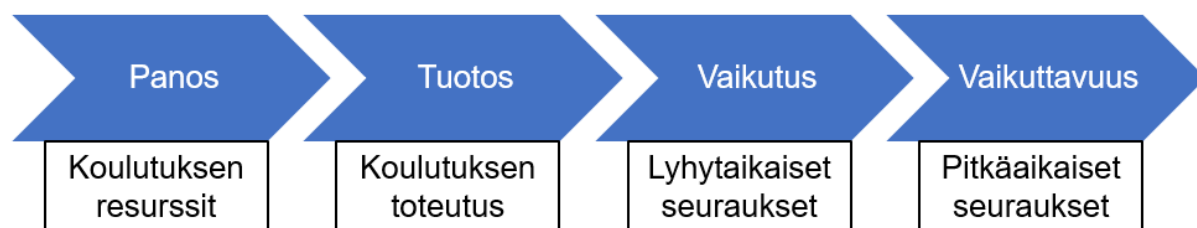
\* Kysymyksiä voidaan muokata lentotehtävän läpikäynnin päämäärien mukaisesti.

### 3.3. Vaikuttavuuden arviointi osana päätöksenteon arvioinnin kehittämistä

CDM-menetelmän hyödyntäminen ilmataistelukoulutuksen päätöksenteon arvioinnissa edellyttää lennonopettajien koulutusta kyseisen menetelmän käyttöön. Tässä tutkimuksessa suunnitellaan ja toimeenpannaan päätöksentekokoulutus, jonka tavoitteena on kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arviointia. Lisäksi tavoitetilassa päätöksenteon arvioinnin kehityksen seurauksena myös koulutettavien ohjaajien tiedolliset valmiudet ja suoriutuminen kehittyvät ilmataistelukoulutuksessa.

Päätöksentekokoulutuksen onnistumisen ja merkityksen määrittäminen edellyttää arviointia. Koulutuksen arviointi on järjestelmällinen prosessi, jossa kerätään ja käytetään tietoa koulutuksen kehittämiseksi ja laadun arvioimiseksi [52, pp. 16 - 18] [181, p. 2]. Koulutuksen vaikuttavuuden arviointi on useimmiten luokittelevaa summatiivista arviointia, joka toteutetaan koulutuksen päätyttyä [182, p. 529] [183, p. 150]. Koulutuksen vaikuttavuuden arvioinnin avulla voidaan selvittää, miten koulutus on täyttänyt tavoitteensa [184, p. 674] [45, pp. 3, 17 - 19].

Yleisesti puhutaan neljävaiheisestä vaikuttavuusketjusta, joka koostuu panoksista (engl. input), tuotoksista (engl. output), vaikutuksista (engl. outcome) ja vaikuttavuudesta (engl. impact) [185, p. 5] [186, p. 7] [187]. Vaikuttavuusketjua mukaillen päätöksentekokoulutuksen panos muodostuu koulutukseen varatuista resursseista. Resurssien perusteella aikaansaatu toimintaa kuvaava tuotos on päätöksentekokoulutuksen toteutus [185, p. 6]. Tuotoksen aikaansaamat vaikutukset ovat suhteellisen lyhytaikaisia seurauksia, jotka voivat olla tavoiteltuja tai tavoittelemattomia ja ennakoituja tai ennakoimattomia [188, pp. 2 - 3] [182, pp. 531 - 533]. Koulutuksen vaikutuksen arvioinnissa keskitytään usein tavoiteltuihin seurauksiin eli tavoitteisiin, koska koulutukseen käytettyjen resurssien vastineeksi tavoitellaan nopeasti saavutettavia, tunnistettavia positiivisia vaikutuksia [52, pp. 16 - 17] [184, pp. 677 - 680] [182, p. 531]. Toisaalta on tärkeää selvittää koulutuksen vaikuttavuutta, koska koulutuksen perimmäisenä tarkoituksena on kehittää yksilön ja organisaation suorituskykyä mahdollisimman pysyvästi ja kokonaisvaltaisesti [182, p. 533]. Vaikuttavuus käsittää pitkäaikaiset positiiviset ja negatiiviset seuraukset, jotka aiheutuvat suoraan tai epäsuorasti tietyn toimenpiteen seurauksena [188, pp. 2 - 3]. Yksinkertaistettu koulutuksen vaikuttavuusketju on esitetty kuvassa 13.

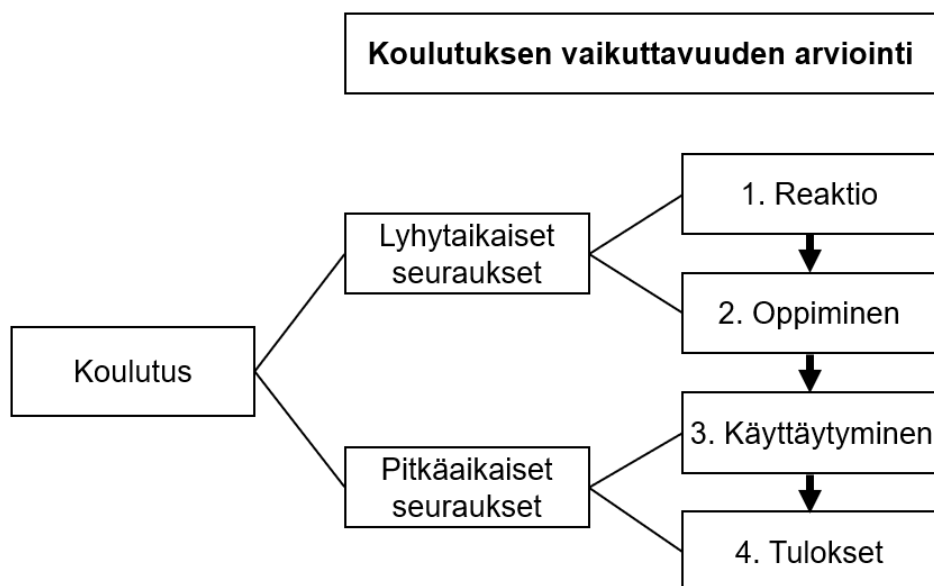


Kuva 13. Koulutuksen vaikuttavuusketju.



Koulutuksen vaikuttavuutta voidaan arvioida erilaisilla malleilla, joista tunnetuin ja laajimmin hyödynnetty on Kirkpatrickin 1950-luvulla luoma arviointimalli [51, p. 119] [52, p. 19] [53, p. 388] [54, p. 3]. Tässä tutkimuksessa hyödynnetään Kirkpatrickin mallia lennonopettajien päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuuden arvioinnissa, koska malli on selkeä, käytännöllinen ja tavoiteperusteinen [53, p. 388] [46, p. 94] [55, p. 331]. Lisäksi mallissa voidaan tunnistaa summatiivisen ja formatiivisen arvioinnin piirteitä, joten samaa mallia voidaan hyödyntää päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuuden arviointiin ja koulutuksen kehittämiseen [182, pp. 529 - 530] [189, pp. 151 - 152]. Myös valtaosa uudemmissa koulutuksen vaikuttavuuden arviointimalleista perustuu edelleen Kirkpatrickin klassiseen malliin [190, p. 491] [191, p. 13] [192, pp. 12 - 13]. Liitteessä 3 on esitelty tunnettuja Kirkpatrickin mallia mukailevia arviointimalleja.

Kirkpatrickin malli koostuu neljästä arviointitasosta, jotka ovat välitön reaktio, oppiminen, käyttäytyminen ja tulokset [43, pp. 3 - 7] [44, p. 5] [45, pp. 21 - 26] [46, p. 94]. Mallin avulla arvioidaan koulutuksen lyhytaikaisia ja pitkäaikaisia seurauksia (kuva 14). Lyhytaikaisia seurauksia ovat ensimmäisen tason reaktiot ja toisen tason oppiminen. Kolmannen tason käyttäytyminen ja neljännen tason tulokset edustavat puolestaan pitkäaikaisia seurauksia. Tässä tutkimuksessa koulutuksen vaikuttavuus ymmärretään lyhytaikaisten ja pitkäaikaisten seurausten yhdistelmänä, koska Kirkpatrickin mukaan luotettava vaikuttavuuden arviointi edellyttää koulutuksen seurausten arvioimista yksi taso kerrallaan alkaen ensimmäiseltä tasolta ja päätyen neljänteen tasoon [44, p. 6].



Kuva 14. Kirkpatrickin mallia mukaileva koulutuksen vaikuttavuuden arviointi (mukaillen [44, pp. 6 - 8] [182, p. 532]).

Kirkpatrickin mallissa arvioinnin ensimmäisellä tasolla tarkastellaan koulutukseen osallistujien välitöntä reaktiota siitä, miten nämä suhtautuvat koulutukseen tunnelman, ilmapiirin ja tyytyväisyyden näkökulmasta [43, p. 5] [45, p. 21]. Tyytyväisyys ja hyvä tunnelma lisäävät avoimutta ja kiinnostusta opetettavaa asiaa kohtaan [44, p. 7]. Osallistujien tyytyväisyys myös määrittää sen, osallistutaanko koulutukseen uudelleen tai suositellaanko sitä toisille [43, p. 5] [45, pp. 21, 27]. Tässä tutkimuksessa tavoitellaan lennonopettajien positiivista reaktiota päätöksentekokoulutukseen.

Arvioinnin toisella tasolla tarkastellaan oppimista. Oppiminen on koulutuksen seurauksena tapahtuvaa tiedon lisäämistä, taitojen kehittymistä tai asenteiden muuttumista. [44, p. 7] [45, p. 22] Koulutuksen järjestäjän kannalta oppimisessa on kyse siitä, millaisia tietoja, taitoja ja asenteita on opetettava, jotta koulutettavat käyttäytyisivät toivotusti [43, p. 9]. Tässä tutkimuksessa keskitytään rajauksen mukaisesti tietojen opettamiseen ja lennonopettajien tiedon lisäämiseen päätöksenteon arvioinnista.

Kirkpatrickin mallin kolmannella tasolla keskitytään käyttäytymiseen, sillä koulutuksen lopulliset tavoiteltavat tulokset edellyttävät positiivista muutosta käyttäytymisessä [45, p. 61]. Muutoksen osalta voidaan puhua myös oppimisen siirtovaikutuksesta, josta koko organisaatio hyötyy, kun osallistuja soveltaa koulutuksessa oppimaansa työssään [51, p. 118] [182, pp. 533 - 534] [193, p. 29]. Käyttäytyminen muuttuu tietoja hitaammin, koska käyttäytymisen muutos edellyttää oppimista ja oppimisen vieminen käytäntöön edellyttää käyttäytymisen muutoksen mahdollistavia työskentelyolosuhteita [43, p. 6] [45, pp. 23, 52] [194, pp. 300 - 301]. Tässä tutkimuksessa tavoiteltava käyttäytymisen muutos on lennonopettajien toteuttaman CDM-perusteisen koulutettavien päätöksenteon arvioinnin lisääntyminen lentotehtävien läpikäynneissä (luku 3.2). Lopullisten tulosten saavuttamiseksi lennonopettajien käyttäytymisen on muututtava päivittäisessä arjessa, johon liittyy kontrolloitua koulutusympäristöä enemmän muuttujia, kuten lentotehtävien läpikäynteihin käytettävissä olevan ajan rajallisuus [45, pp. 52 - 53] [44, p. 7].

Arvioinnin neljännellä tasolla tarkastellaan lopullisia tuloksia, jotka ovat syntyneet koulutukseen osallistumisen seurauksena [45, p. 63]. Tulosten saavuttaminen on koulutuksen perimmäinen tavoite. Tuloksia voivat olla esimerkiksi tuotannon tehostuminen, kustannusten alentuminen sekä turvallisuuden tai laadun parantuminen, jotka käyvät ilmi esimerkiksi tilinpäätöksistä tai vaaratilanneilmoituksista. [43, p. 7] [45, pp. 25, 64] Ihmisen suorituskykyä mitattaessa hyvä tulos voi olla aikaisempaa nopeampi, tarkempi tai vähemmän huomiota vaativa toiminta [125, pp. 2 - 3]. Tässä tutkimuksessa tavoiteltavat tulokset ovat koulutettavien ohjaajien tiedollisten valmiuksien ja suoriutumisen kehittyminen ilmataistelukoulutuksessa.

Luotettava vaikutusten ja vaikuttavuuden arviointi edellyttää mittaamista. Kirkpatrickin mukaan välittömän reaktion ja oppimisen mittaamiseen käytetään yleensä strukturoituja kyselyjä, joiden avulla voidaan helpoiten kvantifioida koulutukseen osallistujien reaktiot ja tiedot [43, p. 5] [45, pp. 21 - 22, 27 - 28] [44, p. 7]. Parhaan mahdollisen vastausaktiivisuuden ja luotettavuuden takaamiseksi koulutukseen osallistujien reaktioiden mittaamiseen tarkoitettu tyytyväisyyskysely on paras esittää välittömästi koulutustapahtuman päättyessä [45, pp. 28 - 35]. Kirkpatrickin [44, p. 7] mukaan tyytyväisyyskysely esitetään kerran, mutta oppimiskysely on hyvä esittää kahdesti, jotta voidaan selvittää tiedon taso ennen koulutusta ja verratta tätä koulutuksen jälkeiseen tasoon. Jos koulutuksessa opetettavat tiedot ovat uusia, ei tietojen esitestausta Kirkpatrickin ja Kirkpatrickin [45, p. 50] mukaan kuitenkaan tarvita.

Käyttäytymisen muutoksen mittaaminen on välttämätöntä, jotta tiedetään, missä määrin käyttäytyminen on muuttunut koulutuksen seurauksena [43, pp. 6 - 7]. Kirkpatrickin mukaan käyttäytymisen muutoksen mittaamisessa voidaan käyttää vertailuryhmää tai vaihtoehtoisesti selvittää koulutukseen osallistujien lähtötaso ennen koulutusta [43, pp. 6 - 7] [45, pp. 52 - 59] [44, p. 7]. Käyttäytymisen muutosta voidaan mitata kyselemällä, haastatteleamalla tai havainnoimalla [43, pp. 6 - 7]. Määrällisten kyselyiden avulla tulokset saadaan valmiiksi kvantifioitua muodossa. Kyselyiden haasteena on kuitenkin saada ihmiset vastaamaan kyselyyn. Haastattelun avulla saadaan puolestaan yksityiskohtaisempaa tietoa, mutta haastattelujen järjestäminen ja aineiston käsittely vie enemmän aikaa kyselyyn verrattuna. [45, pp. 56 - 58] Toisaalta ihmiset eivät aina toimi niin, kuin he haastattelussa tai kyselyssä sanovat toimivansa. Havainnoimalla voidaan puolestaan selvittää ihmisten todellista käyttäytymistä aidossa ympäristössä, mutta menetelmän haasteena on ainutkertaisten havaintojen luottavuuden varmistaminen. [195, pp. 37 - 38] Luotettava havainnointi edellyttää tutkimusongelman ja havainnoitavan kohteen tarkkaa rajausta, yksinkertaisia etukäteen sovittuja arviointiperusteita ja koulutettuja havainnoijia [196, pp. 10 - 13] [50, p. 335].

Koulutuksen lyhytaikaiset seuraukset voivat olla välittömiä, mutta vaikuttavuuden kokonaisvaltainen kehittyminen edellyttää, että koulutuksesta on kulunut riittävästi aikaa [43, pp. 5 - 7] [45, p. 66] [182, pp. 532 - 534]. Kirkpatrickin [43, pp. 7 - 8] mukaan käyttäytymisen muutos voidaan mitata luotettavasti noin kolmen kuukauden kuluttua ja tulokset on hyvä mitata 6 - 12 kuukauden kuluttua koulutuksesta. Tulosten mittaamisessa Kirkpatrick suosittelee käyttämään vertailuryhmää ja koeryhmää, jotta tapahtunut muutos voidaan osoittaa luotettavasti [43, p. 7] [44, p. 8]. Abstraktien aihepiirien, kuten päätöksenteon, tulosten mittaaminen voi olla haastavaa, koska tuloksiin voi vaikuttaa samanaikaisesti useita koulutuksen ulkopuolisia tekijöitä. Näkyvät käyttäytymisen muutokset indikoivatkin usein koulutuksen hyvää vaikuttavuutta [45, p. 69], mutta vasta tulosten mittaaminen ilmaisee koulutuksen syvällisen organisaatiotasoisien vaikuttavuuden [197, pp. 36 - 37].

### **3.4. Yhteenveto päätöksenteon arvioinnista ja sen kehittämistä**

Tässä luvussa käsiteltiin päätöksenteon arviointia ja sen kehittämistä ilmataistelukoulutuksessa. Aluksi tarkasteltiin päätöksenteon arvioinnin nykytilaa. Tämän jälkeen käsiteltiin CDM-perusteista päätöksenteon arvioinnin kehittämistä. Lopuksi syvennyttiin Kirkpatrickin mallin mukaiseen koulutuksen vaikuttavuuden arviointiin osana päätöksenteon arvioinnin kehittämistä.

Luvussa vastattiin tutkimuksen toiseen alakysymykseen: Miten voidaan kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien päätöksenteon arviointia ilmataistelukoulutuksessa? Ilmataistelukoulutuksessa päätöksenteon arviointia voidaan kehittää arvioimalla päätösprosessia aikaisempaa kokonaisvaltaisemmin CDM-menetelmän avulla. Nykytilassa päätöksenteon arviointi keskittyy valitun toimenpiteen toimeenpanoon ja havaittavien vaikutusten arviointiin. Päätöksenteon arviointia voidaan kehittää huomioimalla myös tunnistettuihin toimenpidevaihtoehtoihin ja toimenpiteen valintaan vaikuttanut tieto.

Ilmataistelukoulutuksessa päätöksenteon arviointia voidaan kehittää huomioimalla arvioinnissa päätöksen vaikutuksen ohella päätöksentekoon vaikuttaneet tiedot CDM-asiantuntijahaastattelun vaiheita mukaillen. Lennonopettajat voivat hyödyntää lentotehtävän läpikäynnissä taulukoon 5 koottuja avoimia kysymyksiä koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämiseksi. CDM-menetelmän hyödyntäminen päätöksenteon arvioinnissa edellyttää lennonopettajille annettavaa koulutusta kyseisen menetelmän käyttöön. Koulutuksen vaikuttavuutta ja lennonopettajien toteuttaman koulutettavien päätöksenteon arvioinnin kehittämistä ilmataistelukoulutuksessa voidaan arvioida Kirkpatrickin nelitasoisien arviointimallin avulla. Kirkpatrickin mallin soveltamista kenttäkokeeseen käsitellään tarkemmin luvussa 4.

## 4. KENTTÄKOE

Tässä luvussa käsitellään tutkimuksessa toteutettua kenttäkoetta, jonka tavoitteena oli kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arviointia sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa. Ensin esitellään tutkimuksen osallistujat. Tämän jälkeen syvennytään kenttäkokeen kuusivaiheiseen koeasetelmaan, jonka avulla kehitettiin päätöksenteon arviointia ja mitattiin kenttäkokeen vaikuttavuutta. Luku vastaa tutkimuksen kolmanteen alakysymykseen: Miten toteutetaan kenttäkoe päätöksenteon arvioinnin kehittämiseksi ja mitataan päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta ilmataistelukoulutuksessa?

### 4.1. Osallistujat ja koeasetelma

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arviointia sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa. Tutkimuksessa toteutettiin kenttäkoe, johon osallistui yhteensä 26 vapaaehtoista ilmataisteluopettajaa Ilmasotakoulusta. Opettajien ikä oli keskimäärin 37,92 vuotta ( $SD=4,57$ ) ja heidän keskimääräinen lentokokemuksensa 1247,85 lentotuntia ( $SD=655,63$ ).

Tutkimuksessa oli vertailu- ja koeryhmä. Ryhmät muodostuivat peräkkäisinä vuosina ilmataistelukoulutukseen osallistuvista koulutettavista ohjaajista. Vertailuryhmään kuului 12 koulutettavaa ja koeryhmään kuului 13 koulutettavaa. Samat lennonopettajat opettivat molempia ryhmiä. Koe- ja vertailuryhmän koulutettavien lentokokemus oli samankaltainen. Vertailuryhmän koulutettavien keskimääräinen lentokokemus oli 155,33 lentotuntia ( $SD=3,11$ ) ja koeryhmän koulutettavien keskimääräinen lentokokemus 159,15 lentotuntia ( $SD=4,88$ ). Tutkimushetkellä vertailuryhmän koulutettavien ikä oli keskimäärin 24,42 vuotta ( $SD=0,51$ ) ja koeryhmän koulutettavien ikä keskimäärin 24,92 vuotta ( $SD=1,19$ ).

Tutkimuksen aikana havainnoijiksi rekrytoitiin ja koulutettiin neljä aktiivisesti lennonopetukseen osallistuvaa ilmataisteluopettajaa ilmataistelukoulutusta antavasta yksiköstä Ilmasotakoulun Hävittäjälentolaivue 41:stä. Heidän tehtävänsä oli havainnoida lennonopettajien käyttäytymistä lentotehtävän läpikäynneissä vertailu- ja koeryhmien ilmataistelukoulutuksen aikana. Havainnoijien keskimääräinen ikä oli 33 vuotta ( $SD=0,82$ ) ja heidän keskimääräinen lentokokemuksensa 530,25 lentotuntia ( $SD=113,91$ ).

Kenttäkokeeseen osallistuneilta lennonopettajilta ja havainnoijilta hankittiin suostumus tutkimukseen osallistumisesta [198, pp. 7 - 13] [199, pp. 6 - 7]. Koulutettavat osallistuivat tutkimukseen osana heidän normaalia vaiheen neljä Hawk-lentokoulutusohjelman mukaista ilmataistelukoulutusta.

Tutkimuksen koeasetelma muodostui kuudesta vaiheesta (kuva 15). Ensimmäisessä vaiheessa koulutettiin havainnoijat ja havainnoitiin lennonopettajien käyttäytymistä vertailuryhmän lentotehtävien läpikäynneissä vuoden 2021 toukokuusta marraskuuhun. Tämän jälkeen lennonopettajille järjestettiin tammikuussa 2022 päätöksentekokoulutus. Koeasetelman kolmannessa vaiheessa selvitettiin lennonopettajien välitön reaktio koulutukseen tyytyväisyyskyselyn avulla. Neljännessä vaiheessa tarkasteltiin päätöksentekokoulutuksen aiheuttamaa muutosta lennonopettajien tiedoissa oppimiskyselyn avulla. Sama kysely pidettiin kahdesti: Ensimmäinen oppimiskysely jaettiin välittömästi koulutuksen jälkeen ja kysely toistettiin neljä kuukautta myöhemmin. Koeasetelman viidennessä vaiheessa havainnoitiin lennonopettajien käyttäytymistä koeryhmän lentotehtävien läpikäynneissä vuoden 2022 toukokuusta marraskuuhun. Lopuksi vertailtiin koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa tarkastelemalla vertailu- ja koeryhmän lentotehtävien arviointeja.



Kuva 15. Tutkimuksen koeasetelma.

#### **4.2. Vaihe 1. Havainnoijien koulutus ja lennonopettajien käyttäytymisen havainnointi vertailuryhmän lentotehtävien läpikäynneissä**

Koeasetelman ensimmäisessä vaiheessa koulutettiin havainnoijat ja tämän jälkeen selvitettiin ilmataistelukoulutuksen päätöksenteon arvioinnin nykytila havainnoimalla lennonopettajien käyttäytymistä vertailuryhmän lentotehtävien läpikäynneissä. Aineisto kerättiin havainnoimalla, koska näin voitiin luotettavasti selvittää lennonopettajien todellinen käyttäytyminen sekä opettajien ja koulutettavien välinen vuorovaikutus aidossa ilmataistelukoulutusympäristössä [195, pp. 37 - 38] [182, p. 535]. Lennonopettajien käyttäytymistä havainnoitiin yhteensä 41:ssä vertailuryhmän läpikäynnissä. Havainnointi toteutettiin seitsemän kuukauden aikana vuoden 2021 toukokuusta marraskuuhun.

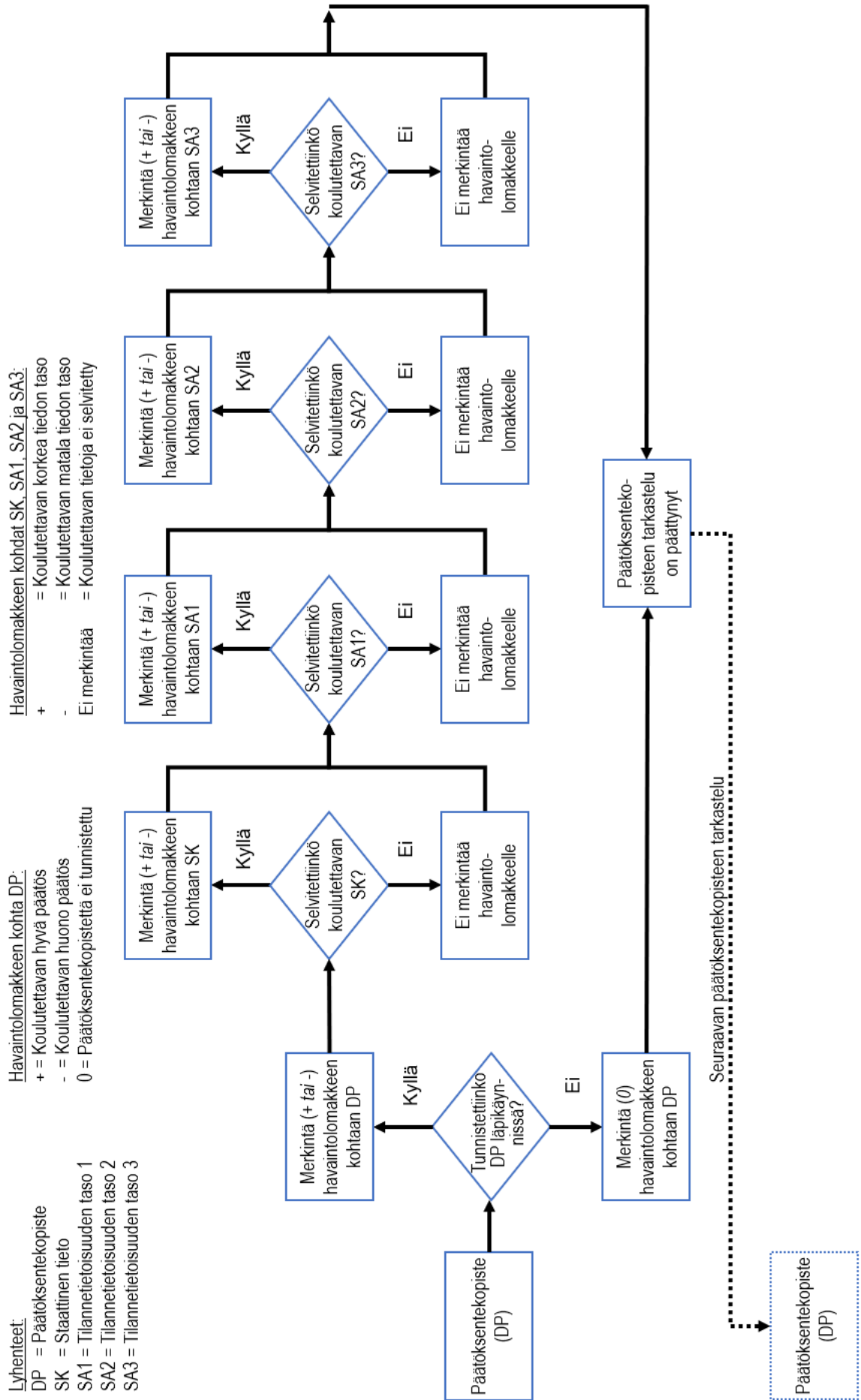
Tutkimuksessa hyödynnettiin systemaattista havainnointia, joka toteutettiin rajatun tutkimusongelman ja perusteellisen valmistautumisen ohjaamana [195, pp. 38 - 39] [196, pp. 8 - 12]. Havainnointi suoritettiin pätevien ja koulutettujen havainnoijien toimesta [195, pp. 15 - 20] [50, p. 335]. Havainnoijiksi rekrytoitiin ja koulutettiin neljä aktiivisesti lennonopetukseen osallistuvaa ilmataisteluopettajaa Ilmasotakoulun Hävittäjälentolaivue 41:stä, joilla oli usean vuoden kokemus lennonopettamisesta ja noin 10 vuoden kokemus ilmataistelusta. Pätevyyden ja yhtenäisen havaintojen luokittelun varmistamiseksi havainnoijille järjestettiin dosentti Heikki Mansikan toteuttama kaksipäiväinen koulutus 10. - 11.5.2021. Koulutuksessa käsiteltiin CDM-menetelmän hyödyntämistä lentotehtävän läpikäynnissä, päätöksentekoa sekä staattista ja dynaamista tietoa. Lisäksi harjoiteltiin havainnointia aidossa ilmataistelulennon läpikäynnissä. Harjoittelun aikana havainnoijat tekivät muistiinpanot alustavalle havainnointilomakkeelle samasta läpikäynnistä ja tämän jälkeen muistiinpanoja verrattiin havainnoijien kesken. Havainnoijien muistiinpanot olivat keskenään samansuuntaisia. Päätöksentekopisteiden tunnistamisessa oli kuitenkin pientä vaihtelua, joten keskeisistä päätöksentekopisteistä ja havainnoinnista keskusteltiin syvällisesti tutkimuksen luotettavuuden ja havainnoijien välisen reliabiliteetin varmistamiseksi ennen tutkimusaineiston keräämistä. Havainnoijien koulutuksen, harjoittelusta saatujen kokemusten ja palautteen perusteella kehitettiin lopullinen strukturoitu havainnointilomake (liite 4).

Havainnointi ja tiedonkeruu havainnointilomakkeille toteutettiin havainnoijien osallistuessa lentotehtävien läpikäynneihin hävittäjälentolaivueen luokkatiloissa osana päivittäistä ilmataistelukoulutusta. Havainnoijat osallistuivat vastuullisten lennonopettajien johtamiin läpikäynneihin lento-osaston avustavana lennonopettajana tai maalilentäjänä. Havainnoijien tutkimuksellinen tehtävä oli läpikäynneihin osallistuneiden tiedossa, mutta havainnointia ei tuotu aktiivisesti esiin, jotta havainnoijien läsnäolo ei suuntaisi läpikäynnejä normaalista poikkeaviksi [200, pp. 110 - 114] [57, pp. 353 - 354].

Lentotehtävien läpikäynneissä havainnoitiin vastuullisten lennonopettajien käyttäytymistä lennon keskeisten päätöksentekopisteiden (engl. Decision Point, DP) tarkastelun yhteydessä. Havainnoijat oli opetettu tunnistamaan keskeiset päätöksentekopisteet eli lennonaikaiset hetket, joiden aikana koulutettava teki tai tämän olisi tullut tehdä tärkeä taktinen päätös. CDM-haastattelun viimeisten vaiheiden mukaisesti läpikäynneissä huomio kiinnitettiin päätöksentekopisteiden tunnistamiseen ja päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämiseen (luku 3.2.2). Luotettavuuden varmistamiseksi havainnointi keskittyi yksinkertaisiin etukäteen sovittuihin arviointiperusteisiin huolellisesti suunnitellun mitta-asteikon ohjaamana (ks. kuvat 16 - 17) [195, pp. 38 - 39] [196, pp. 8 - 12] [50, p. 335]. Jos keskeinen päätöksentekopiste tunnistettiin lentotehtävän läpikäynnissä vastuullisen lennonopettajan toimesta, havainnoija merkitsi havainnointilomakkeelle plusmerkin (+) tai miinusmerkin (-) opettajan suorittaman päätöksenteon arvioinnin perusteella. Plusmerkki tarkoitti läpikäynnissä käsiteltyä ja opettajan hyväksi toteamaa päätöstä. Miinusmerkki taas tarkoitti huonoksi todettua päätöstä. Jos päätöksentekopistettä ei tunnistettu tai käsitelty läpikäynnissä lainkaan, merkittiin havainnointilomakkeelle nolla (0) ja päätöksentekopisteen tarkastelu ohitettiin kuvan 16 mukaisesti.

Tunnistetun päätöksentekopisteen tarkastelun yhteydessä havainnointilomakkeelle kirjattiin, missä määrin lennonopettaja selvitti koulutettavan päätöksentekoon vaikuttavaa staattista ja dynaamista tietoa. Pinnallisoin opettajan suorittama tietojen tarkastelu rajoittui joko staattiseen tietoon (SK) tai yksittäiseen dynaamisen tiedon hetkelliseen tasoon (SA1, SA2 tai SA3). Kaikkein syvällisin tarkastelu puolestaan sisälsi staattisen tiedon ohella dynaamisen tiedon kaikkien kolmen tason tarkastelun (SK, SA1, SA2 ja SA3). Kuvan 16 mukaisesti havainnointilomakkeelle merkittiin staattisen tiedon tai dynaamisen tiedon tason kohdalle plus- tai miinusmerkki sen mukaan, oliko koulutettavan tiedon taso todettu korkeaksi vai matalaksi. Merkintää ei tehty, jos koulutettavan päätöksentekoon vaikuttavaa tietoa ei selvitetty läpikäynnissä.





Kuva 16. Tiedonkeruu havaintolomakkeelle lennonopettajan käyttäytymisen ja koulutettavan päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämisen perusteella.

Lentotehtävän läpikäyntien lopuksi havainnointilomakkeelle kirjattiin läpikäynnin yleisarvio ja havainnoijan vapaamuotoiset huomiot. Yleisarviossa arvioitiin läpikäynnin tarkoituksenmukaisuutta keskeisten päätöksentekopisteiden sekä koulutettavan tietojen syvällisyyden ja monipuolisuuden tarkastelun perusteella. Arviointi suoritettiin viisiportaisella Likert-asteikolla (1 Täysin eri mieltä - 5 Täysin samaa mieltä). Viisiportainen Likert-asteikko valittiin tutkimukseen, koska asteikon käyttö on vaivatonta ja tuloksia voidaan hyödyntää tutkimuksessa luotettavasti asteikon kattavuuden ja tasapainoisuuden ansiosta [201, p. 37] [202, pp. 100 - 102]. Havainnointilomakkeella esitettiin seuraavat kolme väittämää läpikäynnin yleisarviota varten:

1. *Debrief suuntasi oppilaan (koulutettava ohjaaja) osaamisen tarkastelua lennon keskeisiin päätöksentekopisteisiin.*
2. *Debrief aktivoi oppilasta (koulutettava ohjaaja) osaamisensa syvälliseen tarkasteluun.*
3. *Debrief kannusti oppilasta (koulutettava ohjaaja) tilannetietoisuutensa monipuoliseen tarkasteluun.*

Aineistoa käsiteltiin niin, että yksittäisten henkilöiden tietojen tunnistaminen ei ollut mahdollista ja havainnointilomakkeelle kirjattiin vain tutkimuksen kannalta tarpeelliset taustatiedot [203] [198, pp. 7 - 13] [199, pp. 6 - 7]. Taustatiedot koostuivat havainnointipäivämäärästä, havainnoidun lentotehtävän numerosta sekä koulutettavan, havainnoidun lennonopettajan ja havainnoijan peitenumeroista. Tutkimusta varten osallistujille luotiin peitenumerot heidän anonymiteetin varmistamiseksi.

Kuvassa 17 on esimerkki vertailuryhmän lentotehtävän läpikäynnin perusteella täytetystä havainnointilomakkeesta. Lomakkeen perusteella läpikäynnissä on käsitelty kahdeksan päätöksentekopistettä, joista kolmessa lennonopettaja on arvioinut koulutettavan päätöksen hyvänä (DP: +) ja viidessä huonona (DP: -). Viimeisen huonon päätöksen yhteydessä opettaja on selvittänyt koulutettavan päätökseen vaikuttavaa staattista tietoa ja arvioinut sen tason korkeaksi (SK: +). Muiden päätöksentekopisteiden yhteydessä lennonopettaja ei ole selvittänyt koulutettavan staattista tietoa (SK: ei merkintöjä). Lennonopettaja ei myöskään ole selvittänyt koulutettavan dynaamista tietoa läpikäynnissä yhdenkään tilannetietoisuuden tason osalta (SA1, SA2 ja SA3: ei merkintöjä). Lisäksi kolmea päätöksentekopistettä ei ole tunnistettu tai niiden tarkastelu on syystä tai toisesta sivuutettu (DP: 0).

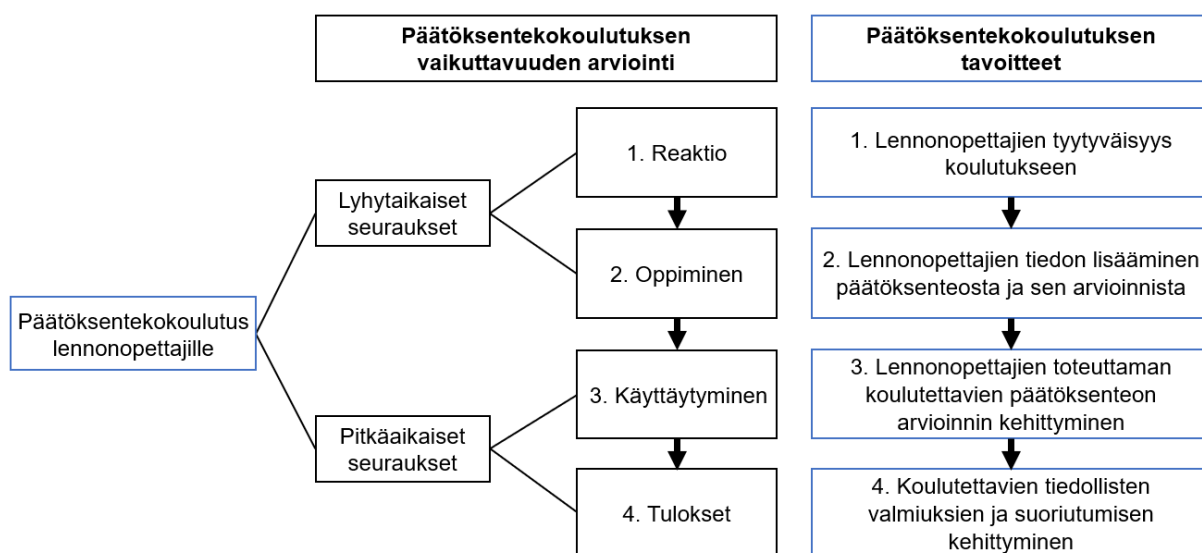
Havainnoijan vapaamuotoisten huomioiden perusteella esimerkin läpikäynti oli vahvaa opettajan yksinpuhelua ilman koulutettavan aktivoimista. Yleisarvion perusteella läpikäynti ei myöskään aktivoinut koulutettavaa merkittävästi oman osaamisen syvälliseen tarkasteluun tai kannustanut koulutettavaa oman tilannetietoisuuden monipuoliseen tarkasteluun. Läpikäynti kuitenkin suuntasi tarkastelua lennon keskeisiin päätöksentekopisteisiin läpikäynnin yleisarvion ja havainnoijan vapaamuotoisten huomioiden perusteella. Havainnoija on täyttänyt taustatiedot havainnointilomakkeen vasempaan yläkulmaan, mutta esimerkin taustatiedot on kuvassa 17 peitetty yksityisyyden suojan varmistamiseksi. Havainnointipäivämäärä on kirjattu kohtaan PVM ja havainnoitavan lentotehtävän numero on kirjattu kohtaan MSN. Koulutettavan peitenumero on merkitty kohtaan 01, lennonopettajan peitenumero kohtaan 04 ja havainnoijan peitenumero alimmaiseksi kohtaan BY.

PVM		DP	SK	SA1	SA2	SA3
MSN		+				
01		-				
04		0				
BY		-				
		-				
<b>DP (Decision Point):</b>		+				
0 = DP not identified		-				
- = Poor decision		0				
+ = Good decision		0				
		-	+			
<b>SK (Static Knowledge):</b>		+				
[empty] = SK not evaluated						
- = SK poor						
+ = SK good						
<b>SA1 (SA Level 1, "What?")</b>						
[empty] = SA1 not evaluated						
- = SA1 Poor						
+ = SA1 Good						
<b>SA2 (SA Level 2, "So What?")</b>						
[empty] = SA2 not evaluated						
- = SA2 Poor						
+ = SA2 Good						
<b>SA3 (SA Level 3, "What's next?")</b>						
[empty] = SA3 not evaluated						
- = SA3 Poor						
+ = SA3 Good						
<p><b>Ympyröi sopivin vaihtoehto seuraaviin väittämiin:</b> (Asteikolla 1 - 5)</p> <p>1 täysin eri mieltä 2 jkseenkin eri mieltä 3 ei samaa eikä eri mieltä 4 jkseenkin samaa mieltä 5 täysin samaa mieltä</p> <p>1. Debrief suuntasi oppilaan osaamisen tarkastelua lennon keskeisiin päätöksentekokohtiin 1 2 3 4 5</p> <p>2. Debrief aktivoi oppilasta osaamisensa syvälliseen tarkasteluun 1 2 3 4 5</p> <p>3. Debrief kannusti oppilasta tilannetietoisuutensa monipuoliseen tarkasteluun 1 2 3 4 5</p>						
<p>Vapaa sana / huomioita:</p> <p>Vahvaa opettajan yksinpuhelua, ei oppilaan aktivoimista.</p> <p>Itse asiat (DP:+) käytiin kohtu tarkasti läpi opettajan toimesta</p>						

Kuva 17. Täytetty havainnointilomake, jossa havainnoijan täyttämät taustatiedot on peitetty.

### 4.3. Vaihe 2. Lennonopettajien päätöksentekokoulutus

Vertailuryhmän ilmataistelukoulutuksen päätyttyä tutkimukseen osallistuneille lennonopettajille järjestettiin päätöksentekokoulutus. Koulutuksen valmistelussa huomioitiin Kirkpatrickin mallin (luku 3.3) mukaisesti neljän eri tason tavoitteet (kuva 17). Ensimmäisellä tasolla tavoiteltu välitön reaktio oli lennonopettajien tyytyväisyys koulutukseen. Toisella tasolla tavoiteltiin lennonopettajien oppimista eli tiedon lisäämistä päätöksenteosta ja sen arvioinnista. Kolmannen tasolla tavoiteltu käyttäytymisen muutos oli lennonopettajien toteuttaman koulutettavien päätöksenteon arvioinnin kehittyminen lentotehtävän läpikäynnissä. Neljännen tason tuloksina tavoiteltiin koulutettavien tiedollisten valmiuksien ja suoriutumisen kehittymistä ilmataistelukoulutuksessa. Kuvan 18 mukaisesti muutokset ensimmäisillä tasoilla ovat edellytys päätöksentekokoulutuksen todelliselle vaikuttavuudelle eli muutoksille tasoilla kolme ja neljä.



Kuva 18. Päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuuden arviointi ja tavoitteet.

Päätöksentekokoulutuksessa käsiteltiin informaation prosessointia päätöstilanteessa, tilannetietoisuutta, päätöksentekopisteitä, mentaalimalleja ja CDM-menetelmää. Kaikkia aiheita tarkasteltiin ensin yleisesti ja tämän jälkeen tarkemmin ilmataistelukoulutukseen sitoen. Koulutuksessa hyödynnettiin päätöksentekokoulutusmateriaalia, joka laadittiin tutkimuksen teoriaosan (luvut 2 - 3) perusteella. Koulutusmateriaali keskittyi päätöksentekoon ja informaation prosessointiin ilmataistelukoulutuksessa. Koulutuksessa lennonopettajia opetettiin hyödyntämään avoimia kysymyksiä koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämiseksi lentotehtävän läpikäynnissä (luku 3.2.2), koska koulutuksen painopiste oli CDM-menetelmää mukailevassa päätöksenteon arvioinnin kehittämisessä.

Koulutustilaisuus toistettiin kolme kertaa tammikuussa 2022, jotta kaikki kutsutut 26 ilmataisteluopettajaa pääsivät osallistumaan päätöksentekokoulutukseen (taulukko 6). Koulutus järjestettiin Ilmasotakoulun Hävittäjälentolaivue 41:ssä. Koronapandemian aiheuttamien rajoitusten ja etätyösuosituksen takia mahdollistettiin koulutustilaisuuteen osallistuminen myös etäyhteyksin. Lopulta suurin osa kutsutuista lennonopettajista hyödynsi mahdollisuutta etäosallistumiseen (taulukko 6).

Taulukko 6. Päätöksentekokoulutuksen ajankohdat ja osallistujamäärät.

Ajankohta	Osallistujamäärä		
	Koulutuspaikalla	Etäyhteyksin	Yhteensä
12.01.2022	9	11	20
14.01.2022	0	2	2
24.01.2022	0	4	4
Yhteensä	9	17	26

Koulutustilaisuus kesti noin 90 minuuttia. Jokaisen tilaisuuden alussa esiteltiin tutkimuksen tiedote (liite 5) ja käsiteltiin myös sanallisesti tutkimuksen tarkoitus, tietosuoja ja tutkimustuloksista tiedottaminen. Koulutuksessa kerrottiin myös tutkimukseen liittyvistä tyytyväisyys- ja oppimiskyselyistä sekä motivoitiin opettajia vastaamaan kyselyihin. Lisäksi opettajia kannustettiin ottamaan yhteyttä tutkimuksen tekijään kaikissa tutkimusaiheeseen liittyvissä asioissa.

#### 4.4. Vaihe 3. Lennonopettajien tyytyväisyyskysely

Päätöksentekokoulutuksen välittömän reaktion selvittämiseksi toteutettiin tyytyväisyyskysely, joka jaettiin lennonopettajille heti koulutustilaisuuden päätteeksi. Tyytyväisyyskyselylomake laadittiin Kirkpatrickin mallin mukaisesti tavoitteena hankkia mahdollisimman paljon kvantifioitavaa tietoa mahdollisimman lyhyessä ajassa [44, p. 7]. Nopean vastaamisen kannustamiseksi ja väärin tulkintojen minimoimiseksi kaikissa tämän tutkimuksen kyselyissä suositettiin pääosin suljettuja kysymyksiä [202, pp. 99 - 100]. Vastaajilta kului kyselyyn vastaamiseen vain muutamia minutteja.

Kyselylomake (liite 6) laadittiin siten, että se mahtui yhdelle A4-sivulle ja eteni loogisesti [204, p. 89] [201, pp. 48 - 49] [202, pp. 99 - 100]. Ensimmäisessä esiteltiin tutkimusaihe ja kyselyn tavoite. Näiden jälkeen esiteltiin kuusi strukturoitua väittämää:

1. *Koulutustilaisuuden järjestelyt olivat onnistuneet.*
2. *Koulutus oli mielestäni mielenkiintoinen.*

3. *Opin uutta osallistuessani koulutukseen.*
4. *Koulutus oli mielestäni hyödyllinen.*
5. *Suosittelisin koulutusta vastaavissa tehtävissä toimiville lennonopettajille.*
6. *Olen tyytyväinen koulutukseen kokonaisuutena.*

Strukturoidut väittämät keskittyivät tilaisuuden järjestelyihin, aiheen mielenkiintoisuuteen ja koulutuksen hyödyllisyyteen. Kyselyyn valittiin aiheen kannalta relevantit väittämät, jotka muotoiltiin mahdollisimman yksiselitteisesti korkean reliabiliteetin varmistamiseksi [204, p. 89] [201, p. 48] [202, pp. 96 - 99]. Kyselyyn vastaajia ohjeistettiin valitsemaan järjestetyn koulutuksen perusteella sopivin vaihtoehto väittämiin viisiportaisella Likert-asteikolla (1 Täysin eri mieltä - 5 Täysin samaa mieltä).

Strukturoitujen kysymysten jälkeen esitettiin yksi avoin kysymys, jossa avointa palautetta aktivoitiin saatesanoilla: *Mitä muuta palautetta haluaisit antaa koulutuksesta?* Lopuksi kysyttiin tarpeelliset taustatiedot, jotka käsittivät tietoja vastaajien ilmataisteluopettajakelpuutuksesta, lento- ja lennonopetuskokemuksesta sekä siitä, osallistuiko vastaaja koulutukseen läsnä ollen vai etäyhteyksin.

Tyytyväisyyskysely testattiin kaksi kertaa ennen kenttäkoetta kyselyn luotettavuuden ja helpon vastaamisen varmistamiseksi [204, p. 8] [201, pp. 48 - 49] [202, pp. 96 - 99]. Esitestauksen perusteella tyytyväisyyskyselyssä ei havaittu kehittämistarpeita.

Kuvassa 19 on erään tutkimukseen osallistuneen ilmataisteluopettajan täyttämä tyytyväisyyskyselylomake. Osa esimerkin tiedoista on peitetty vastaajan yksityisyyden suojan varmistamiseksi.

Tyytyväisyyskysely lennonopettajille järjestetystä päätöksentekokoulutuksesta 12.1.2022

Vastaamalla tähän kyselyyn annat suostumuksen käyttää vastauksiasi tutkimusaineistona lennonopettajien päätöksenteon arvioinnin kehittämisen tutkimuksessa (Tiedote tutkimuksesta 10.1.2022).

Kyselyyn vastataan nimettömästi. Tutkimusaineisto kerätään, tallennetaan, säilytetään, analysoidaan ja raportoidaan niin, ettei yksittäisten henkilöiden tietojen tunnistaminen ole mahdollista.

Rastita järjestetyn koulutuksen perusteella sopivin vaihtoehto seuraaviin väittämiin.	1 Täysin eri mieltä	2 Osoittain eri mieltä	3 Ei samaa eikä eri mieltä	4 Osoittain samaa mieltä	5 Täysin samaa mieltä
1. Koulutustilaisuuden järjestelyt olivat onnistuneet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Koulutus oli mielestäni mielenkiintoinen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Opin uutta osallistuessani koulutukseen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Koulutus oli mielestäni hyödyllinen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Suosittelisin koulutusta vastaavissa tehtävissä toimiville lennonopettajille.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Olen tyytyväinen koulutukseen kokonaisuutena.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

7. Mitä muuta palautetta haluaisit antaa koulutuksesta?

Mielenkiintoinen ja näkökulmaa avartava koulutus!

Tätä kaivataan mielestäni etenkin lennonopettajakoulutukseen, mutta myös olisi varmasti mielenkiintoinen myös kadettien koulutusvaiheeseen (██████████) kouluttaa HF-asioita).

Taustatiedot. Täydennä puuttuvat tiedot ja rastita sopivin vaihtoehto.	
HW-lentokokemus tunteina	██████████ tuntia
Lennonopettajakokemus Ilmavoimissa vuosina	██████████ vuotta
Ilmastaisteluopettajakelpuus	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei Läsnä ollen      Etä-yhteyksin
Osallistuin päätöksentekokoulutukseen	██████████

Kiitos vastauksistasi!

Kuva 19. Täytetty tyytyväisyyskyselylomake, jossa osa tiedoista on peitetty.



Kyselylomakkeella ja koulutusilaisuudessa korostettiin nimetöntä rehellistä palautetta sekä luottamuksellista tietojen käsittelyä. Tutkimusaineisto kerättiin, tallennettiin, säilytettiin, analysoitiin ja raportoitiiin niin, ettei yksittäisten henkilöiden tunnistaminen ollut mahdollista.

Tyytyväisyyskyselyssä tavoiteltiin korkeaa vastausaktiivisuutta, joten paperiset kyselylomakkeet jaettiin kaikille osallistujille välittömästi koulutusilaisuuden päätyttyä [45, p. 49] [44, p. 7]. Etäosallistujille kysely lähetettiin sähköisesti heti tilaisuuden päätyttyä. Kaikkia pyydettiin vastaamaan kyselyyn välittömästi. Vastaukset saatiin kahdessa ensimmäisessä koulutusilaisuudessa kaikilta osallistujilta. Korkean vastausaktiivisuuden ja positiivisen palautteen takia tyytyväisyyskyselyä ei nähty tarpeelliseksi toistaa enää viimeisessä koulutusilaisuudessa, joissa jaettiin vain oppimiskysely. Tyytyväisyyskyselyyn vastasi yhteensä 22 henkilöä.

#### 4.5. Vaihe 4. Lennonopettajien oppimiskyselyt

Päätöksentekokoulutukseen osallistuneille lennonopettajille esitettiin oppimiskysely heti päätöksentekokoulutuksen päätyttyä, jotta saatiin selvitettyä osallistujien välitön oppiminen. Oppimiskyselyn strukturoitu kyselylomake noudatti samoja periaatteita kuin tyytyväisyyskysely (luku 4.4). Oppimiskysely (liite 7) laadittiin niin, että se eteni loogisesti, oli vaivaton täyttää ja mahtui yhdelle A4-sivulle [204, p. 89] [201, pp. 48 - 49] [202, pp. 99 - 100]. Ensin esiteltiin tutkimusaihe ja kyselyn tavoite. Näiden jälkeen esiteltiin kymmenen strukturoitua kysymystä:

1. *Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi ihmisen päätöksentekoprosessista?*
2. *Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi ihmisen ilmataisteluun liittyvästä päätöksentekoprosessista?*
3. *Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi ilmataistelun tilannetietoisuudesta?*
4. *Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi tilannetietoisuuden merkityksestä päätöksenteossa?*
5. *Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi ilmataistelun päätöksentekopisteistä?*
6. *Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi päätöksentekopisteiden merkityksestä oppimisessa?*
7. *Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi ilmataistelun mentaalimalleista?*
8. *Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi mentaalimallien merkityksestä päätöksenteossa?*
9. *Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi CDM-menetelmän hyödyntämisestä debriefissä?*

### *10. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi CDM-menetelmästä?*

Strukturoidut kysymykset käsittelivät päätöksentekokoulutuksen oppimistavoitetta [43, p. 5], joka oli lisätä lennonopettajien tietoa informaation prosessoinnista, tilannetietoisuudesta, päätöksentekopisteistä, mentaalimalleista ja CDM-menetelmästä. Jokaista aihealuetta käsiteltiin oppimiskyselyssä kahdella eri kysymyksellä. Strukturoituihin kysymyksiin vastattiin viisiporraisella asteikolla sen mukaan, kuinka paljon koulutus lisäsi osallistujan tietoa tai ymmärrystä käsiteltävästä asiasta. Vastausvaihtoehdot olivat: *1. Ei lainkaan, 2. Ei kovin paljon, 3. Melko paljon, 4. Hyvin paljon ja 5. Erittäin paljon.*

Strukturoitujen kysymysten jälkeen kyselylomakkeella esitettiin yksi oppimiseen liittyvä avoin kysymys: *Mitä muuta haluaisit kertoa päätöksentekokoulutuksen seurauksena tapahtuneesta oppimisesta?* Lopuksi kysyttiin pääosin samat taustatiedot kuin tyytyväisyyskyselyssä. Tyytyväisyyskyselystä poiketen väitteeseen osallistuuko vastaaja koulutukseen läsnä ollen vai etäyhteyksin lisättiin oppimiskyselyyn kolmas vastausvaihtoehto: En osallistunut. Tällä mahdollistettiin oppimiskyselyn toistettavuus ja päätöksentekokoulutukseen osallistumattomien vastausten rajaaminen tutkimusaineiston ulkopuolelle.

Oppimiskysely testattiin kaksi kertaa ennen kenttäkoetta kyselyn luotettavuuden ja helpon vastaamisen varmistamiseksi [204, p. 8] [201, pp. 48 - 49] [202, pp. 96 - 99]. Ensin esitestaukseen osallistui tutkimustoiminnan asiantuntija ja tämän jälkeen kontekstin asiantuntijana ilmataisteluopettaja, joka ei osallistunut kenttäkokeeseen. Esitestauksen perusteella muutamia oppimiskyselyn kysymyksiä tiivistettiin poistamalla tarpeettomia sanoja.

Kuvassa 20 on erään tutkimukseen osallistuneen ilmataisteluopettajan täyttämä oppimiskyselylomake. Osa esimerkin tiedoista on peitetty vastaajan yksityisyydensuojan varmistamiseksi.

## Oppimiskysely lennonopettajille järjestetystä päätöksentekokoulutuksesta

12.1.2022

Vastaamalla tähän kyselyyn annat suostumuksen käyttää vastauksiasi tutkimusaineistona lennonopettajien päätöksenteon arvioinnin kehittämisen tutkimuksessa (Tiedote tutkimuksesta 10.1.2022).

Kyselyyn vastataan nimettömästi. Tutkimusaineisto kerätään, tallennetaan, säilytetään, analysoidaan ja raportoidaan niin, ettei yksittäisten henkilöiden tietojen tunnistaminen ole mahdollista.

Rastita sopivin vaihtoehto seuraaviin väittämiin oppimisesi perusteella.	1 Ei lainkaan	2 Ei kovin paljon	3 Melko paljon	4 Hyvin paljon	5 Erittäin paljon
1. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi ihmisen päätöksentekoprosessista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi ihmisen ilmataisteluun liittyvästä päätöksentekoprosessista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi ilmataistelun tilannetietoisuudesta?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi tilannetietoisuuden merkityksestä päätöksenteossa?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi ilmataistelun päätöksentekopisteistä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi päätöksentekopisteiden merkityksestä oppimisessa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi ilmataistelun mentaalimalleista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi mentaalimallien merkityksestä päätöksenteossa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi CDM-menetelmän hyödyntämisestä debriefissä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi CDM-menetelmästä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

11. Mitä muuta haluaisit kertoa oppimisestasi?

Erittäin hyvä ja silmiä avaava paketti. Alkuosa toimi hyvänä johdantona ja kokemattomammille opettajille toi varmasti uutta tietoa myös päätöksenteosta ja tilannetietoisuudesta. Hyvää keskustelua ja aktiivointia. Myös etänä olleet huomioitiin kiitettävästi!

Taustatiedot. Täydennä puuttuvat tiedot ja rastita sopivin vaihtoehto.	
HW-lentokokemus tunteina	<input type="text"/> tuntia
Lennonopettajakokemus Ilmavoimissa vuosina	<input type="text"/> vuotta
Ilmataisteluopettajakelpuus	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> Läsnä ollen <input type="checkbox"/> Etä-yhteyksin <input type="checkbox"/> En osallistunut
Osallistuin päätöksentekokoulutukseen	<input checked="" type="checkbox"/>

Kiitos vastauksistasi!

Kuva 20. Täytetty oppimiskyselylomake, jossa osa tiedoista on peitetty.

Oppimiskysely esitettiin lennonopettajille ensimmäisen kerran tammikuussa 2022. Paperiset kyselylomakkeet jaettiin läsnäolijoille ja sähköinen kysely lähetettiin etäosallistujille. Kaikkia pyydettiin vastaamaan kyselyyn välittömästi. Kaikilta läsnäolijoilta saatiin vastaukset tilaisuuden päättyessä. Muutamien etäosallistujien vastausten puuttuessa muistutettiin heitä oppimiskyselystä seuraavana päivänä. Näin saatiin lopulta kaikkien tutkimukseen osallistuneiden lennonopettajien vastaukset. Ensimmäiseen oppimiskyselyyn osallistui 26 henkilöä.

Oppimiskysely toistettiin toukokuussa 2022 neljä kuukautta päätöksentekokoulutuksen jälkeen. Toisen oppimiskyselyn tavoitteena oli varmistaa oppimisvaikutuksen pysyvyys ja auttaa lennonopettajia muistamaan päätöksentekokoulutuksessa opetetut tiedot [54, p. 34]. Kysely jaettiin henkilökohtaisesti hävittäjälentolaivueessa paikallaoleville lennonopettajille ja poissaolijoille kysely lähetettiin sähköisesti. Kaikilta paikallaolijoilta saatiin vastaukset, mutta kaikkia poissaolijoita ei tavoitettu muutamista muistutuksista huolimatta. Toiseen oppimiskyselyyn vastasi 22 henkilöä.

Kirkpatrickia ja Kirkpatrickia [45, p. 50] mukailten tässä tutkimuksessa ei suoritettu lennonopettajien tietojen lähtötason testausta, koska päätöksentekokoulutus sisälsi opettajille uutta tietoa CDM-menetelmästä. Päätöksentekokoulutukseen varattu aika haluttiin myös käyttää mahdollisimman tehokkaasti koulutukseen, eikä lennonopettajia haluttu kuormittaa tarpeettomilla lisätehtävillä ennen päätöksentekokoulutusta avoimen ja myönteisen koulutukseen asennoitumisen edistämiseksi [44, p. 7] [54, p. 34].

#### **4.6. Vaihe 5. Lennonopettajien käyttäytymisen havainnointi koeryhmän lentotehtävien läpikäynneissä**

Koeasetelman viidennessä vaiheessa tarkasteltiin päätöksentekokoulutuksen jälkeen ilmennyttä muutosta lennonopettajien käyttäytymisessä havainnoimalla koeryhmän lentotehtävien läpikäyntejä. Koeryhmän läpikäyntien havainnointi aloitettiin neljä kuukautta päätöksentekokoulutuksen jälkeen, jotta koulutusta mahdollisesti seuraavalle käyttäytymisen muutokselle jäi riittävästi aikaa [45, p. 59] [44, p. 7]. Lennonopettajien käyttäytymistä havainnoitiin yhteensä 56:ssa koeryhmän läpikäynnissä. Havainnointi toteutettiin seitsemän kuukauden aikana vuoden 2022 toukokuusta marraskuuhun.

Tiivistelmä päätöksentekokoulutuksen esitysmateriaalista toimitettiin tutkimukseen osallistuneille lennonopettajille maaliskuussa 2022 (liite 8), jotta opettajilla oli edellytykset omaehtoiseen päätöksenteon arvioinnin kehittämiseen ja opettajien tietojen kertaamiseen koeryhmän ilmataistelukoulutuksen aikana. Tämän lisäksi ilmataisteluopettajia muistutettiin päätöksentekokoulutuksen keskeisistä asioista 1 - 2 kuukauden välein lähetetyllä sähköpostiviestillä ja oppimateriaalilla (liite 9).

Havainnointi koeryhmän lentotehtävien läpikäynneissä toteutettiin systemaattisesti samoja periaatteita noudattaen ja samojen havainnoijien toimesta, kuin vertailuryhmän havainnointi vuotta aiemmin (luku 4.2). Ennen koeryhmän ilmataistelukoulutuksen aloitusta havainnoijille järjestettiin kertauskoulutus, joka käsitteli heidän toimintaansa lentotehtävän läpikäynnissä ja tiedonkeruuta havainnointilomakkeelle tutkimuksen luotettavuuden varmistamiseksi [196, p. 13].

Koe- ja vertailuryhmien havainnoinnissa hyödynnettiin samaa havainnointilomakepohjaa (liite 4). Kuvassa 21 on esimerkki koeryhmän lentotehtävän läpikäynnin perusteella täytetystä havainnointilomakkeesta. Lomakkeen perusteella läpikäynnissä on käsitelty yhdeksän päätöksentekopistettä, joista viidessä läpikäynnin vastuullinen lennonopettaja on arvioinut koulutettavan päätöksen hyvänä (DP: +) ja neljässä huonona (DP: -). Kaikkien päätöksentekopisteiden yhteydessä opettaja on selvittänyt koulutettavan staattista tietoa ja arvioinut sen tason jokaisella kerralla korkeaksi (SK: +). Opettaja on myös selvittänyt koulutettavan dynaamista tietoa seitsemän päätöksentekopisteen yhteydessä ja arvioinut tason 1 tilannetietoisuuden jokaisella kerralla korkeaksi (SA1: +). Lisäksi opettaja on kahdesti selvittänyt ja arvioinut koulutettavan tason 2 tilannetietoisuuden korkeaksi (SA2: +). Kyseisessä läpikäynnissä ei selvitetty koulutettavan tason 3 tilannetietoisuutta (SA3: ei merkintöjä). Havainnoijan vapaamuotoisten huomioiden ja yleisarvion perusteella läpikäynti oli laadukas. Esimerkin taustatiedot on kuvassa 21 peitetty yksityisyyden suojan varmistamiseksi.



#### 4.7. Vaihe 6. Vertailu- ja koeryhmän koulutettavien lentotehtävien arviointien tarkastelu

Koeasetelman viimeisessä vaiheessa vertailtiin koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa tarkastelemalla vertailu- ja koeryhmän lentotehtävien arviointeja. Lennonopettajien täyttämät lentotehtävien arviointilomakkeet ladattiin lentokoulutuksen arviointijärjestelmästä joulukuussa 2022. Tutkimuksen luotettavuuden varmistamiseksi lentotehtävien arviointien tarkasteluun valittiin kaikki vertailu- ja koeryhmän samansisältöiset ilmataistelulennot [205, pp. 33 - 34]. Ylimääräiset uusinta- ja kertausten lennot rajattiin tarkastelun ulkopuolelle. Näin tarkasteluun saatiin lentotehtävien arvioinnit yhteensä 372:lta vertailuryhmän ja 402:lta koeryhmän ilmataistelulennoilta.

Lentotehtävien arviointien tarkastelu keskittyi tutkimuksen tavoitteen mukaisesti koulutettavien tiedollisiin valmiuksiin ja suoriutumiseen ilmataistelukoulutuksessa. Koulutettavien tiedollisten valmiuksien osalta tarkasteltiin tilannetietoisuuden arvosanoja, koska tilannetietoisuus kuvaa dynaamisen tiedon hetkellistä hyvyttä (luku 2.1.2) [14, p. 288] [30, pp. 347 - 349] [31, p. 284] [32, pp. 43 - 44, 47 - 49, 60]. Lentokoulutuksessa koulutettavien ohjaajien tilannetietoisuutta arvioidaan jokaisella lennolla (luku 3.1). Tilannetietoisuuden arviointiasteikko on välillä 1 - 5, jossa 1 on huonoin ja 5 on paras arvosana [154, p. 11]. Tarkasteltavien ilmataistelulentojen tilannetietoisuuden arvosanat poimittiin lentotehtävien arviointilomakkeilta (ks. liite 2, esimerkkikuvan kohta SA). Koulutettavien staattista tietoa ei puolestaan voitu tarkastella luotettavasti, koska lentotehtävän arvioinnissa staattista tietoa arvioidaan vain välillisesti osana lentotehtävään valmistautumista (luku 2.2).

Koulutettavien suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa arvioitiin ilmataistelulentojen kokonaisarvosanojen perusteella. Koulutettavilta odotetun suoriutumisen tavoitetaso on määritetty arviointimatriisissa [154, p. 8]. Lennon kokonaisarvosana määräytyy koulutettavan suoriutumisesta suhteessa lennon tavoitetasoon (luku 2.2). Arviointiasteikko on välillä 0 - 5, jossa 0 on huonoin ja 5 on paras arvosana [154, p. 14]. Tarkasteltavien ilmataistelulentojen kokonaisarvosanat poimittiin lentotehtävien arviointilomakkeilta.

Koeryhmän ilmataistelukoulutuksen tilannetietoisuuden arvosanoja ja kokonaisarvosanoja verrattiin vertailuryhmän arvosanoihin lennonopettajille annetun päätöksentekokoulutuksen lopullisen vaikuttavuuden selvittämiseksi. Vertailuun käytetty aineisto oli tasalaatuista vertailu- ja koeryhmän välillä, koska molemmat ryhmät olivat suorittaneet samansisältöisen ilmataistelukoulutuksen.

#### 4.8. Yhteenveto kenttäkokeesta

Tässä luvussa esiteltiin tutkimuksessa toteutettu kenttäkoe, jonka tavoitteena oli kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arviointia sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa. Ensin esiteltiin tutkimuksen osallistujat. Tämän jälkeen syvennyttiin kenttäkokeen koasetelmaan, jonka avulla kehitettiin päätöksenteon arviointia ja mitattiin päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta.

Luvussa vastattiin tutkimuksen kolmanteen alakysymykseen: Miten toteutetaan kenttäkoe päätöksenteon arvioinnin kehittämiseksi ja mitataan päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta ilmataistelukoulutuksessa? Tutkimuksessa toteutettuun kenttäkokeeseen osallistui 26 ilmataisteluopettajaa. Tutkimuksen vertailu- ja koeryhmä muodostuivat peräkkäisinä vuosina ilmataistelukoulutukseen osallistuvista koulutettavista ohjaajista. Ensin havainnoitiin opettajien käyttäytymistä vertailuryhmän lentotehtävien läpikäynneissä. Tämän jälkeen opettajille annettiin päätöksentekokoulutus, jonka tavoitteena oli kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien päätöksenteon arviointia. Päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta mitattiin Kirkpatrickin mallia mukaillen neljällä tasolla. Ensin selvitettiin lennonopettajien välitön reaktio koulutukseen tyytyväisyyskyselyn avulla. Seuraavaksi mitattiin päätöksentekokoulutuksen aiheuttamaa muutosta lennonopettajien tiedoissa oppimiskyselyn avulla. Tämän jälkeen havainnoitiin lennonopettajien käyttäytymistä koeryhmän lentotehtävän läpikäynneissä. Lopuksi vertailtiin koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa tarkastelemalla vertailu- ja koeryhmän lentotehtävien arviointeja. Saatuja tuloksia käsitellään luvussa 5.



## 5. TULOKSET

Tässä luvussa kuvataan tutkimuksessa toteutetun kenttäkokeen tulokset. Ensin esitellään lennonopettajille annetun päätöksentekokoulutuksen tyytyväisyyskyselyn tulokset. Toiseksi tarkastellaan lennonopettajien oppimiskyselyn tuloksia. Tämän jälkeen esitellään lennonopettajien käyttäytymisen havainnoinnista saadut tulokset. Lopuksi käsitellään koulutettavien lento-tehtävien arviointien tuloksia. Luku vastaa tutkimuksen kolmanteen alakysymykseen: Miten lennonopettajille annettu päätöksenteon ja sen arvioinnin koulutus kehittää lennonopettajien oppimista ja käyttäytymistä sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmaistelukoulutuksessa?

Tulosten tilastollinen tarkastelu suoritettiin SPSS-ohjelmistolla. Kaikki tarkasteluun valittu aineisto todettiin ei-normaalisti jakautuneeksi. Oppimiskysely- ja havainnointiaineistot hankittiin samoilta lennonopettajilta peräkkäisinä ajankohtina. Oppimiskyselyaineisto analysoitiin kaksisuuntaisella toistomittausten varianssianalyysillä kahden eri ajankohdan tuloksista muodostuneiden ryhmien välisen eron selvittämiseksi. Kaksisuuntaista varianssianalyysiä voitiin hyödyntää, koska vertailtavien ryhmien koko oli yli 20 eikä variansseissa havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä [56, pp. 116, 124]. Tukeyn testillä tarkasteltiin ryhmiä pareittain ja selvitettiin, mitkä ryhmät eroavat toisistaan.

Havainnointiaineiston tulosten muutos vertailu- ja koeryhmän välillä analysoitiin kahden toisistaan riippuvan otoksen t-testillä. Tarkasteltavien ryhmien aineisto koostui samojen lennonopettajien käyttäytymisen havainnoinneista ennen ja jälkeen opettajille annetun päätöksentekokoulutuksen. Tulosten analysoinnin yhteydessä lennonopettajien käyttäytymisen havainnointiaineistosta määritettiin koulutettavien päätöksenteon arvioinnin syvällisyyttä kuvaava CDM-suhde. CDM-suhde saatiin jakamalla koulutettavan dynaamisen ja staattisen tiedon tarkastelukertojen yhteenlaskettu lukumäärä läpikäynnissä tarkasteltujen päätöksentekopisteiden lukumäärällä.

Lentotehtävien arviointiaineistossa vertailu- ja koeryhmän välistä muutosta mitattiin kahden riippumattoman otoksen t-testillä, koska tarkasteltavien ryhmien aineisto koostui toisistaan riippumattomien koulutettavien ohjaajien lentotehtävien arvioinneista. Vertailuryhmän koulutettavien ohjaajien ilmataistelukoulutus toteutettiin ennen lennonopettajille annettua päätöksentekokoulutusta, ja koeryhmän koulutettavien ohjaajien ilmataistelukoulutus toteutettiin päätöksentekokoulutuksen jälkeen. Levenen testillä selvitettiin, voidaanko kahden riippumattoman otoksen t-testissä käyttää oletusta yhtä suurista variansseista vai erisuurista variansseista. Havainnointi- ja lentotehtävien arviointiaineistoissa otoskoko oli yli neljäkymmentä, joten tässä tutkimuksessa t-testejä voitiin käyttää normaalijakaumasta poikkeavien aineistojen tarkasteluun [58, p. 185] [59, pp. 160 - 165, 169 - 172].

Oppimiskyselyn kysymysten johdonmukaisuutta tarkasteltiin määrittämällä samaa aihetta käsittelevien kysymysten korrelaatio. Korrelaation voimakkuus selvitettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella [57, pp. 521 - 522]. Lisäksi selvitettiin, eroaako korrelaatiokertoimen arvo tilastollisesti merkitsevästi nolasta.

Tutkimuksessa käytettiin seuraavia yleisesti hyväksytyjä merkitsevyytasoja ja ilmauksia tulosten tilastollisesta merkitsevyydestä [58, p. 177] [59, p. 135]:

- Ei merkitsevä ( $p > 0,05$ )
- Melkein merkitsevä ( $p < 0,05$ )
- Merkitsevä ( $p < 0,01$ )
- Erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ )

Avoimilla kysymyksillä kerätty aineisto analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä. Analyysissa avoimet vastaukset pelkistettiin sekä luokiteltiin sisällön mukaan ala- ja yläluokkiin ja edelleen yhteen pääluokkaan [60, pp. 218 - 221], joka oli päätöksentekokoulutuksen hyödyntäminen lentokoulutuksessa.

### 5.1. Lennonopettajien tyytyväisyyskysely

Tyytyväisyyskyselyllä (luku 4.4) selvitettiin lennonopettajien välitön reaktio päätöksentekokoulutukseen. Päätöksentekokoulutus toistettiin kolme kertaa, jotta kaikki kutsutut 26 ilmataisteluopettajaa pääsivät osallistumaan koulutukseen (luku 4.3). Tyytyväisyyskysely esitettiin kahden ensimmäisen päätöksentekokoulutuksen kaikille osallistujille eli yhteensä 22 henkilölle. Vastaajien osallistumisprosentti oli 100. Korkean vastausaktiivisuuden ja positiivisen palautteen takia tyytyväisyyskyselyä ei nähty tarpeelliseksi toistaa enää viimeisessä koulutustilaisuudessa, johon osallistui neljä henkilöä.

Tyytyväisyyskyselyssä osallistujat ilmaisivat tyytyväisyytensä päätöksentekokoulutukseen viisiportaisella Likert-asteikolla. Lennonopettajien tyytyväisyyskyselyn tulokset on esitetty taulukossa 7. Kaikki vastaajat suosittelivat koulutusta vastaavissa tehtävissä toimiville lennonopettajille (M=5,00; SD=0,00). Lisäksi kaikki vastaajat olivat täysin tai osittain samaa mieltä loipuista viidestä väittämästä (minimi 4; maksimi 5). Yleisesti päätöksentekokoulutukseen oltiin kokonaisuutena tyytyväisiä (M=4,86; SD=0,35). Samoin lähes kaikki vastaajat olivat samaa mieltä siitä, että koulutus oli mielenkiintoinen (M=4,86; SD=0,35). Myös koulutustilaisuuden järjestelyjä pidettiin onnistuneina (M=4,77; SD=0,43) ja koulutusta hyödyllisenä (M=4,64; SD=0,49). Lisäksi koulutettavat kokivat oppineensa uutta osallistuessaan koulutukseen (M=4,55; SD=0,51).

Taulukko 7. Lennonopettajien tyytyväisyyskyselyn tulokset. Min=minimi, Max=maksimi, M=keskiarvo, SD=keskihajonta, N=22.

Väittämä	Min	Max	M	SD
1. Koulutustilaisuuden järjestelyt olivat onnistuneet.	4	5	4,77	0,43
2. Koulutus oli mielestäni mielenkiintoinen.	4	5	4,86	0,35
3. Opin uutta osallistuessani koulutukseen.	4	5	4,55	0,51
4. Koulutus oli mielestäni hyödyllinen.	4	5	4,64	0,49
5. Suosittelisin koulutusta vastaavissa tehtävissä toimiville lennonopettajille.	5	5	5,00	0,00
6. Olen tyytyväinen koulutukseen kokonaisuutena.	4	5	4,86	0,35

Tyytyväisyyskyselyssä vastaajia aktivoitiin avoimeen palautteeseen saatesanoilla: ”Mitä muuta palautetta haluaisit antaa koulutuksesta?” Vapaamuotoisten vastausten perusteella koulutusta pidettiin onnistuneena, mielenkiintoisena, avartavana ja ytimekkäänä. Päätöksentekokoulutuksen hyödyntäminen lentokoulutuksessa nousi sisällönanalyysin perusteella tulosten keskeiseksi pääluokaksi. Osa vastaajista toivoi koulutuksen sisällyttämistä lennonopettajakoulutukseen. Toisaalta päätöksentekokoulutusta ehdotettiin myös yleiseksi lennonopettajien ammattitaidon kehittämisen koulutukseksi, koska lennonopettajille järjestetään suhteellisen vähän koulutustilaisuuksia, jotka käsittelevät puhtaasti opettamisen kehittämistä. Kehittämisehdotuksena esitettiin myös päätöksentekokoulutuksen jalostamista käytännön ohjeeksi laatimalla Lennonopettajan käsikirja.

Yhteenvetona voidaan todeta, että lennonopettajien välitön reaktio päätöksentekokoulutukseen oli tyytyväisyyskyselyn perusteella kauttaaltaan erittäin positiivinen. Kaikki vastaajat olivat niin tyytyväisiä koulutukseen, että suosittelisivat koulutusta toisille lennonopettajille. Tämä loi hyvät edellytykset lennonopettajien oppimiselle, jota mitattiin oppimiskyselyillä. Oppimiskyselyjen tuloksia käsitellään luvussa 5.2.

## **5.2. Lennonopettajien oppimiskyselyt**

Oppimiskyselyillä selvitettiin päätöksentekokoulutuksen aiheuttamaa muutosta lennonopettajien tiedoissa (luku 4.5). Sama kysely esitettiin kahdesti. Ensimmäinen oppimiskysely toteutettiin välittömästi päätöksentekokoulutuksen jälkeen ja siihen vastasi 26 henkilöä. Ensimmäisen oppimiskyselyn vastaajien osallistumisprosentti oli 100. Kysely toistettiin neljä kuukautta myöhemmin oppimisvaikutuksen pysyvyyden selvittämiseksi. Toiseen oppimiskyselyyn vastasi 22 henkilöä. Toisen oppimiskyselyn vastaajien osallistumisprosentti oli 85 (22 / 26).

Oppimiskyselyssä osallistujat arvioivat päätöksentekokoulutuksen seurauksena tapahtunutta tiedon lisäämistä viisiportaisella asteikolla. Lennonopettajien ensimmäisen ja toisen oppimiskyselyn tulokset on esitetty taulukossa 8. Tulosten perusteella päätöksentekokoulutus lisäsi lennonopettajien tietoa hyvin paljon ( $M \approx 4$ ) CDM-menetelmästä ja melko paljon ( $M \approx 3$ ) informaation prosessoinnista, päätöksentekopisteistä, mentaalimalleista ja tilannetietoisuudesta. Keskiarvojen perusteella koulutus lisäsi osallistujien tietoa eniten CDM-menetelmästä (1. kysely  $M=4,27$ ;  $SD=0,67$  ja 2. kysely  $M=3,95$ ;  $SD=0,65$ ) ja sen hyödyntämisestä lentotehtävän läpikäynnissä (1. kysely  $M=4,00$ ;  $SD=0,89$  ja 2. kysely  $M=3,91$ ;  $SD=0,68$ ). Seuraavaksi eniten lisääntyi lennonopettajien ymmärrys päätöksentekopisteiden merkityksestä oppimiseen (1. kysely  $M=3,46$ ;  $SD=1,07$  ja 2. kysely  $M=3,50$ ;  $SD=0,74$ ), joka lisääntyi enemmän kuin opettajien tiedot ilmataistelun päätöksentekopisteistä (1. kysely  $M=3,00$ ;  $SD=1,02$  ja 2. kysely  $M=3,27$ ;  $SD=0,77$ ). Keskiarvojen perusteella päätöksentekokoulutus lisäsi lennonopettajien tietoa vähiten tilannetietoisuuden merkityksestä ilmataistelussa (1. kysely  $M=2,69$ ;  $SD=0,74$  ja 2. kysely  $M=2,68$ ;  $SD=0,57$ ) ja päätöksenteossa (1. kysely  $M=2,92$ ;  $SD=0,98$  ja 2. kysely  $M=2,86$ ;  $SD=0,71$ ).

Taulukko 8. Lennonopettajien ensimmäisen ja toisen oppimiskyselyn tulokset. M=keskiarvo, SD=keskihajonta, ensimmäisen oppimiskyselyn N=26, toisen oppimiskyselyn N=22.

Kysymys	1. oppimiskysely		2. oppimiskysely	
	M	SD	M	SD
1. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi ihmisen päätöksentekoprosessista?	3,15	0,67	3,14	0,89
2. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi ihmisen ilmataisteluun liittyvästä päätöksentekoprosessista?	3,08	0,80	3,32	0,72
3. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi ilmataistelun tilannetietoisuudesta?	2,69	0,74	2,68	0,57
4. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi tilannetietoisuuden merkityksestä päätöksenteossa?	2,92	0,98	2,86	0,71
5. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi ilmataistelun päätöksentekopisteistä?	3,00	1,02	3,27	0,77
6. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi päätöksentekopisteiden merkityksestä oppimisessa?	3,46	1,07	3,50	0,74
7. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi ilmataistelun mentaalimalleista?	3,23	1,03	3,18	1,01
8. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi mentaalimallien merkityksestä päätöksenteossa?	3,15	0,97	3,23	0,81
9. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoaasi CDM-menetelmän hyödyntämisestä lentotehtävän läpikäynnissä?	4,00	0,89	3,91	0,68
10. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi CDM-menetelmästä?	4,27	0,67	3,95	0,65

Päätöksentekokoulutuksen oppimisvaikutusta voidaan pitää pysyvänä, koska kaksisuuntaisen toistomittausten varianssianalyysin perusteella lennonopettajien oppimistulokset eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ensimmäisen ja neljä kuukautta myöhemmin suoritetun toisen oppimiskyselyn välillä ( $F_{1,21}=0.00$ ;  $p>0,05$ ). Kahden oppimiskyselyn yhdistettyjä keskiarvoja tarkasteltaessa yksittäisten kysymysten vastausten välillä löytyi kuitenkin tilastollisesti erittäin merkitseviä eroja ( $F_{9,13}=9.99$ ;  $p<0,001$ ). Taulukossa 9 esitettyjen Tukeyn testin tulosten perusteella CDM-menetelmää käsittelevien vastausten (kysymykset 9 ja 10) keskiarvojen erojen merkitsevyys oli tilastollisesti suurin. Seuraavaksi suurin merkitsevyys ilmeni tilannetietoisuutta käsittelevissä vastauksissa (kysymykset 3 ja 4). Lisäksi päätöksentekopisteiden merkitystä oppimisessa käsitelleen kuudennen kysymyksen vastausten merkitsevyys oli korkeampi loppuihin kysymyksiin verrattuna.

Taulukko 9. Tukeyn testin p-arvot oppimiskyselyn yksittäisten kysymysten parivertailuissa, joissa ensimmäisen ja toisen kyselyn kysymyskohtaiset tulokset on yhdistetty samaan ryhmään. Ensimmäisen rivin numerot 2 - 10 ja ensimmäisen sarakkeen numerot 1 - 9 viittaavat oppimiskyselyn kysymysten numeroihin (taulukko 8),  $p$ =p-arvo.

Kysymys	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,261	<0.001***	0.086	1.000	0.013*	0.576	0.598	<0.001***	<0.001***
2		<0.001***	<0.001***	0.365	0.062	0.862	0.853	<0.001***	<0.001***
3			0.104	0.009**	<0.001***	0.003**	0.003**	<0.001***	<0.001***
4				0.057	<0.001***	0.059	<0.050*	<0.001***	<0.001***
5					0.008**	0.611	0.529	<0.001***	<0.001***
6						0.061	0.029	0.005**	<0.001***
7							1.000	<0.001***	<0.001***
8								<0.001***	<0.001***
9									0.042*

\* Melkein merkitsevä ( $p<0,05$ ); \*\* Merkitsevä ( $p<0,01$ ); \*\*\* Erittäin merkitsevä ( $p<0,001$ )

Oppimiskyselyn kutakin aihealuetta käsiteltiin kahdella eri kysymyksellä. Taulukossa 10 on esitetty ensimmäisen oppimiskyselyn samaa aihetta käsittelevien kysymysten Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin ja sen nolosta poikkeavuuden testauksen p-arvo. Korrelaatio [57, pp. 521 - 522] [205, pp. 206 - 207] oli erittäin voimakas ja tilastollisesti erittäin merkitsevä mentaalimalleja käsittelevien kysymysten välillä ( $r_s=0,86$ ;  $p<0,001$ ). Päätöksentekopisteitä ( $r_s=0,70$ ;  $p<0,001$ ), tilannetietoisuutta ( $r_s=0,69$ ;  $p<0,001$ ) ja CDM-menetelmää ( $r_s=0,61$ ;  $p=0,001$ ) käsittelevien kysymysten osalta korrelaatio oli voimakas ja tilastollisesti erittäin merkitsevä. Lisäksi korrelaatio oli kohtalainen ja tilastollisesti merkitsevä informaation prosessointia käsittelevien kysymysten välillä ( $r_s=0,59$ ;  $p=0,002$ ). Vahvan positiivisen korrelaation perusteella oppimiskyselyn strukturoitujen kysymysten muotoilua voidaan pitää onnistuneena ja samaa aihealueita käsittelevien kysymysten tuloksia keskenään johdonmukaisina.

Taulukko 10. Ensimmäisen oppimiskyselyn samaa aihetta käsittelevien kysymysten Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin ja sen nolasta poikkeavuuden testauksen p-arvo.  $r_s$ =Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin,  $p$ =p-arvo,  $N=26$ .

Aihe	$r_s$	$p$
Informaation prosessointi, oppimiskyselyn kysymykset 1 - 2.	0,59 <sup>^</sup>	0,002 <sup>**</sup>
Tilannetietoisuus, oppimiskyselyn kysymykset 3 - 4.	0,69 <sup>^^</sup>	<0,001 <sup>***</sup>
Päätöksentekopisteet, oppimiskyselyn kysymykset 5 - 6.	0,70 <sup>^^</sup>	<0,001 <sup>***</sup>
Mentaalimallit, oppimiskyselyn kysymykset 7 - 8.	0,86 <sup>^^^</sup>	<0,001 <sup>***</sup>
CDM-menetelmä, oppimiskyselyn kysymykset 9 - 10.	0,61 <sup>^^</sup>	0,001 <sup>***</sup>

\* Melkein merkitsevä ( $p<0,05$ ); \*\* Merkitsevä ( $p<0,01$ ); \*\*\* Erittäin merkitsevä ( $p<0,001$ );  
<sup>^</sup> Kohtalainen korrelaatio ( $r_s>0,40$ ); <sup>^^</sup> Voimakas korrelaatio ( $r_s>0,60$ );  
<sup>^^^</sup> Erittäin voimakas korrelaatio ( $r_s>0,80$ )

Oppimiskyselyssä vastaajia aktivoitiin avoimeen palautteeseen saatesanoilla: ”Mitä muuta haluaisit kertoa päätöksentekokoulutuksen seurauksena tapahtuneesta oppimisesta?” Avoimen palautteen perusteella oppimista oli tapahtunut päätöksentekokoulutuksen seurauksena. Päätöksentekokoulutuksen hyödyntäminen lentokoulutuksessa nousi sisällönanalyysin perusteella tulosten keskeiseksi pääluokaksi. Yleisesti CDM-menetelmää pidettiin hyvänä tapana tarkastella oppimista. Erään vastaajan mukaan CDM-menetelmän avaaminen myös auttoi oman opettamisen tarkastelemista suhteessa koulutustavoitteisiin. Lisäksi tiedon lisääminen päätöksentekopisteistä ja päätöksentekoperusteista edisti lennonopettajien asiantuntijuuden kehittämistä. Eräs vastaaja totesi: ”Nyt pureuduttiin (muodollista lennonopettajakoulutusta) syvemmälle aiheeseen ja erityisesti päätöksentekoperusteisiin, joita ei juurikaan ole avattu missään aiemmin.”

Päätöksentekokoulutuksen hyödyntämistä ideoitiin laajennettavaksi lentokoulutuksessa eri kohderyhmille suunnattujen opetustilaisuuksien avulla. Ensimmäisen kohderyhmän muodostivat koulutettavat ohjaajat, joiden päätöksenteko ja ymmärrys lentotehtävän läpikäynnin sekä päätöksenteon arvioinnin merkityksestä voisi kehittyä päätöksentekokoulutuksen avulla. Toinen useissa palautteissa mainittu kohderyhmä oli valmiit lennonopettajat. Opettajat voisivat hyötyä ajoittain järjestettävistä kertauskoulutuksista, jotka käsittelevät lennonopettamista, päätöksentekoa ja sen arvioimista. Kolmannen kohderyhmän muodostivat yleisesti Ilmavoimien ohjaajat. He voisivat kehittää informaation prosessointiaan päätöksentekokoulutuksen avulla.



Muutamilla osallistujilla oli entuudestaan kattavaa tietoa osasta päätöksentekokoulutuksen aihepiiristä. Nämä osallistujat pitivät oppimiskyselyn kysymyksenasettelua haastavana siltä osin, kuinka paljon päätöksentekokoulutus lisäsi vastaajan tietoa käsiteltävästä asiasta. Vastaajat arvioivat, että tiedon lisäämisen määrä riippuu vastaajan tiedon lähtötasosta ja valmiiksi kattavaa tietoa on haasteellista lisätä yhtä paljon kuin suppeaa tietoa. Kaikki osallistujat kuitenkin kokivat päätöksentekokoulutuksen lisänneen tietoa. Myös ne osallistujat, joilla oli entuudestaan kattavaa tietoa, pitivät koulutuksen sisältöä tarpeellisena ja kertoivat oppineensa uutta päätöksenteon käsitteellistämistä käytännön esimerkkien avulla. ”Olen käyttänyt vastaavaa tekniikkaa opetuksessa jo pitkään, mutta tämän koulutuksen perusteella osaan laajentaa käyttämäni metodia ja saada aikaan tehokkaampaa oppimista oppilailteni”, kirjoitti eräs vastaaja.

Yhteenvedona voidaan todeta, että päätöksentekokoulutus lisäsi lennonopettajien tietoa päätöksenteosta ja sen arvioinnista ilmataistelukoulutuksessa. Tieto lisääntyi hyvin paljon CDM-menetelmästä ja sen käyttömahdollisuuksista lentotehtävän läpikäynnissä. Lisäksi päätöksentekokoulutus lisäsi opettajien tietoa melko paljon päätöksenteosta, tilannetietoisuudesta ja mentaalimalleista – eli päätöksentekoon vaikuttavasta dynaamisesta ja staattisesta tiedosta. Positiiviset oppimistulokset loivat hyvät edellytykset lennonopettajien käyttäytymisen muutokselle, jota mitattiin havainnoimalla. Havainnoinnin tuloksia käsitellään luvussa 5.3.

### 5.3. Lennonopettajien käyttäytymisen havainnointi

Lennonopettajien toteuttaman koulutettavien päätöksenteon arvioinnin kehitystä selvitettiin havainnoimalla. Ensin selvitettiin nykytila havainnoimalla lennonopettajien käyttäytymistä vertailuryhmän lentotehtävien läpikäynneissä (luku 4.2). Vuotta myöhemmin havainnoitiin lennonopettajien käyttäytymistä koeryhmän läpikäynneissä päätöksentekokoulutuksen aiheuttaman muutoksen selvittämiseksi (luku 4.6). Läpikäyntejä havainnoitiin vertailuryhmän osalta yhteensä 41 kappaletta ja koeryhmän osalta yhteensä 56 kappaletta. Samat koulutetut havainnoijat keräsivät tiedot vertailu- ja koeryhmien läpikäynneistä hyödyntäen yhtenäistä havainnointilomakepohjaa (liite 4).

Taulukossa 11 on esitetty lennonopettajien käyttäytymisen havainnoinnin tulokset. Tulosten perusteella vertailuryhmän läpikäynneissä käsiteltiin keskimäärin 6,46 päätöksentekopistettä ( $SD=2,35$ ). Päätöksentekopisteiden yhteydessä lennonopettajat selvittivät koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavaa staattista tietoa keskimäärin 2,39 kertaa ( $SD=1,79$ ). Dynaamista tietoa opettajat selvittivät puolestaan tilannetietoisuuden tason 1 osalta keskimäärin 2,63 kertaa ( $SD=1,59$ ) ja tilannetietoisuuden tason 2 osalta keskimäärin 0,80 kertaa ( $SD=0,90$ ). Vertailuryhmän läpikäynneissä koulutettavien tason 3 tilannetietoisuutta ei selvitetty yhtään kertaa.

Vertailuryhmän läpikäynneissä lennonopettajien toteuttaman koulutettavien päätöksenteon arvioinnin syvällisyyttä kuvaava CDM-suhde oli keskimäärin 0,95 (SD=0.46). Tämä tarkoittaa sitä, että lennonopettajat selvittivät päätöksentekopisteen yhteydessä keskimäärin vain yhtä koulutettavien tiedon tasoa neljästä mahdollisesta. Alhaisen keskiarvon perusteella joidenkin päätöksentekopisteiden yhteydessä ei selvitetty lainkaan koulutettavien päätöksentekoon vaikuttaneita tietoja. Tarkasteltaessa tuloksia on huomioitava, että koulutettavien tiedon tarkastelu yksittäisen päätöksentekopisteen yhteydessä on voinut olla esitettyä keskiarvoa syvällisempää. Toisaalta alhaisen CDM-suhteen perusteella tämä tarkoittaisi sitä, että yksittäisen päätöksentekopisteen syvällisen tarkastelun lisäksi lennonopettajat ovat jättäneet koulutettavien päätöksentekoon vaikuttaneet tiedot kokonaan tarkastelematta useiden päätöksentekopisteiden yhteydessä.

Koeryhmän läpikäynneissä lennonopettajien toteuttama koulutettavien tiedon tarkastelu lisääntyi tilastollisesti erittäin merkitsevästi vertailuryhmään verrattuna (taulukko 11). CDM-suhde nousi 115,8 prosenttia arvoon 2,05 (SD=0,45) samalla, kun tarkasteltujen päätöksentekopisteiden lukumäärässä (M=6,20; SD=2,02) ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta. Tulosten muutos oli kaikkein suurinta dynaamisen tiedon tarkastelun osalta. Koeryhmän läpikäynneissä lennonopettajat selvittivät päätöksentekopisteiden yhteydessä koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavaa tason 1 tilannetietoisuutta keskimäärin 5,54 kertaa (SD=2,10), tason 2 tilannetietoisuutta keskimäärin 2,95 kertaa (SD=1,88) ja tason 3 tilannetietoisuutta keskimäärin 0,27 kertaa (SD=0,55). Koeryhmässä tason 1 tilannetietoisuuden tarkastelu lisääntyi 110,6 prosenttia vertailuryhmään verrattuna. Tason 2 tilannetietoisuuden tarkastelu lisääntyi jopa 268,8 prosenttia aikaisempaan verrattuna. Päätöksentekokoulutuksen seurauksena tapahtunut positiivinen muutos oli tilastollisesti erittäin merkitsevä tilannetietoisuuden tasojen 1 ja 2 osalta. Lisäksi tason 3 tilannetietoisuuden tarkastelu lisääntyi merkitsevästi, mutta muutosprosenttia ei voitu määrittää, koska vertailuryhmässä tason 3 tilannetietoisuutta ei tarkasteltu yhtään kertaa. Koeryhmän läpikäynneissä yhteensä 13 kertaa toteutettua tason 3 tilannetietoisuuden tarkastelua voidaan pitää merkittävänä tuloksena. Koeryhmässä myös koulutettavien päätöksiin vaikuttavaa staattista tietoa selvitettiin huomattavasti aiempaa enemmän (M=3,90; SD=2,92). Staattisen tiedon tarkastelu lisääntyi 63 prosenttia vertailuryhmään verrattuna. Tulosten perusteella voidaan todeta, että lennonopettajien käyttäytyminen lentotehtävien läpikäynneissä kehittyi erittäin positiivisesti päätöksentekokoulutuksen seurauksena. Opettajat tarkastelivat koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavia tietoja merkittävästi aiempaa syvällisemmin.

Taulukko 11. Lennonopettajien toteuttama koulutettavien päätöksenteon arviointi keskeisten päätöksentekopisteiden yhteydessä vertailu- ja koeryhmän lentotehtävien läpikäynneissä sekä ryhmien välisen t-testin tulokset. M=keskiarvo, SD=keskihajonta,  $t$ =t-testisuure,  $p$ =p-arvo,  $\Delta M$ =keskiarvon muutos vertailuryhmästä koeryhmään prosentteina, vertailuryhmän N=41, koeryhmän N=56.

Koulutettavien päätöksenteon arviointi	Vertailuryhmä		Koeryhmä		$t$	$p$	$\Delta M$
	M	SD	M	SD			
Päätöksentekopisteet	6,46	2,35	6,20	2,02	0,574	0,569	-4,0%
Staattinen tieto	2,39	1,79	3,90	2,92	-3,140	0,003**	63,0 %
Tilannetietoisuuden taso 1	2,63	1,59	5,54	2,10	-6,724	<0.001***	110,6 %
Tilannetietoisuuden taso 2	0,80	0,90	2,95	1,88	-6,606	<0.001***	268,8 %
Tilannetietoisuuden taso 3	0,00	0,00	0,27	0,55	-3,130	0,003**	x
CDM-suhde	0,95	0,46	2,05	0,45	-12,629	<0.001***	115,8 %

\* Melkein merkitsevä ( $p<0,05$ ); \*\* Merkitsevä ( $p<0,01$ ); \*\*\* Erittäin merkitsevä ( $p<0,001$ )

x Muutosprosenttia ( $\Delta M$ ) ei voi määrittää, koska lähtötaso 0 (frekvenssi vertailuryhmässä 0 ja koeryhmässä 13)

Taulukossa 12 on esitetty lentotehtävien läpikäyntien yleisarvioiden tulokset. Myös nämä tulokset tukivat näkemystä, jonka mukaan koulutettavien tietojen tarkastelu syveni päätöksentekokoulutuksen seurauksena. Yleisarvion toisen väittämän mukaan lentotehtävän läpikäynti aktivoi koulutettavia oman osaamisen syvälliseen tarkasteluun. Kyseisen väittämän keskiarvo oli vertailuryhmän läpikäynneissä 2,71 (SD=0,75) ja koeryhmän läpikäynneissä 3,78 (SD=0,76), joten koulutettavien aktivointi osaamisen syvälliseen tarkasteluun lisääntyi 39,5 prosenttia. Päätöksentekokoulutuksen seurauksena tapahtunut positiivinen muutos oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Koeryhmän läpikäyntien yleisarvioiden keskiarvot kohosivat myös muiden arviointikohtien osalta noin yhdeksän prosenttia, mutta muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 12. Vertailu- ja koeryhmän lentotehtävien läpikäyntien yleisarvioiden sekä ryhmien välisen t-testin tulokset. M=keskiarvo, SD=keskihajonta,  $t$ =t-testisuure,  $p$ =p-arvo,  $\Delta M$ =keskiarvon muutos vertailuryhmästä koeryhmään prosentteina, vertailuryhmän  $N=41$ , koeryhmän  $N=56$ .

Lentotehtävien läpikäyntien yleisarviot	Vertailuryhmä		Koeryhmä		$t$	$p$	$\Delta M$
	M	SD	M	SD			
1. Tarkastelun suuntaaminen keskeisiin päätöksentekopisteisiin.	3,66	0,73	4,00	0,89	-1,971	0,056	9,3 %
2. Koulutettavien aktivointi osaamisen syvälliseen tarkasteluun.	2,71	0,75	3,78	0,76	-7,591	<0.001***	39,5 %
3. Kannustaminen tilannetietoisuuden monipuoliseen tarkasteluun.	2,85	0,99	3,12	0,78	-1,337	0,189	9,5 %

\* Melkein merkitsevä ( $p<0,05$ ); \*\* Merkitsevä ( $p<0,01$ ); \*\*\* Erittäin merkitsevä ( $p<0,001$ )

Yhteenvedona voidaan todeta, että lennonopettajien käyttäytyminen lentotehtävien läpikäynneissä kehittyi erittäin positiivisesti päätöksentekokoulutuksen seurauksena. Koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavaa dynaamista sekä staattista tietoa tarkasteltiin aiempaa useammin ja koulutettavia aktivoitiin oman osaamisen syvälliseen tarkasteluun aiempaa enemmän. Tämä loi hyvät edellytykset koulutettavien tiedollisten valmiuksien ja suoriutumisen kehittymiselle, joita selvitettiin tarkastelemalla lentotehtävien arviointeja. Lentotehtävien arviointien tarkastelun tuloksia käsitellään luvussa 5.4.

#### 5.4. Koulutettavien lentotehtävien arviointien tarkastelu

Koulutettavien ohjaajien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa selvitettiin tarkastelemalla vertailu- ja koeryhmän lentotehtävien arviointeja. Tarkasteluun otettiin keskenään samansisältöisten ilmataistelulentojen arvioinnit, joita oli vertailuryhmän osalta yhteensä 372 kappaletta ja koeryhmän osalta yhteensä 402 kappaletta. Koulutettavien tiedollisia valmiuksia arvioitiin tilannetietoisuuden arvosanojen perusteella ja suoriutumista arvioitiin kokonaisarvosanojen perusteella (luku 4.7). Koeryhmän ilmataistelukoulutuksen tilannetietoisuuden arvosanoja ja kokonaisarvosanoja verrattiin vertailuryhmän arvosanoihin lennonopettajille annetun päätöksentekokoulutuksen lopullisen vaikuttavuuden selvittämiseksi. Lentotehtävien arviointiaineiston tulosten erivarianssisuus todettiin Levenen testillä, joten vertailussa käytettiin erivarianssisuuden olettavaa kahden riippumattoman otoksen t-testiä.

Taulukossa 13 on esitetty lentotehtävien arviointien tarkastelun tulokset. Koeryhmän ilmataistelulentojen arvosanat nousivat tilastollisesti merkitsevästi vertailuryhmään verrattuna. Vertailuryhmän tilannetietoisuuden arvosanojen keskiarvo oli 3,76 (SD=0,63) ja koeryhmän tilannetietoisuuden arvosanojen keskiarvo oli 3,88 (SD=0,60), joten ilmataistelukoulutuksen tilannetietoisuuden arvosanojen keskiarvo nousi 3,2 prosenttia. Vertailuryhmän kokonaisarvosanojen keskiarvo oli 4,00 (SD=0,78) ja koeryhmän kokonaisarvosanojen keskiarvo oli 4,16 (SD=0,79), joten ilmataistelukoulutuksen kokonaisarvosanojen keskiarvo nousi 4 prosenttia. Lisäksi korkeinta mahdollista lennonaikaista suoriutumista kuvaava kokonaisarvosana 5 saavutettiin vertailuryhmässä noin joka neljännellä ilmataistelulennolla (97 / 372 lentoa; 26,1 %) ja koeryhmässä noin joka kolmannella ilmataistelulennolla (147 / 402 lentoa; 36,6 %). Yhteenvetona voidaan todeta, että koulutettavien ohjaajien tiedolliset valmiudet ja suoriutuminen ilmataistelukoulutuksessa kehittyivät positiivisesti päätöksentekokoulutuksen seurauksena.

Taulukko 13. Vertailu- ja koeryhmän ilmataistelukoulutuksen lentotehtävien arviointien tilannetietoisuuden arvosanat ja kokonaisarvosanat sekä ryhmien välisen t-testin tulokset. M=keskiarvo, SD=keskihajonta,  $t$ =t-testisuure,  $p$ =p-arvo,  $\Delta M$ =keskiarvon muutos vertailuryhmästä koeryhmään prosentteina, vertailuryhmän N=372, koeryhmän N=402.

Koulutettavien lentotehtävien arviointien tarkastelu	Vertailuryhmä		Koeryhmä		$t$	$p$	$\Delta M$
	M	SD	M	SD			
Tilannetietoisuuden arvosanat	3,76	0,63	3,88	0,60	-2,603	0,009**	3,2 %
Kokonaisarvosanat	4,00	0,78	4,16	0,79	-2,911	0,004**	4,0 %

\* Melkein merkitsevä ( $p < 0,05$ ); \*\* Merkitsevä ( $p < 0,01$ ); \*\*\* Erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ )

## 5.5. Tulosten yhteenveto

Tässä luvussa kuvattiin tutkimuksessa toteutetun kenttäkokeen tulokset. Luvussa vastattiin tutkimuksen neljänteen alakysymykseen: Miten lennonopettajille annettu päätöksenteon ja sen arvioinnin koulutus kehittää lennonopettajien tietoja ja käyttäytymistä sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa? Yhteenvetona voidaan todeta, että lennonopettajien tiedot ja käyttäytyminen sekä koulutettavien tiedolliset valmiudet ja suoriutuminen ilmataistelukoulutuksessa kehittyivät positiivisesti lennonopettajille annettu päätöksenteon ja sen arvioinnin koulutuksen seurauksena. Päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta ja tutkimustulosten merkitystä osana ilmataistelukoulutusta tarkastellaan tarkemmin luvussa 6.

## 6. DISKUSSIO

Tässä luvussa tarkastellaan päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta ilmataistelukoulutuksessa ja tutkimustulosten merkitystä laajemmassa sotatieteellisessä kontekstissa. Ensin esitellään tutkimustulosten yhteenveto ja verrataan saatuja tuloksia aikaisempiin tutkimuksiin. Tämän jälkeen käsitellään tutkimustulosten luotettavuutta. Lopuksi tarkastellaan jatkotutkimustarpeita. Luku vastaa tutkimuksen pääkysymykseen: Millainen on lennonopettajille annetun päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuus ilmataistelukoulutuksessa?

### 6.1. Päätöksenteon arvioinnin kehittäminen ilmataistelukoulutuksessa

Tässä pitkittäistutkimuksessa toteutettiin kenttäkoe (luku 4), jossa tutkimukseen osallistuneille lennonopettajille järjestettiin lyhyt päätöksentekokoulutus (luku 4.3). Kenttäkokeessa tarkasteltiin lennonopettajien toimintaa lentotehtävän läpikäynneissä ja arvioitiin koulutettavien ohjaajien suoriutumista BAE Systems Hawk -suihkuharjoituskoneilla suoritetuilla ilmataistelulennoilla ennen ja jälkeen päätöksentekokoulutuksen. Koulutus keskittyi tiedon merkitykseen osana päätöksentekoa (luku 2) ja CDM-menetelmän hyödyntämiseen päätöksenteon arvioinnissa (luku 3.2). Päätöksentekokoulutuksessa hyödynnettiin tutkimuksessa konstruoitua ilmataistelun päätöksentekomallia (luku 2.4.2), jonka mukaan päätöksenteko ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa perustuu hyväksyttävän ratkaisuvaihtoehdon valintaan Recognition-Primed Decision (RPD) -mallia mukaillen. Päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuus selvitettiin Kirkpatrickin nelitasoisen arviointimallin avulla (luku 3.3).

Tutkimustulosten yhteenveto on esitetty kuvassa 22. Lennonopettajat olivat tyytyväisiä päätöksentekokoulutukseen, ja kaikki opettajat suosittelivat koulutusta toisille lennonopettajille (luku 5.1). Päätöksentekokoulutuksen seurauksena lennonopettajien tiedot päätöksenteosta ja sen arvioinnista kehittivät positiivisesti (luku 5.2). Koulutus lisäsi opettajien tietoa hyvin paljon CDM-menetelmästä ja melko paljon päätöksenteosta sekä dynaamisesta ja staattisesta tiedosta. Päätöksentekokoulutuksen oppimisvaikutus oli pysyvä, koska lennonopettajien oppimistulokset olivat samansuuntaiset kahden neljän kuukauden välein toistetun mittauksen perusteella. Lisäksi opettajat tuottivat ideoita päätöksentekokoulutuksen hyödyntämisestä lentokoulutuksen kokonaisvaltaisessa kehittämisessä.

Lennonopettajien toteuttama koulutettavien päätöksenteon arviointi kehittyi positiivisesti päätöksentekokoulutuksen seurauksena (luku 5.3). Lentotehtävien läpikäynneissä koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen tarkastelu lisääntyi merkittävästi ja koulutettavia aktivoitiin oman osaamisen syvälliseen tarkasteluun enemmän kuin ennen päätöksentekokoulutusta. Koulutettavien dynaamisen tiedon arviointi lisääntyi kaikkein eniten. Tilannetietoisuuden tasojen 1 ja 2 tarkastelu lisääntyi huomattavasti ja dynaamisen tiedon tarkastelu laajeni tilannetietoisuuden tasolle 3, jota ei tarkasteltu lainkaan ennen päätöksentekokoulutusta. Tämä loi hyvät edellytykset koulutettavien ohjaajien päätöksenteon kehittämiseksi, koska Endsleyn [206, pp. 270, 279 - 282] mukaan tehokas RPD-mallin mukainen päätöksenteko edellyttää päätöksentekijältä tasojen 2 ja 3 tilannetietoisuutta. Päätöksentekokoulutuksen seurauksena koulutettavien ohjaajien tiedolliset valmiudet ja suoriutuminen ilmataistelukoulutuksessa kehittyivätkin positiivisesti (luku 5.4). Näiden tulosten perusteella suositellaan päätöksentekokoulutuksen sisällyttämistä lennonopettajakoulutukseen, koulutettavien ohjaajien vaiheiden 2 - 4 lentokoulutukseen ja kokoneiden ohjaajien kertauskoulutukseen.

Yhteenvetona voidaan todeta, että päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuus oli positiivinen kaikilla arvioinnin tasoilla. Tätä tutkimusta voidaan pitää ainutlaatuisena, koska useista Kirkpatrickin mallia hyödyntävistä tutkimuksista [197, pp. 40 - 49] [54, p. 45] poiketen päätöksentekokoulutuksen arviointi toteutettiin onnistuneesti kaikilla Kirkpatrickin mallin tasoilla. Positiiviset tulokset kahdella ensimmäisellä tasolla aikaansaativat lennonopettajien toteuttaman koulutettavien päätöksenteon arvioinnin positiivisen kehityksen, joka puolestaan lisäsi koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja paransi heidän suoriutumistaan ilmataistelukoulutuksessa (kuva 22). Tulosten perusteella lyhyellä ja yksinkertaisella koulutuksella voidaan kehittää ohjaajien päätöksentekoperusteita ja suoriutumista kustannustehokkaasti. Tämän tutkimuksen tulokset ovat yhteneviä Lin ja Harrisin [64, p. 278] tutkimustulosten kanssa. Lisäksi tämän tutkimuksen tuloksia on mahdollista soveltaa kansainvälisesti [207]. Päätöksentekokoulutusta voidaan myös soveltaa laajemmin henkilöstön osaamisen kehittämiseen lisäämällä tietoa ja tehostamalla toimintaa kohdeorganisaation tarpeiden mukaisesti, koska tieto on osaamisen muodostumisen perusta [27, p. 57].

## Tutkimustulosten yhteenveto

### 1. Lennonopettajat olivat erittäin tyytyväisiä päätöksentekokoulutukseen.

- 1.1. Kaikki opettajat suosittelivat päätöksentekokoulutusta toisille lennonopettajille ( $M=5$ ; asteikko 1 - 5).
- 1.2. Opettajien mielestä päätöksentekokoulutus oli mielenkiintoinen ja koulutukseen oliin kokonaisuutena tyytyväisiä ( $M=4,86$ ).



### 2. Lennonopettajien tiedot päätöksenteosta ja sen arvioinnista kehittyivät positiivisesti.

- 2.1. Päätöksentekokoulutus lisäsi opettajien tietoa CDM-menetelmästä hyvin paljon ( $M\approx 4$ ; asteikko 1 - 5).
- 2.2. Päätöksentekokoulutus lisäsi opettajien tietoa päätöksenteosta sekä dynaamisesta ja staattisesta tiedosta melko paljon ( $M\approx 3$ ).
- 2.3. Päätöksentekokoulutuksen aikaansaama oppimisvaikutus oli pysyvä (4 kk välein toistetun mittauksen perusteella).
- 2.4. Lennonopettajat tuottivat ideoita päätöksentekokoulutuksen hyödyntämisestä lentokoulutuksen kokonaisvaltaisessa kehittämisessä.



### 3. Lennonopettajien toteuttama koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arviointi kehittyi erittäin positiivisesti.

- 3.1. Koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen tarkastelu lisääntyi erittäin merkittävästi ( $p<0,001$ ) lentotehtävien läpikäynnissä.
- 3.2. Koulutettavien tilannetietoisuuden tasojen 1 ja 2 tarkastelu lisääntyi erittäin merkittävästi ( $p<0,001$ ) lentotehtävien läpikäynnissä.
- 3.3. Koulutettavien dynaamisen tiedon tarkastelu laajeni erittäin merkittävästi ( $p<0,001$ ) tilannetietoisuuden tasolle 3.
- 3.4. Koulutettavien staattisen tiedon tarkastelu lisääntyi merkittävästi ( $p<0,01$ ) lentotehtävien läpikäynnissä.
- 3.5. Koulutettavien aktiivointi osaamisen syvälliseen tarkasteluun lisääntyi erittäin merkittävästi ( $p<0,001$ ) lentotehtävien läpikäynnissä.



### 4. Koulutettavien ohjaajien tiedolliset valmiudet ja suoriutuminen ilmatistelukoulutuksessa kehittyivät positiivisesti.

- 4.1. Koulutettavien ilmatistelulentojen tilannetietoisuuden arvosanat nousivat merkittävästi ( $p<0,01$ ).
- 4.2. Koulutettavien ilmatistelulentojen kokonaisarvosanat nousivat merkittävästi ( $p<0,01$ ).



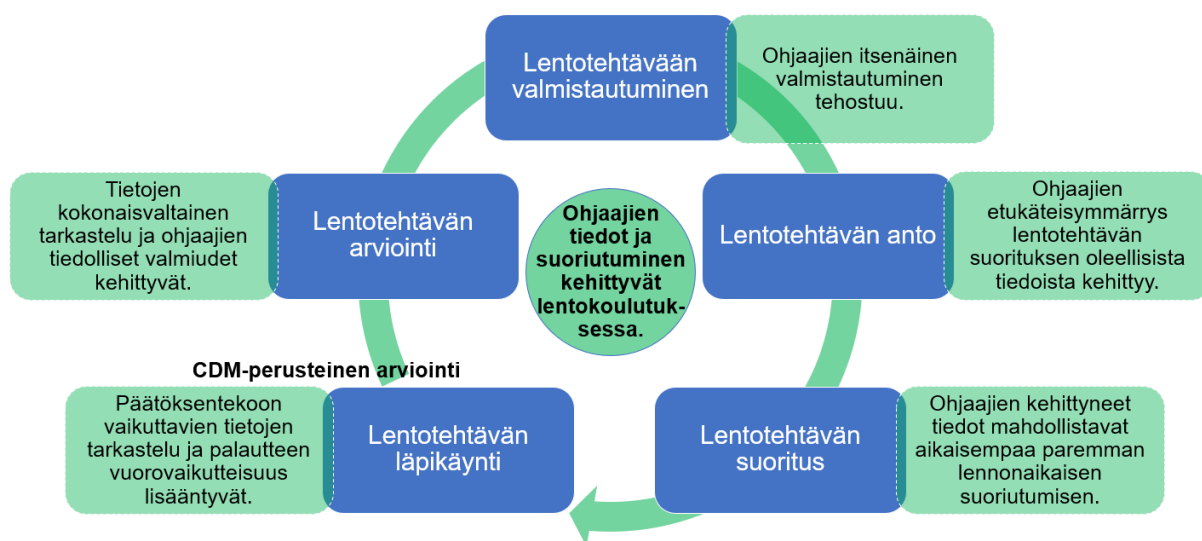
Tämän tutkimuksen perusteella CDM-menetelmän hyödyt lennonopetukseen olivat merkittäviä lennonopettajien soveltaessa menetelmää palautteen antamiseen lentotehtävien läpikäynneissä. Päätöksentekoon liittyvän palautteen on yleisesti havaittu kehittävän koulutettavien suoriutumista [93, pp. 107 - 108]. Oppimisen maksimoimiseksi palautteen tulee olla oikea-aikaista ja koulutettavalle oikein muotoiltua [92, pp. 93 - 94] [93, pp. 103 - 104] [38, pp. 5 - 8]. Lentokoulutuksessa palaute on lähes poikkeuksetta oikea-aikaista, koska lentotehtävän läpikäynti ja arviointi seuraavat viiveettä lentotehtävän suoritusta (luku 2.2). Oikein muotoiltu palaute puolestaan edellyttää opettajalta koulutettavan tietojen kokonaisvaltaista ymmärtämistä. Crandallin ja Getchell-Reiterin [99, p. 45] mukaan sairaanhoitajien ymmärrys hoidon arviointiin ja päätöksentekoon vaikuttavista tiedoista kasvoi merkittävästi CDM-menetelmän avulla. Myös Gazarianin ym. [98, p. 31] CDM-tutkimuksen mukaan potilaiden hoito parani sairaanhoitajien ymmärtäessä potilaita kokonaisvaltaisesti. Tämän tutkimuksen perusteella lennonopettaminen ja koulutettavien suoriutuminen kehittyivät ilmataistelukoulutuksessa, kun lennonopettajien ymmärrystä koulutettavien tiedoista kehitettiin CDM-menetelmän avulla.

Lentotehtävän läpikäynnissä voidaan tunnistaa CDM-menetelmää mukailevia piirteitä, koska läpikäynnissä todennetaan lennon keskeiset tapahtumat aikajanan ja erilaisten havainnollistamisvälineiden avulla [7, pp. 9 - 12]. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan puolestaan olettaa, että lennonopettajat tunnistavat luontaisesti valtaosan lentokoulutuksen keskeisistä päätöksentekopisteistä, mutta eivät aina ymmärrä niiden merkitystä koulutettavien oppimisen kannalta parhaalla mahdollisella tavalla. Tutkimustulosten perusteella läpikäynnissä käsiteltyjen päätöksentekopisteiden määrä oli samankaltainen ennen päätöksentekokoulutusta sekä sen jälkeen (luku 5.3), ja päätöksentekokoulutus lisäsi enemmän lennonopettajien yleistä ymmärrystä päätöksentekopisteiden merkityksestä oppimisessa kuin opettajien tietoja ilmataistelun päätöksentekopisteistä (luku 5.2).

CDM-menetelmää mukaillen toteutettua koulutettavien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämistä voidaan pitää tutkimuksen tärkeimpänä hyötynä lennonopettajille. Päätöksentekokoulutuksen seurauksena opettajien tiedot lisääntyivät eniten CDM-menetelmästä (luku 5.2). Opettajien tiedot puolestaan lisääntyivät vähiten tilannetietoisuudesta, mutta samanaikaisesti lennonopettajien toteuttama koulutettavien tilannetietoisuuden tarkastelu lisääntyi huomattavasti lentotehtävien läpikäynneissä (luku 5.3) ja koulutettavien tilannetietoisuuden arvosanat nousivat tilastollisesti merkitsevästi (luku 5.4). Voidaan siis olettaa, että lennonopettajilla oli valmiiksi vähintään kohtalaiset tiedot tilannetietoisuudesta, eikä päätöksentekokoulutus kehittänyt näin ollen opettajien tietoja tilannetietoisuudesta yhtä paljon kuin ennalta vieraammista aiheista, kuten CDM-menetelmästä. Päätöksentekokoulutuksessa lennonopettajat oppivat hyödyntämään avoimia kysymyksiä CDM-menetelmän viimeisen vaiheen, päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämisen, mukaisesti (luku 3.2.2). Päätöksentekokoulutuksen seurauksena lennonopettajien toteuttama koulutettavien päätöksenteon arviointi keskittyi aikaisempaa enemmän koulutettavien yksilöllisiin tietoihin. Tätä voidaan pitää arvioinnin merkittävänä parannuksena, koska Kleinin ym. [19, p. 466] mukaan päätöksentekopisteeseen liittyvien eri päätösvaihtoehtojen tunnistaminen ja arvioiminen riippuvat nimenomaan yksilön tiedoista.

Useiden tutkimusten mukaan opiskelijoiden huomioon ottaminen sekä avoin opettajan ja opiskelijan välinen vuorovaikutus edistävät oppimista [208, p. 87] [209, pp. 529 - 532]. Fussin [90, p. 95], Keräsen [7, pp. 12 - 13] ja Pyyhtisen [91, pp. 76 - 77] mukaan myös lentokoulutusta voidaan tehostaa aktivoimalla koulutettavia ohjaajia ja huomioimalla nämä yksilöinä aiempaa paremmin. Tässä tutkimuksessa lennonopettajien ja koulutettavien ohjaajien välinen vuorovaikutus lisääntyi CDM-perusteisissa lentotehtävien läpikäynneissä, koska koulutettavia aktivoitiin aiempaa enemmän (luku 5.3). Samansuuntaisesti Mansikan ym. [82, p. 8] mukaan CDM-menetelmän avulla voidaan lisätä vuorovaikutteisuutta ja rakentavaa keskustelua läpikäynneissä. Milleriä ja Millsiä [208, p. 87] mukaillen voidaan myös olettaa, että koulutettavat kokivat vuorovaikutteisen CDM-perusteisen arvioinnin (luku 3.2) nykynuorille tärkeänä ja oppimista edistävänä välittämisenä. Arvioinnin nykytilassa (luku 3.1) kuvattu opettajajohtoinen toteava arviointi saattaa puolestaan näyttäytyä opettajan välinpitämättömyytenä, joka Millerin ja Millsin [208, p. 87] mukaan heikentää koulutettavien oppimista.

Lentokoulutuksen tavoitteena on kehittää ohjaajista itsenäiseen päätöksentekoon kykeneviä asiantuntijoita [154, pp. 9 - 10] [7, pp. 12 - 13]. Asiantuntijuus edellyttää toistuvaa harjoittelua ja kehittyneitä tietoja [14, pp. 282 - 283] [159, pp. 151 - 156] [104, pp. 66 - 67] [157, pp. 988 - 991] [101, p. 180]. Lentokoulutuksen kustannustehokkuus paranee mitä nopeammin ja mitä vähemmällä lennoilla koulutettavien asiantuntijuus kehittyy riittävälle tasolle. Tämän tutkimuksen perusteella CDM-perusteinen päätöksenteon arviointi vaikuttaa kokonaisvaltaisesti kaikkiin lentotehtävän vaiheisiin mahdollistaen ohjaajien tietojen ja suoriutumisen kustannustehokkaan kehittämisen lentokoulutuksessa (kuva 23). Koulutettavien ohjaajien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen tarkastelu ja palautteen vuorovaikutteisuus lisääntyvät lentotehtävän läpikäynnissä CDM-perusteisen arvioinnin avulla. Myös koulutettavien tietojen kokonaisvaltainen tarkastelu kehittyy osana lentotehtävän arviointia ja kehittää edelleen koulutettavien tiedollisia valmiuksia. Tämän seurauksena koulutettavilla on aiempaa paremmat edellytykset valmistautua itsenäisesti tuleviin lentotehtäviin ja ymmärtää tehtävänannossa tulevan lentotehtävän suorituksen kannalta oleelliset tiedot. Kehittyneet tiedot mahdollistavat koulutettavien aikaisempaa paremman lennonaikaisen suoriutumisen, kuten myös Endsley [103, pp. 729 - 730] on todennut.



Kuva 23. CDM-perusteinen päätöksenteon arviointi vaikuttaa kokonaisvaltaisesti kaikkiin lentotehtävän vaiheisiin mahdollistaen ohjaajien tietojen ja suoriutumisen kustannustehokkaan kehittämisen lentokoulutuksessa.

Yleisesti vaikuttaa siltä, että kokonaisvaltainen CDM-perusteinen arviointi (luku 3.2) kehittää ohjaajien asiantuntijuutta ja valmistaa ohjaajia tulevaisuuden haasteisiin paremmin, kuin nykyinen päätöksen toimeenpanoon ja seurauksiin keskittyvä arviointi (luku 3.1). Jyrkösen [89, pp. 109 - 110] mukaan tulevaisuudessa ohjaajien informaation prosessointikyvyn kehittäminen on lentokoulutuksen tärkein tavoite, koska informaation määrä lisääntyy ja sen merkitys kasvaa lentokoulutuksessa. Myös Hanénin [210, p. 186] mukaan informaation prosessointi korostuu yleisesti dynaamisissa ja yllätyksellisissä päätöstilanteissa, jotka ovat myös ilmataistelulennolle tyypillisiä piirteitä [154, pp. 4, 10] [211, pp. 157 - 162] [9, p. 7]. Tämän tutkimuksen perusteella sekä Plantin ja Stantonin [95, pp. 2415 - 2417] [94, pp. 9 - 13] [96, p. 1247] mukaan ohjaajan informaation prosessointia voidaan kehittää tarkastelemalla päätösprosessia CDM-perusteisesti. Myös Smith-Jentschin ym. [177, p. 83] mukaan kokonaisvaltaisesti päätösprosessia tarkasteleva palaute lisää oppimista päätöksen seurauksiin keskittyvään palautteeseen verrattuna.

Ilmataistelukoulutuksesta saatujen positiivisten tulosten perusteella CDM-menetelmää suositellaan sovellettavan lentotehtävien läpikäynteihin yleisesti Puolustusvoimien lentokoulutuksessa liitteen 10 ohjeen mukaisesti. Lisäksi tämän tutkimuksen CDM-perusteista koeasetelmaa (luku 4.1) voidaan soveltaa laaja-alaisesti Puolustusvoimien eri toimintojen arviointiin ja kehittämiseen, koska CDM-menetelmää voidaan mukauttaa joustavasti tutkimustarpeen ja toimintaympäristön mukaan [48, pp. 13 - 14] [42, p. 136] [19, p. 468]. Lentokoulutuksesta saatujen kokemusten perusteella luontevinta olisi laajentaa tutkimusta myös muuhun Puolustusvoimien koulutustoimintaan. Tutkimuksen päätöksentekokoulutusta ja kysely- sekä havainnointilomakkeita voidaan soveltaa pienin muutoksin myös Puolustusvoimien operatiiviseen toimintaan, koska asevoimien operatiivinen suunnittelu ja johtaminen noudattavat RPD-mallin mukaista päätöksentekoa [212, pp. 90 - 91, 106 - 107] [213, p. 140] [20, pp. 287 - 289] [62, pp. 18 - 19] [214, pp. 199 - 200]. Lisäksi operatiivisessa suunnittelussa ja johtamisessa voidaan tunnistaa yhtymäkohtia Endsleyn [32, pp. 36, 60 - 61] tilannetietoisuuden kolmijakoon (luku 2.1.2). Operatiivisessa suunnittelussa käsitellään faktoreita, päätelmiä ja johtopäätöksiä [215, pp. 67 - 70] [216, p. 52], joiden analyysi perustuu suunnittelijoiden staattiseen ja dynaamiseen tietoon. Operatiivisessa johtamisessa hyödynnetään havaintojen perusteella päivittyvää dynaamista tietoa [212, p. 104] [217, pp. 51 - 52] [213, pp. 123 - 125].

CDM-menetelmää voidaan soveltaa myös laajemmin eri toimintaympäristöihin, koska useiden tutkimusten [140, p. 748] [98, p. 31] [214, p. 203] [99, pp. 50 - 51] mukaan käytännöllinen päätöksenteko perustuu yksilöllisiin tietoihin toimintaympäristöstä riippumatta. Henkilöstön tietoja ja asiantuntijuutta kehittämällä voidaan saavuttaa kilpailuetua eri aloilla [27, pp. 57, 70]. Päätöksentekoon vaikuttavien tietojen ymmärryksen lisääntyessä voidaan myös kehittää ihmisen ja teknologian välistä vuorovaikutusta [218, pp. 63 - 65] [219, pp. 124 - 125, 169 - 170] [165, pp. 38281 - 38282] [220, pp. 70 - 72]. Tässä tutkimuksessa ymmärrys koulutettavien ohjaajien päätöksentekoon vaikuttavista tiedoista lisääntyi, kun koulutettavien tietoja ja asiantuntijuutta kehitettiin CDM-perusteisen päätöksenteon arvioinnin avulla. Yhteenvetona voidaan todeta, että CDM-menetelmä on kustannustehokas, käytännönläheinen ja laaja-alaisesti sovellettava työkalu, jonka avulla kyetään kehittämään henkilöstölle annettavaa palautetta, lisäämään henkilöstön tietoja ja nopeuttamaan asiantuntijuuden kehittymistä. CDM-perusteisen päätöksenteon arvioinnin avulla voidaan tehostaa toimintaa, kehittää koulutusta sekä mahdollistaa esimerkiksi sotilaalliset ja taloudelliset voitot eri toimintaympäristöissä.

## **6.2. Luotettavuuden arviointi**

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arviointia sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmaistelukoulutuksessa. Tutkimus toteutettiin pitkittäistutkimuksena, jossa lennonopettajille annetun päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuutta selvitettiin tarkastelemalla lennonopettajien toimintaa lentotehtävän läpikäynneissä ja arvioimalla koulutettavien ohjaajien suoriutumista ilmatistelulennoilla ennen ja jälkeen päätöksentekokoulutuksen. Lennonopettajien käyttäytymistä havainnoitiin yhteensä 97:ssä läpikäynnissä ja koulutettavien suoriutumista arvioitiin yhteensä 774:llä lennolla. Kattava pitkittäisaineisto mahdollisti päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuuden luotettavan arvioinnin [56, p. 20].

Tutkimustulosten luotettavuus edellyttää korkeaa reliabiliteettia ja validiteettia. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimustulosten johdonmukaisuutta ja tarkkuutta [56, p. 22] [205, p. 30]. Validiteetti kuvaa sitä, mitataanko tutkimuksessa sen tavoitteen mukaisia asioita [57, p. 193] [205, p. 29] [58, p. 16]. Tutkimuksen validiteetti määräytyy paljolti aineistonhankinnan ja siinä käytettyjen menetelmien perusteella, kun taas reliabiliteettia voidaan tarkastella aineistonhankinnan jälkeen [57, pp. 428 - 429] [205, pp. 30, 187]. Tämän tutkimuksen aineistot hankittiin tyytyväisyys- ja oppimiskyselyiden, lennonopettajien käyttäytymisen havainnoinnin ja lentotehtävien arviointien tarkastelun avulla. Korkean validiteetin takaamiseksi kyselyissä (luvut 4.3 - 4.4) ja havainnoinnissa (luvut 4.2 ja 4.5) käytettiin tarkoin määriteltyjä käsitteitä ja huolellisesti suunniteltuja arviointiperusteita [201, pp. 20, 40 - 41] [57, pp. 358 - 361] [195, pp. 38 - 39] [196, pp. 8 - 12]. Kysely- ja havainnointilomakkeet testattiin ja niitä kehitettiin esitestauksen perusteella ennen tutkimusaineiston keräämistä [204, p. 8] [201, pp. 48 - 49] [202, pp. 96 - 99]. Lentotehtävien arviointilomakkeilta poimittiin koulutettavien suoriutumista ja dynaamisen tiedon tasoa kuvaavat arvosanat (luku 4.6). Lentotehtävien arviointien osalta validiteettia voidaan pitää korkeana, koska lennonopettajat täyttivät arviointilomakkeet virallisen lentokoulutuksen arviointimenettelyn mukaisesti (luku 2.2). Tutkimustulosten korkean validiteetin varmistamiseksi lentotehtävien arviointiaineiston perusteella ei tarkasteltu lainkaan staattista tietoa, koska sitä arvioidaan lentokoulutuksessa vain välillisesti osana lentotehtävään valmistautumista (luku 3.1).

Tämän tutkimuksen validiteettia voidaan pitää korkeana kattavasti perusjoukkoa edustavan otoksen ansiosta [205, p. 30]. Lentotehtävien arviointien osalta tutkimus kohdistui koko perusjoukkoon eli kaikkiin kahtena peräkkäisenä vuonna vaiheen neljä ilmataistelukoulutuksen suorittaneisiin koulutettaviin ohjaajiin. Lisäksi kolme kertaa toistettu päätöksentekokoulutus tavoitti kaikki tutkimuksen aikana ilmataistelukoulutukseen säännöllisesti osallistuneet ilmataisteluoopettajat.

Opettajien tyytyväisyys- ja oppimiskyselyjen korkea vastausaktiivisuus lisäsi tutkimustulosten validiteettia ja reliabiliteettia arvioinnin kahdella ensimmäisellä tasolla (luvut 5.1 - 5.2). Tutkimuksessa ei suoritettu lennonopettajien tietojen lähtötason testausta arvioinnin toisella tasolla, koska Kirkpatrickin ja Kirkpatrickin [45, p. 50] mukaan lähtötason testausta ei tarvita, kun opettavat tiedot ovat uusia. Toisaalta oppimiskyselyn perusteella muutamilla lennonopettajilla oli entuudestaan kattavaa tietoa osasta päätöksentekokoulutuksen aihepiiristä, mutta kaikki osallistujat kuitenkin kokivat päätöksentekokoulutuksen lisänneen tietoaan. Erityisesti CDM-menetelmä sisälsi paljon uutta tietoa lennonopettajille, minkä myös kahden oppimiskyselyn strukturoidut ja avoimet vastaukset vahvistivat (luku 5.2). Päätöksentekokoulutuksen tavoitteena oli lisätä lennonopettajien tietoa ja saavuttaa riittävä tiedon taso CDM-menetelmän soveltamiseksi lentotehtävän läpikäynnissä. Tiedon hyödynnettävyys oli siis Sackettia ja Mullenia [221, p. 626] mukailleen tärkeämpää, kuin absoluuttinen tiedon lisääminen. Tässä tutkimuksessa tiedon hyödynnettävyyttä voidaan pitää korkeana arvioinnin tasoilla kolme ja neljä saavutettujen positiivisten tulosten perusteella. Lisäksi vahvan positiivisen korrelaation perusteella oppimiskyselyn strukturoitujen kysymysten muotoilu oli onnistunut ja samaa aihealuetta käsittelevien kysymysten tulokset olivat keskenään johdonmukaisia. Päätöksentekokoulutuksen myöhemmän hyödyntämisen yhteydessä tulee kuitenkin tapauskohtaisesti arvioida tietojen lähtötason mittauksen tarpeellisuutta.

Arvioinnin kolmannella ja neljännellä tasolla havainnoitiin lennonopettajien käyttäytymistä ja tarkasteltiin koulutettavien ohjaajien lentotehtävien arviointeja vertailu- ja koeryhmien osalta seitsemän kuukautta kestäneissä jaksoissa. Keskenään samanmittaisten pitkäköjen tarkastelujaksojen ansiosta mahdollisten satunnaisvirheiden vaikutusta tutkimustuloksiin voidaan pitää vähäisenä [57, pp. 361 - 362]. Toisaalta pitkäkö tutkimusaika on voinut mahdollistaa tutkimuskohteessa myös tutkimusasetelman ulkopuolisten tekijöiden aiheuttamia muutoksia vertailu- ja koeryhmän välillä. Tästä huolimatta tutkimustulosten reliabiliteettia voidaan pitää korkeana, koska vertailu- ja koeryhmässä tarkasteltiin ainoastaan samansisältöisiä ilmataistelulentoja. Lisäksi tutkimustulokset olivat johdonmukaisesti positiivisia kaikilla neljällä Kirkpatrickin mallin mukaisella arvioinnin tasolla (reaktio, oppiminen, käyttäytyminen ja tulokset).

Havainnointiaineiston keräsi neljä samankaltaisen kokemuksen omaavaa aktiivisesti lennonopetukseen osallistuvaa ilmataisteluopettajaa (luku 4.1). Korkean reliabiliteetin varmistamiseksi havainnoijille järjestettiin yhteinen koulutus ennen vertailuryhmän läpikäyntien havainnointia (luku 4.2) ja kertauskoulutus ennen koeryhmän läpikäyntien havainnointia (luku 4.6) [195, pp. 15 - 20] [50, p. 335]. Lisäksi havaintoja verrattiin ajoittain havainnoijien kesken havaintojen yhdenmukaisuuden varmistamiseksi. Havainnoijat olivat keskimäärin nuorempia ja kokemattomampia kuin toiset tutkimukseen osallistuneet ilmataisteluopettajat. Lentokoulutuksessa kuitenkin tyypillisesti juuri nuorehkot opettajat osallistuvat säännöllisimmin lennonopetukseen, koska lentoupseerien virkauran edetessä päivittäinen lennonopettaminen korvaantuu osittain toisilla työtehtävillä [7, pp. 14 - 15]. Havainnoijat osallistuivatkin tutkimuksen aikana ilmataistelulennoille useammin, kuin kokeneemmat ja iältään vanhemmat lennonopettajat. Voidaan siis todeta, että havainnoijilla oli tutkimuksen aikana ajantasaisin näkemys ilmataistelukoulutuksesta, mikä osaltaan lisäsi tutkimustulosten luotettavuutta.

Tutkimustuloksista tehtäviin johtopäätöksiin liittyvät virheet ovat hylkäämisvirhe (engl. type I error) ja hyväksymisvirhe (engl. type II error) [222, p. 311] [205, p. 194]. Tässä tutkimuksessa oikean nollahypoteesin hylkäämisen todennäköisyys oli yleisesti pieni, koska hylkäämisalue määritettiin kaksisuuntaisen testauksen avulla [205, p. 194]. Tilastollisten testien tulosten merkitsevyystasojen (luku 5) perusteella lennonopettajien käyttäytymisen havainnoinnin keskeiset tulokset olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ( $p < 0,001$ ) ja lentotehtävien arviointien tarkastelun tulokset olivat merkitseviä ( $p < 0,01$ ). Pieni hylkäämisvirheen todennäköisyys nostaa teoriassa väärän nollahypoteesin hyväksymisvirheen todennäköisyyttä [57, p. 513] [222, p. 311]. Käytännössä kuitenkin myös väärän nollahypoteesin hyväksymisen todennäköisyys jäi tässä tutkimuksessa pieneksi. Keskeisten tutkimustulosten osalta havaittiin lähes poikkeuksetta käytettyjä merkitsevyystasoja vastaavia tuloksia ja merkitsevyystasoista poikenneiden tulosten poikkeamat olivat hyvin selkeitä. Tuloksissa ei siis esiintynyt rajatapauksia, joiden osalta nollahypoteesi olisi saatettu hyväksyä virheellisesti. Lisäksi tutkimustulosten efektikoot todettiin yleisesti riittäviksi [223, pp. 44 - 49].

Yhteenvedona voidaan todeta, että tämä tutkimus antaa luotettavan kuvan päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuudesta ja päätöksenteon arvioinnin kehittämisestä vaiheen neljä ilmataistelukoulutuksessa. Korkean validiteetin ja reliabiliteetin ansiosta tutkimustuloksia voidaan hyödyntää myös laajemmin lentokoulutuksen kehittämisessä. Tutkimustulosten soveltuvuutta käytettyä tutkimusasetelmaa laajemmalle voidaan myös selvittää jatkotutkimuksen avulla. Mahdollisia jatkotutkimustarpeita käsitellään luvussa 6.3.



### 6.3. Jatkotutkimustarpeet

Tämän tutkimuksen perusteella todettiin, että CDM-perusteisen päätöksenteon arvioinnin avulla voidaan kehittää kustannustehokkaasti koulutettavien ohjaajien tietoja ja suoriutumista sekä lisätä lentotehtävän läpikäynnin vuorovaikutteisuutta vaiheen neljä lentokoulutuksessa. Lentotehtävän läpikäynti noudattaa samoja periaatteita eri lentokoulutusvaiheissa, joten CDM-menetelmän avulla voidaan todennäköisesti kehittää lentokoulutusta ja ohjaajien tietoja alkeis-  
lentokoulutuksesta hävittäjälentokoulutukseen. Tarvitaan kuitenkin vielä lisää tutkimusta siitä, kehittyvätkö ohjaajien tiedot ja suoriutuminen CDM-menetelmän avulla eri lentokoulutusvaiheissa samalla tavoin kuin tässä tutkimuksessa. Olisi mielenkiintoista selvittää CDM-perusteisen arvioinnin vaikuttavuus potkurikoneilla suoritettavassa vaiheen kaksi peruslentokoulutuksessa ja vaiheen neljä jälkeisessä hävittäjälentokoulutuksessa. Tämä laaja-alainen tarkastelu mahdollistaisi myös lentokoulutuksen yksilöllisen ohjaamisen prosessin kehittämisen, jonka avulla ohjaajia valmennettaisiin henkilökohtaisesti aiempaa säännöllisemmin ja kokonaisvaltaisesti eri lentokoulutusvaiheissa.

Tässä tutkimuksessa päätöksentekoon vaikuttavan tiedon tarkastelu rajoittui lentotehtävien arviointien osalta dynaamiseen tietoon. Lentokoulutuksen kehittämisen kannalta olisi myös hyödyllistä selvittää, miten staattinen tieto vaikuttaa ohjaajien suoriutumiseen lentokoulutuksessa. Ensivaiheessa staattisen tiedon tarkastelussa voidaan hyödyntää lentopalvelukseen liittyvien säännöllisten teoriakokeiden ja ohjaajien akateemisten opintojen tuloksia. Tarkemman analyysin mahdollistamiseksi tulee kuitenkin lisätä staattinen tieto lentotehtävän arviointiin itsenäiseksi arviointikohteeksi. Lisäksi itsenäistä teoriaopiskelua ja staattista tietoa painottavan lentotehtävään valmistautumisen merkitys lentotehtävän aikaiseen suoriutumiseen olisi selvitettävä, jotta tiedetään mitä tietoja on tärkeä hallita ennen lentotehtävää. Myös ohjaajien valintajärjestelmää voidaan kehittää, mikäli tiedetään kuinka paljon staattinen ja dynaaminen tieto vaikuttavat ohjaajien suoriutumiseen lentokoulutuksessa.

Informaation määrän lisääntyessä ja sen merkityksen kasvaessa [89, p. 110] lentokoulutuksessa tulee kiinnittää aiempaa enemmän huomiota tiedonhallintaan. Oleelliset tiedot tulee saattaa kaikkien lennonopettajien käyttöön. Tehokkaan tiedonhallinnan avulla voidaan hyödyntää organisaation hiljaista tietoa, nopeuttaa asiantuntijuuden kehittymistä ja välttää tiedon häviäminen henkilöstön vaihtuessa [98, pp. 31 - 32] [119, pp. 172 - 173] [40, pp. 252 - 253]. Tiedonhallinnan avulla voidaan myös kehittää päätöksentekoa muuttuvissa olosuhteissa [98, p. 31]. Olisi siis hyödyllistä tutkia ja kehittää tiedonhallintaa lentokoulutuksessa. Aihepiirin tutkimuksen voisi aloittaa selvittämällä tiedonhallinnan nykytilaa ja hiljaisen tiedon merkitystä lentokoulutuksessa sekä laajemmin sotilaslentotoiminnassa. Lennonopettajien mielestä tämän tutkimuksen päätöksentekokoulutusmateriaalia (liite 8) voidaan hyödyntää Lennonopettajan käsikirjassa, joka mahdollistaisi oleellisten tietojen taltioinnin lennonopetuksen yhtenäistämiseksi ja koulutettavien tietojen edelleen kehittämiseksi. Hiljaista tietoa voidaan puolestaan selvittää mukailemalla tässä tutkimuksessa käytettyä CDM-perusteista tutkimusotetta.

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että CDM-menetelmän avulla voidaan kehittää ohjaajien asiantuntijuutta ja päätöksentekoperusteita sotilaslentokoulutuksessa. Kellmanin ja Kaiserin [224, pp. 1186 - 1187] mukaan yleisilmailussa koulutettavien asiantuntijuutta ja päätöksentekoa voidaan kehittää kohdennetun havainto-oppimisen avulla. Sotilaslentokoulutuksessa tehokkaan havainto-oppimisen mahdollistamiseksi tulee ensin selvittää päätöksentekoon vaikuttavat kriittiset vihjeet lentokoulutuksen asiantuntijoilta ja tämän jälkeen opettaa nämä vihjeet koulutettaville. CDM-menetelmän avulla voidaan hankkia tietoa päätöksentekoon vaikuttavista kriittistä vihjeistä ja laatia näistä luettelo oppimateriaaliksi [225, pp. 7 - 11] [226, p. 178], joten olisi perusteltua hyödyntää CDM-menetelmää myös lennonopettajien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämisessä. Mahdollisessa jatkotutkimuksessa lentotehtävän läpikäynneissä CDM-haastattelujen kohteena olisivat koulutettavien sijaan kokeneet ohjaajat. Lentokoulutuksen kehittämiseksi olisi myös hyödyllistä verrata kokeneiden ohjaajien ja koulutettavien ohjaajien tunnistamia kriittisiä vihjeitä samansisältöisillä lennoilla. Lisäksi tulevaisuudessa ihmisen ja teknologian välistä vuorovaikutusta voidaan todennäköisesti kehittää seuraamalla ja ennakoimalla ohjaajien lennoilla havainnoimia vihjeitä esimerkiksi silmänliikkeitä mittaavan teknologian avulla.

Työ- ja elinkeinoministeriön Työolobarometrin [227, pp. 47 - 48] mukaan etätyö on lisääntynyt merkittävästi työelämässä koronapandemian seurauksena. Lähes 70 prosenttia valtiolla työskentelevistä teki etätyötä vähintään viikoittain vuonna 2022 [227, p. 49] ja etätyö on lisääntynyt huomattavasti myös Puolustusvoimissa [228, p. 26]. Tämän tutkimuksen perusteella pääosin etäyhteyksin toteutetun päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuus oli merkittävä ilmataistelukoulutuksessa. Näiden havaintojen perusteella tulisi tutkia etäopetuksen hyödyntämismahdollisuuksia ja vaikuttavuutta laajemmin lentokoulutuksen ja Puolustusvoimien koulutusjärjestelmän kehittämiseksi.

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää lennonopettajien toteuttamaa koulutettavien ohjaajien päätöksenteon arviointia sekä koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa. Tutkimus toteutettiin pitkittäistutkimuksena, jossa uudistettiin lentotehtävän läpikäynti- ja arviointikäytänteitä Critical Decision Methodin (CDM) avulla. Tutkimukseen osallistuneille lennonopettajille järjestettiin päätöksentekokoulutus, jonka vaikuttavuutta arvioitiin Kirkpatrickin mallin mukaisesti. Tutkimusta voidaan pitää ainutlaatuisena, koska päätöksentekokoulutuksen vaikuttavuus oli positiivinen kaikilla arvioinnin tasoilla (reaktio, oppiminen, käyttäytyminen ja tulokset). Lennonopettajat olivat tyytyväisiä päätöksentekokoulutukseen, ja koulutus lisäsi opettajien tietoa päätöksenteosta ja sen arvioinnista. Tämän seurauksena lennonopettajien toteuttama koulutettavien päätöksenteon arviointi kehittyi positiivisesti, joka puolestaan paransi koulutettavien tiedollisia valmiuksia ja suoriutumista ilmataistelukoulutuksessa. Tutkimus osoitti, että lyhyellä ja yksinkertaisella koulutuksella on mahdollista kehittää lentokoulutusta, ohjaajien tietoja ja toimintaa kustannustehokkaasti. Positiivisen vaikuttavuuden perusteella suositellaan päätöksentekokoulutuksen sisällyttämistä lennonopettajakoulutukseen, koulutettavien ohjaajien vaiheiden 2 - 4 lentokoulutukseen ja kokeneiden ohjaajien kertauskoulutukseen. Päätöksentekokoulutusta voidaan myös soveltaa laajemmin henkilöstön osaamisen kehittämiseen.

Tutkimuksessa konstruointiin ilmataistelun päätöksentekomalli, joka lisää koulutettavien ohjaajien ja lennonopettajien ymmärrystä ilmataistelun päätöksenteosta. Ilmataistelun päätöksentekomalli mukailee Recognition-Primed Decision (RPD) -mallia, jonka mukaan päätös tehdään tilanteen havaitsemisen ja hyväksyttävän ratkaisuvaihtoehdon tunnistuksen perusteella. Ilmataistelussa ja ilmataistelukoulutuksessa päätöksenteko on korostetun aikapaineistettua.

Sadoilta ilmataistelulenkoilta kerättyjen arviointien perusteella koulutettavien ohjaajien tilantietoisuus ja suoriutuminen paranivat lennoilla, kun opettajat käyttivät CDM-perusteisia läpikäyntikäytänteitä. Lentotehtävien läpikäynneissä kokonaisvaltaisen CDM-perusteisen päätöksenteon arvioinnin keskeisenä vahvuutena tunnistettiin koulutettavan näkökulmasta toteutettu päätöksentekoperusteiden syvälinen tarkastelu. Lisäksi CDM-perusteinen arviointi lisäsi palautteen vuorovaikutteisuutta ja nopeutti asiantuntijuuden kehittymistä. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin vain vaiheen neljä Hawk-lentokoulutusta, mutta tulosten perusteella CDM-menetelmää suositellaan sovellettavan lentotehtävien läpikäynneihin yleisesti Puolustusvoimien lentokoulutuksessa. CDM-perusteista tutkimusotetta voidaan myös hyödyntää laajemmin sotilas-koulutuksen ja Puolustusvoimien operatiivisen toiminnan kehittämiseen. Kokonaisvaltainen palaute ja päätöksenteon arviointi mahdollistavat voittoisat ilmataistelut nyt ja tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

- [1] Kotimaisten kielten keskus. *Kielitoimiston sanakirja*. Kotimaisten kielten keskuksen verkkojulkaisu, 2022. [viitattu 4.5.2022]. Saatavissa: <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/ilmataistelu?source=suggestion&searchMode=all>
- [2] Mansikka, H., Virtanen, K. & Harris, D. *Dissociation between mental workload, performance, and task awareness in pilots of high performance aircraft*. IEEE Transactions on Human-Machine Systems, 2019. Vol. 49, no. 1, pp. 1 - 9.
- [3] Newman, D. G. *Flying Fast Jets - Human Factors and Performance Limitations*. Farnham: Ashgate, 2014.
- [4] Stillion, J. *Trends in Air-to-Air Combat - Implications for Future Air Superiority*. Washington DC: Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2015.
- [5] Svensson, E. *Pilot mental workload and situational awareness - Psychological models of the pilot*. In: Flin, R., Salas, E., Strub, M. & Martin, L (eds.). *Decision-Making Under Stress: Emerging Themes and Applications*. New York: Routledge, 2017. pp. 261 - 267.
- [6] Mansikka, H. *Fighter Pilot's Performance and Mental Workload*. Väitöskirja. Coventry, 2016. Coventry University.
- [7] Keränen, J.-P. *Käyttäjäportaan asettamat vaatimukset lentokoulutuksen suunnittelu- ja seurantajärjestelmän kehittämiseksi*. Diplomityö. Helsinki, 2004. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 51.
- [8] Mahonen, J. *Lennonopetusta rautaisella kokemuksella*. Sotilasaikakauslehti, 2022. Vol. 97, no. 6, pp. 40 - 45.
- [9] Ciocoiu, L. *Design Support for Constructing Pilot Training Programmes*. Väitöskirja. Loughborough, 2016. Loughborough University.
- [10] National Audit Office. *Military flying training*. Lontoo: National Audit Office, 2015.
- [11] Hays, M. D. *The Training of Military Pilots: Men, Machines, and Methods*. Maxwell: USAF Air University, 2002.
- [12] Puolustusministeriö. *Lentokoulutusselvitys: Siviili- ja sotilasilmailun alkeis- ja peruslentokoulutuksen yhteistyömahdollisuuksia koskeva selvitys*. Helsinki: Puolustusministeriö, 2013.
- [13] Maanpuolustuskorkeakoulu. *Sotatieteiden maisterin tutkinnon moduulit ja opintojaksot*. Sotatieteiden maisterin tutkinnon opetussuunnitelman 2020 - 2025 liite. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, 2020.
- [14] Wickens, C. D., Helton, W. S., Hollands J. G. & Banbury, S. *Engineering Psychology and Human Performance*. 5th ed. New York: Routledge, 2022.

- [15] Lee, J. D., Wickens, C. D., Liu, Y. & Boyle, L. N. *Designing for People: An Introduction to Human Factors Engineering*. 3rd ed. Charleston: CreateSpace, 2017.
- [16] Klein, G., Calderwood, R. & Clinton-Cirocco, A. *Rapid decision making on the fire ground: The original study plus a postscript*. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 2010. Vol. 4, no. 3, pp. 186 - 209.
- [17] Sinkkonen, I., Kuoppala, H., Parkkinen, J. & Vastamäki, R. *Käytettävyyden psykologia*. Helsinki: Edita, 2006.
- [18] Klein, G. *Naturalistic decision making*. *Human Factors*, 2008. Vol. 50, no. 3, pp. 456 - 460.
- [19] Klein, G., Calderwood, R. & MacGregor, D. *Critical decision method for eliciting knowledge*. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1989. Vol. 19, no. 3, pp. 462 - 472.
- [20] Klein, G. *The Recognition-Primed Decision (RPD) Model: Looking Back, Looking Forward*. In: Zsombok, C. & Klein, G (eds.). *Naturalistic Decision Making*. 2nd ed. Abingdon: Routledge, 1997. pp. 285 - 292.
- [21] Lipshitz, R. *Converging Themes in the Study of Decision Making in Realistic Settings*. In: Klein, G., Orasanu, J., Calderwood, R. & Zsombok, C (eds.). *Decision Making in Action*. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1993. pp. 103 - 137.
- [22] Klein, G. *A Recognition Primed Decision (RPD) Model of Rapid Decision Making*. In: Klein, G., Orasanu, J., Calderwood, R. & Zsombok, C (eds.). *Decision Making in Action*. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1993. pp. 138 - 147.
- [23] Klein, G. & MacGregor, D. *Knowledge Elicitation of Recognition-Primed Decision Making*. Alexandria: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 1988.
- [24] Chief of Naval Air Training. *Flight Training Instruction for Basic Fighter Maneuvering, Advanced Naval Flight Officer Training*. Corpus Christi: Chief of Naval Air Training, 2018.
- [25] Chief of Naval Air Training. *Flight Training Instruction for Basic Fighter Maneuvering and Section Engaged Maneuvering*. Corpus Christi: Chief of Naval Air Training, 2016.
- [26] Virtanen, K., Raivio, T., Ehtamo, H. & Hämäläinen, R. *Päätösmallit lentosimulaattoreissa*. Helsinki: Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta, 1998.
- [27] Von Krogh, G. & Roos, J. *A perspective on knowledge, competence and strategy*. *Personnel Review*, 1995. Vol. 24, no. 3, pp. 56 - 76.
- [28] Maracine, V. & Scarlat, E. *Dynamic knowledge and healthcare knowledge ecosystems*. *The Electronic Journal of Knowledge Management*, 2009. Vol. 7, no. 1, pp. 99 - 110.
- [29] Newell, S., Robertson, M., Scarbrough, H. & Swan J. *Managing Knowledge Work*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2002.

- [30] Langan-Fox, J., Anglim, J. & Wilson, J. R. *Mental models, team mental models, and performance: Process, development, and future directions*. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 2004. Vol. 14, no. 4, pp. 331-352.
- [31] Gronlund, S. & Durso, F. *Situation Awareness*. In: Durso, F., Nickerson, R., Schvaneveldt, R., Dumais, S., Lindsay, S. & Chi, M (eds.). *Handbook of Applied Cognition*. New York: Wiley, 1999. pp. 283 - 314.
- [32] Endsley, M. R. *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems*. Human Factors Journal, 1995. Vol. 37, no. 1, pp. 32 - 64.
- [33] Wickens, C. D. *Situation awareness and workload in aviation*. Current Directions in Psychological Science, 2002. Vol. 11, no. 4, pp. 128 - 133.
- [34] Endsley, M. R. *Situation models: An avenue to the modeling of mental models*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 2000. Vol. 44, no. 1, pp. 61 - 64.
- [35] Endsley, M. R., Farley, T. C., Jones, W. M., Midkiff, A. H. & Hansman, J. R. *Situation Awareness Information Requirements for Commercial Airline Pilots*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1998.
- [36] Endsley, M. R. & Rodgers, M. D. *Situation Awareness Information Requirements for En Route Air Traffic Control*. Washington DC: Office of Aviation Medicine, 1994.
- [37] Jensen, R. S. *Pilot judgment: Training and evaluation*. Human Factors, 1982. Vol. 24, no. 1, pp. 61 - 73.
- [38] Gagné, R. *Educational technology and the learning process*. Educational Researcher, 1974. Vol. 3, no. 1, pp. 3 - 8.
- [39] Klein, G. *Critical Decision Method*. Gary Kleinin verkkojulkaisu, 2022. [viitattu 5.1.2022]. Saatavissa: <https://www.gary-klein.com/cdm>
- [40] Crandall, B., Klein, G. & Hoffman, R. R. *Working Minds: A Practitioner's Guide to Cognitive Task Analysis*. Cambridge: MIT Press, 2006.
- [41] Klein, G. *The Development of Knowledge Elicitation Methods for Capturing Military Expertise*. Alexandria: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 1996.
- [42] Hoffman, R. R., Shadbolt, N. R., Burton, M. A. & Klein, G. *Eliciting knowledge from experts: A methodological analysis*. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1995. Vol. 62, no. 2, pp. 129 - 158.
- [43] Kirkpatrick, D. L. & Kirkpatrick, J. D. *Transferring Learning to Behavior: Using the Four Levels to Improve Performance*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 2009.
- [44] Kirkpatrick, D. L. *Seven keys to unlock the four levels of evaluation*. Performance Improvement, 2006. Vol. 45, no. 7, pp. 5 - 8.

- [45] Kirkpatrick, D. L. & Kirkpatrick, J. D. *Evaluating Training Programs: The Four Levels*. 3rd ed. San Francisco: Bertett-Koehler Publishers, 2006.
- [46] Eseryel, D. *Approaches to evaluation of training: Theory & practice*. Educational Technology & Society, 2002. Vol. 5, no. 2, pp. 93 - 98.
- [47] Hoffman, R. R. *Human factors contributions to knowledge elicitation*. Human Factors, 2008. Vol. 50, no. 3, pp. 481 - 488.
- [48] Klein, G., Kaempf, G., Wolf, S., Thorsden, M. & Miller, T. *Applying decision requirements to user-centered design*. International Journal of Human-Computer Studies, 1997. Vol. 46, no. 1, pp. 1 - 15.
- [49] O'Hare, D., Wiggins, M., Williams, A. & Wong, W. *Cognitive task analyses for decision centered design and training*. Ergonomics, 1998. Vol. 41, no. 11, pp. 1698 - 1718.
- [50] Flanagan, J. C. *The critical incident technique*. Psychological Bulletin, 1954. Vol. 51, no. 4, pp. 327 - 358.
- [51] Saks, A. M. & Burke, L. A. *An investigation into the relationship between training evaluation and the transfer of training*. International Journal of Training and Development, 2012. Vol. 16, no. 2, pp. 118 - 127.
- [52] Topno, H. *Evaluation of training and development: An analysis of various models*. IOSR Journal of Business and Management, 2012. Vol. 5, no. 2, pp. 16 - 22.
- [53] Alvarez, K., Salas, E. & Garofano, C. M. *An integrated model of training evaluation and effectiveness*. Human Resource Development Review, 2004. Vol. 3, no. 4, pp. 385 - 416.
- [54] Tamkin, P., Yarnall, J. & Kerrin, M. *Kirkpatrick and Beyond: A Review of Models of Training Evaluation*. Brighton: Institute for Employment Studies, 2002.
- [55] Alliger, G. & Janak, E. *"Kirkpatrick's levels of training criteria: Thirty years later"*. Personnel Psychology, 1989. Vol. 42, no. 2, pp. 331 - 342.
- [56] Häyhä, L., Kailaheimo-Lönnqvist, S. & Pulkka, A.-T. *Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät sotatieteissä käyttäytymistieteiden näkökulmasta*. 2. p. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, 2021.
- [57] Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. *Research Methods for Business Students*. 6th ed. Harlow: Pearson, 2012.
- [58] Holopainen, M. & Pulkkinen, P. *Tilastolliset menetelmät*. 5. p. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy, 2008.
- [59] Mellin, I. *Tilastolliset menetelmät*. Espoo: Teknillinen korkeakoulu, 2006.
- [60] Elo, S., Kajula, O., Tohmola, A. & Kääriäinen, M. *Laadullisen sisällönanalyysin vaiheet ja eteneminen*. Hoitotiede, 2022. Vol. 34, no. 4, pp. 215 - 225.



- [61] Klein, G. & Calderwood, R. *Investigations of Naturalistic Decision Making and the Recognition-Primed Decision Model*. Alexandria: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 1996.
- [62] Klein, G. & Klinger, D. *Naturalistic decision making*. Human Systems IAC Gateway, 1991. Vol. 2, no. 1, pp. 16 - 19.
- [63] Martinussen, M. & Hunter, D. R. *Aviation Psychology and Human Factors*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2018.
- [64] Li, W.-C. & Harris, D. *A systems approach to training aeronautical decision making: From identifying training needs to verifying training solutions*. The Aeronautical Journal, 2007. Vol. 111, no. 1118, pp. 267 - 279.
- [65] Li, W.-C. & Harris, D. *The evaluation of the decision making processes employed by cadet pilots following a short aeronautical decision-making training program*. International Journal of Applied Aviation Studies, 2006. Vol. 6, no. 2, pp. 315 - 333.
- [66] Li, W.-C. & Harris, D. *Aeronautical decision making: Instructor-pilot evaluation of five mnemonic methods*. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 2005. Vol. 76, no. 12, pp. 1156 - 1161.
- [67] Osinga, F. *The Enemy as a Complex Adaptive System: John Boyd and Airpower in the Postmodern Era*. In: Olsen, J (eds.). *Airpower Reborn: The Strategic Concepts of John Warden and John Boyd*. Annapolis: Naval Institute Press, 2014. pp. 48 - 92.
- [68] Osinga, F. *Science, Strategy and War: The Strategic Theory of John Boyd*. Lontoo: Routledge, 2007.
- [69] Hammond, G. T. *The mind of war: John Boyd and American security*. Washington DC: Smithsonian Books, 2001.
- [70] United States Air Force. *Air Force Doctrine Document 1*. Arlington County: United States Air Force, 2003.
- [71] Virtanen, K., Karelaiti, J. & Raivio, T. *Modelling air combat by a moving horizon influence diagram game*. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 2006. Vol. 29, no. 5, pp. 1080 - 1091.
- [72] Virtanen, K. *Optimal pilot decisions and flight trajectories in air combat*. Väitöskirja. Helsinki, 2005. Teknillinen Korkeakoulu.
- [73] Virtanen, K., Raivio, T. & Hämäläinen, R. *Modeling pilot's sequential maneuvering decisions by a multistage influence diagram*. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 2004. Vol. 27, no. 4, pp. 665 - 677.
- [74] Virtanen, K., Raivio, T. & Hämäläinen, R. *Decision theoretical approach to pilot simulation*. Journal of Aircraft, 1999. Vol. 36, no. 4, pp. 632 - 641.
- [75] Mansikka, H., Harris, D. & Virtanen, K. *Accuracy and similarity of team situation awareness in simulated air combat*. Aerospace Medicine and Human Performance, 2023. Vol. 94, no. 6, pp. 429 - 436.

- [76] Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D. & Järvinen, J. *Team performance in air combat: A teamwork perspective*. The International Journal of Aerospace, 2023. Vol. 33, pp. 1 - 15.
- [77] Mansikka, H., Virtanen, K. & Harris, D. *What we got here, is a failure to coordinate: Implicit and explicit coordination in air combat*. Journal of Cognitive Engineering and Decision Making, 2023. Hyväksytty julkaistavaksi.
- [78] Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D. & Jalava, M. *Measurement of team performance in air combat: Have we been underperforming?* Theoretical Issues in Ergonomics Science, 2021. Vol. 22, no. 3, pp. 338 - 359.
- [79] Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D. & Salomäki, J. *Live-virtual-constructive simulation for testing and evaluation of air combat tactics, techniques, and procedures, Part 1: Assessment framework*. Journal of Defense Modeling and Simulation, 2021. Vol. 18, no. 4, pp. 285 - 293.
- [80] Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D. & Salomäki, J. *Live-virtual-constructive simulation for testing and evaluation of air combat tactics, techniques, and procedures, Part 2: Demonstration of the framework*. Journal of Defense Modeling and Simulation, 2021. Vol. 18, no. 4, pp. 295 - 308.
- [81] Mansikka, H., Virtanen, K., Mäkinen, L. & Harris, D. *Normative performance measurement in simulated air combat*. Aerospace Medicine and Human Performance, 2021. Vol. 92, no. 11, pp. 908 - 912.
- [82] Mansikka, H., Virtanen, K., Uggeldahl, V. & Harris, D. *Team situation awareness accuracy measurement technique for simulated air combat - Curvilinear relationship between awareness and performance*. Applied Ergonomics, 2021. Vol. 96, pp. 1 - 10.
- [83] Mansikka, H., Virtanen, K. & Harris, D. *Comparison of NASA-TLX scale, modified Cooper-Harper scale and mean inter-beat interval as measures of pilot mental workload during simulated flight tasks*. Ergonomics, 2019. Vol. 62, no. 2, pp. 246 - 254.
- [84] Mansikka, H., Simola, P., Virtanen, K., Harris, D. & Oksama, L. *Fighter pilots' heart rate, heart rate variation and performance during instrument approaches*. Ergonomics, 2016. Vol. 59, no. 10, pp. 1344 - 1352.
- [85] Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D. & Simola, P. *Fighter pilots' heart rate, heart rate variation and performance during an instrument flight rules proficiency test*. Applied Ergonomics, 2016. Vol. 56, pp. 213 - 219.
- [86] Kivenjuuri, T. *Informaatio - Mahdollisuus hallita kompleksisuutta*. Diplomityö. Helsinki, 2011. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 55.
- [87] Kallio, E. *Tieto, taito ja sotilaskoulutus*. Diplomityö. Helsinki, 2017. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 58.
- [88] Penttinen, M. *Self-leadership - Core of Competence and Knowledge Management*. Diplomityö. Helsinki, 2017. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 58.

- [89] Jyrkönen, P. *Uuden hävittäjän vaikutukset lentäjän osaamiseen*. Diplomityö. Helsinki, 2017. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 58.
- [90] Fuss, M. *Live, Virtual, Constructive -toiminnan hyödyntäminen Hawk-lentokoulutuksessa*. Diplomityö. Helsinki, 2021. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 60.
- [91] Pyyhtinen, H. *Oppijasta lentäjäksi - Ydinkeskeisen motorisen oppimisen teoria Ilmavoimien lentokoulutuksessa*. Diplomityö. Helsinki, 2005. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 52.
- [92] Etelämäki, M. *Simuloinnistako ratkaisu taistelun johtamisen kouluttamiseen? Vertailua sotilas- ja pelastusalan kesken*. Diplomityö. Helsinki, 2000. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 47.
- [93] Kirlik, A., Fisk, A., Walker, N. & Rothrock, L. *Feedback Augmentation and Part-Task Practice in Training Dynamic Decision-Making Skills*. In: Cannon-Bowers, J. & Salas, E (eds.). *Making Decisions Under Stress: Implications for Individual and Team Training*. Washington DC: American Psychological Association, 1998. pp. 91 - 113.
- [94] Plant, K. L. & Stanton, N. A. *The process of processing: exploring the validity of Neisser's perceptual cycle model with accounts from critical decision-making in the cockpit*. *Ergonomics*, 2014. Vol. 56, no. 6, pp. 909 - 923.
- [95] Plant, K. L. & Stanton, N. A. *Identifying the importance of perceptual cycle concepts during critical decision making in the cockpit*. *Procedia Manufacturing*, 2015. Vol. 3, pp. 2410 - 2417.
- [96] Plant, K. L. & Stanton, N. A. *What is on your mind? Using the perceptual cycle model and critical decision method to understand the decision-making process in the cockpit*. *Ergonomics*, 2013. Vol. 56, no. 8, pp. 1232 - 1250.
- [97] Harencarova, H. *Structured analysis of critical decision method data - Emergency medicine case study*. *Human Affairs*, 2015. Vol. 25, no. 4, pp. 443 - 459.
- [98] Gazarian, P. K., Henneman, E. A. & Chandler, G. E. *Nurse decision making in the prearrest period*. *Clinical Nursing Research*, 2010. Vol. 19, no. 1, pp. 21 - 37.
- [99] Crandall, B. & Getchell-Reiter, K. *Critical decision method: A technique for eliciting concrete assessment indicators from the intuition of NICU nurses*. *Advances in nursing science*, 1993. Vol. 16, no. 1, pp. 42 - 51.
- [100] Heilmann, P. *Asiantuntijuuden käsite ja osa-alueet*. *Hallinnon Tutkimus*, 2022. Vol. 41, no. 4, pp. 278 - 292.
- [101] Dreyfus, S. E. *The five-stage model of adult skill acquisition*. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 2004. Vol. 24, no. 3, pp. 177 - 181.
- [102] Shanteau, J. *Competence in experts: The role of task characteristics*. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1992. Vol. 53, no. 2, pp. 252 - 266.

- [103] Endsley, M. R. *Expertise and Situation Awareness*. In: Ericsson, A. K., Hoffman, R. R., Kozbelt, A. & Williams, M (eds.). *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. pp. 714 - 741.
- [104] Feltovich, P. J., Prietula, M. J. & Ericsson, A. K. *Studies of Expertise from Psychological Perspectives: Historical Foundations and Recurrent Themes*. In: Ericsson, A. K., Hoffman, R. R., Kozbelt, A. & Williams, M (eds.). *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. pp 59 - 83.
- [105] Ericsson, A. K. & Kintsch, W. *Long-Term Working Memory*. Boulder: Institute of Cognitive Science, 1994.
- [106] Salomäki, J. *Live - Virtual - Constructive -simulaatiomalli ilmataistelutaktiikan kehittämiseen*. Diplomityö. Helsinki, 2019. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 59.
- [107] Ilmavoimat. *Lennonopettajakoulutus Puolustusvoimissa*. Sotilasilmalukäsikirjan liite. Tikkakoski: Ilmavoimien esikunta, 2018.
- [108] Uggeldahl, V. *Hävittäjäparven ohjaajien yhteisen tilannetietoisuuden mittaaminen ja vaikutus suoritustasoon*. Diplomityö. Helsinki, 2021. Maanpuolustuskorkeakoulu, yleisesikuntaupseerikurssi 60.
- [109] Ohlander, U., Alfredson, J., Riveiro, M. & Falkman, G. *Fighter pilots' teamwork: A descriptive study*. *Ergonomics*, 2019. Vol. 62, no. 7, pp. 880-890.
- [110] Ilmavoimat. *Sotilasilmalukäsikirja*. Tikkakoski: Ilmavoimien esikunta, 2018.
- [111] Rhem, A. J. *Knowledge Management in Practice*. Boca Raton: CRC Press, 2017.
- [112] Koivisto, T. *Tieto, tietäminen, innovaatio ja innovointikyky*. Kirjassa: Koivisto, T., Mikkonen, T., Vadén, T., Valkokari, K., Ahonen, M. & Vainio, N (toim.). *Rajoja ylittävä innovointi*. Tampere: Tampere University Press, 2011. pp. 12 - 31.
- [113] Choo, C. W. *The Knowing Organization*. New York: Oxford University Press, 2006.
- [114] Ackoff, R. *From data to wisdom*. *Journal of Applied Systems Analysis*, 1989. Vol. 16, pp. 3 - 9.
- [115] Adolf, M. & Stehr, N. *Knowledge*. 2nd ed. Abingdon: Routledge, 2017.
- [116] Endsley, M. R. *Situation awareness misconceptions and misunderstandings*. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 2015. Vol. 9, no. 1, pp. 4 - 32.
- [117] Lintern, G., Moon, B., Klein, G. & Hoffman, R. R. *Eliciting and Representing the Knowledge of Experts*. In: Ericsson, A. K., Hoffman, R. R., Kozbelt, A. & Williams, M (eds.). *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. pp. 165 - 191.

- [118] Hall, D. L. & Jordan, J. M. *Human-Centered Information Fusion*. Norwood: Artech House, 2010.
- [119] Virtainlahti, S. *Hiljaisen tietämyksen johtaminen*. Helsinki: Talentum, 2009.
- [120] Laihonen, H., Hannula, M., Helander, N., Ilvonen, I., Jussila, J., Kukko, M., Kärkkäinen, H., Lönnqvist, A., Myllärniemi, J., Pekkola, S., Virtanen, P., Vuori, V. & Yliniemi, T. *Tietojohdaminen*. Tampere: Tampereen Teknillinen Yliopisto, 2013.
- [121] Kant, I. *Immanuel Kant's Critique of Pure Reason*. 2nd ed. New York: The Macmillan Company, 1922.
- [122] Baltes P. B. & Smith, J. *The fascination of wisdom - Its nature, ontogeny, and function*. *Perspectives on Psychological Science*, 2008. Vol. 3, no. 1, pp. 56 - 64.
- [123] Niiniluoto, I. *Informaatio, tieto ja yhteiskunta - Filosofinen käsiteanalyysi*. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 1989.
- [124] Kekes, J. *Wisdom*. *American Philosophical Quarterly*, 1983. Vol. 20, no. 3, pp. 277 - 286.
- [125] Wickens, C. D., Hollands, J. G., Banbury, S. & Parasuraman, R. *Engineering Psychology and Human Performance*. 4th ed. New York: Routledge, 2016.
- [126] Endsley, M. R. *Situation Awareness in Aviation Systems*. In: Wise, J., Hopkin, D. & Garland, D (eds.). *Handbook of Aviation Human Factors*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. pp. 257 - 278.
- [127] Markman, A. B. *Knowledge Representation*. In: Holyoak, K. & Morrison, R (eds.). *The Oxford handbook of thinking and reasoning*. New York: Oxford University Press, 2013. pp. 36 - 51.
- [128] Rips, L. J., Smith E. E. & Medin, D. L. *Concepts and Categories: Memory, Meaning, and Metaphysics*. In: Holyoak, K. & Morrison, R (eds.). *The Oxford handbook of thinking and reasoning*. New York: Oxford University Press, 2013. pp. 177 - 209.
- [129] Harris, D. *Human Performance on the Flight Deck*. 8th ed. Surrey: CRC Press, 2011, p. 363.
- [130] Craik, K. J. *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1943.
- [131] Whitney, P. *Schemas, Frames, and Scripts in Cognitive Psychology*. In: Smelser, N. & Baltes, P (eds.). *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*. Amsterdam: Elsevier, 2001. pp. 13522 - 13526.
- [132] Gilbert, S. W. *Model-Based Science Teaching*. Arlington: NSTA Press, 2011.
- [133] Senge, P. M. *The Fifth Discipline: The art and practice of the learning organization*. 5th ed. Currency Doubleday: New York, 2006.
- [134] Kilkki, K. *Ajatuksia todellisuudesta*. *Tieteessä tapahtuu*, 2013. Vol. 31, no. 6, pp. 50 - 52.

- [135] Lindsay, P. H. & Norman, D. A. *Human information processing - An Introduction to Psychology*. 2nd ed. New York: Academic Press, 1977.
- [136] Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. *Human memory: A proposed system and its control processes*. In: Spence, K. & Spence, J (eds.). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. New York: Academic Press, 1968. pp. 89 - 195.
- [137] Baddeley, A. D. & Logie, R. H. *Working Memory: The Multiple-Component Model*. In: Miyake, A. & Shah, P (eds.). *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. pp. 28 - 61.
- [138] Alho, T. *Persoonallinen ajattelu päättelyssä ja päätöksenteossa*. Väitöskirja. Vaasa, 2020. Vaasan Yliopisto.
- [139] Baddeley, A. D. *Working memory*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 1983. Vol. 302, no. 1110, pp. 311 - 324.
- [140] Patel, V. L., Aroch, J. F., & Zhang, J. *Medical Reasoning and Thinking*. In: Holyoak, K. & Morrison, R (eds.). *The Oxford handbook of thinking and reasoning*. New York: Oxford University Press, 2013. pp. 736 - 754.
- [141] Wickens, C. D. *Situation awareness: Its applications value and its fuzzy dichotomies*. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 2015. Vol. 9, no. 1, pp. 90 - 94.
- [142] Jonides, J., Lewis, R., Nee, D., Lustig, C., Berman, M. & Moore, K. *The mind and brain of short-term memory*. *Annual Review of Psychology*, 2008. Vol. 59, pp. 193 - 224.
- [143] Royal Canadian Air Force. *Phase IV Manual of Flying Training*. Cold Lake: Royal Canadian Air Force, 2005.
- [144] Royal Canadian Air Force. *Phase IV Flying Instructors Guide*. Cold Lake: Royal Canadian Air Force, 2010.
- [145] Royal Canadian Air Force. *Phase IV Instructor Pilot Upgrade Guide*. Cold Lake: Royal Canadian Air Force, 2005.
- [146] Ohlander, U., Alfredson, J., Riveiro, M. & Falkman, G. *A Teamwork Model for Fighter Pilots*. In: Harris, D (eds.). *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. Toronto: Springer, 2016. pp. 221 - 230.
- [147] Neisser, U. *Cognition and Reality: Principles and Implications of Cognitive Psychology*. San Francisco: W. H. Freeman, 1976.
- [148] Varela, F. J., Thompson E. & Rosch, E. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge: The MIT Press, 2017.

- [149] Johnson-Laird, P. N. *Inference with Mental Models*. In: Holyoak, K. & Morrison, R (eds.). *The Oxford handbook of thinking and reasoning*. New York: Oxford University Press, 2013. pp 134 - 154.
- [150] Klein, G. & Hoffman, R. R. *Seeing the Invisible: Perceptual-Cognitive Aspects of Expertise*. In: Rabinowitz, M (eds.). *Cognitive Science Foundations of Instruction*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1993. pp. 203 - 226.
- [151] Johnson-Laird, P. N. & Savary, F. *Illusory inferences: A novel class of erroneous deductions*. *Cognition*, 1999. Vol. 71, no. 3, pp. 191 - 229.
- [152] Johnson-Laird, P. N. *Mental models and human reasoning*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010. Vol. 107, no. 43, pp. 18243 - 18250.
- [153] Nickerson, R. S. *Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises*. *Review of General Psychology*, 1998. Vol. 2, no. 2, pp. 175 - 220.
- [154] Ilmavoimat. *HW-, GO- ja VN-lentokoulutuksen arviointiohje*. Tikkakoski: Hävittäjälentolaivue 41, 2021.
- [155] Nummenmaa, T., Takala M. & Von Wright, J. *Yleinen psykologia kokeellisen tutkimuksen näkökulmasta*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava, 1982.
- [156] Wickens, C. D. *Attention: Theory, principles, models and applications*. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2021. Vol. 37, no. 5, pp. 403 - 417.
- [157] Ericsson, A. K. *Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview*. *Academic emergency medicine*, 2008. Vol. 15, no. 11, pp. 988 - 994.
- [158] Baddeley, A. D. *Working memory*. *Current Biology*, 2010. Vol. 20, no. 4, pp. R136-R140.
- [159] Landy, D. *Perception in Expertise*. In: Ericsson, A. K., Hoffman, R. R, Kozbelt, A. & Williams, M (eds.). *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. pp. 151 - 164.
- [160] Hollnagel, E. *Decision about "What" and decisions about "How"*. In: Cook, M., Noyes, J. & Masakowski, Y (eds.). *Decision Making in Complex Environments*. Aldershot: Ashgate, 2007. pp. 3 - 12.
- [161] LeBoeuf, R. A. & Shafir, E. *Decision Making*. In: Holyoak, K. & Morrison, R (eds.). *The Oxford handbook of thinking and reasoning*. New York: Oxford University Press, 2013. pp. 301 - 321.
- [162] Salas, E. & Klein, G. *Expertise and Naturalistic Decision Making: An Overview*. In: Salas, E. & Klein, G (eds.). *Linking Expertise and Naturalistic Decision Making*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. pp. 3 - 8.
- [163] Zsombok, C. *Naturalistic Decision Making: Where Are We Now?* In: Zsombok, C. & Klein, G (eds.). *Naturalistic Decision Making*. 2nd ed. Abingdon: Routledge, 1997. pp. 3 - 16.

- [164] Simon, H. A. *What is an "explanation" of behavior?* Psychological Science, 1992. Vol. 3, no. 3, pp. 150 - 161.
- [165] Li, N., Huang, J., Feng, Y., Huang, K. & Cheng, G. *A review of naturalistic decision-making and its applications to the future military.* IEEE Access, 2020. Vol. 8, pp. 38276 - 38284.
- [166] Kaempf, G., Klein, G., Thordsen, M. & Wolf, S. *Decision making in complex naval command-and-control environments.* Human Factors, 1996. Vol. 38, no. 2, pp. 220 - 231.
- [167] David, G. *Decision making training for aircrew.* In: Flin, R., Salas, E., Strub, M., & Martin, L (eds.). *Decision-Making Under Stress: Emerging Themes and Applications.* New York: Routledge, 2017. pp. 243 - 251.
- [168] Klein, G. *How can we train pilots to make better decisions.* In: O'Neil, H. & Andrews, D (eds.). *Aircrew Training and Assessment.* Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2000. pp. 165 - 195.
- [169] Hollanti, J. & Niskanen, I. *Alivoimaisen taktiikka ja sotilasjohtaja.* Kirjassa: Pulkka, A.-T. & Hollanti, J (toim.). *Sotilasjohtaja taistelussa.* Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, 2022. pp. 1 - 43.
- [170] Angelborg-Thanderz, M. *Military pilot performance - dynamic decision making in its extreme.* In: Flin, R., Salas, E., Strub, M., & Martin, L (eds.). *Decision-Making Under Stress: Emerging Themes and Applications.* New York: Routledge, 2017. pp. 225 - 232.
- [171] Richards, C. *Boyd's OODA loop.* Necesses, 2020. Vol. 5, no. 1, pp. 142 - 165.
- [172] Puolustusministeriö. *Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta.* Helsinki: Puolustusministeriö 2015.
- [173] Poropudas, J. & Virtanen, K. *Analyzing air combat simulation results with dynamic bayesian networks.* In: Winter Simulation Conference, USA, 9. - 12.12.2007. Washington DC: IEEE Press, 2007. pp. 1370-1377.
- [174] Horovitz, E. & Barry, M. *Display of Information for Time-Critical Decision Making.* In: 11th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, Kanada, 18. - 20.8.1995. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1995. pp. 296 - 305.
- [175] König-Kersting, C., Pollmann, M., Potters, J. & Trautmann, S. *Good decision vs. good results: Outcome bias in the evaluation of financial agents.* Theory and Decision, 2021. Vol. 90, no. 1, pp. 31 - 61.
- [176] Edwards, W. *What constitutes "a good decision"?* Acta Psychologica, 1984. Vol. 56, pp. 5 - 27.
- [177] Smith-Jentsch, K., Johnston, J. & Payne, S. *Measuring Team-Related Expertise in Complex Environments.* In: Cannon-Bowers, J. & Salas, E (eds.). *Making Decisions Under Stress: Implications for Individual and Team Training.* Washington DC: American Psychological Association, 1998. pp. 61 - 87.



- [178] Baron, J. & Hershey, J. C. *Outcome bias in decision evaluation*. Journal of Personality and Social Psychology, 1988. Vol. 54, no. 4, pp. 569 - 579.
- [179] Lipshitz, R. & Shaul, O. B. *Schemata and Mental Models in Recognition-Primed Decision Making*. In: Zsombok, C. & Klein, G (eds.). Naturalistic Decision Making. 2nd ed. Abingdon: Routledge, 1997. pp. 293 - 303.
- [180] Jones, N. A., Ross, H., Lynam, T. & Perez, P. *Eliciting mental models: A comparison of interview procedures in the context of natural resource management*. Ecology and Society, 2014. Vol. 1, no. 19, pp. 1 - 7.
- [181] Davidson, J. E. *Evaluation Methodology Basics - The Nuts and Bolts of Sound Evaluation*. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2004.
- [182] Wang, G. & Wilcox, D. *Training evaluation: Knowing more than is practiced*. Advances in Developing Human Resources, 2006. Vol. 8, no. 4, pp. 528 - 539.
- [183] Scriven, M. *Evaluation Thesaurus*. 3rd ed. Inverness: Edgepress, 1981.
- [184] Pineda, P. *Evaluation of training in organisations: a proposal for an integrated model*. Journal of European Industrial Training, 2010. Vol. 34, no. 7, pp. 673 - 693.
- [185] Heliskoski, J., Humala, H., Kopola, R., Tonteri, A. & Tykkyläinen, S. *Vaikuttavuuden askelmerkit - Työkaluja ja esimerkkejä palveluntuottajille*. Helsinki: Sitra, 2018.
- [186] Zwart, R. *Strengthening the results chain: Synthesis of case studies of results-based management by providers*. Pariisi: OECD, 2017.
- [187] Aistrich, M. *Kannattaako vaikuttavuutta yrittää mitata?* Sitran verkkojulkaisu, 2014. [viitattu 8.7.2022]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/kannattaako-vaikuttavuutta-yrittaa-mitata/>
- [188] Lehtonen, J.-M. & Rissanen, A. *Vaikuttavuuden arviointi ja sen soveltaminen Puolustusvoimien TK-toimintaan*. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, 2021.
- [189] Dick, W. *Evaluation in instructional design: The impact of Kirkpatrick's four-level model*. In: Reiser, R. & Dempsey, J (eds.). Trends and issues in instructional design and technology. Upper Saddle River: Merrill Prentice Hall, 2002. pp. 145 - 153.
- [190] Lotfi, R. & Alami, N. T. *Literature review on assessment models of the quality of training devices*. New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences, 2017. Vol. 4, no. 1, pp. 481 - 495.
- [191] Wang, G. & Spitzer, D. *Human resource development measurement and evaluation: Looking back and moving forward*. Advances in Developing Human Resources, 2005. Vol. 7, no. 1, pp. 5 - 15.
- [192] Phillips, J. J. *Return on Investment in Training and Performance Improvement Programs*. 2nd ed. San Francisco: Butterworth-Heinemann, 2003.
- [193] Lynch, L. M. & Black, S. E. *Beyond the incidence of training: Evidence from a national employers survey*. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1995.

- [194] Faerman, S. R. & Ban, C. *Trainee satisfaction and training impact: Issues in training evaluation*. Public Productivity & Management Review, 1993. Vol. 16, no. 3, pp. 299 - 314.
- [195] Vilkka, H. *Tutki ja havainnoi*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi, 2006.
- [196] Van der Mars, H. *Introduction to Systematic Observation*. In: Darst, P., Zakrajsek, D. & Mancini, V (eds.). *Analyzing Physical Education and Sport Instruction*. Champaign: Human Kinetics, 1989. pp. 3 - 18.
- [197] Reio, T., Rocco, T., Smith, D. & Chang, E. *A critique of Kirkpatrick's evaluation model*. *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development*, 2017. Vol. 29, no. 2, pp. 35 - 53.
- [198] Tutkimuseettinen neuvottelukunta. *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa*. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019.
- [199] Tutkimuseettinen neuvottelukunta. *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittely Suomessa*. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012.
- [200] Moelker, R. *Being One of the Guys or the Fly on the Wall? Participant observation of veteran bikers*. In: Soeters, J., Shields, P. & Rietjens, S (eds.). *Routledge Handbook of Research Methods in Military Studies*. Abingdon: Routledge, 2014. pp. 104 - 115.
- [201] Vehkalahti, K. *Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät*. Helsinki: Finn Lectura, 2014.
- [202] De Vaus, D. *Surveys in Social Research*. 5th ed. Abingdon: Routledge, 2002.
- [203] Tietosuojavaltuutettu. *Henkilötietojen käsittelyn elinkaari, tietosuojaperiaatteet ja tietojen suojaaminen tieteellisessä tutkimuksessa*. Tietosuojavaltuutetun toimiston verkkojulkaisu, 2022. [viitattu 10.1.2022]. Saatavissa: <https://tietosuoja.fi/henkilotietojen-kasittelyn-elinkaari-tietosuojaperiaatteet-ja-tietojen-suojaaminen>
- [204] Fink, A. *How to Conduct Surveys - A Step-by-Step Guide*. 6th ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2017.
- [205] Heikkilä, T. *Tilastollinen tutkimus*. 8. p. Helsinki: Edita, 2010.
- [206] Endsley, M. R. *The Role of Situation Awareness in Naturalistic Decision Making*. In: Zsombok, C. & Klein, G (eds.). *Naturalistic Decision Making*. 2nd ed. Abingdon: Routledge, 1997. pp. 269 - 283.
- [207] Mansikka, H., Virtanen, K., Lipponen, T. & Harris, D. *The good, the bad and the ugly: Eliciting the quality of pilots' tactical decisions in air combat training*. 2023. Lähetetty arvioitavaksi.
- [208] Miller, A. C. & Mills, B. *'If they don't care, I don't care': Millennial and generation Z students and the impact of faculty caring*. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 2019. Vol. 19, no. 4, pp. 78 - 89.

- [209] Finn, A., Schrodt, P., Witt, P., Elledge, N., Jernberg, K. & Larson, L. *A Meta-Analytical Review of Teacher Credibility and its Associations with Teacher Behaviors and Student Outcomes*. Communication Education, 2009. Vol. 58, no. 4, pp. 516 - 537.
- [210] Hanén, T. *Yllätysten edessä - Kompleksisuusteoreettinen tulkinta yllättävien ja dynaamisten tilanteiden johtamisesta*. Väitöskirja. Helsinki, 2017. Maanpuolustuskorkeakoulu.
- [211] Chief of Naval Air Training. *Advanced Strike Fighter Naval Officer Training System Curriculum*. Corpus Christi: Chief of Naval Air Training, 2021.
- [212] Puolustusvoimat. *Johtajan käsikirja 2022*. Helsinki: Pääesikunta, 2022.
- [213] Alberts, D., Garstka, J., Hayes, R. & Signori, D. *Understanding Information Age Warfare*. Washington DC: CCRP, 2001.
- [214] Morrison, J. G., Kelly, R. T. & Hutchins, S. G. *Impact of naturalistic decision support on tactical situation awareness*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 1996. Vol. 40, no. 4, pp. 199 - 203.
- [215] Eikmeier, D. & Iova, T. *Factor analysis - A valuable technique in support of mission analysis*. Military Review, 2021. Vol. 101, no. 5, pp. 65 - 72.
- [216] NATO Standardization Office. *Allied Joint Publication-5: Allied Joint Doctrine for the Planning of Operations*. Bryssel: NATO Standardization Office, 2019.
- [217] Lovering, T. *Odin's ravens - From situational awareness to understanding*. The Three Swords Magazine, 2014. Vol. 27, no. 2, pp. 50 - 52.
- [218] Geng, B. & Varshney, P. *Human-Machine Collaboration for Smart Decision Making: Current Trends and Future Opportunities*. In: 2022 IEEE 8th International Conference on Collaboration and Internet Computing, USA, 14. - 16.12.2022. Atlanta: IEEE Computer Society, 2022. pp. 61 - 67.
- [219] Rothfuss, S. *Human-Machine Cooperative Decision Making*. Väitöskirja. Karlsruhe, 2022. Karlsruhe Institute of Technology.
- [220] Klein, G., Shneiderman, B., Hoffman, R. R. & Ford, K. *Why expertise matters: A response to the challenges*. IEEE Intelligent Systems, 2017. Vol. 32, no. 6, pp. 67 - 73.
- [221] Sackett, P. & Mullen, E. *Beyond formal experimental design: Towards an expanded view of the training evaluation process*. Personnel Psychology, 1993. Vol. 46, no. 3, pp. 613 - 627.
- [222] Argyrous, G. *Statistics for Research*. 3rd ed. Lontoo: SAGE Publications, 2011.
- [223] Tähtinen, J., Laakkonen, E. & Broberg, M. *Tilastollisen aineiston käsittelyn ja tulkinnan perusteita*. 2. p. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos, 2020.
- [224] Kellman, P. J. & Kaiser, M. K. *Perceptual learning modules in flight training*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 1994. Vol. 38, no. 18, pp. 1183 - 1187.

- [225] Okoli, J., Watt, J. & Weller, G. *Towards the classification of fireground cues: A qualitative analysis of expert reports*. Journal of Contingencies and Crisis Management, 2016. Vol. 25, no. 4, pp. 1 - 12.
- [226] Shadbolt, N. R. & Smart, P. R. *Knowledge Elicitation: Methods, Tools and Techniques*. In: Wilson, J. & Sharples, S (eds.). *Evaluation of Human Work*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2015. pp. 163 - 200.
- [227] Työ- ja elinkeinoministeriö. *Työolobarometri 2022*. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö, 2023.
- [228] Puolustusvoimat. *Puolustusvoimien henkilöstötilinpäätös 2022*. Helsinki: Puolustusvoimat, 2022.

## **LIITTEET**

Liite 1. Lentotehtävän vaiheet

Liite 2. Lentotehtävän arviointilomake

Liite 3. Tunnettuja koulutuksen vaikuttavuuden arviointimalleja

Liite 4. Havainnointilomake

Liite 5. Tutkimuksen tiedote

Liite 6. Tyytyväisyyskyselylomake

Liite 7. Oppimiskyselylomake

Liite 8. Lennonopettajille lähetetty tiivistelmä päätöksentekokoulutuksesta

Liite 9. Lennonopettajille lähetetty oppimateriaali CDM-menetelmän hyödyntämiseksi

Liite 10. Ohje CDM-menetelmän soveltamiseen lentotehtävän läpikäynnissä

**Liite 1. Lentotehtävän vaiheet**

Taulukkoon 1 on kootut tiivistelmä lentotehtävän vaiheiden keskeisistä tavoitteista ja toiminnoista. Tiedot kuvaavat tutkimuksen lähtötilannetta ennen päätöksentekokoulutusta ja CDM-perusteista päätöksenteon arviointia.

Vaihe	Tavoite	Toiminta	Ajankäyttö
Lentotehtävään valmistautuminen	Lennon teoriaperusteiden opiskelu ennen tehtävänantoa.	Oppilaan itsenäinen teoriaopiskelu ja ajoittaiset kootusti järjestetyt oppitunnit.	30 minuuttia - tunteja
Lentotehtävän anto	Teoriaperustan syventäminen ja sitominen käytäntöön sekä yhtenäisten tietojen varmistaminen ennen lentoa.	Opettajajohtoinen strukturoitu lennon suoritusohjeiden käsittely.	noin 45 minuuttia
Lentotehtävän suoritus	Lennon oppimistavoitteiden saavuttaminen sekä turvallinen ja tehokas tehtävänantoa noudattava lentotoiminta.	Oppilaan käytännönharjoittelu opettajan tukemana tai yksin.	noin tunti
Lentotehtävän läpikäynti	Lennon tapahtumien todentaminen ja analysointi sekä lennon tavoitteiden saavuttamisen arviointi.	Opettajajohtoinen lennon keskeisten tapahtumien läpikäynti.	noin 45 minuuttia
Lentotehtävän arviointi	Oppilaan lennonaikaisen suoriutumisen ja kehityskohteiden dokumentointi sekä kattava palaute oppilaalle.	Opettaja täyttää ja julkaisee arviointilomakkeen, jonka jälkeen oppilas tutustuu arviointiin ja hyväksyy sen itsenäisesti.	noin 30 minuuttia

Taulukko 1. Lentotehtävän vaiheet.

**Liite 2. Lentotehtävän arviointilomake**

Kuvassa 1 on HW-, GO- ja VN-lentokoulutuksen arviointiohjeen [154, p. 21] mukainen esimerkki täytetystä lentotehtävän arviointilomakkeesta.

Student:		Service:		Group:				
Course:	HW2	Country:	FINLAND	Event:	070215			
<a href="#">Find Student</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Tick and Flick</a>   <a href="#">Tick and Flick Summary</a>   <a href="#">Course Comment</a>   <a href="#">Overall Course</a>   <a href="#">Content Summary</a>								
<b>Tick and Flick Entries</b>								
<a href="#">Progress Card</a>   <a href="#">Additional Categories</a>								
Allow Scoring		Set Scoring Defaults		Scores				
Category	M	Min	1	2	3	4	5	Comments
<b>YLEINEN TOIMINTA</b>		4				4		Yleinen tekeminen tosi laadukasta. Oli mukavaa kun lennon perusasiat eivät pääse haittaamaan kurvan oppimista. Kaikki vaikuttaa kaikkeen. Ohjaamisen osalta pieni huomio se, että nopeudet
Valmistautuminen		4					5	
Meno/paluu ja toiminta maassa		4					5	
Aluetoiminta (yleinen tekeminen)		4					5	
Rajoitukset		4				4		
PÄ:n seuranta		4				4		
Lentoturvallisuus (ACTR, yleinen)		4				4		Olimme varsin aggressiivisia G:n käytössä ja suuntaamisessa. Olin muutaman kerran mukana ohjaimissa ettemme päätyneet liian tiukkoihin tilanteisiin. Tämä on haastava vaihe. Haluamme,
Järjestelmien käyttö (avioniikka, asejärjestelmä)		4				4		
Ohjaaminen / FI		4					5	
<b>WVR TOIMINTA</b>		3				4		
Setup 1		3				4		Kaarroimme 2y taistelua, maali lähti ylös ja näkeminen muodostui hetkellisesti ongelmaksi. Liukukaarroissa muista ottaa positiivista ennakkkoa varovaisesti, ettet päädy liian eteen, lähelle ja
Setup 2		3					5	Tässä päästiin 2y taistelussa ulosmittaamaan ekassa setupissa opittuja asioita. Hyvä energianhallinta tuotti hallinta-aseman ja torjunnan. Rippuen konemallista ja kuomasta on
Setup 3		3				4		Muista laittaa ARM päälle. Ekassa yrityksessä hukattiin vastus näkyvistä, joten Terminate. Tee päätös vain heti, niin saat nopeasti luotua uuden setupin. Hyvä päätös ottaa 90 astetta sivuun,
Ammunnat (suoritus ja evaluointi)		4				4		F2 ammunnat tehtiin opetetusti. Huomio etusektori-ammunnoissa etäisyys ja suuntaus tarkasti. Tykillä lipaisut olivat hieman rauhattomia. Hakeuduit ammuntaan hyvin.
<b>AIRMANSHIP</b>		3				4		Aggressiivista ja hyvää tekemistä. Hieman malttia vielä lisää. Löytyy tuolta muista kommenteista mitä tällä tarkoitetaan.
SA		3				4		
Päätöksenteko		3				4		
Kapasiteetti		3					5	

Kuva 1. Esimerkki täytetystä lentotehtävän arviointilomakkeesta [154, p. 21].

**Liite 3. Tunnettuja koulutuksen vaikuttavuuden arviointimalleja**

Taulukkoon 1 on kootut tunnettuja koulutuksen vaikuttavuuden arviointiin käytettyjä malleja, jotka mukailevat Kirkpatrickin mallia ja sen arviointitasoja (reaktio, oppiminen, käyttäytyminen ja tulokset).

Taulukko 1. Tunnettuja koulutuksen vaikuttavuuden arviointimalleja (mukaillen [190, pp. 482 - 492] [44, p. 5] [191, pp. 6 - 7, 13] [53, pp. 386 - 398] [192, pp. 12 -16, 33 - 34] [54, pp. 3 - 13]).

Nimi	Kirkpatrickin malli	Phillipsin malli	KPMT-malli	IMTEE-malli
Selite	Nimetty laatijan mukaan	Nimetty laatijan mukaan	Nimetty laatijoiden mukaan	Integrated Model of Training Evaluation and Effectiveness
Laatija	Kirkpatrick	Phillips	Kearns & Miller	Alvarez, Salas & Garofano
Vuosi	1959	1994	1997	2004
Arviointi- tasot	1. Reaktio 2. Oppiminen 3. Käyttäytyminen 4. Tulokset	1. Reaktio 2. Oppiminen 3. Käyttäytyminen 4. Vaikutus liiketoimintaan 5. Sijoitetun pääoman tuotto	1. Liiketoiminnan tarpeet 2. Reaktio 3. Oppiminen 4. Käyttäytyminen 5. Taloudellinen lisäarvo	1. Tarveanalyysi 2. Reaktio 3. Oppiminen 4. Tulokset



**Liite 4. Havainnointilomake**

Kuvassa 1 on tutkimuksessa käytetyn havainnointilomakkeen mallipohja.

PVM		DP	SK	SA1	SA2	SA3
MSN						
01						
04						
BY						
<b>DP (Decision Point):</b>						
0 = DP not identified						
- = Poor decision						
+ = Good decision						
<b>SK (Static Knowledge):</b>						
[empty] = SK not evaluated						
- = SK Poor						
+ = SK Good						
<b>SA1 (SA Level 1, "What?")</b>						
[empty] = SA1 not evaluated						
- = SA1 Poor						
+ = SA1 Good						
<b>SA2 (SA Level 2, "So What?")</b>						
[empty] = SA2 not evaluated						
- = SA2 Poor						
+ = SA2 Good						
<b>SA3 (SA Level 3, "What's next?")</b>						
[empty] = SA3 not evaluated						
- = SA3 Poor						
+ = SA3 Good						
<b>Vapaa sana / huomioita:</b>						

**Ympyröi sopivin vaihtoehto seuraaviin väittämiin:**  
(Asteikolla 1 - 5)

1 täysin eri mieltä  
2 jokseenkin eri mieltä  
3 ei samaa eikä eri mieltä  
4 jokseenkin samaa mieltä  
5 täysin samaa mieltä

1. Debrief suuntasi oppilaan osaamisen tarkastelua lennon keskeisiin päätöksentekopisteisiin  
1    2    3    4    5

2. Debrief aktivoi oppilasta osaamisensa syvälliseen tarkasteluun  
1    2    3    4    5

3. Debrief kannusti oppilasta tilannetietoisuutensa monipuoliseen tarkasteluun  
1    2    3    4    5

Kuva 1. Tutkimuksessa käytetty havainnointilomake.

## **Liite 5. Tutkimuksen tiedote**

Kuvassa 1 on tutkimuksen tiedote, joka jaettiin BAE Systems Hawk -ilmataisteluopettajille kutsuna tutkimukseen osallistumiseksi. Lisäksi tiedote esiteltiin jokaisen päätöksentekokoulutustilaisuuden alussa.

**TIEDOTE TUTKIMUKSESTA**

10.1.2022

### **Lennonopettajien päätöksenteon arvioinnin kehittäminen ilmataistelukoulutuksessa**

#### **Hyvät HW-lennonopettajat,**

Kutsun teidät osallistumaan lennonopettajien päätöksenteon arvioinnin kehittämisen tutkimukseen. Tutkimuksen avulla voidaan kehittää Puolustusvoimien lentokoulutusta. Tutkimuksen järjestelyihin osallistuvat allekirjoittaneen tutkijan lisäksi ohjaajat dosentti FT Heikki Mansikka ja professori TKT Kai Virtanen Maanpuolustuskorkeakoululta.

#### **Tutkimuksen tarkoitus**

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kehittää oppilaiden suoriutumista ja lennonopettajien toteuttamaa päätöksenteon arviointia ilmataistelukoulutuksessa. Tavoitteena on selvittää, millainen vaikutus lennonopettajille annetulla päätöksentekokoulutuksella on ilmataistelukoulutuksessa. Laajemmin tavoitteena on kehittää Puolustusvoimien lentokoulutusta.

#### **Tietojen luottamuksellisuus ja tietosuoja**

Tutkimusaineisto kerätään, tallennetaan, säilytetään, analysoidaan ja raportoidaan niin, ettei yksittäisten henkilöiden tietojen tunnistaminen ole mahdollista. Tietoja voivat käsitellä vain edellä nimetyt tutkimuksen järjestelyihin osallistuvat henkilöt, eikä tietoja luovuteta tutkimusryhmän ulkopuolisille tahoille. Kaikkia tutkimusryhmän jäseniä sitoo tietojen salassapitovelvollisuus sekä muut hyvän tieteellisen käytännön periaatteet. Tutkimusaineistoa säilytetään 10 vuotta, minkä jälkeen tiedot hävitetään ohjeiden mukaisesti. Tutkimusaineistoa voidaan hyödyntää Puolustusvoimien lentokoulutuksen kehittämisessä.

#### **Tutkimustulosten julkaisu**

Tutkimustulokset julkaistaan tutkimusraportissa sekä mahdollisissa kansallisissa ja kansainvälisissä julkaisuissa.

#### **Lisätiedot**

Jos teille heräsi kysymyksiä tai ajatuksia tutkimuksesta, toivon teidän olevan yhteydessä allekirjoittaneeseen tutkijaan.

*Tatu Lipponen*

Majuri Tatu Lipponen

Oppilasupseeri YEK 61

[tatu.lipponen@mil.fi](mailto:tatu.lipponen@mil.fi)

Kuva 1. Tutkimuksen tiedote.

**Liite 6. Tyytyväisyyskyselylomake**

Kuvassa 1 on tutkimuksessa käytetyn tyytyväisyyskyselylomakkeen mallipohja.

**Tyytyväisyyskysely lennonopettajille järjestetystä päätöksentekokoulutuksesta 12.1.2022**

Vastaamalla tähän kyselyyn annat suostumuksen käyttää vastauksiasi tutkimusaineistona lennonopettajien päätöksenteon arvioinnin kehittämisen tutkimuksessa (Tiedote tutkimuksesta 10.1.2022).

Kyselyyn vastataan nimettömästi. Tutkimusaineisto kerätään, tallennetaan, säilytetään, analysoidaan ja raportoidaan niin, ettei yksittäisten henkilöiden tietojen tunnistaminen ole mahdollista.

Rastita järjestetyn koulutuksen perusteella sopivin vaihtoehto seuraaviin väittämiin.	1 Täysin eri mieltä	2 Osittain eri mieltä	3 Ei samaa eikä eri mieltä	4 Osittain samaa mieltä	5 Täysin samaa mieltä
1. Koulutustilaisuuden järjestelyt olivat onnistuneet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Koulutus oli mielestäni mielenkiintoinen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Opin uutta osallistuessani koulutukseen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Koulutus oli mielestäni hyödyllinen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Suosittelisin koulutusta vastaavissa tehtävissä toimiville lennonopettajille.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Olen tyytyväinen koulutukseen kokonaisuutena.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Mitä muuta palautetta haluaisit antaa koulutuksesta?

Taustatiedot. Täydennä puuttuvat tiedot ja rastita sopivin vaihtoehto.									
HW-lentokokemus tunteina	_____ tuntia								
Lennonopettajakokemus Ilmavoimissa vuosina	_____ vuotta								
Ilmataisteluopettajakelpuus	<table> <tr> <td>Kyllä</td> <td>Ei</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Läsnä ollon</td> <td>Etä- yhteyksin</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Kyllä	Ei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Läsnä ollon	Etä- yhteyksin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kyllä	Ei								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
Läsnä ollon	Etä- yhteyksin								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
Osallistuin päätöksentekokoulutukseen	<input type="checkbox"/>								

**Kiitos vastauksistasi!**

Kuva 1. Tutkimuksessa käytetty tyytyväisyyskyselylomake.

## Liite 7. Oppimiskyselylomake

Kuvassa 1 on tutkimuksessa käytetyn oppimiskyselylomakkeen mallipohja.

### Oppimiskysely lennonopettajille järjestetystä päätöksentekokoulutuksesta

12.1.2022

Vastaamalla tähän kyselyyn annat suostumuksen käyttää vastauksiasi tutkimusaineistona lennonopettajien päätöksenteon arvioinnin kehittämisen tutkimuksessa (Tiedote tutkimuksesta 10.1.2022).

Kyselyyn vastataan nimettömästi. Tutkimusaineisto kerätään, tallennetaan, säilytetään, analysoidaan ja raportoidaan niin, ettei yksittäisten henkilöiden tietojen tunnistaminen ole mahdollista.

Rastita sopivin vaihtoehto seuraaviin väittämiin oppimisesi perusteella.	1 Ei lainkaan	2 Ei kovin paljon	3 Melko paljon	4 Hyvin paljon	5 Erittäin paljon
1. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi ihmisen päätöksentekoprosessista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi ihmisen ilmataisteluun liittyvästä päätöksentekoprosessista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi ilmataistelun tilannetietoisuudesta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi tilannetietoisuuden merkityksestä päätöksenteossa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi ilmataistelun päätöksentekopisteistä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi päätöksentekopisteiden merkityksestä oppimisessa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi ilmataistelun mentaalimalleista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi mentaalimallien merkityksestä päätöksenteossa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Kuinka paljon koulutus lisäsi tietoasi CDM-menetelmän hyödyntämisestä debriefissä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Kuinka paljon koulutus lisäsi ymmärrystäsi CDM-menetelmästä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Mitä muuta haluaisit kertoa oppimisestasi?

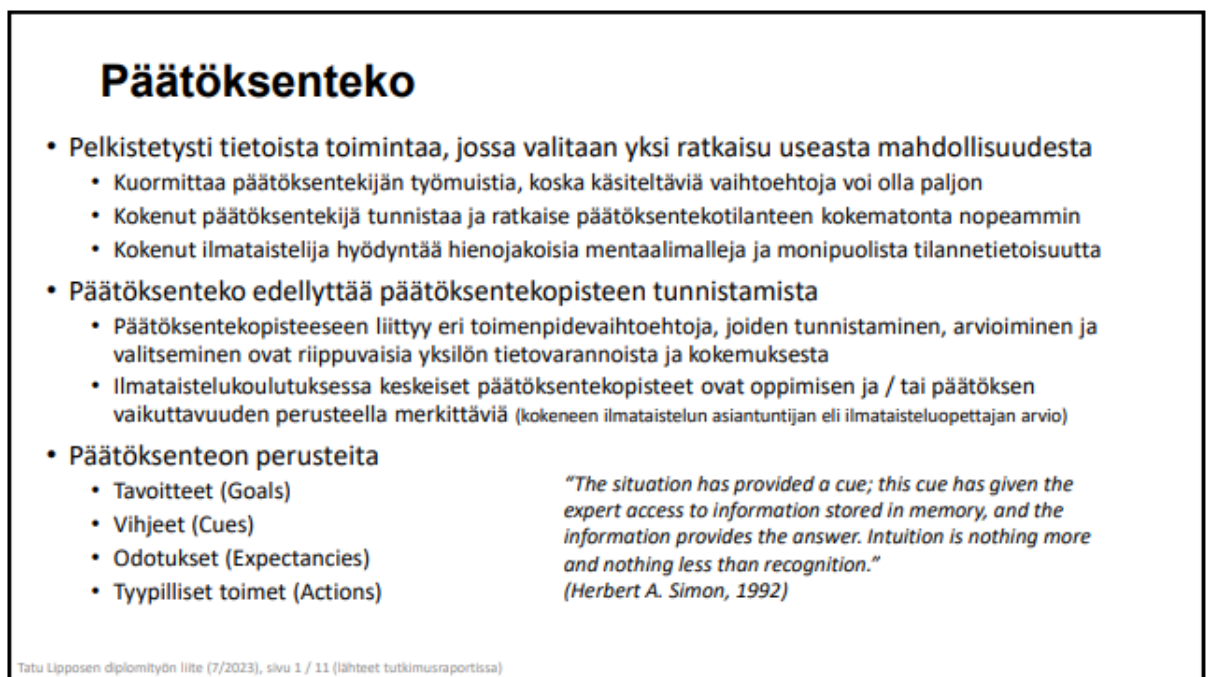
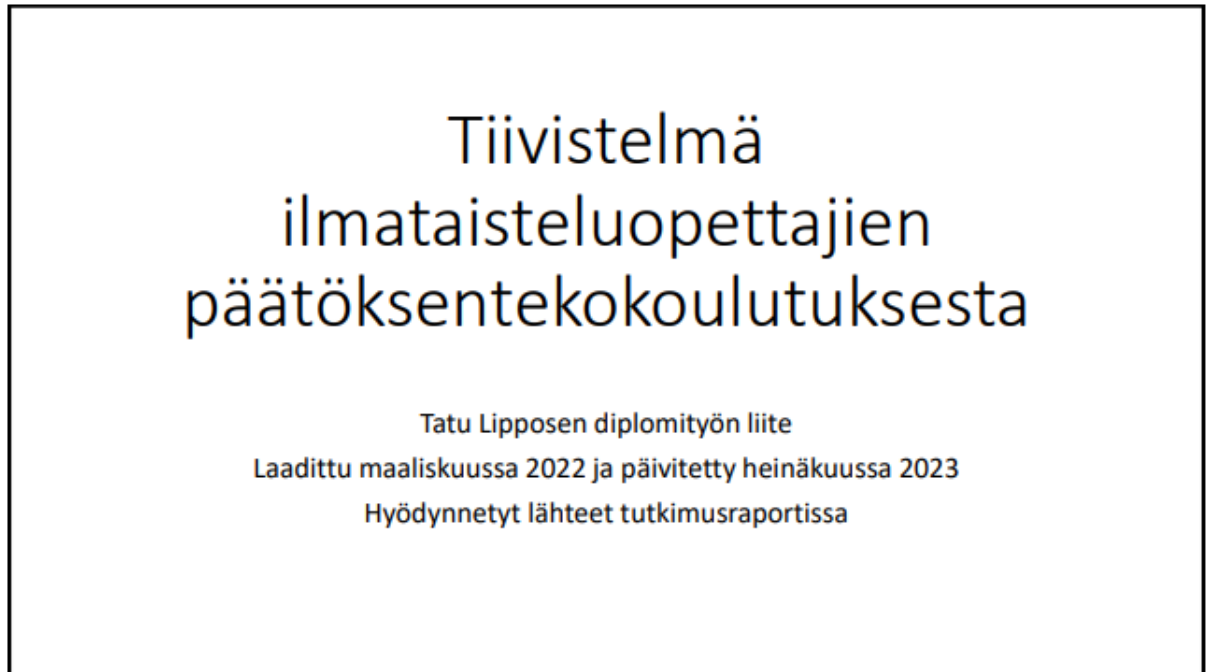
Taustatiedot. Täydennä puuttuvat tiedot ja rastita sopivin vaihtoehto.	
HW-lentokokemus tunteina	_____ tuntia
Lennonopettajakokemus Ilmavoimissa vuosina	_____ vuotta
Ilmataisteluopettajakelpuus	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Osallistuin päätöksentekokoulutukseen	<input type="checkbox"/> Läsnä ollen <input type="checkbox"/> Etä-yhteyksin <input type="checkbox"/> En osallistunut

Kiitos vastauksistasi!

Kuva 1. Tutkimuksessa käytetty oppimiskyselylomake.

## Liite 8. Lennonopettajille lähetetty tiivistelmä päätöksentekokoulutuksesta

Kuvissa 1 - 6 on päätöksentekokoulutuksen esitysmateriaalin tiivistelmä, joka toimitettiin tutkimukseen osallistuneille ilmataisteluopettajille maaliskuussa 2022. Tiivistelmää on päivitetty heinäkuussa 2023 lopullisen tutkimusraportin perusteella.



Kuva 1. Päätöksentekokoulutuksen tiivistelmä.

## Oppilaiden päätöksentekohaasteita ja vinkkejä lennonopettamiseen

- Mentaalimalleissa on puutteita, tilanteiden tunnistaminen on hidasta ja tilannearvion viestiminen on kuormittavaa
  - Anna lennolla aikaa päätöksenteolle
  - Tue päätöksentekovalmiuksia briefissä ja debriefissä
    - Auta mentaalimallien luomisessa
    - Kannusta ilmataistelussa nopeaan päätöksentekoon täydellisen ratkaisun etsimisen sijaan
- Virheellisestä tilanteen tunnistamisesta voi seurata väärinä päätöksiä ja virheellisten toimintamallien poisoppiminen vie paljon aikaa
  - Selvitä debriefissä oppilaan päätöksenteon tiedolliset perusteet
    - Kuuntele ja anna oppilaalle tilaa kertoa omin sanoin
    - Selvitä oppilaan dynaaminen ja staattinen tieto
      - Nämä voivat joskus poiketa suuresti opettajan oletuksesta
- Harjoittelu, palaute, ohjaaminen ja perustelu (Opettämisen kultainen sääntö)
  - Oppiminen edellyttää näitä kaikkia

Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 2 / 11 (lähteet tutkimusraportissa)

## Dynaaminen ja staattinen tieto

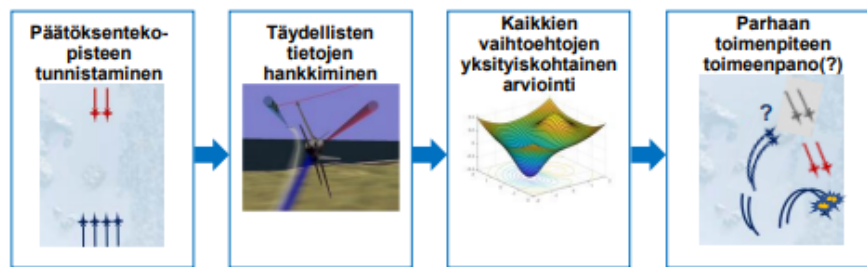


- Tilannetietoisuus (SA) kuvaa dynaamisen tiedon hetkellistä tasoa
  - Yksilön subjektiivinen käsitys havaitusta todellisuudesta
  - Perustuu tilanteen mukaan dynaamisesti aktivoituihin mentaalimalleihin eli staattiseen tietoon, jota päivitetään havainnoilla
- Tilannetietoisuus on ympäristön elementtien havaitsemista tietyssä tilassa ja ajanhetkessä, niiden merkityksen ymmärtämistä ja tulevan tilan ennustamista
  - SA 1 - Vallitsevan tilanteen havaitseminen
  - SA 2 - Tilanteen ymmärtäminen
  - SA 3 - Lähitulevaisuuden ennakoiminen
- Tietojen monitasoisuus erottaa ilmataisteluopettajan oppilaasta
  - Kokenut ilmataistelun asiantuntija ja kokematon aloittelija

Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 3 / 11 (lähteet tutkimusraportissa)

Kuva 2. Päätöksentekokoulutuksen tiivistelmä.

## Klassinen päätöksenteko

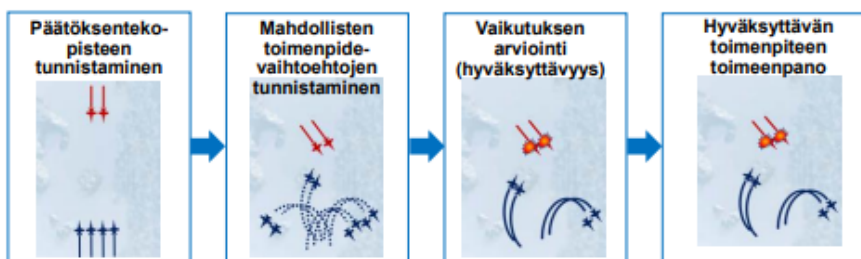


- Olettaa, että päätöksentekijällä on täydelliset tiedot eri vaihtoehdoista
- Päätöksenteko edellyttää paljon aikaa, tietoa, teoreettista pohdiskelua ja arviointia  
→ Ei sovellu parhaalla mahdollisella tavalla aikapaineiseen ja jatkuvasti muuttuvaan ilmataistelu-ympäristöön

Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 4 / 11 (lähteet tutkimusraportissa)

## Tilanteen tunnistamiseen perustuva päätöksenteko

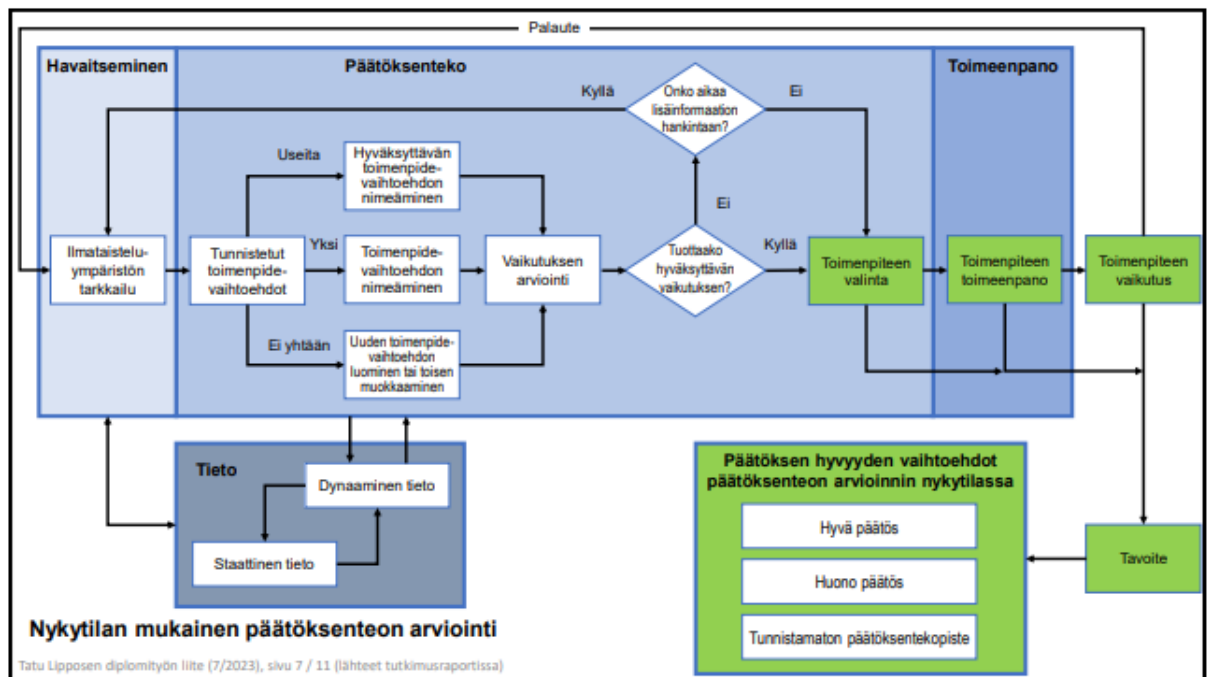
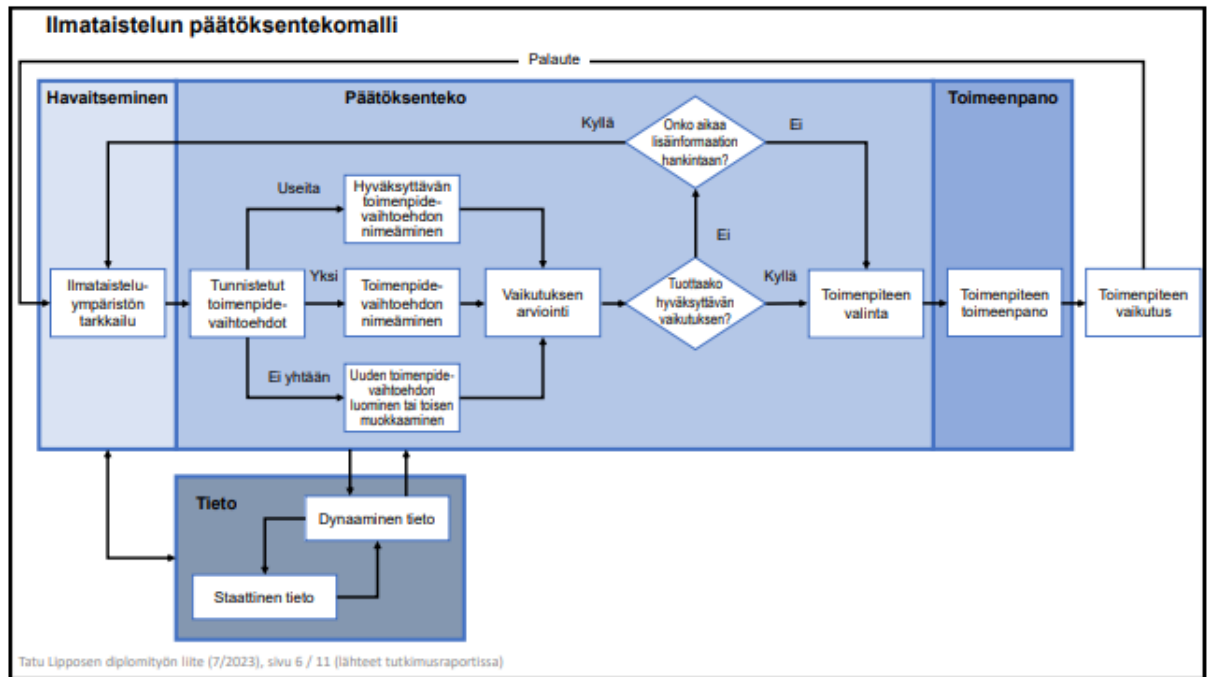
(RPD: Recognition-Primed Decision Making)



- Luonnollinen ja nopea päätöksenteko perustuu kriittisen informaation tunnistamiseen ja aikaisempaan tietoon
- Mahdollisten toimenpidevaihtoehtojen (yksi tai muutamia) tunnistamisen perusteella valitaan hyväksyttävä toimenpide
- Tämän jälkeen keskitytään tuleviin päätöksiin, koska ilmataistelu on peräkkäisten päätösten tekemistä sarjassa

Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 5 / 11 (lähteet tutkimusraportissa)

Kuva 3. Päätöksentekokoulutuksen tiivistelmä.



Kuva 4. Päätöksentekokoulutuksen tiivistelmä.

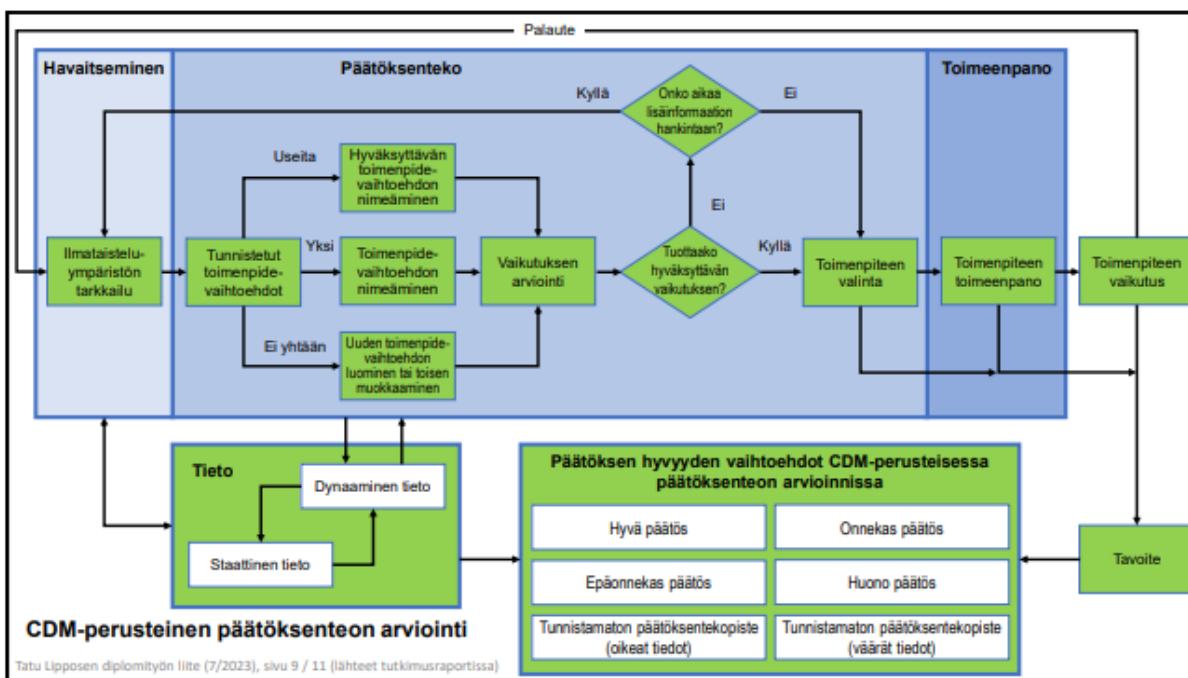


## Critical Decision Method (CDM)

- Tiedon hankintaa asiantuntijahaastatteluin
  - Tarkastellaan toteutuneita tapahtumia ja päätöksentekoa
  - Avoimien kysymysten (cognitive probes) avulla tarkennetaan toimintaan vaikuttaneita tietoja
- 5 vaihetta
  - Kolme ensimmäistä vaihetta toteutuvat lentokoulutuksessa
  - 4. ja 5. vaiheen hyödyntämistä voidaan kehittää lentotehtävän läpikäynnissä
  - 4. vaihe: Opettaja tunnistaa keskeiset käsiteltävät päätöksentekopisteet
  - 5. vaihe: Aktivoidaan oppilasta avoimin kysymyksin päätösten tiedollisten perusteiden selvittämiseksi
  - Oppimisen kannalta 5. vaihe on läpikäynnin tärkein osuus

CDM-haastattelun vaihe	Toiminta lentotehtävän läpikäynnissä
Tapahtuman valitseminen	Lennonopettaja valitsee lentotehtävän läpikäynnissä tarkasteltavat tapahtumat, joihin liittyen halutaan tunnistaa päätöksenkoon vaikuttaneet tiedot.
Tapahtuman mieleen palauttaminen	Koulutettava ja lennonopettaja katsovat tapahtumien kulun lentotalenteilta ja muodostavat yhteisen näkemyksen tapahtumasta.
Aikajanan muodostaminen	Aikajana muodostuu automaattisesti lentotalenteiden ja tietokoneohjaisen läpikäyntiohjelmiston avulla.
Päätöksentekopisteiden tunnistaminen	Lennonopettaja tunnistaa valittuun tapahtumaan liittyvät keskeiset päätöksentekopisteet tapahtuman mieleen palauttamisen ja aikajanan perusteella.
Päätöksenkoon vaikuttavien tietojen selvittäminen	Lennonopettaja selvittää koulutettavan päätöksenkoon vaikuttavat tiedot avoimin kysymyksin.

Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 8 / 11 (lähteet tutkimusraportissa)



Kuva 5. Päätöksentekokoulutuksen tiivistelmä.

## Päätöksenteon arviointi

- Tunnistetaan aidosti hyvät päätökset
  - Erotetaan epäonnekkaat päätökset onnekaista ja huonoista päätöksistä
- Opetuksesta tulee aikaisempaa kohdennetumpaa ja oppiminen tehostuu

Päätöksen vaikutus	Perinteinen päätöksenteon arviointi (nykytila)	CDM-perusteinen päätöksenteon arviointi	
		Oikeat tiedot	Väärät tiedot
Toivottu	Hyvä päätös	Hyvä päätös	Onnekas päätös
Ei-toivottu	Huono päätös	Epäonnekas päätös	Huono päätös

Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 10 / 11 (liitteet tutkimusraportissa)

## CDM debriefissä

- Todennetaan oppilaan lennonaikainen päätös ja päätökseen johtaneet tapahtumat, havainnot ja tiedot sekä päätöksen seuraukset
- Opettaja hyödyntää avoimia kysymyksiä oppilaan päätösten taustalla vaikuttavien tietojen tarkentamiseksi
  - Staattinen ja dynaaminen tieto
  - "Kyllä / ei" -kysymykset eivät todennäköisesti paljasta oppilaan taustatietoja
 → Kannattaa hyödyntää epäsuoria avoimia kysymyksiä

Tarkennuksen tyyppi	Tarkentava kysymys
Vihjeet	Mitä näit tai kuult (päätöshetkellä tai ajanhetkellä xxx*)? Mihin kiinnitit huomiota (ilmassa, ohjaamossa tai xxx*)?
Informaatio	Mitä informaatiota hyödynsit päätöksessä? Missä ja miten havaitsit tarvitsemasi informaation? Mitä informaatiota tilanteesta puuttui?
Staattinen tieto	Mitä tietoja hyödynsit päätöksessä? Mitä aikaisemmin hankittuja tietoja hyödynsit tilanteessa ja miten? Mitkä tilanteeseen liittyvät tiedot olivat tuttuja aikaisemmilla lennoilla ja mitä pääteit tämän perusteella?
Dynaaminen tieto	Milaisena havaitsit, ymmärsit tai ennakoit tilanteen? Mitä havaintoja yhdistit tilanteessa aikaisempiin tietoihin? Miten ennakoit tilanteen kehittyvän havaintojesi ja aikaisempien tietojesi perusteella? Miten kuvailisit tilanteeseen liittyviä syy-seuraus-suhteita toiselle ohjaajalle, joka ei ole ollut vastaavassa tilanteessa aikaisemmin?
Tavoitteet	Mitkä olivat tavoitteesi ja miksi? Mitkä oli ensisijainen tavoitteesi tilanteessa ja miksi?
Odotukset	Miten odotit tilanteen kehittyvän? Miten tehtävänanto varmisti sinua tilanteeseen?
Toimenpidevaihtoehdot	Milaisia toimenpidevaihtoehtoja harkitsit? Millä perusteella valitsit yhden toimenpiteen ja hylkäsit toiset?
Hypoteettiset tilanteet	Jos tilanne olisi (xxx* tavalla) erilainen, miten se vaikuttaisi päätöksesi?

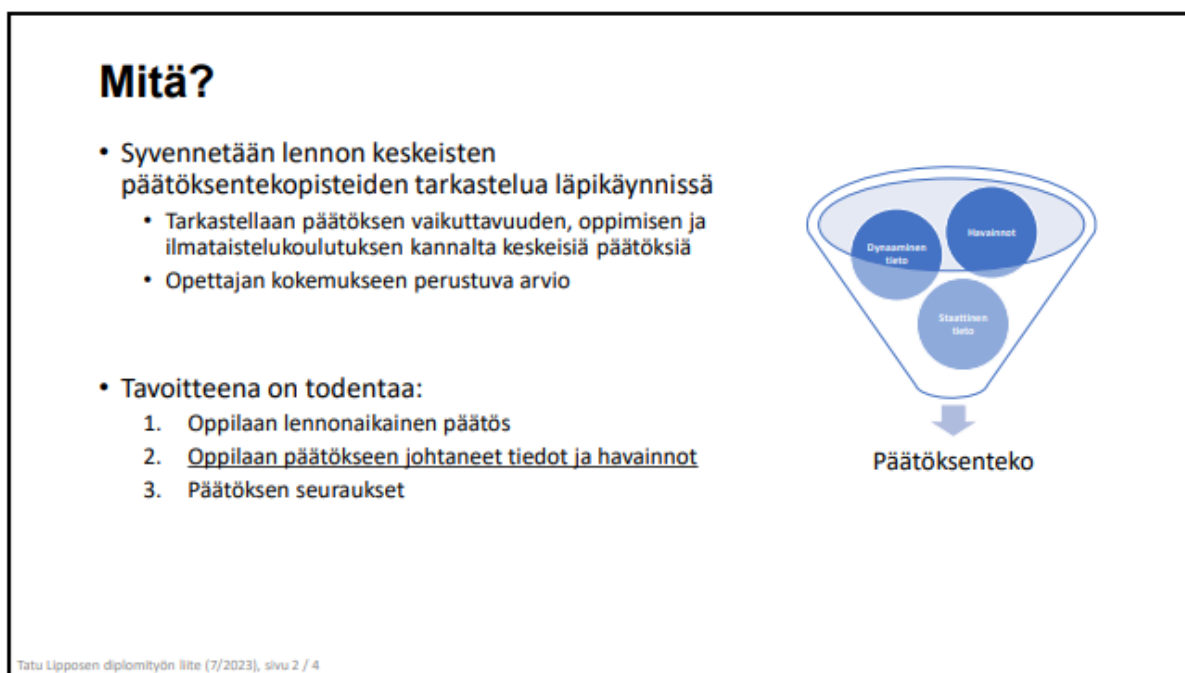
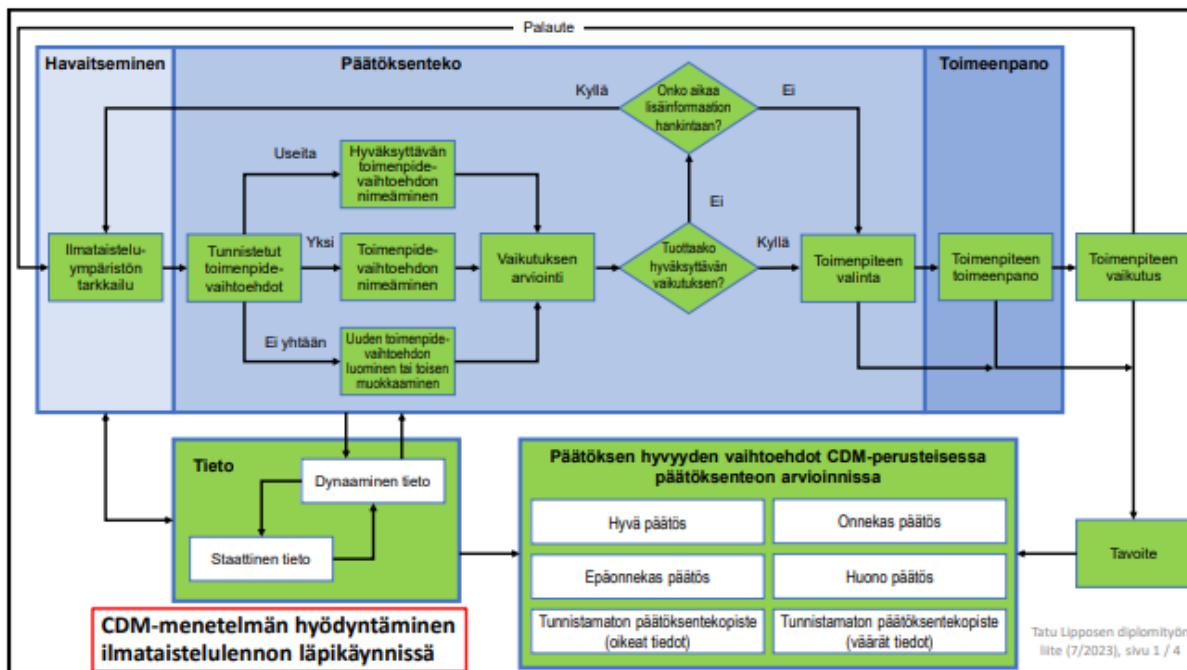
\* Kysymyksiä voidaan muokata lentotehtävän läpikäynnin päämäärien mukaisesti.

Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 11 / 11 (liitteet tutkimusraportissa)

Kuva 6. Päätöksentekokoulutuksen tiivistelmä.

## Liite 9. Lennonopettajille lähetetty oppimateriaali CDM-menetelmän hyödyntämiseksi

Kuvissa 1 - 2 on esimerkki tutkimukseen osallistuneille lennonopettajille lähetetystä oppimateriaalista CDM-menetelmän hyödyntämiseksi lentotehtävän läpikäynnissä. Oppimateriaalia on laadittu toukokuussa 2022 ja sitä on päivitetty heinäkuussa 2023 lopullisen tutkimusraportin perusteella.



Kuva 1. Lennonopettajille lähetetty oppimateriaali.

## Miksi?

- Tunnistetaan aidosti hyvät päätökset
  - Erotetaan epäonnekkaat päätökset onnekaista ja huonoista päätöksistä
- Opetuksesta tulee aikaisempaa kohdennetumpaa ja oppiminen tehostuu

Päätöksen vaikutus	Perinteinen päätöksenteon arviointi (nykytila)	CDM-perusteinen päätöksenteon arviointi	
		Oikeat tiedot	Väärät tiedot
Toivottu	Hyvä päätös	Hyvä päätös	Onnekas päätös
Ei-toivottu	Huono päätös	Epäonnekas päätös	Huono päätös

Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 3 / 4

## Miten?

1. Päätöksentekopisteen tunnistaminen
2. Oppilaan päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittäminen avoimin kysymyksin
  - Staattinen tieto
  - Dynaaminen tieto (Tilannetietoisuus, SA)
    - SA 1 Havainto
    - SA 2 Ymmärrys
    - SA 3 Ennakointi

Tarkennuksen tyyppi	Tarkentava kysymys
Vihjeet	Mitä näit tai kuulit (päätöshetkellä tai ajanhetkellä xxx*)? Mihin kiinnitit huomiota (ilmassa, ohjaamossa tai xxx*)?
Informaatio	Mitä informaatiota hyödynsit päätöksessä? Missä ja miten havaitsit tarvitsemasi informaation? Mitä informaatiota tilanteesta puuttui?
Staattinen tieto	Mitä tietoja hyödynsit päätöksessä? Mitä aikaisemmin hankittuja tietoja hyödynsit tilanteessa ja miten? Mitkä tilanteeseen liittyvät tiedot olivat tuttuja aikaisemmilta lennoilta ja mitä päätelit tämän perusteella?
Dynaaminen tieto	Millaisena havaitsit, ymmärsit tai ennakoit tilanteen? Mitä havaintoja yhdistit tilanteessa aikaisempiin tietoihisi? Miten ennakoit tilanteen kehittyvän havaintojesi ja aikaisempien tietojesi perusteella? Miten kuvallistit tilanteeseen liittyviä syy-seuraus-suhteita toiselle ohjaajalle, joka ei ole ollut vastaavassa tilanteessa aikaisemmin?
Tavoitteet	Mikä olivat tavoitteesi ja miksi? Mikä oli ensisijainen tavoitteesi tilanteessa ja miksi?
Odotukset	Miten odolit tilanteen kehittyvän? Miten tehtävänanto valmisti sinua tilanteeseen?
Toimenpidevaihtoehdot	Millaisia toimenpidevaihtoehtoja harkitsit? Millä perusteella valitsit yhden toimenpiteen ja hylkäsit toiset?
Hypoteettiset tilanteet	Jos tilanne olisi (xxx* tavalla) erilainen, miten se vaikuttaisi päätökseesi?

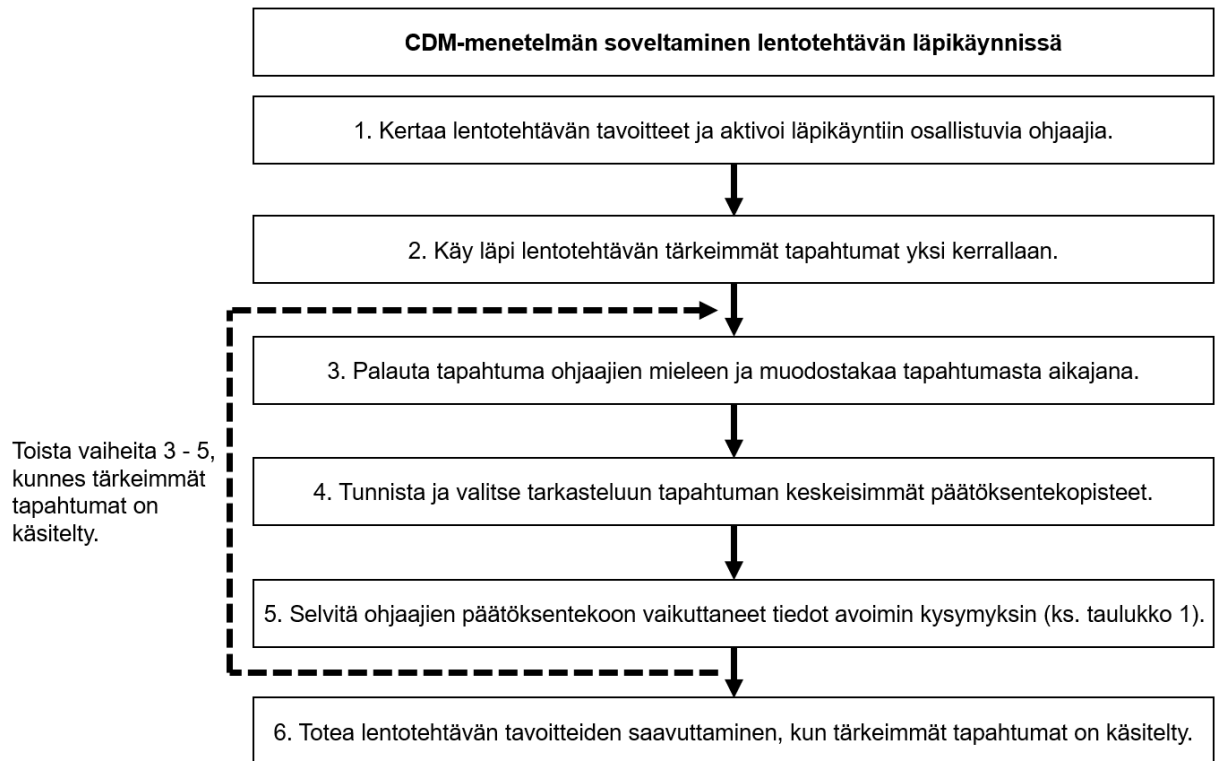
Tatu Lipposen diplomityön liite (7/2023), sivu 4 / 4

\* Kysymyksiä voidaan muokata lentotehtävän läpikäynnin päämäärän mukaisesti.

Kuva 2. Lennonopettajille lähetetty oppimateriaali.

**Liite 10. Ohje CDM-menetelmän soveltamiseen lentotehtävän läpikäynnissä**

CDM-menetelmän (Critical Decision Method) avulla voidaan kehittää ohjaajien tietoja ja suoriutumista lentokoulutuksessa sekä lisätä lentotehtävän läpikäynnin vuorovaikutteisuutta, kun läpikäynti toteutetaan kuvassa 1 esitettyjen vaiheiden 1 - 6 mukaisesti.



Kuva 1. CDM-menetelmän soveltaminen lentotehtävän läpikäynnissä.

1. Aktivoi koulutettavia ohjaajia pyytämällä heitä arvioimaan lyhyesti lentotehtävän tavoitteiden saavuttamista.

2. Valitse lentotehtävän suorituksen perusteella tärkeimmät tapahtumat (2 - 6 kpl), joihin liittyen haluat selvittää koulutettavien tiedot. Käsittele tärkeimmät tapahtumat yksi kerrallaan CDM-menetelmän avulla toistaen vaiheita 3 - 5 (vähemmän tärkeät tapahtumat käsitellään lyhyesti). Lentotehtävän tärkeimmät tapahtumat ovat niitä, joista koulutettavat voivat oppia eniten (esim. haastava ilmataistelukohtaaminen, lentoliike, lähestyminen tai lentoturvallisuuteen liittyvä poikkeama). Voit merkitä tärkeimpiä tapahtumia itsellesi muistiin lennon aikana.

3. Palauta käsiteltävä tapahtuma kokonaisuudessaan koulutettavien mieleen ja muodostakaa yhdessä kronologinen aikajana tapahtuman vaiheista (esim. lentotallenteiden avulla). Kokonaisvaltainen arviointi edellyttää aikajanalla esitetyn informaation rikastamista koulutettavien tiedoilla (vaihe 5).

4. Valitse tarkasteluun tapahtuman keskeisimmät päätöksentekopisteet (1 - 3 kpl) lentotehtävän suorituksen ja aikajanan perusteella. Keskeinen päätöksentekopiste on lennonaikainen hetki, jonka aikana koulutettava teki tai tämän olisi tullut tehdä tärkeä taktinen päätös (esim. päätös sitoutua ilmataisteluun, suorittaa tietty toimenpide tai keskeyttää toimenpide).

5. Selvitä koulutettavien päätöksentekoon vaikuttaneet tiedot avoimin kysymyksin. Hyödynnä taulukon 1 mallikysymyksiä. Pyri avoimeen vuorovaikutukseen, aktivoi koulutettavia ja ohjaa heitä tietojen monipuoliseen tarkasteluun. Jos koulutettavat tunnistavat tietonsa oikeiksi tai osaavat itse korjata väärät tiedot, vahvista oikeat tiedot lyhyesti. Jos koulutettavat eivät tunnista väärää tietoa, osoita väärät tiedot ja vakuuta koulutettavat oikeista tiedoista.

Taulukko 1. Lentotehtävän läpikäynnissä ohjaajien päätöksentekoon vaikuttavien tietojen selvittämiseen käytettäviä avoimia kysymyksiä (mukaillen [61, p. 31] [19, p. 466]).

Tarkennuksen tyyppi	Tarkentava kysymys
Vihjeet	Mitä näit tai kuulit ( <i>päätöshetkellä tai ajanhetkellä xxx*</i> )? Mihin kiinnitit huomiota ( <i>ilmassa, ohjaamossa tai xxx*</i> )?
Informaatio	Mitä informaatiota hyödynsit päätöksessä? Missä ja miten havaitsit tarvitsemasi informaation? Mitä informaatiota tilanteesta puuttui?
Staattinen tieto	Mitä tietoja hyödynsit päätöksessä? Mitä aikaisemmin hankittuja tietoja hyödynsit tilanteessa ja miten? Mitkä tilanteeseen liittyvät tiedot olivat tuttuja aikaisemmilta lennoilta ja mitä päätelit tämän perusteella?
Dynaaminen tieto	Millaisena havaitsit, ymmärsit tai ennakoit tilanteen? Mitä havaintoja yhdistit tilanteessa aikaisempiin tietoihisi? Miten ennakoit tilanteen kehittyvän havaintojesi ja aikaisempien tietojesi perusteella? Miten kuvailisit tilanteeseen liittyviä syy-seuraussuhteita toiselle ohjaajalle, joka ei ole ollut vastaavassa tilanteessa aikaisemmin?
Tavoitteet	Mitkä olivat tavoitteesi ja miksi? Mikä oli ensisijainen tavoitteesi tilanteessa ja miksi?
Odotukset	Miten odotit tilanteen kehittyvän? Miten tehtävänanto valmisti sinua tilanteeseen?
Toimenpidevaihtoehdot	Millaisia toimenpidevaihtoehtoja harkitsit? Millä perusteella valitsit yhden toimenpiteen ja hylkäsit toiset?
Hypoteettiset tilanteet	Jos tilanne olisi ( <i>xxx* tavalla</i> ) erilainen, miten se vaikuttaisi päätökseesi?

\* Kysymyksiä voidaan muokata lentotehtävän läpikäynnin päämäärien mukaisesti.

6. Totea lentotehtävän tavoitteiden saavuttaminen läpikäynnin lopuksi.