

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**ELEKTRONISEN URHEILIJAN KOGNITIIVISEN SUORITUSKYVYN
KÄYTETTÄVYYS ILMAVOIMIEN TAISTELUYMPÄRISTÖSSÄ**

Diplomityö

Majuri
Heikki Kankkio

Yleisesikuntaupseerikurssi 61
Ilmasotalinja

Elokuu 2023

Kurssi Yleisesikuntaupseerikurssi 61	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Majuri Heikki Kankkio	
Opinnäytetyön nimi ELEKTRONISEN URHEILIJAN KOGNITIIVISEN SUORITUSKYVYN KÄYTETTÄVYYS ILMAVOIMIEN TAISTELUYMPÄRISTÖSSÄ	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka Maanpuolustuskorkeakoulun kirjasto
Aika Elokuu 2023	Tekstisivuja 85 Liitesivuja 4
<p>TIIVISTELMÄ</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa e-urheilun vaikutuksista kognitiiviseen suorituskyykyyn hyödynnettäväksi Puolustusvoimien ja erityisesti Ilmavoimien rekrytinnissa ja koulutuksessa. Tutkimuksessa pyrittiin muodostamaan ymmärrys e-urheilun vaikutuksista ja todentamaan niitä Puolustusvoimissa käytössä olevalla kognitiivisen suorituskyykyyn testillä. Kontekstina oli hävittäjälentäjän ja taistelunjohtajan toimintaympäristöt digitalisaation näkökulmasta.</p> <p>Tutkimuksen alussa muodostettiin kirjallisuuskatsauksen keinoin teoreettinen malli monitehtäväsuorittamisen kognitiivisista vaatimuksista ja päätöksentekoprosessista koasetelmassa, ymmärrys e-urheilusta lajina sekä aikaisemmasta tutkimuksesta. Tämän pohjalta muodostettuja hypoteeseja testattiin tilastotieteen keinoin, ja tuloksia tulkittiin laadullisesti.</p> <p>Tutkimuksen aineisto kerättiin testaamalla e-urheilijoita Ilmavoimien valinnoissa käytössä olevalla <i>time sharing</i> -kykyä mittaavalla testillä. Lisäksi testattavilta kerättiin oma-analyysi tehtävän suorittamisen jälkeen. E-urheilijan suoritustasoa mittaamaan käytettiin henkilökohtaista rankingia, joka kaikissa tutkimuksen peleissä perustuu Elo-lukuun. Tutkimukseen oli tarkoitus rekrytoida saman taustan omaava kontrolliryhmä, mutta tämä ei onnistunut. Vertailua tehtiin kuitenkin sekundaaridataan, joka saatiin testimenetelmän kehittämisen yhteydessä julkaistuista tuloksista. Tässä kohderyhmänä oli toiminut Lentoreserviupseerikurssin valintojen 4. vaiheen psykologisiin testeihin osallistuneet, joiden yleinen lahjakkuustaso on testattu ja kuuluu ylimpään 40%:iin Suomen varusmiespopulaatiosta.</p> <p>E-urheilijoiden ja sekundaaridatan välillä ei löydetty tilastollisesti merkittävää eroa <i>time sharing</i> -kyvyssä, sekundaaridatan suoritustason ollessa parempi. E-urheilijoilla todettiin suurempi oppimismen nopeus, mutta tämä ei viittaa suoraan metakognitiivisiin ominaisuuksiin vaan saattaa osittain johtua alhaisemmasta lähtötasosta. Mielenkiintoinen havainto oli voimakas ja tilastollisesti merkitsevä korrelaatio <i>time-sharing</i> -kyvyn ja e-urheilijan suoritustason sekä viikoittaisen pelaamisen määrän välillä. Lisäksi havaittiin voimakas ja merkitsevä korrelaatio <i>time sharing</i> -kyvyn sekä suorituksessa käytettävän strategian muodostamisen välillä. E-urheilun suoritustaso korreloi tämän strategian muodostamisen kyvyn kanssa positiivisesti, mutta ei merkitsevästi. Lisäksi kirjallisuuskatsausta tehdessä havaittiin e-urheilun vaikutukset taktisen puhekommunikaation sekä sosiaalisen kanssakäymisen valmiuksiin. Testitulokset havainnoimalla löydettiin mahdollisuuksia myös testimenetelmän kehittämiseksi, vaikka tämä ei ollut tavoitteena.</p> <p>Tutkimuksen perusteella e-urheilu tulee ymmärtää kognitiivisena urheiluna. E-urheilijoilla on suorituskyykyjä, jotka parantavat valmiuksia toimia tietyissä erityisesti digitaalisessa toimintaympäristössä tapahtuvissa Puolustusvoimien tehtävissä. Kausaalisuutta ei tämän tutkimuksen perusteella voitu todentaa, mutta aikaisemman tutkimuksen perusteella sitä ei voi poissulkea. Tiettyihin tehtäviin rekrytinnissa e-urheilun hyödyt tulee huomioida. Pelillistämisen lisääntyessä myös kognitiivisten taitojen kehittäminen tulee ottaa koulutusmenetelmien suunnittelussa huomioon.</p>	
<p>AVAINSANAT</p> <p>E-urheilu, kognitio, monitehtäväsuoritus, suorituskyyky, toimintakyky, Ilmavoimat, erikoiskoulutus, rekrytointi</p>	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ILMAVOIMIEN TAISTELUYMPÄRISTÖ JA E-URHEILU	4
2.1	ILMAVOIMIEN TAISTELUYMPÄRISTÖ.....	4
2.2	E-URHEILU LAJINA	7
2.2.1	Ammattilaisuus ja harjaantuneisuus e-urheilussa	9
2.2.2	Pelien ominaisuudet.....	10
2.2.3	Pelaajien pisteytys eli ranking.....	12
3	KOGNITIIVINEN SUORITUSKYKY	14
3.1	KOGNITION TEORIAA	15
3.1.1	Havainto ja tarkkaavaisuus	16
3.1.2	Työmuisti.....	19
3.1.3	Resurssiteoria ja monikanavaprosessoinnin teoria	21
3.2	KOGNITIIVISEN SUORITUSKYVYN TEORIAA	22
3.2.1	Käsitteiden määrittely.....	22
3.2.2	Strategianäkökulma	24
3.2.3	Osaaminen ja taito.....	25
3.2.4	Päätöksenteko	29
3.2.5	Tutkimuksen teoreettinen malli päätöksenteolle	34
3.2.6	Monitehtäväsuorittaminen	37
3.3	KOGNITIIVINEN SUORITUSKYKY PUOLUSTUSVOIMISSA	39
3.3.1	Toimintakyvyn ja suorituskvyn käsitteestä	39
3.3.2	Suorituskyky ja kompetenssi.....	42
3.4	TUTKIMUKSEN TEOREETTISEN MALLIN KITEYTTÄMINEN	43
4	E-URHEILIJAN KOGNITIIVISEN SUORITUSKYVYN TUTKIMUS	44
4.1	HAVAINTO- JA HUOMIOKYKY.....	46
4.2	MUISTI JA MONITEHTÄVÄSUORITUS	47
4.3	NEUROLOGIA	48
4.4	VUOROVAIKUTUS- JA KOMMUNIKOINTITAITOT SEKÄ TAKTINEN AJATTELU	48

5	MENETELMÄT	51
5.1	TIETEENFILOSOFISET LÄHTÖKOHDAT	51
5.2	KOEASETELMA.....	52
5.3	OTANTA	53
5.4	KOEJÄRJESTELY	54
5.5	AINEISTO	57
5.6	HYPOTEESIT.....	60
5.7	TILASTOLLISET MENETELMÄT.....	61
6	TULOKSET	63
6.1	HYPOTEESI 1: E-URHEILIJAN KOGNITIIVINEN SUORITUSKYKY SUHTEESSA VERTAILUAINEISTOON	63
6.2	HYPOTEESI 2: E-URHEILUN JA MONITEHTÄVÄSUORITUSKYKYYN KORRELAATIO	65
6.3	HYPOTEESI 3: OPPIMISNOPEUDEN VERTAILU	67
6.4	HYPOTEESI 4: STRATEGIAN KÄYTTÖ	68
6.5	TULOSTEN YHTEENVETO	70
6.6	MUUT HAVAINNOT	71
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	73
7.1	JOHTOPÄÄTÖKSET HAVAINNOISTA	73
7.2	KAUSALITEETTI	75
7.3	VASTAUS TUTKIMUSONGELMAAN JA TULOSTEN ARVIOINTI.....	77
8	POHDINTA	78
8.1	TUTKIMUKSEN SUOSITUKSET	81
8.2	TUTKIMUKSEN RAJOITUKSET JA KRITIIKKI.....	82
8.3	JATKOTUTKIMUS.....	85
	LÄHTEET	86
	LITTEET	106

KUVIOT

Kuvio 1. Taistelunjohtajan tehtävän hierarkkinen tavoiterakenne.....	6
Kuvio 2. CS:GO ja LOL -pelien visuaalinen ilme	12
Kuvio 3. Informaatioprosessointimalli motorisessa käyttäytymisessä.....	14
Kuvio 4. Monitehtäväsuorittamisen taustalla vaikuttavat sekä havainto että päätöksenteko	14
Kuvio 5. Havainto osana tutkimuksen teoreettista mallia	19
Kuvio 6. Työmuisti osana tutkimuksen teoreettista mallia	20
Kuvio 7. Resurssiteorialla täydennetty tutkimuksen teoreettinen malli	22
Kuvio 8. Strategianäkökulmalla täydennetty tutkimuksen teoreettinen malli.....	25
Kuvio 9. Kokemus osana tutkimuksen teoreettista mallia	28
Kuvio 10. Hypoteettinen arvofunktioprosppektiteoriassa.	30
Kuvio 11. Kleinin RPD-mallin mukainen päätöksentekoprosessi	32
Kuvio 12. Lewinin kokemuspärisen oppimisen malli	34
Kuvio 13. Oppimiseen perustuva päätöksentekomalli	35
Kuvio 14. Päätöksenteko osana tutkimuksen teoreettista mallia.....	36
Kuvio 15. Monitehtäväsuorittaminen osana tutkimuksen teoreettista mallia.....	38
Kuvio 16. Sotilaan toimintakyvyn malli	41
Kuvio 17. Tutkimuksen teoreettinen malli.....	43
Kuvio 18. Monitehtävätestin koejärjestely	55
Kuvio 19. Otannan rankingien z-arvot.....	59
Kuvio 20. Pistemäärien jakaumat	63
Kuvio 21. Rankingin ja monitehtävän pistemäärän hajontakuviokuva	65
Kuvio 22. Viikoittaisen pelimäärän ja monitehtävän pistemäärän hajontakuviokuva	65
Kuvio 23. Aineistojen osikohtaiset keskiarvot ja pienimmän neliösumman suorat	67
Kuvio 24. Strategian käytön ja rankingin hajontakuviokuva.....	69
Kuvio 25. Strategian käytön ja monitehtävätestin hajontakuviokuva.	69

TAULUKOT

Taulukko 1. Tutkimusnäytteen profiili.....	60
Taulukko 2. Normaalijakautuneisuuden ja varianssien yhtäsuuruuden testit.....	64
Taulukko 3. T-testin tulokset.....	64
Taulukko 4. Monitehtäväpisteiden, rankingin ja pelituntien normaalijakautuneisuus.	66
Taulukko 5. Monitehtäväpisteiden, rankingin ja viikoittaisten pelituntien korrelaatiomatriisi.....	66
Taulukko 6. Lineaarisen regressioanalyysin tulokset.....	67
Taulukko 7. Strategian käytön korrelaatiomatriisi (ρ) monitehtäväpistemäärän ja rankingin suhteen..	70

E-URHEILIJAN KOGNITIIVISEN SUORITUSKYVYN KÄYTETTÄVYYS ILMAVOIMIEN TAISTELUYMPÄRISTÖSSÄ

1 JOHDANTO

Puolustusvoimien, mukaan lukien Ilmavoimien erikoiskurssien rekrytoinnissa on pitkä fyysisen ja psyykkisen suorituskyvyn testauksen perinne. Valintaoppaissa ja esitteissä annetaan selvät rajat fyysiselle suorituskyvylle sekä ehdotuksia, miten tätä suorituskykyä voi omatoimisesti parantaa (esim. Rannikkoprikaati, 2021). Psykologisen soveltuvuuden arvioinnin osalta ilmoitetaan mitä ominaisuuksia etsitään, mutta ehdotuksia ominaisuuksien harjoittamiseen ei esitetä. Esimerkiksi Ilmavoimien lentoreserviupseerikurssin valintoihin liittyvässä psykologisessa soveltuvuusarvioinnissa arvioidaan tiedonkäsittelyyn, psykomotoriseen kyvykkyyteen, persoonallisuuteen ja motivaatioon liittyviä ominaisuuksia (Puolustusvoimien tutkimuslaitos, 2019).

Osa valinnoissa etsittävästä ominaisuuksista on synnynnäisiä tai niiden tahdonalainen kehittäminen on nykytiedon valossa mahdotonta. Lisäksi rekrytoinnissa ei aina etsitä parasta suorittajaa, vaan soveltuvinta hakijaa. Kvantitatiivisesti mitattavissa olevia kognitiivisia ominaisuuksia, kuten tiedonkäsittelykykyä ja psykomotorista kykyä, on joidenkin tutkimuksien mukaan mahdollista harjoittaa, mutta vastakkaisiakin tutkimustuloksia on esitetty (Sala ym., 2018; Schmiedek ym., 2010). Tutkimustieto tukee myös oletusta, että toimintapelien pelaamisella ja parantuneella kognitiolla on yhteys. (Campbell ym., 2018)

Hyvä fyysinen suorituskyky on perinteisesti ollut asevoimiin rekrytoitavilta toivottava ominaisuus. Tämä on johtanut urheilullisuuden painottamiseen niin rekrytoinnin kohdentamisessa kuin valinnoissa. Toimintaympäristön digitalisoituessa myös asevoimien tehtäväkenttä monipuolistuu siten, että kognitiivisen suorituskyvyn merkitys kasvaa. Hyvä esimerkki tästä suuntauksesta on uudistus B-palveluskuntoisuusluokan kriteerien laajentamiseksi, jotta motivoituneita varusmiehiä saadaan tehtäviin joissa fyysinen kunto ei ole määräävä tekijä. Tällaisia

tehtäviä ovat mm. digi- ja kybertehtävät. Eräissä varusmiesten koulutushaaroissa mainitaan jo nyt yhtenä osaamissuosituksena e-urheilun harrastaminen. (Pääesikunta, 2020)

2000-luvulla ammattimaiseksi toiminnaksi kehittynyt elektroninen urheilu eli kilpapelaaaminen (myöhemmin e-urheilu) sai alkunsa vuonna 1972, kun Stanfordin yliopistossa järjestettiin kilpapeliturnaus Spacewar-pelin pelaajille (Faraci, 2019). Tämä oli ensimmäinen kerta, kun tietokonepelaaminen ja urheilu käsitteellisesti rinnastettiin toisiinsa. Sittemmin e-urheilu on vakiinnuttanut asemansa urheilun rinnalla tai osana sitä, näkökulmasta riippuen. Tästä esimerkkinä toimii, että Aasian olympiakomitea hyväksyi e-urheilun Aasian kisoihin 2022 ja kesällä 2023 kansainvälinen olympiakomitea (KOK) järjesti ensimmäiset e-urheilun olympialaiset. Kilpapelaaamisen liikevaihto lasketaan sadoissa miljoonissa dollareissa, ja kuukausittain verkon yli eri pelejä pelaa arviolta 100-200 miljoonaa pelaajaa vuodessa (Campbell ym., 2018).

Yleisesti e-urheilulla on tarkoitettu ammattimaista pelaamista. Tämä on kuitenkin aivan liian kapea näkemys ja rinnastuu ajatukseen, että ainoastaan ammatikseen urheilevat olisivat urheilijoita. Wagner (2006) määritteli e-urheilun "urheilun osa-alueeksi, jossa ihmiset kehittävät ja harjoittavat henkisiä tai fyysisiä kykyjään informaatio- ja kommunikaatioteknologiassa". Hänen mukaansa e-urheilun kehittyminen on looginen ja peruuttamaton seuraus siirtymisessä teollisuusyhteiskunnasta informaatioyhteiskuntaan. Kilpapelaaajat harjoittelevat ja mittaavat kykyjään "kyberfitneksen" alalla.

Harjoittelu ei ole ainoastaan tietokoneella tapahtuvaa. Karin ja Karhulahden (2016) mukaan e-urheilijat harjoittelevat keskimäärin yli viisi tuntia päivässä, mistä fyysistä harjoittelua on yli tunti. Ammatillisuuden myötä mukaan on tullut psykologinen valmennus. Stereotyyppinen kuva pitsan ja Coca-Colan voimalla pelaavista teineistä ei siis pidä kaikilta osin paikkaansa.

Tämä tutkimus yhdistää e-urheilun viitekehyksessä tapahtuvaa kognition ja Puolustusvoimissa tapahtuvaa toimintakyvyn tutkimusta. Kognition teoreettisen tarkastelun punaisena lankana toimii monitehtäväsuorituskyky (*time sharing*), jonka perusluonnetta selvitetään havainnon, päätöksenteon ja toiminnan holistisella tarkastelulla. Tutkimuksen tarkoituksena eli tutkimusongelmana on selvittää, kehittääkö e-urheilu ja tietokonepelaaminen tiettyjä taitoja tai kykyjä, jotka ovat käyttökelpoisia myös Ilmavoimien yhä digitalisoituvassa taisteluympäristössä. Tutkimuskysymykseen vastataan muodostamalla teoreettinen malli integroivan kirjallisuuskatsauksen avulla, jonka pohjalta muodostettuja hypoteeseja testataan koeasetelmassa

monitehtäväsuorituskykyä mittaavan testin avulla. Analyysivaiheessa suoritettava kvantitatiivinen tilastollinen analyysi on täten teorialähtöistä (Rantapelkonen & Koistinen, 2016, s. 138). Tilastollisen analyysin tuloksia tulkitaan vielä laadullisesti niiden merkityksen selvittämiseksi.

Yhteiskunnan digitalisaatio sekä tietokonepelaamisen rinnastaminen urheiluun tarjoavat mielenkiintoisen taustan tutkimukselle. Tutkimuksen mielenkiinnon kohteena on e-urheilijan kognitiivinen suorituskyky, "kyberfitness". Kognitiivista suorituskykyä lähestytään monitehtäväsuorittamisen kyvykkyyden kautta. Tutkimus pyrkii holistisuuteen eli monitehtäväsuorittamista lähestytään havainto-päätöksenteko-toiminta -viitekehyksessä. Tässä tutkimuksessa kognitiivisena suorituskykynä tutkitaan ärsykkeen ja toiminnan vaikutuksen väliin jäävää kokonaisuutta.

Kognition teorian tarkastelu perustuu monitehtäväsuorittamisen taustalla vaikuttavien mekanismien ymmärtämiseen. Koeasetelmassa e-urheilijoita tutkitaan Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen toimintakykyosastolla kehitetyn monitehtäväsuorituskykyä mittaavan testin avulla. Testi on kehitetty Lentoreserviupseerikurssin valintaprosessia silmällä pitäen, mutta monitehtäväsuorittamisella on kyvykkyytenä laajempikin merkitys osana yksilön yleistä kognitiivista kyvykkyyttä. Näkökulma Ilmavoimien taisteluympäristöön on digitalisaatio, ja tietokonepohjainen koeasetelma tukee tätä näkökulmaa.

Tutkimuksessa e-urheilun pelit rajataan *first person shooter* -peleihin sekä *multiple online battle arena* -peleihin näiden suosion sekä samankaltaisten yleisten kognitiivisten vaatimusten vuoksi. Tutkimuksen otannan pelaajat pelasivat näistä seuraavia pelejä: Counter Strike: Global Offensive (myöhemmin CS:GO), Valorant, Apex Legends ja League of Legends (myöhemmin LoL). Rajauksen ulkopuolelle jäävät täten esimerkiksi vuoropohjaiset pelit, urheilupelit sekä simulaattorit.

Tavoitteena on tuottaa Puolustusvoimissa käytössä olevalla kognitiivisen kyvyn testausmenetelmällä tutkittua tietoa e-urheilun vaikutuksista kognitiiviseen suorituskykyyn hyödynnettäväksi Ilmavoimien rekrytoinnissa ja koulutuksessa. E-urheilijoiden kognitiivista kyvykkyyttä verrataan suhteessa tietokonepelaamisen määrään ja taitoon korrelaatioanalyysin keinoin. Lisäksi e-urheilijoita verrataan mittarin kehittämisen yhteydessä Lentoreserviupseerikurssin hakijoista saatuun dataan monitehtäväsuorituskyvyn sekä oppimismopeuden suhteen. Vertailulla pyritään osoittamaan e-urheilun kognitiivisia vaatimuksia ja tuomaan esille e-urheilun mahdollisuuksia kognitiivisena urheiluna sekä sen vaikutusta kognitiivisiin kompetensseihin.

2 ILMAVOIMIEN TAISTELUYMPÄRISTÖ JA E-URHEILU

2.1 Ilmavoimien taisteluympäristö

Tässä tutkimuksessa keskitytään erityisesti hävittäjäohjaajan sekä taistelunjohtajan taistelu-ympäristöihin. Taustaoletuksena on, että digitalisaatio on näissä toimintaympäristöissä vahvasti läsnä ja sen merkitys tulee jatkossa korostumaan entisestään. Tutkimuksen koeeasetel-massa käytettävä kykytesti on käytössä hävittäjäohjaajien ja taistelunjohtajien valintaproses-sissa.

Lentäjän ja taistelunjohtajan tehtävässä tulee jatkuvasti havainnoida ja kerätä informaatiota tehtäväympäristöstä. Suuren osan tehtäväympäristöstä muodostavat erilaiset visuaaliset näy-töt. Lisäksi näyttöjen keskinäinen prioriteettijärjestys tehtävän kannalta saattaa vaihdella no-peallakin tahdilla. Tehtävän suorittajan tulee jatkuvasti tarkkailla tilannetta ja painottaa ha-vainnoinnin prioriteetteja tilanteen mukaisesti. (Kulomäki & Oksama, 2012)

Tämän tutkimuksen mielenkiinnon kohde eroaa määritelmällisesti kybertaistelija ja kyber-taistelutilasta. Kybertaistelija toimii kybertaistelutilassa eli tietoverkoissa ja järjestelmissä. (Lehto, 2014) Tässä tutkimuksessa toimintaympäristö on fyysinen ulottuvuus, jota siis mää-rittää kasvava digitalisaatio ja ihminen-kone -rajapintojen lisääntyminen.

Hävittäjäohjaajan taisteluympäristö

Hävittäjäohjaajan tehtävä on muutakin kuin lentokoneen lentämistä. Lentotaidon tulee kuiten-kin olla riittävällä tasolla, jotta taistelutehtävä voidaan toteuttaa tehokkaasti. Hävittäjälentä-minen sisältää paljon psykomotorista toimintaa. Lentämisen hienomotoriset toiminnot kehiti-tyvät harjoittelun seurauksena automaatiotasolle, jolloin lentäjältä vapautuu kapasiteettia kog-nitiivisiin tehtäviin. Tämä on verrattavissa polkupyörällä ajamisen oppimiseen. Harlemin (2016) mukaan tulevaisuudessa hävittäjälentäjän tehtävässä tulee painottumaan yleisälykkyy-den, päättelyn ja monitehtäväsuorituksen kyvyt. Psykomotoriikan merkitys tulee vähenemään, mutta se ei poistu kokonaan.

Puolustusvoimissa keskeisiksi lentäjän tehtävän kognitiivisiksi vaatimuksiksi on tunnistettu tilannetietoisuuden muodostaminen ja ylläpito sekä usean tehtävän samanaikainen suorittami-nen. (Kulomäki, 2018) Toisaalta Yhdysvaltain ilmavoimien tilaamassa metatutkimuksessa tunnistettiin 8 tärkeää tietoa, taitoa, kykyä tai muuta tekijää hävittäjälentäjänä menesty-miseksi. Näiden joukosta voidaan nostaa esiin tähän tutkimukseen liittyen havainnointinopeus

sekä monitehtäväsuorittaminen (multi-tasking). Molemmat tekijät näyttäytyivät osassa tutkimuksista jopa kriittisenä tekijänä hävittäjälentäjänä menestymisen kannalta. (Damos, 2011)

Tilannetietoisuus koostuu havaintoon, tulkintaan ja ennakkointiin liittyvistä kyvyistä. Tilannetietoisuuden ylläpito edellyttää hyvää työmuistin kapasiteettia sekä kykyä suunnata tarkkaavaisuutta tehokkaasti oleellisten kohteiden välillä. (Kulomäki & Oksama, 2012) Hävittäjälentäjän tehtävässä voimakasta kognitiivista kuormitusta aiheuttavat rinnakkaisten tehtävien määrä monitehtäväsuorituksessa, psykomotorisen toiminnan määrä (koneen lentäminen) sekä työmuistia edellyttävä avaruudellinen prosessointi eli taktinen ajattelu. (Haavisto & Oksama, 2007)

Mansikka (2016, s. 99-101) tutki väitöskirjassaan hävittäjälentäjän kognitiivista kuormitusta ja totesi, että hävittäjäohjaajan suorituskyvyn romahtaminen kuormituksen alla johtuu epätasapainosta ohjaajan kognitiivisten resurssien ja tehtävän vaatimien resurssien välillä. Ohjaajan tulisi pystyä toimimaan hyväksyttävällä tasolla siten, että kognitiivista kapasiteettia on riittävästi vapaana yllättäviin tilanteisiin vastaamiseksi. Mansikka nostaa tärkeiksi tekijöiksi työmuistin kapasiteetin sekä päätöksentekokyvyn.

Jyrkönen (2017) tunnisti diplomityössään hävittäjälentäjän keskeisiksi kompetensseiksi informaationhallinnan ja päätöksenteon. Informaation hallintaan liittyen tärkeää on informaation muodostus, synteesi ja priorisointi (Ausink ym., 2005). Lisäksi Jyrkönen nostaa esiin oppimiskyvyn merkityksen tulevaisuudessa, ei niinkään suoraan lentämiseen liittyvänä kykynä vaan tehtävän oppimisen kannalta. Kompetenssin ja suorituskyvyn käsitteellistä eroa tarkastellaan tarkemmin luvussa 3.3.

Tulevaisuudessa hävittäjälentäjän taisteluympäristö tulee olemaan yhä digitaalisempi. Viimekädessä konetta lennetään visuaalisesti ulkoa ja ohjaaminen tapahtuu psykomotorisilla käsien ja jalkojen liikkeillä, mutta taistelujärjestelmän käyttöliittymä on digitaalinen näyttö. Informaatio vastaanotetaan ohjaamoon, tuulilasille ja kypärään asennetuilta digitaalisilta näytöiltä, ja asejärjestelmää käytetään näytöltä tai ohjaimiin integroidulla HOTAS-järjestelmällä (*Hands on Throttle and Stick*).

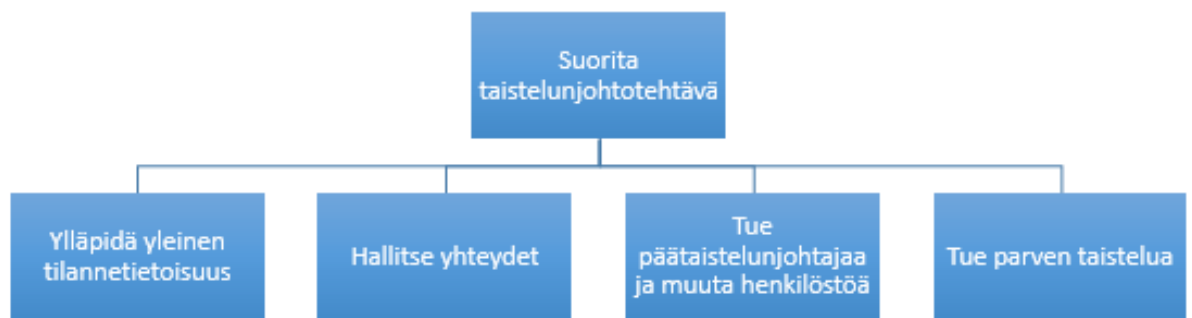
Taistelunjohtajan taisteluympäristö

Taistelunjohtaminen on pelkistettynä hävittäjäosastojen taistelun koordinoitua ilmaoperaatiossa. Tehtävän sisältö on verrattavissa lennonjohtajan työhön. Taistelunjohtaminen on kuitenkin hektisempää ja tilannesidonnaisempaa, mikä tekee siitä myös kuormittavampaa.

(Himanen, 2013) Kova kuormitus johtuu lukuisista päällekkäisistä tehtävistä ja parven taistelun tukemisen huomattavasta taktisesta vaativuudesta. (Kulomäki & Oksama, 2012)

Taistelunjohtaja suorittaa tehtävänsä tietokoneella saaden käytettävän informaation visuaalisesti näytöiltä sekä puheena radion kautta johtamaltaan osastolta. Informaatio liikkuu myös puhuttuna samassa tilassa toimivien taistelunjohtajien välillä. Taistelunjohtajan käyttämä järjestelmä ja sen erityisominaisuudet vaihtuvat järjestelmien kehittyessä. Tämän tutkimuksen hetkellä se sisältää tietokoneen näyttöjä, näppäimistön ja hiiren sekä puhekomentojärjestelmän käyttöpäänteen kuulokkeilla ja tangentilla. Taistelunjohtaja kommunikoi osaston kanssa sekä puheella että linkin kautta datasanomilla.

Taistelunjohtajan tehtävästä saa hyvän käsityksen Kulomäen ja Oksaman (2012) tutkimuksessaan esittämän taistelunjohtajan tehtävän hierarkkisen tavoiterakenteen avulla. Tavoiterakenne on esitetty kuviossa 1. Siinä tehtävää tukee neljä alatavoitetta, jotka ovat edelleen jaettavissa alatavoitteisiin.



Kuvio 1. Taistelunjohtajan tehtävän hierarkkinen tavoiterakenne. (mukaillen Kulomäki & Oksama, 2012, s. 4.)

Taistelunjohtajan tehtävän edellyttämät kyvyt liittyvät erityisesti monitehtäväsuoritukseen, tilannetietoisuuden ylläpitämiseen ja kommunikointiin (Kulomäki & Oksama, 2012). Kyvyt ovat hyvin samansuuntaiset kuin hävittäjälentäjän tehtävässä psykomotorisia taitoja lukuun ottamatta.

Digitalisaatio

Molempien tehtävien osalta on havaittavissa toimintaympäristön voimakas digitaalisuus. Digitalisaatio ei ole vain uuden teknologian käyttöönottoa helpomman ja paremman käytettävyyden tai paremman tuloksen toivossa. Tullakseen digitaaliseksi organisaation on muutettava ajattelutapaansa, ajatusta siitä, miten se tuottaa arvoa tai määrittää olemassaolonsa. (Ross,

2019) Tämän tutkimuksen ytimessä on kysymys siitä, miten Ilmavoimat arvottaa rekrytoitavan henkilöstön ominaisuuksia ja näkee digitalisaation mahdollisuudet koulutuksessa. Puolustusvoimien henkilöstöstrategiassa vuodelta 2015 todetaan, että nuorten kyky käyttää ja omaksua tietoa digitaalisissa ympäristöissä kasvaa, ja että trendeinä teknologian kehitys ja pelien merkityksen kasvu vaikuttavat oppimisympäristöjen kehitykseen. (Pääesikunta, 2014)

Pelillistäminen on yksi tapa hyödyntää digitalisaatiota. Pelillistäminen tarkoittaa pelisuunnittelun elementtien käyttöä ei-pelillisissä asiayhteyksissä (Deterding ym., 2011). Pelillistämistä on käytetty sotilasvoimien harjoittelussa jo 1980 luvulla, kun US ARMY muunsi Battlezone -pelin koulutuskäyttöön. Myös US NAVY on kehittänyt oman pelinsä nuorten upseerien taktiseen koulutukseen. (Greenfield ym., 1994) Hiljattain on tutkittu pelillistämisen hyötyjä myös Suomen Ilmavoimien taktiseen lentokoulutukseen liittyen (Taskinen, 2021). Pelillistämällä on lähes aina tarkoitus vaikuttaa oppimissuoritukseen sekä motivaatioon. Pelillistämisen tutkimuskentässä ei juurikaan ole lähestytty asiaa kohteen kognitiivisten kykyjen kannalta. (Ortiz Rojas ym., 2017)

E-urheilu on lupaava toimintaympäristö arvioida, miten parantaa kognitiivisia taitoja nykyajan digitaalisessa maailmassa (Campbell ym., 2018). Esimerkiksi Gopher kumppaneineen (1994) havaitsivat tutkimuksessaan, että lentämiseen liittymätöntä tietokonepeliä pelanneet kadetit suoriutuivat lentämiseen liittyvistä tehtävistä paremmin kuin kadetit, jotka eivät peliä pelanneet. Tutkimuksen jälkeen Israelin ilmavoimat otti pelin osaksi opetussuunnitelmaansa. (Hart & Battiste, 1992).

2.2 E-urheilu lajina

"Not every video game is an esports game but every esports game is a video game" (Pedraza-Ramirez ym., 2020, s. 324.)

Kaikki pelaaminen ei ole e-urheilua, mutta kaikki e-urheilu on pelaamista. Vertaus on sama kuin urheilun ja liikunnan suhde: kaikki liikunta ei ole urheilua, mutta kaikki urheilu on liikuntaa. Tämän perusteena on ajatus, että urheilu on järjestäytynyttä ja kilpailullista, ja sen on yleisesti ymmärretty sisältävän seuraavat ominaisuudet: fyysisyys, institutionaalisuus, pelaaminen tai kilpailu, organisoitu sääntörakenteilla, osallistuminen vaatii taitoa ja laji omaa laajan yleisön. Neljä jälkimmäistä ominaisuutta e-urheilusta löytyy, mutta kaksi ensimmäistä herättää keskustelua. (Jenny ym., 2017) Nykytiedon valossa e-urheilussa on läsnä myös vahva fyysinen ulottuvuus psykomotoriikan ja turnauspäivien kuormituksen muodossa. Institutionaalisuudella tarkoitetaan historiaa, jonka aikana säännöt vakiintuvat, toiminta virallistuu ja

ammattimaistuu sekä toimintaan tulee mukaan valmentajia, toimitsijoita ja lajiliittoja. Tämänkin osa-alueen kanssa e-urheilu on jo hyvässä vauhdissa. Vakiintuneet urheiluseurat kuten Paris Saint-Germain, Manchester City ja Golden State Warriors ovat laajentaneet toimintaansa e-urheiluun (Nagorsky & Wiemeyer, 2020). Institutionalisoitumisen haasteena on peliyhtiöiden valta-asema pelin sääntöjä ja turnauksia hallinnoivina organisaatioina.

E-urheilijat ovat uuden ajan kognitiivisia urheilijoita. E-urheilijat saavat USA:ssa B-1 viisumin joka myönnetään maahan urheilukilpailun vuoksi saapuville (Morris, 2013). E-urheilun pariin on syntynyt yrityksiä, jotka tarjoavat esimerkiksi e-urheilijalle räätälöityjä ruokavalioita ja harjoitusohjelmia sekä strategiavalmennusta. Lisäksi USA:ssa yliopistot ovat alkaneet hyväksyä e-urheilijoita edustamaan oppilaitostaan ja opiskelemaan stipendillä. (Campbell ym., 2018; Himmelstein ym., 2017; Jenny ym., 2017) E-urheilu on siis ottamassa paikkansa urheilun viitekehyydessä. Elektronisen urheilun ammattilaiset ja huipulle tähtäävät harrastajat voivat myös hakeutua palvelukseen Puolustusvoimien urheilukouluun. Lajikohtaista palvelukseen liittyvää harjoittelu- ja valmennusjärjestelmää ei urheilukoulussa kuitenkaan ole e-urheilijoille olemassa. Hakuprosessin ja palveluksen aikana kilpapelaaajia kohdellaan kuten muitakin urheilijoita. (SEUL, 2017b)

Suuri kognitiivinen vaatimus e-urheilussa näkyy shakista tutun Elo-luvun käytössä pelaajien pisteytyksessä (myöhemmin *ranking*). Esimerkiksi CS:GO sekä Starcraft II -peleissä pelaajien pisteytys perustuu Elo-lukuun. Tällöin pelin pistejärjestelmä on strukturoitu ja perustuu objektiivisesti taitoon. (Campbell ym., 2018) Näitä pelin sisäisiä ranking-pisteitä voi pitää e-urheilijan kognitiivisen suorituskyvyn mittareina (Pedraza-Ramirez ym., 2020). Kuten myöhemmin tässä luvussa todetaan, menestymiseen e-urheilussa vaikuttaa toki myös muita kompetensseja kuin kognitiivinen kompetenssi.

Tutkimuksellisesti mielenkiinnon kohteena ovat tavallisesti olleet tekijät, joista kokonaisvaltainen taitotaso e-urheilussa koostuu. Tekijät ovat luonnollisesti riippuvaisia kohteena olevasta pelistä. Taisteluareenamoninpeleillä (*Multiplayer Online Battle Arena*, myöhemmin MOBA) on samankaltaisia vaatimuksia psykomotorisille ja kognitiivisille taidoille kuin esimerkiksi ensimmäisen persoonan ammutapeleillä (*first person shooter*, myöhemmin FPS). Kaikilla videopeleillä, esimerkiksi simulaattoreilla tai strategiapelleillä, ei ole samanlaisia kognitiivisia vaatimuksia. (Bediou ym., 2018; Campbell ym., 2018) Tästä syystä tutkittavien pelien määrittely on tutkimuksellisesti tärkeää. Tämän tutkimuksen mielenkiinto kohdistuu suosittuihin FPS- ja MOBA-peleihin niiden samankaltaisten kognitiivisten vaatimusten vuoksi. Vaatimuksia asettavat kyseisten pelien ominaisuudet kuten nopea tempo, taktinen ajattelu ja

joukkueena toimiminen. Tuloksissa ja johtopäätöksissä viitattaessa e-urheilijaan on ymmärrettävä, että tulokset kohdistuvat e-urheilijoihin jotka pelaavat kyseisiä toimintapelejä.

Edellä mainituissa peleissä menestyminen vaatii kehittyntä kahden käden motoriikkaa vastena monitasoiseen visuaaliseen ärsykkeeseen. Pelien monimutkaiset visuaaliset ympäristöt vaativat joustavaa huomion resursointia useaan kohteeseen, monenlaisen informaation käsittelyä sekä päätöksentekoa. Osa informaatiosta tulee kerätä käyttäen ääreisnäköä, kuten seuraamalla ruudun laidassa olevaa minikarttaa tai hahmon terveystietoja. FPS-pelien vaatimuksia ovat tarkka visuaalisten ja motoristen prosessien kontrolli sekä nopea päätöksenteko. (Campbell ym., 2018)

Nagorsky ja Wiemeyer (2020, s. 28) esittävät tutkimuksessaan faktorirakenteen e-urheilussa vaadittavista kompetensseista, joka sisältää seuraavat faktorit ja osatekijät:

1. Fyysiset kompetenssit (fyysinen kunto)
2. Havaintomotoriset kompetenssit
3. Strategiakognitiiviset kompetenssit
4. Psyhyken kompetenssit
5. Sosiaaliset kompetenssit
6. Mediakompetenssi

Tämän tutkimuksen mielenkiinnon kohteena ovat kompetenssit 2 ja 3, jotka sisältävät seuraavat osatekijät:

2. Reaktioaika, tarkkuus, paikan hahmotus sekä silmä-käsi -koordinaatio
3. Analyyttinen ajattelu, strateginen ajattelu ja päätöksenteko

2.2.1 Ammattilaisuus ja harjaantuneisuus e-urheilussa

Riippumatta siitä onko viitekehys perinteinen urheilu vai e-urheilu, ammattilaisen ja noviisin välisten kognitiivisten erojen ymmärtäminen on tärkeää. Sen kautta voidaan tutkia miten taitavat yksilöt pystyvät kiertämään tyypillisiä informaation prosessointiin liittyviä inhimillisiä rajoituksia. (Campbell ym., 2018) Moderni taidon ja harjaantuneisuuden (*expertise*) tutkimus alkoi, kun De Groot (1946) tutki ammattilaisen ja noviisin eroja shakinpelaajien keskuudessa. De Groot oli shakinpelaaja itsekin, mutta valitsi pelin sen pistesysteemin, Elo-luvun, vuoksi.

Ericsson (2006) esittää, että kokemuksen tuoma harjaantuneisuus ei johdu pelkästään kokemuksesta tai synnynnäisistä lahjoista, vaan se on vuosien tavoitteellisen ja intensiivisen harjoittelun tulosta. SEUL (Suomen elektronisen urheilun liitto) määrittelee ammattilaisen pelaajaksi, joka pelaa osana organisaatiota tai joukkuetta ja saa korvausta pelaamiseen käytetystä ajasta palkan, palkintojen, sponsorisopimusten tai kulukorvausten muodossa (SEUL, 2014).

Koska kattavan tutkimuksen tekeminen ammattilaispelaajista on monessa tutkimuksessa osoittautunut haastavaksi, on e-urheilijan määritelmää jouduttu laventamaan. Bedioun kumppaneineen (2018) tekemässä meta-analyysissä pelaaja kelpuutettiin e-urheilijaksi, mikäli hän on pelannut tiettyä peliä yli viisi tuntia viikossa viimeisen vuoden ajan. Toisessa tutkimuksessa ammattilaispelaajaksi kelpuutettiin viimeiset 2 vuotta 7 tuntia viikossa pelanneet. Kontrolliryhmältä on edellytetty esimerkiksi enintään yhden tunnin viikoittaista pelaamista viimeisen vuoden ajalta. (Boot ym., 2008)

2.2.2 Pelien ominaisuudet

CS:GO-, Valorant- ja APEX Legends -pelit kuuluvat FPS-genreen. Kahden eri tutkimuksen esittämien määritelmien synteessä FPS-genren pelit voidaan määritellä seuraavasti: Nopea tahti ja monimutkainen kolmiulotteinen ympäristö, jotka tuottavat kuormituksen erityisesti havaintokyvyille, motoriikalle ja työmuistille sekä myös jatkuvan huomion keskittämisen ja yhtäaikaisten laajojen kokonaisuuksien tarkkailun ja suuren toissijaisen informaation määrän vaatimukset ääreisnäön prosessointikyvyille. (Bediou ym., 2018; Green & Bavelier, 2015) FPS-peleissä on tietty määrä "karttoja", jotka ovat harjaantuneille pelaajille hyvinkin tuttuja ominaisuuksiltaan ja joiden erot ovat merkittäviä. Hahmoja ohjataan ensimmäisestä persoonasta, ja kun pelaajan hahmo kuolee kierroksen aikana, ei hän voi kyseisen kierroksen aikana enää palata peliin. FPS-pelissä "fitness" on todennäköisyys, jolla pelaaja voittaa sattumanvaraisen vastustajan yksi vastaan yksi -tilanteessa (Wagner, 2006).

CS:GO

Vuonna 1999 peliyritys Valve julkaisi Counter Strike -pelin monipelimuunnoksena pelistä Half-Life. Peli nousi nopeasti suosituimmaksi FPS -peliksi ja on siitä asti ollut keskeinen osa läntistä elektronisen urheilun kulttuuria. Counter Strike -pelin nykyinen versio eli Counter Strike:Global Offensive (CS:GO) julkaistiin elokuussa 2012 ja se on järjestyksessään neljäs versio pelistä. (Nagorsky & Wiemeyer, 2020; SEUL, 2017a; Wagner, 2006).

Valorant

Valorant on pelinä uudempi. Sen julkaisi peliyhtiö Riot Games kesällä 2020. Erot CS:GO-peliin ovat pieniä. Suurin ero on Valorant -pelissä käytettävien hahmojen erikoiskyvyt, joita CS:GO-pelissä ei ole lainkaan. Taitovaatimuksiltaan pelit ovat hyvin samankaltaisia, ja pelaajia siirtyä pelistä toiseen hyvinkin sujuvasti. (Rouvinen, 2020)

Apex Legends

Apex Legends on myös verraten uusi peli ja rinnastuu selkeästi kahteen muuhun FPS-peliin. Pelin julkaisi Electronic Arts 2019, ja pelin suurin eroavaisuus kahteen edellä mainittuun peliin on pelaaminen *battle royale* -pelimuodossa. Tämä tarkoittaa, että peliin osallistuu kerrallaan useampi joukkue joista vain yksi voittaa. Tästä syystä pelin ranking muodostuu hieman eri tavalla verrattuna muihin tässä esiteltyihin FPS-peleihin. Siirtyminen muista FPS-peleistä Apex Legendsiin on niin ikään vaivatonta. Julkaisua seuraavana vuonna pelattiin jo maailmanlaajuista sarjaa, joka sisälsi 12 live-pelitapahtumaa ja muutamia verkkotapahtumia, ja jonka palkintopotti oli 3 miljoonaa dollaria. (Statt, 2019)

League of Legends

LoL- peli kuuluu MOBA-genreen. MOBA-genren ensimmäinen peli Dota (Defence of the Ancients) oli aluksi niin suosittu, että kaikkia taisteluareenamoninpelejä kutsuttiin Dota -peleiksi ennen termin "MOBA" vakiintumista. (Minotti, 2014). Vuonna 2009 Riot Games -yhtiön julkaisema LoL on niin ikään saanut inspiraationsa DOTA-pelistä.

Pelissä on tavoitteena joukkueena tuhota vastajoukkueen tukikohta. Hahmoja ohjataan yläpuolisesta (God's eye view) näkymästä. Tyypillisesti molemmissa joukkueissa on viisi pelaajaa, joiden hahmoilla on yksilölliset ominaisuudet. Hahmojen kyvyt kehittyvät pelin aikana kokempisteillä sekä pelissä ansaittavien krediittien avulla. Oman hahmon kuollessa pelaaja ei voi heti liittyä takaisin peliin, ja joukkueen ollessa alivoimainen on toisella joukkueella mahdollisuus päästä pelissä johtoon. Peli voitetaan tuhoamalla toisen joukkueen pääarakennus. (SEUL, 2019).

Kilpailullisesti pelatessa kaikkia mainittuja pelejä pelataan näytön, näppäimistön, hiiren ja kuulokemikrofonin avulla. Otteluissa pelataan osana 5 hengen joukkuetta, pois lukien Apex Legends, jossa joukkueen koko kilpailullisissa peleissä on 3 pelaajaa. Säännöt kattavat myös tekniset asiat, kuten peli- ja palvelinasetukset, joiden rikkomisesta seuraa rangaistus. Kaiken tämän tuloksena joukkueet kohtaavat toisensa kattavasti määritellyssä virtuaalisessa ympäris-

tössä, jossa ainoa keino voittaa ottelu on löytää ja toteuttaa voittava strategia. Strategian toteutukseen vaikuttaa pelaajien henkilökohtainen taito. (Nagorsky & Wiemeyer, 2020; Wagner, 2006)

Kuviolla 2 havainnollistetaan FPS- ja MOBA-genren eroja ja niiden tarjoamaa visuaalista ilmettä. Kuvat ovat peleistä CS:GO sekä LoL.



Kuvio 2. CS:GO ja LoL -pelien visuaalinen ilme. (kuvat: YLE.fi ja Esports.net)

Kaikki tutkimukseen valitut pelit ovat joukkuepelejä. Vaikka tutkimuksen koeasetelma ei liity kommunikaatioon tai sosiaaliseen vuorovaikutukseen, on joukkuepelaamisessa yhtäläisyyksiä joukkueurheilun tuottamiin hyötyihin kyseisillä alueilla. (Haapala ym., 2020; Kuusisto, 2019)

2.2.3 Pelaajien pisteytys eli ranking

Pelaajien ranking on tärkeä osa e-urheilua. Se osoittaa pelaajan taidot, mutta myös asettaa samantasoiset pelaajat vastakkain satojen tuhansien pelaajien joukosta. (Kou ym., 2016)

Kuten on jo mainittu, CS:GO-pelin pisteytys pohjautuu shakissakin käytössä olevaan Elo-lukuun, jonka kehitti unkarilainen professori Arpad Elo (1903-1992). Elo-luku määrittyy pelaajan suorituksen ja odotetun suoritustason vertailusta. Se siis ottaa huomioon vastustajien tason pisteyttäessään suorituksia. Jokainen kilpailullinen tietokonepeli, joka on ottanut Elo-pisteytyksen käyttöön, käyttää pelin tuottaman datan mukaan modifioitua versiota Elo-luvusta. (Moncav, 2020) Kahden tähän tutkimukseen valitun pelin (CS:GO ja Valorant) rankingjärjestelmä perustuu Elo-lukuun. Myös LoL-pelin ranking perustui siihen aikaisemmin, ja nykyisessäkin järjestelmässä on jäänteitä Elo-luvun käytöstä. (Childers, 2021) Myös Apex Legends -pelin rankingjärjestelmä muistuttaa Elo-lukua ominaisuuksiltaan.

CS:GO-pelissä on 18 ranking-tasoa. Peli laskee pelaajan voittamat kierrokset ottelun kokonaistuloksen sijaan. Se huomioi myös oman joukkueen jäsenten sekä vastustajan joukkueen

jäsenten pisteytyksen laskiessaan odotettua suoritustasoa. Voittavan joukkueen parhaiten pisteytetty pelaaja saa todennäköisesti eniten pisteitä, koska oletus on, että paras pelaaja vaikuttaa lopputulokseen eniten. (Moncav, 2020) Voitettujen kierrosten lisäksi CS:GO ottaa huomioon pelin sisäisiä tapahtumia, kuten tappojen ja kuolemien määrän, nimitykset arvokkaimmaksi pelaajaksi, vastaanotetut ja annetut osumat, ja niin edelleen. Pelaajan Elo-luku on nähtävissä pelaajille itselleen, mutta ei julkisesti. (Esports.net, 2022)

Valorant-pelissä on yhteensä 25 ranking-tasoa. Myös Valorant käyttää Elo-luvun menetelmää pelaajien suorituksen arviointiin, ja se perustuu samoihin asioihin kuin CS:GO-pelissä muutamalla poikkeuksella. Pelaajan saama pistemäärä riippuu siitä, minkä tasoisen vastustajan hän on kohdannut (Esportsbets, 2022). Valorantissa tämän menetelmän nimi on *Match Making Rating (MMR)*, mutta tätä lukua ei näytetä pelaajalle. Pelaaja näkee ainoastaan *Rank Rating (RR)* -pistemääränsä (Donald, 2022 & Milella, 2022)

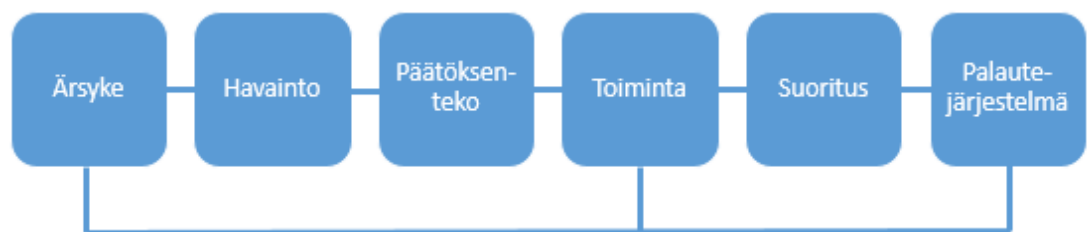
Apex Legendsin rankingin ei virallisesti ole kerrottu perustuvan Elo-lukuun, ja rankingin muodostuminen on hieman erilaista verrattuna muihin FPS-peleihin johtuen pelin *battle royale* -muodosta. Pelissä on 22 ranking-tasoa. Ranking-pisteitä pelissä saa sijoituksesta ja tapoista, mutta myös joukkuekaverin suorittamista tapoista joka erottaa pelin muista FPS-peleistä. Toisena erona on, että kuolemista pelissä ei menetä pisteitä mutta jokainen pelikerta maksaa pisteitä. Pisteitä voi siis menettää, mikäli pelin aikana ei tule onnistumisia.

LoL -pelin ranking pohjautuu niin ikään MMR- ja RR-lukuihin. Elo-lukuun perustuvaa MMR:ää ei tässäkään pelissä ole nähtävillä pelaajalle. MMR-luvun tarkoitus on yksinkertaisesti laittaa samaa tasoa olevat pelaajat pelaamaan keskenään. LoL-pelin kehittäjä ei ole paljastanut, mitkä kaikki asiat vaikuttavat MMR- lukuun, mutta luku ottaa huomioon huomattavasti enemmän tekijöitä kuin muissa vastaavissa peleissä, kuten myös kuolemat ja tapot CS:GO:n tapaan. Joka tapauksessa pelaajille näkyvä ja julkaistava RR-luku perustuu MMR-lukuun. (Childers, 2021) Marraskuussa 2022 LoL:ssa oli 27 rankingtasoa.

3 KOGNITIIVINEN SUORITUSKYKY

Ihmismielen voi ymmärtää suurena organisaationa, joka koostuu monista keskenään vaikuttavista osastoista. Harjoittelun avulla eri osastot tulevat tehokkaammiksi omassa tehtävässään. Organisaation vahvuus on kuitenkin enemmän kuin sen eri osastojen summa. Osastojen tulee toimia keskenään kitkattomasti, jotta organisaation tavoitteet saavutetaan. Ihmisen mielen tutkimus on kuitenkin pirstaloitunutta, ja jokaisen osaston suorituskykyä tutkitaan usein erikseen. (Anderson, 2015, s. 364) Tämäkin tutkimus keskittyy yhteen varsin pieneen osaan ihmisen kognitiivisten kykyjen kokonaisuudesta.

Tutkimuksen lähtökohtana tarkasteltavaan ilmiöön on Cokerin (2009) esittämä informaatioprosessoinnin malli motorisessa käyttäytymisessä, joka on esitetty kuviossa 3. Informaatioprosessoinnin mallia tarkastellaan Ilmavoimien taisteluympäristössä.



Kuvio 3. Informaatioprosessointimalli motorisessa käyttäytymisessä. (Coker, 2009, s. 25.)

Tässä tutkimuksessa mielenkiinto ei kohdistu ärsykkeeseen tai toiminnan vaikutuksiin. Koeasetelman tuottama tieto ymmärretään kognition tuotoksena. Kuvio 4 on tutkijan Cokerin mallin pohjalta kehittämä ja se esittää tutkimuksessa tarkasteltavan prosessin mallina, jota täydennetään tämän luvun aikana esitettävillä kokonaisuuksilla. Cokerin mallin kohta "toiminta" merkitsee tässä tutkimuksessa monitehtäväsuorittamista. Kaikki osat on yhdistetty nuolella, joka kuvaa kognitiivisten prosessien sisäistä lineaarisuutta mutta ulkoista yhdenaikaisuutta.



Kuvio 4. Monitehtäväsuorittamisen taustalla vaikuttavat sekä havainto että päätöksenteko.

3.1 Kognition teoriaa

Kognitiotiede on monitieteellinen ja käytännönläheinen tieteenala, joka sijoittuu psykologian, tietojenkäsittelytieteen, filosofian, kielitieteen ja neurotieteen leikkaukseen. 1900-luvun puolessavälissä behavioristinen näkökulma täydentyi aluksi psyykkisen suorituskyvyn tarkastelulla, josta muodostui käsite kognitiivinen psykologia. Kognitiivinen psykologia kehittyi toisen maailmansodan aikaisesta käytännön tietotarpeesta, kuten miten kouluttaa sotilaita käyttämään kehittyneitä järjestelmiä tai miten käsitellä tarkkaavaisuuden romahtamista stressin alla. Näihin kysymyksiin behavioristisesta näkökulmasta ei ollut hyötyä. (Anderson, 2015, s.7) Kognitiivisen psykologian perusongelma on ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmän toiminta. Käsillä olevaa tutkimusta silmällä pitäen tähän liittyy havainto, tarkkaavaisuus ja mieltäminen eli tulkinta. Kognitiivinen psykologia perustuu pääasiassa kokeelliseen tutkimukseen. (Saariluoma, 2001)

Myöhemmin teknologian kehitys toi ihmisen ja laitteen välisen toiminnan tieteeseen samalla, kun tekoälyn käsitteen muotoutuminen suuntasi kiinnostusta kohti oppimista ja ajattelua. Tästä muodostui käsite kognitiotiede, jonka näkökulmasta mielenfilosofian keskeinen ongelma koskee mielen ja ruumiin suhdetta. (Saariluoma, 2001) Metakognitiolla tarkoitetaan ihmisen ymmärrystä omista kognitiivisista prosesseistaan. Metakognitio voidaan jakaa tietoon omasta kognitiivisesta tilasta sekä taitoon käyttää omia kognitiivisia prosesseja tehokkaasti. (Schraw & Moshman, 1995)

Tässä tutkimuksessa kognitiotiedettä lähestytään informaation käsittelyn (*information-processing*) näkökulmasta. Tämä on yhdistelmä kognitiivista psykologiaa sekä kognitiotiedettä. Informaation käsittelyn näkökulman tavoitteena on analysoida kognitiota sarjana askelmia, joiden tavoitteena on informaation käsittely. (Anderson, 2015, s. 10–12) Laarni kumppaneineen (2001) jaottelee tiedonkäsittelyn toisiaan seuraavien prosessien joukoksi, josta tärkeimmät ovat havaitseminen, tarkkaavaisuus, mieltäminen, ajattelu ja muistitoiminnot. Monitehtäväsuorittamisen kannalta joukosta nousee käsittelyyn tässä tutkimuksessa havaitseminen sisältäen tarkkaavaisuuden, ajattelu sisältäen päätöksenteon sekä muistitoiminnot.

Ihmisen tiedonkäsittelyprosessit muodostavat kokonaisuuden. Ihminen siis muistaa havaitessaan ja tarkkailee ajatellessaan. Kokeellisissa menetelmissä näitä prosesseja voidaan tarkastella erillisinä. Kognition ja kognitiivisen suorituskyvyn teoriaa tarkastellaan suhteessa tämän tutkimuksen koeasetelmaan, joka mittaa monitehtäväsuorituskykyä (*time sharing*). Kokeellisuuden etuna on analyyttisyys, mutta vastapainona heikko yleistettävyyys. (Laarni ym., 2001)

3.1.1 Havainto ja tarkkaavaisuus

Ihmisen tiedonkäsittelyprosessin ensimmäiset vaiheet ovat aistimus ja havainto (Wickens ym., 2016, s. 50). Nämä ovat toisistaan erillisiä vaiheita. Havaintokognitiiviset (*perceptual-cognitive*) taidot tarkoittavat kykyä tunnistaa ja prosessoida tietoa ympäristöstä ja liittää ne ennakkotietoihin ja motorisiin kykyihin, jotta voidaan valita ja toteuttaa vaadittavat toiminnot (Marteniuk, 1976). Näissä taidoissa tärkeää on myös ennakointi, joka nopeuttaa päätöksentekoon liittyvää prosessia huomattavasti. Tämä on todettu esimerkiksi nopeissa pallopeleissä (Renshaw ym., 2019). Ennakointia tukevat havaintokognitiiviset taidot ovat suuresti kontekstiriippuvaisia, mutta on havaittu myös siirto-oppimista samankaltaisten urheilulajien välillä. Esimerkiksi jalkapalloilijat pystyvät ennakoimaan tilanteita jääkiekossa tehokkaammin kuin lentopalloilijat. (Williams ym., 2011)

Visuaalisen ärsykkeen saapuminen informaationa aivoihin siitä hetkestä kun fotonit osuu verkkokalvolle kestää noin 20-40 millisekuntia. Aika kuluu ärsykkeen muuntamiseen sähkösignaaliksi sekä signaalin prosessointiin ja kulkuun. Huomionarvoista on myös, että ääniärsykkeen osalta kyseinen viive on vain 8-10 millisekuntia. (Kemp 1973; Shelton & Kumar, 2010). Havaintomotoriikkaan liittyen tämä herättää kysymyksen, miten on mahdollista pelata nopeita reaktioita vaativia pallopelejä tai tietokonepelejä, jos ihmisen havainnot ovat jatkuvasti todellisuutta jäljessä. Vaikka pallo liikkuu vain 50 km/h, on pallon sijainti todellisuudessa 56 cm havaittua edellä olettaen viiveeksi 40 ms. Shethin ja kumppanien (2000) mukaan ensimmäisen havainnon eli kohteen tunnistuksen jälkeen aivot pystyvät käyttämään tuoreempaa visuaalista ärsykettä kohteen sijainnin päivittämiseen. Vasta tämän jälkeen informaatio siirtyy aivojen osaan, jossa visuaalinen aistimus tiedostetaan. Ihminen siis ennakoii liikettä tiedostamattaan, ja ennakointi on tehokkaampaa kun toimintaympäristö on tuttu.

Havaintoon vaikuttaa myös silmien lateraalisuus eli dominoiva silmä. Havaintotasapaino tarkoittaa eri suuntaisten liikkeiden havainnoinnin puolieroja. Esimerkiksi dominoiva vasen silmä vaikeuttaa havainnointia ja hahmottamista visuaalisessa liikkeessä vasemmalta oikealle. (M. Lappalainen, haastattelu, 14. tammikuuta 2023) Tämä on mielenkiintoista tämän tutkimuksen koeasetelmaan liittyen, koska koeasetelmassa mittareiden liikesuunta on koko ajan sama.

Vaikka huomion kontrollointi tuntuu usein olevan tietoista, se ei välttämättä sitä ole. Kontrolli voi tapahtua varhaisissa havaintoprosessin vaiheissa, joissa vaikutetaan siihen, miten havain-

totieto valitaan, hyväksytään ja prosessoidaan. Aistielimien ja aivojen välissä tapahtuu suodattamista (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 101–102). Huomiokykyä voivat häiritä niin ylimääräiset ärsykkeet kuin keskenään kilpailevat tavoitteet (Barrett ym., 2004).

Tarkkaavaisuus

Havainto, tulkinta ja tarkkaavaisuus yhdessä muodostavat ihmisen kyvyn havaita asioita. Havainnot näyttävät muodostuvan automaattisesti ilman tietoista ponnistelua. Koska ihminen kykenee käsittelemään vain rajallisen määrän informaatiota kerrallaan, informaatiovirrasta vain osa prosessoidaan. Kun kyseessä on uusi ja vaikea tehtävä, syvälinen prosessointi vaatii enemmän resursseja ja vain muutamien havaittujen ärsykkeiden merkitys pystytään tulkitsemaan. Rajoittavina tekijöinä ovat tiedonkäsittelykapasiteetti ja tehtävän vaatimat resurssit. Tarkkaavaisuus voi vaikuttaa myös itse havainnointiprosessiin tehostamalla tiettyjen ärsykkeiden prosessointia. Tätä kutsutaan valikoivaksi tarkkaavaisuudeksi. (Laarni ym., 2001) Valikoiva tahdonalainen tarkkaavaisuus perustuu kokemukseen ja oppimiseen (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 101–102). Valikoivaan tarkkaavaisuuteen vaikuttavat myös ennako-odotukset: ihmisellä on taipumus havaita se, mitä toivoo ja olettaa näkevänsä. Havainnointi on lähtökohtaisesti valikoivaa. (Plous, 1993, s. 15, 21)

Valikoivalla tarkkaavaisuudella tarkoitetaan kykyä keskittyä tiettyyn asiaan ja kykyä tunnistaa tarkkaavaisuutta vaativat asiat. Valikoivan tarkkaavaisuuden lisäksi muita tarkkaavaisuuden muotoja ovat keskittynyt tarkkaavaisuus ja hajautettu tarkkaavaisuus. Keskittyneessä tarkkaavaisuudessa ihminen keskittää kognitiivisen kapasiteettinsa yhteen tiettyyn asiaan. Hajautetussa tarkkaavaisuudessa ihminen jakaa kognitiivisen kapasiteettinsa usean asian kesken, ja se on kiinteästi yhteydessä monitehtäväsuorittamisen kanssa. Tällöin ihminen vaihtaa joustavasti tarkkaavaisuuden kohdetta. Käytännössä useampaa asiaa ei voi *de facto* tarkkailla samanaikaisesti, vaan havaintonäytteet käsitellään peräjälkeen. Havaintojärjestelmä tallentaa informaation lyhytkestoiseen muistiin ja vertaa sitä pitkäkestoisen muistin sisältämään informaatioon. (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 102–103; Wickens ym., 2016, s. 49).

Havainto

Gibsonin (2002) mukaan havaintoon liittyy aina myös kokemus itsestä. Ihminen havainnoi koko ympäristöään, myös piilossa olevia asioita. Gibsonin teorian mukaan havaitsemme informaatiota, emme kuvaa. Ihmisen silmään piirtyvää kuvaa ei voi katsoa, koska se ei ole kuva, vaan informaatiota eli pelkistettynä sähkömagneettisen spektrin aiheuttamia sähköimpulseja, jotka välittyvät aivoihin. Havaintomme tapahtuu tästä sähköisestä informaatiosta. Käsityksemme ympäristöstä ei myöskään ole hetkellinen, vaikka optisesti aistittu kuva sitä onkin.

Samasta syystä havaitsemme yhden ympäristön, vaikka meillä on kahden silmän tuottamat kaksi eri "kuvaa", mutta yksi informaatio.

Myös kontekstiin liittyvä kokemus voi havaintokognitiivisten kykyjen osalta vaikuttaa suoriutumiseen seuraavilla tavoilla: (Brams ym., 2019, s. 1)

- a) kokemus mahdollistaa tehokkaan tiedon palauttamisen pitkäkestoisesta työmuistista.
- b) kokemus auttaa keskittämään huomiota oleelliseen optimoiden täten käsitellyn hyödyllisen informaation määrän (valikoiva tarkkaavaisuus).
- c) kokemus auttaa käyttämään ääreisnäköä havainnointiin, jolloin kokonaisuuden prosessointi tehostuu

Kaikki nämä saattavat toimia yhtäaikaaisesti havaintokognitiivisissa prosesseissa, mutta useimmiten Bramsin ja kumppaneiden (2019) tutkimuksessa havaittiin oleellisen tiedon löytämisen (vaihtoehto b) ja prosessoinnin tehostamisen tätä kautta olevan tärkein selittävä tekijä kokemuksen tuottamalle suoritustason nousulle.

Visuaalisen informaation prosessoinnin "pullonkaulan" voisi helposti mieltää liittyvän tarkan näön alueeseen ja sen kohdistamiseen verrattuna koko verkkokalvolle piirtyvään kuvaan. Kun ihminen tekee päätöksen tarkan näön kohdistamisesta, tekee hän myös valinnan, minkä informaation prosessointiin käyttää suurimman osan käytössä olevasta resurssistaan. Ihminen voi kuitenkin tietoisesti keskittää huomionsa myös tarkan näön alueen ulkopuolelle. Tässä on huomioitava, että ääreisnäkö havaitsee vain yleistä informaatiota, kuten liikettä. Ääreisnäöllä tarkoitetaan tässä toiminnallista näkökenttää eli sitä näkökentän osa-alueetta, josta visuaalisen informaation kerääminen on mahdollista katseen kohdentamisen aikana (Jäntti & Leino, 2017). On myös esitetty, että hallittu katseen siirtäminen kohteesta toiseen vaatii ensin huomion keskittämistä tähän kohteeseen, joka siis sijaitsee ääreisnäön alueella. (Anderson, 2015, s. 58–59)

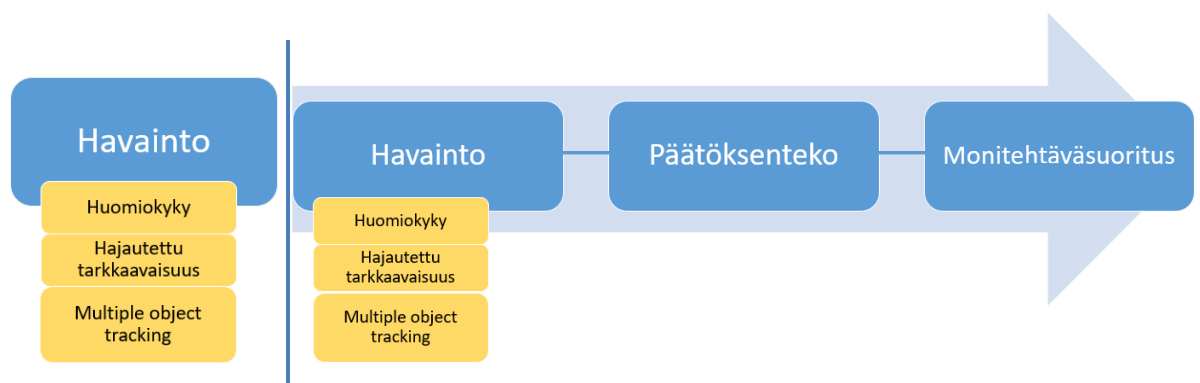
Katsekäyttäytymiseen liittyy myös käsite "Quiet eye". Tämä on edellytys korkeatasoiselle motoriselle suoritukselle. Käsitteellä tarkoitetaan välittömän havainnon hetkeen kuuluvia silmänliikkeitä, jotka tasapainottavat katsetta ja tuovat halutun kohteen keskelle näkökenttää. Ominaisuus on yhteydessä korkeatasoisiin motorisiin suorituksiin, ja ammatikseen pelaavilla tämä ominaisuus on havaittu verraten kehittyneenä. (Causser ym., 2012)

Monen kohteen seuranta

Havaintokyvyn tutkimuksessa eräs toinen monitehtäväsuorituskykyyn läheisesti liittyvä kyky on usean kohteen samanaikainen seuraaminen (*multiple object tracking*, myöhemmin MOT). Kognitiivisista kyvyistä tähän visuaalisen havainnoinnin erikoiskykyyn vaikuttaa eniten avaruudellinen hahmottaminen eli visuospatiaalinen työmuisti sekä hajautetun tarkkaavaisuuden kyky. Vaikka muillakin kognitiivisilla kyvyillä on vaikutusta, näkyy niiden vaikutus näiden kahden kyvykkyyden kautta. Nämä kaksi kykyä perustuvat tietoisiin kognitiivisiin ponnistuksiin, jolloin niiden kapasiteetti on rajallinen. (Oksama & Hyönä, 2004) Monen kohteen seuraaminen ei siis tapahdu havaintoprosessin aikaisessa vaiheessa, vaan vaatii aina kognitiivista kapasiteettia. Tämän tutkimuksen koeasetelmassa tarkkailtavat kohteet ovat paikallaan, mutta kohteita on monta ja niiden sisällä tapahtuu liikettä, jota on pystyttävä tarkkailemaan.

Tutkimukset osoittavat, että tietynlainen harjaantuminen saattaa vaikuttaa monen kohteen seuraamisen kykyyn. Esimerkiksi tutkaoperaattorit ja säännöllisesti videopelejä pelaavat ovat suoriutuneet testeissä paremmin kuin vertailuryhmät. Harjaantuminen tapahtuu kuitenkin vain läheisesti samankaltaisissa tehtävissä, eli se on kontekstisidonnaista. Esimerkiksi joukkueurheilusta ei ole havaittu olevan samanlaista hyötyä monen kohteen seuraamisen kyvylle. (Meyerhoff ym., 2017) Tämän perusteella on syytä olettaa, että videopelaajat pystyvät verraten tehokkaasti seuraamaan myös koeasetelmassa esiintyviä kohteita.

Tutkimuksen teoreettinen malli rakentuu havainnon rakennusosan osalta kuvion 5 mukaisesti. Kuviossa vasemmalla on jatkossa malliin lisättävät osiot, ja oikealla esitetään osiolla täydennetty teoreettinen malli.



Kuvio 5. Havainto osana tutkimuksen teoreettista mallia.

3.1.2 Työmuisti

Ihmisen tietojenkäsittelykyky on rajallinen. Muisti voidaan jakaa työmuistiin ja pitkäkestoiseen muistiin. Pitkäkestoisen muistin kapasiteetti on suuri ja se säilyttää kaiken elämän aikana

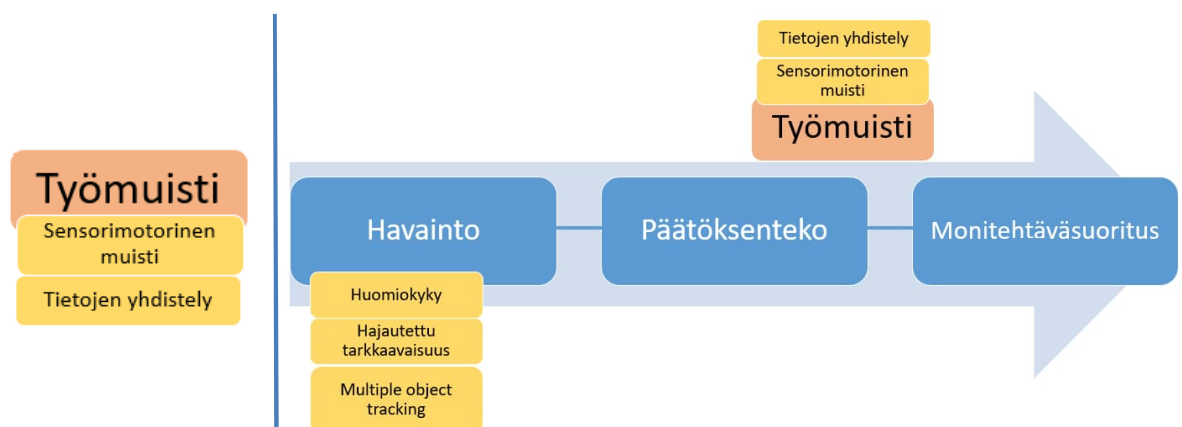
opitun tiedon. Työmuisti taas säilyttää aktiivisesti meneillään olevan toiminnan kannalta oleellisen tiedon, ja nimenomaan sen kapasiteetti on rajallinen. Muistitutkimuksien mukaan ilman harjoittelua ihminen pystyy pitämään muistissaan 5-7 yksikköä 20 sekunnin ajan (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 106). Eräs työmuistin operationaalinen määritelmä on "muistissa pysyvien yksiköiden määrä monimutkaisen työmuistitehtävän aikana" (Barrett ym., 2004, s. 553).

Työmuistin on havaittu olevan läheisessä yhteydessä yleisen älykkyyden kanssa (Colom ym., 2008). Työmuistiin liittyviä käsitteitä ovat lyhytaikainen työmuisti, pitkäkestoinen työmuisti sekä sensorinen puskurimuisti. Usein lyhytaikaista työmuistia käytetään synonyyminä työmuistille. Sensorinen puskurimuisti taas tarkoittaa tiedostamatonta aistihavainnon kautta saadun tiedon säilymistä käyttökelpoisena. Sensorimuistista havainto on haettavissa työmuistiin vielä jonkin aikaa ärsykkeen päättymisen jälkeen. (Sams ym., 1993)

Työmuistin kapasiteettia on mahdollista parantaa yhdistelemällä tietoja. (Saariluoma, 2001). Pitkäkestoinen työmuisti on edellytys opittujen mieltämisyksiköiden käyttämiselle, josta hyvä esimerkki on montaa peliä yhtäaikaaisesti pelaavat shakinpelaajat (Laarni ym., 2001). Tätä tarkoitetaan tietojen yhdistämisellä. Tämä mahdollistaa ajatuksen työmuistin kehittämisestä oppimisen seurauksena. Ajatusta tukee myös käsitys, että ihmisen muisti on suuresti kontekstiriippuvainen (Plous, 1993, s. 31–37). Kun jokin taito opitaan automaatiotasolle asti, tuttuja tekijöitä uudesta ongelmasta voidaan uudelleen järjestellä alitavoitteiksi, jotka ratkaistaan tutulla tavalla. Tämä johtaa tiettyjen alitavoitteiden helpohkoon saavuttamiseen.

(van Merriënboer, 1997, s. 25)

Työmuisti täydentää teoreettista mallia kuvion 6 mukaisesti. Työmuistin rakennusosa sijoittuu päätöksenteon ja monitehtäväsuorituksen välimaastoon.



Kuvio 6. Työmuisti osana tutkimuksen teoreettista mallia.

3.1.3 Resurssiteoria ja monikanavaprosessin teoria

James Reason (1990) esittelee huomion jakamiseen ja suuntaamiseen liittyen resurssiteorian (*resource theory*). Reasonin mukaan resurssiteoriat ovat monen eri tutkimuspolun tuotteita, joista esimerkkeinä mainitaan Knowles (1963), Moray (1969), Kahneman (1973), Norman ja Bobrow (1975) sekä Navon ja Gopher (1979). Resurssiteorian mukaan ihmisen huomiokyky on yksi suuri "varasto", jonka resurssit ovat kaikkien psyykkisten tehtävien käytettävissä. Joissakin versioissa teoria esitetään useana erillisenä "varastona". Teorian mukaan vain ne psyykkiset tehtävät, jotka saavat kriittisen määrän huomiokyvyn resurssia voidaan prosessoida syvällisesti. Tässä teoriassa huomiokyvyn jakaminen on aina tietoinen prosessi. (Reason, 1990, s. 28–29)

Resurssiteoriat liittyvät vahvasti informaation käsittelyyn ja havaintokyyyn. Havaintokyvyn tutkimuksen eräs keskeinen kysymys on inhimillisen tiedon käsittelyn pullonkaulat, joista on olemassa kahta eri teoriakoulukuntaa: varhaisen valinnan teoriat ja myöhäisen valinnan teoriat. Näiden keskinäinen ero on siinä, missä vaiheessa informaation käsittelyn askelia ne olettavat, että pullonkaulat sijaitsevat. Teoriasuuntauksesta riippumatta kognitiivisten prosessien tulee pullonkaulassa tehdä valinta siitä, mitä informaatiota käsitellään ja mikä jätetään huomiotta. Huomiokyvyn tutkimuksessa kyse on siitä, miten käsiteltävä informaatio pullonkaulassa valitaan. (Anderson, 2015, s. 9)

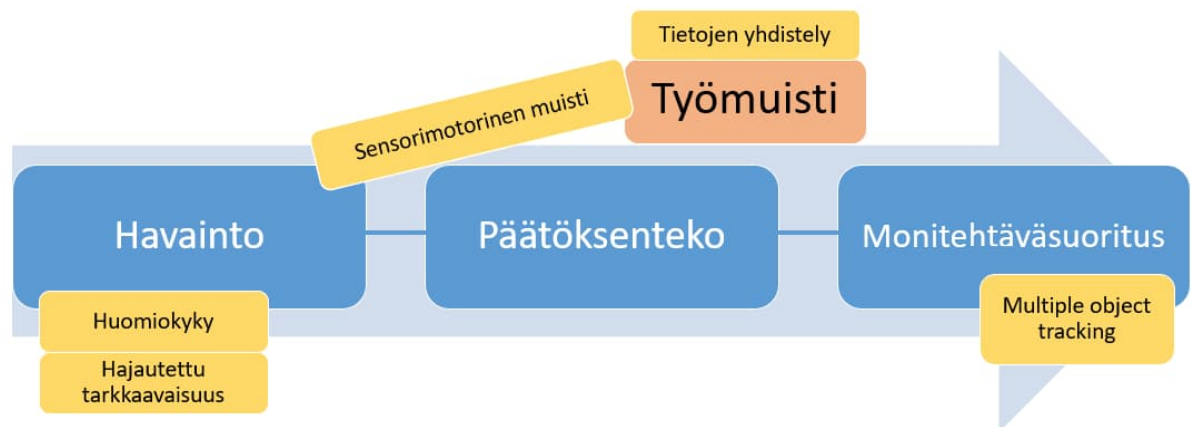
Oppimisen kautta tietyt prosessit, kuten lentokoneella lentäminen tai tietokoneen hiiren käyttö, voivat kehittyä automaation tasolle, jolloin ne eivät enää kuluta huomiokyvyn resursseja (Broadbent, 1982). Tähän liittyen taitavuus tietyssä asiassa vähentää resurssien tarvetta ja vapauttaa niitä toisiin tehtäviin. On myös esitetty, että erilaisilla kyvyillä olisi kokonaan erillisesti kehittyneet työmuistit. Tämä on kuitenkin kokeellisesti kyseenalaistettu, koska testihenkilöt suoriutuvat eri tehtävistä koostuvista kokonaisuuksista samankaltaisesti. (Barrett ym., 2004)

Kahden erilaisen tehtävän yhtäaikaisen suorittamisen toisilleen tuottamat häiriöt voivat olla kolmenlaisia: toisen tehtävän suorituskyvyn täydellinen romahtaminen, toisen tai molempien tehtävien hidastuminen sekä laadullisen tason lasku tai tehtävän vaatimien toimenpiteiden siirtyminen toiseen tehtävään. (Long, 1975)

Allport ja kumppanit (1972) esittelivät tutkimuksen, jonka mukaan yksittäisen huomiokyvyn resurssin olemassaolo on kyseenalaista. Tutkijat esittelivät tämän pohjalta monikanavaproses-

soinnin teorian (*multichannel processor theory*). He havaitsivat, että mikäli eri tehtävät varaa-
vat samaa "kanavaa" eli ovat toistensa kaltaisia (kuten kahden eri puhelälähteen kuuntelemi-
nen), on tosiasiallinen simultaanityöskentely mahdotonta. Jos taas tehtävät eroavat toisistaan
siten, että ne käyttävät eri huomiokyvyn kanavia, kuten puheen kuunteleminen ja pianon
soitto, ne eivät juurikaan häiritse toisiaan.

Yllä esitetyn pohjalta voidaan todeta, että käsillä olevan tutkimuksen koeasetelman moniteh-
täväsuoritus varaa yhtä aistikanavaa eli näköaistia. Tällöin tosiasiallinen simultaanityösken-
tely on mahdotonta, ja suorituksessa tulee tukeutua havaintokyvyn sekä työmuistin kykyihin.
Tutkimuksen teoreettiseen malliin ei tule uusia rakennuspalikoita, mutta se muokkaantuu
kuivon 7 mukaisesti sensorimotorisen muistin ja MOT-kyvyn sijainnin suhteen.



Kuvio 7. Resurssiteorialla täydennetty tutkimuksen teoreettinen malli

3.2 Kognitiivisen suorituskyvyn teoriaa

3.2.1 Käsitteiden määrittely

Aikaisempi tutkimus on hyvin ristiriitaista siitä, voiko kognitiivisia ominaisuuksia kehittää
harjoittelulla. Esimerkiksi Sala kumppaneineen (2018) ja Schmiedek ryhmineen (2010)
päätyivät toisistaan täysin vastakkaisiin johtopäätöksiin. Sala kumppaneineen toteaa, että
kognitiivisissa taidoissa ei tapahtu siirto-oppimista eli taidot ovat tiukasti
kontekstisidonnaisia. Schmiedek ryhmineen taas toteaa, että tietyssä tehtävässä kehittymisen
lisäksi oli havaittavissa myös kehitystä yleisissä kyvyissä. Käsitteiden määrittelyn ongelmat
saattavat osittain selittää eri tutkimusten keskenään ristiriitaisia tuloksia. Tästä syystä käsit-
teiden määrittäminen tämän tutkimuksen osalta on tarpeen.

Taidon, kyvyn, kokemuksen ja lahjakkuuden suhtautumista toisiinsa on kirjallisuuden avulla
haastava hahmottaa, ja käsitteitä käytetään usein ristiin. Tavallisesti kyvyn ajatellaan olevan

jotakin perinnöllistä, kun taas taito on opittua. Toisaalta taito voidaan ymmärtää kyvyn ilmenemismuotona. Englanninkieliset vastineet sanoille ovat *skill* (taito) ja *ability* (kyky). Sekä suomenkielinen että englanninkielinen sivistyssanakirja määrittelevät taidon "kykynä tehdä jotakin hyvin" (Cambridge Dictionary, 2022; Suomisanakirja, 2022). Englanninkielisten käsitteiden määrittelyä ei tässä tutkimuksessa tehdä, mutta määrittelyn perusteet löytyvät osaksi englannin kielestä. Käännöksissä on aina mahdollista menettää osa sanojen kulttuurillisesta merkityksestä. Tärkeintä on ymmärtää, mitä tässä tutkimuksessa käsitteillä tarkoitetaan.

Tämän tutkimuksen määrittelyn mukaan kykyjen ja taitojen taustalla vaikuttavat henkilön kognitiiviset valmiudet. Valmiuksilla tarkoitetaan lahjakkuuden ja ympäristötekijöiden yhteisvaikutusta. Lahjakkuuden ymmärretään olevan perinnöllistä ja täten harjoitusvaikutuksen ulottumattomissa. Tässä tutkimuksessa siis ymmärretään lahjakkuuden ja kokemuksen vaikuttavan kykyyn, joka ilmenee taitona. Kyky ei siis tämän määritelmän mukaan ole perinnöllinen ominaisuus tai osa lahjakkuutta.

Kokemus on ymmärretty myös "ovena", jolla muistissa oleviin asioihin päästään käsiksi ja toimintavaihtoehtojen luominen voi alkaa. Mitä enemmän kokemusta, sitä enemmän ovia muistivarastoihin on olemassa. (Johnson & Raab, 2003)

Lahjakkuutta ei tässä tutkimuksessa tutkita, mutta käsitettä avaa Gagnen (2004) esittämä lahjakkuusteoria. Tässä teoriassa lahjakkuus tarkoittaa luonnollisia kykyjä. Gagnen teoriassa kyvyn käsitteellinen määritelmä siis eroaa tässä tutkimuksessa tehdystä kyvyn määritelmästä, mutta hän käyttääkin sanassa etuliitettä *luonnollinen*. Teorian mukaan lahjakkuuden kehittymiseen taidoksi vaikuttavat henkilön fyysiset ja psyykkiset perinnölliset ominaisuudet sekä ympäristötekijät. Nämä ominaisuudet ja tekijät toimivat katalyytteinä eli ne voivat joko hidastaa tai nopeuttaa taidon kehittymisen prosessia.

Toinen näkökulma ihmisenä kehittymiseen on Bakerin (2022, s. 75) esittämä vertauskuva kakun valmistuksesta. Vertauskuvassa kakkuun tarvittavat ainekset kuvaavat lahjakkuutta. Oikeassa ympäristössä eli reseptillä aineksista muodostuu herkullinen leivos, kun taas väärässä ympäristössä aineksista muodostuu jotakin aivan muuta. Lahjakkuus eli ainekset asettavat siis reunaehdot mitä reseptillä voi valmistaa, mutta myös reseptin eli ympäristön tulee olla tarjolla oleville aineksille oikea.

Baker ja Gagne lähestyvät lahjakkuuden käsitettä hieman eri tavalla. Tätä ristiriitaa kuvaa hyvin heidän käyttämänsä englanninkieliset termit: Gagne käyttää termiä "*giftedness*", kun taas Baker käyttää termiä "*talent*". Suomen kielestä on vaikea löytää sanoille kuvaavia eri

vastineita, vaan molemmat tarkoittavat lahjakkuutta. Gagnen käyttämä termi voidaan erottaa Bakerin käyttämästä siten, että *"giftedness"* on taidon taustalla vaikuttava katalyytti eikä se ole mitattavissa. Baker ja kumppanit (2018) taas käsittelevät *"talent"* -termiä mitattavissa ja havaittavissa olevana käsitteenä. Baker kumppaneineen (2018) esittävät myös Simontoniin (1999) perustuen, että lahjakkuus ei ole ihmisessä täysin muuttumaton ominaisuus vaan se saattaa näyttäytyä yksilöillä eri tavalla heidän kehittymisensä aikana. Aikaisemmin esitetty lahjakkuuden mitattavuus mahdollistaa tämän lähestymistavan.

Tämä tutkimus ymmärtää lahjakkuuden muuttumattomana, perinnöllisenä tekijänä ja katalyyttinä. Perinnöllisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan tässä yhteydessä biologisia ominaisuuksia. Biologiset ominaisuudet ja kokemus tuottavat jo mainittuja valmiuksia, jotka vaikuttavat kyvykkyyksien muodostumiseen edesauttaen tai estäen niiden muodostumista. Kyvyt taas ovat niitä tekijöitä, jotka mahdollistavat optimaalisen tekemisen eli taidon. (M. Lappalainen, haastattelu, 14. tammikuuta 2023)

3.2.2 Strategianäkökulma

Kaksi suosituinta tapaa tutkia kognitiivista suorituskyykyä ovat parametrinen näkökulma ja strategianäkökulma. Parametrinäkökulma näkee suorituskyyvyn koostuvan prosessointinopeudesta sekä työmuistin kapasiteetista. Strategianäkökulma katsoo, että yksilöt suorittavat kognitiivisia tehtäviä eri tavoilla. Näiden kahden näkökulman ei tarvitse olla toisiaan poissulkevia, vaan esimerkiksi hyvä strategia voi kompensoida heikkouksia parametrisissa ominaisuuksissa. Kolmantena näkökulmana voidaan pitää yksilön kykyä vaihtaa strategiaa itselle toimivammaksi. (Schunn & Reder, 2001) Strategialla tarkoitetaan tässä tiettyä lähestymistapaa käsitellä olevaan tehtävään silloin, kun muitakin mahdollisia lähestymistapoja on olemassa (Hambrick ym., 2010).

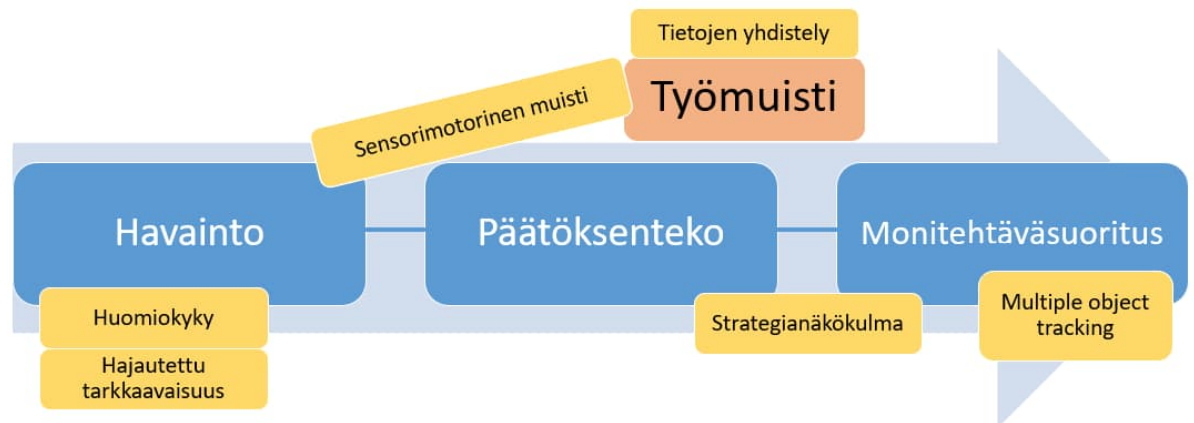
Kognitiivisessa tehtävässä suoriutumisen määrittäjänä saattaa olla myös kyky valita sopiva strategia ympäristöstä saadun palautteen kautta. Schunn ja Reder (2001) totesivat tutkimuksessa, joka liittyi lennonjohtajan tehtävään, että yksilöt eroavat kyvyssään muuttaa strategiaansa. Herkkyys palautteelle strategian toimimisesta on tärkeää, jotta yksilö pystyy sopeutumaan ympäristön muutoksiin sekä oman taitotason kehittymiseen. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että kyky vaihtaa strategiaa oli yhteydessä työmuistin kapasiteettiin ja päättelykykyyn.

Strategia voi olla proaktiivinen tai reaktiivinen. Proaktiivinen strategia on monimutkaisempi ja tehokkaampi aikarajoitetussa tehtävässä, mutta sen kehittäminen on vaikeampaa ja riippuu

aikaisemmin samankaltaisissa tehtävissä opituista strategioista. Mikäli riittävää aikaisempaa oppia ei ole, valikoituu käyttöön yksinkertaisempi reaktiivinen strategia. (Taatgen, 2013) Proaktiivinen strategia on esimerkiksi ärsykkeen ennakointi ennen kuin se havaitaan, jolloin ollaan valmiita toimimaan ärsykkeen mukaisesti. Tämä vähentää havainnointiprosessista johtuvia häiriötekijöitä.

Esimerkki tietoisesta strategiasta on suoritusnopeuden lisääminen tarkkuuden kustannuksella. Strategian valinta edellyttää päätöksen tekemistä. Päätöksenteko vaatii ajattelua ja on täten kiinteä osa informaation käsittelyä. Kykyyn tehdä päätöksiä liittyy luonnollisesti monia muitakin elementtejä.

Tutkimuksen teoreettinen malli täydentyy strategianäkökulmalla kuvion 8 mukaisesti. Strategianäkökulma perustuu tietoiseen päätöksentekoon monitehtäväsuorituksessa.



Kuvio 8. Strategianäkökulmalla täydennetty tutkimuksen teoreettinen malli.

3.2.3 Osaaminen ja taito

Renold (1928) esitti kognitiivisen ulottuvuuden osana taitojen käsitettä. Hänen määritelmänsä mukaan taito on mikä tahansa hyödyllinen yhdistelmä henkisiä ja fyysisiä ominaisuuksia, joiden saavuttaminen vaatii huomattavan määrän harjoittelua. Tämä määritelmä kuitenkin jätti huomiotta taidon oppimisen käytännössä tekemällä. Tiedostamattomassa eli implisiittisessä oppimisessa opitaan harjoittelun aikana asioita, vaikka niitä ei tarkoituksella opetella. Oppimisympäristöllä on tähän suuri vaikutus. (Mero, 2016) Tässä tutkimuksessa taidolla tarkoitetaan suoritusnopeuden ja -tarkkuuden tasoa määritetyssä tehtävässä. (Winterton ym., 2006, s. 10). Osaamisella taas tarkoitetaan Puolustusvoimissa käytössä olevan määritelmän mukaisesti tietoja, taitoja ja muita valmiuksia sekä niiden soveltamista käytäntöön haluttujen päämäärien saavuttamiseksi (Pääesikunta, 2015). Osaaminen on siis taidon yläkäsite.

Kognitiivisen hallinnan kehittyminen johtuu kognitiivisten taitojen kehittymisestä eli oppimisesta, ei niinkään sisäisen kapasiteetin lisääntymisestä. Taitojen kehittyessä tätä kapasiteettia kyetään käyttämään tehokkaammin. Tämä luo perustan metakognitiivisten taitojen kehittymiselle, jolla on suuri vaikutus oppimisen kykyyn. Metakognitiivisten taitojen määritelmä pitää sisällään mahdollisuuden siirto-oppimiseen, koska oppimaan oppiminen on osa metakognitiota. Metakognitiiviset taidot voidaan jakaa kolmeen osaan: suunnitteluun, tarkkailuun ja arviointiin. (Ruohotie & Honka, 2003, s. 25; Schraw & Moshman, 1995)

Monimutkainen kognitiivinen taito koostuu useammista perustaidoista (*constituent skills*). Esimerkkinä voi käyttää lentäjää, jonka kyky toimia lentokoneen häiriötilanteessa on tällainen monimutkainen kognitiivinen taito. Taito koostuu osakyyvistä, kuten havainnointi, diagnostiikka, kommunikointi ja järjestelmätuntemus. Nämä osakyyvyt saattavat edelleen muodostua osakyyvistä. Monimutkainen kognitiivinen kyky ei ole näiden osakyykyjen summa, vaan pikemminkin niiden muodostama hierarkia, jota ohjaa korkeampi strategia tavoitteen saavuttamiseksi. Yksittäinen osakyyvykyys on irrallinen ilman, että se liitetään kontekstiin. (van Merriënboer, 1997, s. 21–22) Monitehtäväsuorittaminen on osakyyvykyys sekä lentäjän että taistelunjohtajan monimutkaisissa kognitiivisissa taidoissa.

Taitavat ihmiset eroavat aloittelijoista kahdella tavalla: informaation havainnointinopeudessa sekä laajojen asiakokonaisuuksien hallinnassa (Saariluoma, 2001). Payne ja kumpanit (1988) taas totesivat, että harjaantuneet toimijat erottaa noviiseista erityisesti tilanteenarviointikyky, ei niinkään päättelykyky. Andersonin (2015, s. 364) mukaan yksi harjaantuneisuuden ulottuvuus on kyky kehittää tehokkaita strategioita, mikä on ajatuksena lähellä strategianäkökulmaa kognitiivisessa suorituskyyvyssä. Joidenkin toimintojen ylioppiminen taas vapauttaa keskittymiskykyä ajattelua vaativiin tehtäviin. Tätä tarkoitetaan jo aikaisemmin mainitulla taitojen automatisoitumisella (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 107). Tämän perusteella on mahdollista olettaa, että jos e-urheilijalla hiiren nopea ja tarkka käyttö on pitkälle opittu tai automatisoitu prosessi, vapauttaa se tiedonkäsittelyn kapasiteettia muuhun, kuten havainnointiin tai toimivan strategian luomiseen.

Havaintokognitiivisten taitojen yhteydessä mainittu ennakointi perustuu niin ikään suuren toistomäärän kautta tapahtuneeseen oppimiseen. Tämä mahdollistaa tiedon mukauttamisen siten, että sen noutaminen muistista on tehokkaampaa. (Renshaw ym., 2019)

Psikomotoriikka

Yhtenä taitavuuden lajina voidaan pitää psykomotoriikkaa. Psykomotoriikka tarkoittaa ihmisen psyykkisten ja motoristen tapahtumien toiminnallista kokonaisuutta. Määritelmä tuo selvästi esiin henkisten ja kehollisten toimintojen yhteyden. (Kauranen, 2011 s. 12). Fleishmanin (1964) esittämässä ihmisen kykyjen taksonomiassa on 11 psykomotoriikkaan liittyvää kykyä kuten esimerkiksi hienomotoriikka, koordinaatio, sorminäppäryys ja tähtääminen. Aikaisempi tutkimus on pitänyt psykomotoriikan eri kykyjä erillisinä, mutta psykomotoristen testien monimutkaistuesssa on testeissä vaadittavien kykyjen havaittu olevan päällekkäisiä monien yleisten kognitiivisten kykyjen kanssa. On mahdollista, että psykomotoriikassa vaikuttaa ns. "yleinen tekijä", eli taidon osa-alue, joka kattaa kaiken psykomotorisen toiminnan. Kognitiivisista taidoista suurin merkitys psykomotorisiin taitoihin on työmuistilla. (Chaiken ym., 2000)

Psykomotorista kykyä on mahdollista parantaa harjoittelulla. Harjoittelu kehittää erityisesti prosessointinopeutta. Tämä johtuu siitä, että harjoittelun tuloksena toiminta käyttää vähemmän työmuistin kapasiteettia, jolloin suorituksen nopeus paranee. Suurin osa psykomotorisen suorituksen aikaisesta prosessoinnista käytetään tehokkaan strategian keksimiseen. Automaatioitunut suoritus vapauttaa kapasiteettia tähän tarkoitukseen. (Chaiken ym., 2000)

Mielenkiintoisen näkökulman psykomotoriikkaan tuo havaintomotoriikka, jolla tarkoitetaan aistihavaintojen käyttämistä liikkeen muodostamisen tukena (Kauranen, 2011, s. 127–129). Havaintomotoriikan tärkein osa-alue on silmä-käsi -koordinaatio (Palas ym., 2017). Wilsonin kumppaneineen (2010) suorittama tutkimus tutki kokeneiden ja noviisien kirurgien suoritusta virtuaalisessa tähystysleikkauksen omaisessa testissä. Tutkimuksessa mitattiin suoritus-tarkkuutta ja -nopeutta sekä tarkkailtiin silmien liikettä eli katsekäyttäytymistä. Selvää eroa suorituksen laadussa ei havaittu, mutta kokeneet kirurgit suoriutuivat testistä selvästi noviiseja nopeammin. Lisäksi kokeneet kirurgit käyttivät vasemman käden työkalua selvästi tehokkaammin (kaikki testihenkilöt olivat oikeakätisiä). Silmien liikettä analysoitaessa huomattiin, että aloittelevat kirurgit käyttivät selvästi enemmän aikaa työkalujen liikkeen seuraamiseen kohteen seuraamisen kustannuksella verrattuna kokeneisiin kollegoihinsa. Kokeneet kirurgit pystyivät siis pitämään katseen kohteessa.

Osaamisen siirtovaikutus

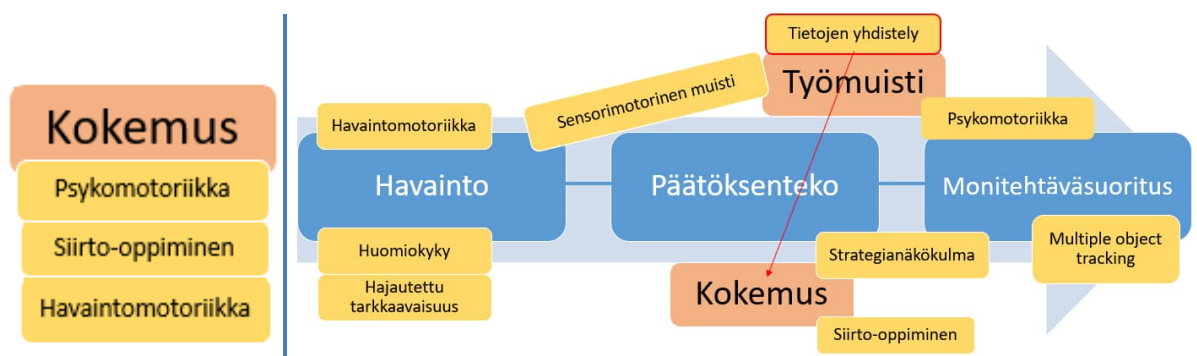
Yksi oppimisen osa-alueista on siirto-oppiminen (*transfer learning*). Tällä tarkoitetaan kykyä suorittaa opittu kognitiivinen tehtävä uudessa tilanteessa ja ympäristössä. (van Merriënboer, 1997, s. 65)

Opitun siirtovaikutus voi tapahtua kahdella tavalla: harjoitustehtävän ja varsinaisen tehtävän identtisillä elementeillä tai vaihtoehtoisesti kyvyllä jäsentää uusi tehtävä siten, että sen voi ymmärtää olemassa olevan kognitiivisen skeemavaraston kautta. (van Merriënboer, 1997, s. 69) Motoristen taitojen siirtyminen tehtävästä toiseen tapahtuu vain, jos tehtävissä on huomattavia yhtäläisyyksiä (Adams, 1987). Saman on havaittu pätevän myös kognitiivisiin taitoihin. (Singley & Anderson, 1989). Monitehtäväsuorittamisen ja työmuistin kognitiivisilla kyvyillä on myös tutkittu olevan siirtovaikutusta muihin kognitiivisiin kykyihin (Taatgen, 2013). Käsillä olevassa tutkimuksessa kognitiivisen taidon siirtyminen on oletuksena. Myös mahdollinen motorisen taidon siirtyminen monitehtäväsuoritukseen on huomioitava.

Osaamisen siirtovaikutuksen perusteella perinteisten urheilijoiden kognitiivisia taitoja kuten havainnointia, muistia ja päätöksentekoa on pyritty harjoittamaan tietokonepohjaisesti "prosessiharjoittelulla" tai "aivoharjoittelulla". Menetelmää kohtaan on esitetty kritiikkiä sillä perusteella, että oppimisprosessin osa on aina havainto ympäristöstä ja vuorovaikutus sen kanssa. Osaamisen siirtovaikutus on sitä suurempaa, mitä enemmän harjoittelulla kehitetty taito muistuttaa alkuperäistä tehtävää. (Renshaw ym., 2019)

Urheilijan harjoittamisessa tietokoneperusteisesti ongelmana nähdään kolminaisuus aivotkeho-ympäristö. (Renshaw ym., 2019). Urheilumaailmassa tietokoneella tehtävä kognitiivinen harjoittelu on haastavaa saada muistuttamaan läheisesti oikeaa toimintaa, mutta e-urheilun ja digitaalisen toimintaympäristön kontekstissa, kun sekä harjoittelu että tehtävä tapahtuvat digitaalisessa ympäristössä, siirtoefekti on helpommin tavoitettavissa.

Tutkimuksen teoreettiseen malliin taito tuodaan kokemuksen käsitteen alla. Tämä mahdollistaa työmuistin alla olevan tietojen yhdistämisen sisällyttämisen kokemuksen käsitteeseen. Havaintomotoriikka liitetään havainnon yhteyteen, ja psykomotoriikka työmuistin sekä monitehtäväsuorituksen yhteyteen kuvion 9 mukaisesti



Kuvio 9. Kokemus osana tutkimuksen teoreettista mallia.

3.2.4 Päätöksenteko

Päätöksentekoprosessissa aivotoiminta siirtyy motoriseksi liikkeeksi, ja se on ihmisen tiedonkäsittelyprosessin huipentuma. Ilman päätöksentekoa ei ole toimintaa. (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 108)

Päätöksiä tehdessään ihmisen on valittava kahden tai useamman vaihtoehdon väliltä. Logiikan ja matematiikan tutkimuksessa päätöksentekoon liittyen tutkitaan sitä, miten paras mahdollinen päätös voidaan tehdä rationaalisella tavalla. Tätä kutsutaan normatiiviseksi päätöksentekoteoriaksi. Koska päätöksenteossa on monia vaihtoehtoja, se kuormittaa työmuistia. Koska vaihtoehdot ovat usein eriarvoisia, ne voidaan järjestää edullisuutensa mukaisesti järjestykseen. Jos päätöksenteko perustuu ainoastaan yhteen ominaisuuteen, on päätös yksiulotteinen. Päätöksentekoon liittyy aina epävarmuutta, koska päätöksentekijä ei välttämättä tiedä tarkasti eri vaihtoehtojen seurauksia. Rationaalisuus käsitteenä tarkoittaa sitä, että valittu toimintavaihtoehto maksimoi hyödyn tai minimoi haitan. (Laarni ym., 2001)

Päätöksenteossa on kaksi tasoa, tiedostamaton eli autonominen ja tiedostettu. Tiedostetussa päätöksenteossa on kapasiteettirajoituksia, ja sen ominaispiirteitä ovat hitaus, sääntöperustaisuus ja syy-seuraussuhteiden arviointi. Autonominen päätöksenteko kumpuaa kokemuksesta ja on sidottu kontekstiin. Runsaalla harjoittelulla voidaan päästä tilanteeseen, jossa jokin päätöksentekotilanne tulee automaatioksi, intuitiiviseksi, eikä siihen juurikaan käytetä kapasiteettia. (Evans & Stanovich, 2013) Hyvänä esimerkkinä tästä on polkupyörällä ajaminen. Tällä tasolla ärsykkeet käsitellään signaaleina, jotka käynnistävät toiminnan ilman erillistä harkintaa ärsykkeen merkityksestä tai päätöksentekijän tavoitteista. (Lipshitz, 1993; Rasmussen, 1993) Tällöin taidot ovat opittuina lihas- tai taitomuistissa, jonka käyttö on tiedostamatonta.

Kaikki päätöksenteko on kontekstisidonnaista. Päätökset riippuvat siitä, miten näemme ja tulkitsemme (eli havaitsemme) maailmaa. Havaintoihin vaikuttavat valikoiva tarkkaavaisuus, vinoumat muistissa, halu kognitiiviseen ristiriidattomuuteen sekä muutokset kontekstissa itsessään. (Plous, 1993, s. 13) Ihminen pystyy vain muutamaan päätökseen sekunnissa. Päätöksenteon apuna käytetään "nyrkkisääntöjä", jotka ovat oppimisen tulosta ja jotka vähentävät työmuistin kapasiteettiin kohdistuvaa rasitusta, tahdonalaisen tarkkaavaisuuden tarvetta ja sisäisen tiedon prosessoinnin monimutkaisuutta. (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 122)

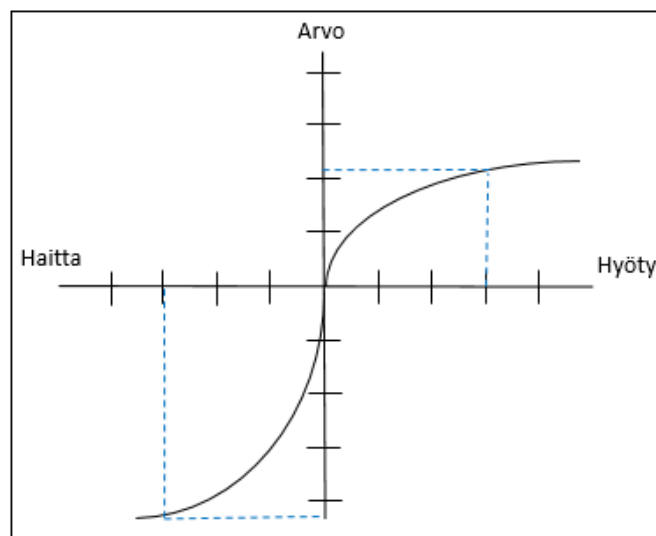
Päätöksentekijä ei havainnoi tai muista asioita tyhjiössä. Ärsykkeen tulkinta tapahtuu kontekstin ja kokemuksen valossa. Sama ärsyke saattaa johtaa erilaiseen päätöksentekoon eri olosuhteissa. Kontrastiefektin kautta jonkin asian liikenopeus saattaa vaikuttaa suurelta, jos muut

kappaleet ympärillä liikkuvat hitaasti, mutta pieneltä jos ympärillä olevien kappaleiden liikkeenopeus on suuri. Kontekstin vaikutuksella on rajansa, se ei saa mustaa näyttämään valkoiselta, mutta päätöksenteossa sillä on merkitystä, koska se vaikuttaa ihmisten tulkintoihin asioista. (Plous, 1993, s. 38–47)

Päätöksenteon teorioista

Odotetun hyödyn teorian (*expected utility theory*) mukaan ihminen tekee rationaalisia päätöksiä tiettyjen sääntöjen mukaisesti. Ihminen ei kuitenkaan aina käyttäydy näin, vaan rikkoo usein rationaalisen päätöksenteon sääntöjä. Ihminen saattaa valita polun, joka tyydyttää tärkeimmät henkilökohtaiset tarpeet, vaikka se olisi kaukana optimaalisesta. (Plous, 1993, s. 82, 84, 95) Toinen näkemys rationaalisen päätöksenteon vaikeuteen kumpuaa epävarmuuden käsitteestä. Rationaalinen eli looginen ajattelu epävarmuudessa on hankalaa, koska logiikka on "varmuuden laskentoa" eikä sitä ole tarkoitettu toimimaan epävarmuuden ympäristössä. (Rieke ym., 2005, s. 23)

Odotetun hyödyn teoriaa käytetään yhä normatiivisena mallina analyysissä, mutta prospektiteoria (*prospect theory*) tarjoaa tarkemman mallin tosielämän tilanteisiin. Sen esittivät Kahneman ja Tversky (1979). Teoriassa hyötyodotus korvataan arvo-odotuksella, joka voi olla joko positiivinen tai negatiivinen. Inhimillisessä päätöksenteossa itseisarvoltaan saman suuriset odotukset saavat suuremman arvon negatiivisella puolella verrattuna positiiviseen puoleen, kuten kuviossa 10 esitetään. Tämä tarkoittaa sitä, että mahdollisilla negatiivisilla vaikutuksilla on päätöksenteossa suurempi arvo kuin positiivisilla vaikutuksilla. Vaikka teoriat kumpuavat taloustieteestä, on niillä vankka jalansija psykologiassa.



Kuvio 10. Hypoteettinen arvofunktioprosppektiteoriassa. (mukaillen Kahneman & Tversky, 1979, s. 279)

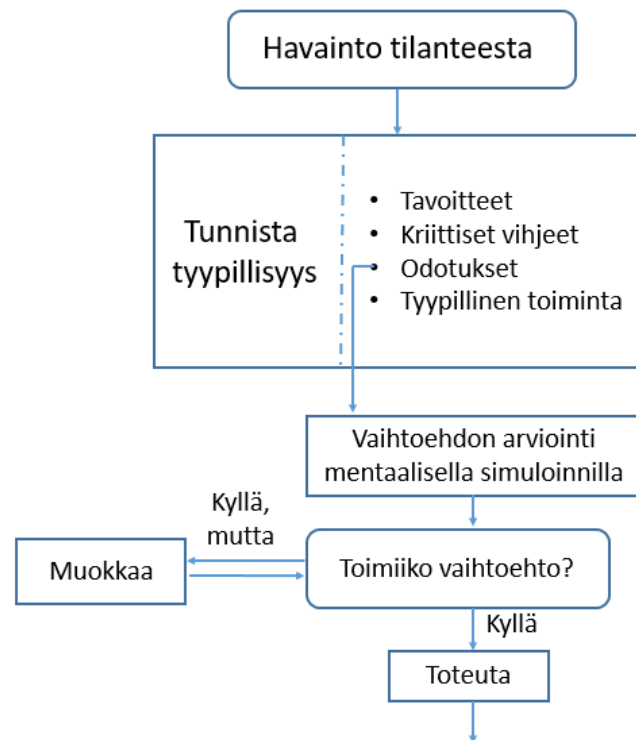
Kriittisen ajattelun käsitteestä on johdettu käsite kriittinen päätöksenteko. Kriittinen päätöksenteko kestää kritiikin ja on avoin uudelle kritiikille. Kun argumentit muuttuvat, niitä tulee lisää tai päätöksenteon kriteerit muuttuvat, myös tehty päätös muuttuu niiden mukana. Kriittisessä päätöksenteossa ihminen käy itsensä kanssa keskustelua ja perustelee itselleen ajatuksiaan ja päätöstään. Kriittinen päätöksenteko ei ominaisuuksiensa puolesta sovellu juurikaan aikakriittiseen päätöksentekoon, josta on kyse tämän tutkimuksen koeasetelmassa. Kuitenkin se tuo hyvin esille tarpeen operoida epävarmuudessa; kaikki päätöksenteon elementit ovat turhia, jos ne eivät muutu toiminnaksi. Ihmisellä on luonnollinen taipumus etsiä täydellistä totuutta, ja tämä taipumus näkyy vaikeutena toimia epävarmuudessa. (Rieke ym., 2005, s. 12–23) Päätöksenteossa on pyrittävä joustavuuteen eli huonot mallit on pystyttävä hylkäämään nopeasti, vaikka niiden puolesta olisi jo tehty päätös. Ajattelu on pystyttävä vapauttamaan uusiin suuntiin. (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 121)

Täydellisen totuuden etsinnän ja epävarmuuden sietämisen ongelmasta on tietojenkäsittelytieteen kautta syntynyt matemaattisia päätöksenteon malleja, jotka perustuvat todennäköisyyslaskentaan ja analyysiin (Wang & Ruhe, 2007). Nämä ovat aikakriittisessä inhimillisessä päätöksenteossa jokseenkin käyttökelvottomia, mutta avaavat mielenkiintoisia näkökulmia muun muassa tekoälyn kehityksessä.

Aikapaineen luomaan ongelmaan päätöksenteon teoriassa löytyy ratkaisu luonnollisen päätöksenteon tutkimussuuntauksesta (*Naturalistic Decision Making*, myöhemmin NDM), joka tutkii sitä, miten ihmiset tekevät päätöksiä haastavissa tosielämän tilanteissa. Tutkimussuuntaus on lähtöisin huomiosta, että ihmisten todellisissa tilanteissa tekemät päätökset eroavat usein klassisen päätöksenteon opeista: ne eivät ole rationaalisia eli optimaalisia. (Beach & Lipshitz, 1993) Tutkimussuuntauksessa on kehitetty monia teorioita, joista aikapaineen luomaan ongelmaan ottaa kantaa erityisesti Kleinin 1990-luvulla kehittämä *Recognition-Primed Decision model*, myöhemmin RPD-malli. Malli kuvaa operatiivista päätöksentekoa, jossa toiminta on keskiössä. (Klein, 2008)

Mallin taustaoletuksena on korkea aikapaine ja päätöksentekijän kokemus kyseisessä tehtävässä tai toimintaympäristössä. Malli sisältää karkeasti kolme vaihetta päätöksenteossa: Tilanteen tunnistamisen, vaihtoehtojen arvioinnin kunnes sopiva toimintamalli löytyy, sekä valitun toimintamallin mentaalisen arvioinnin. (Lipshitz, 1993). Dynaamisessa ympäristössä päätöksentekoa tutkitaan osana toimintaa, ei osana valintaprosessia (Orsanu & Connolly, 1993). Mallin mukaan ihminen ei päätöksentekotilanteessa optimoi ratkaisuaan kuten odote-

tun hyödyn teoriassa, vaan valitsee tilannearvioon perustuen ensimmäisen ratkaisun joka tyydyttää tehtävän sen hetkiset tarpeet. Toimintavaihtoehdon vaikutukset arvioidaan mentaalisesti simuloimalla, ja päätöksen vaikutuksia arvioidaan jatkuvasti toiminnan ohessa. (Klein, 1993) Aikapaineessa havainto, päättely ja toiminta ovat päällekkäisiä prosesseja (Orsanu & Connolly, 1993).



Kuvio 11. Kleinin RPD-mallin mukainen päätöksentekoprosessi. (Klein, 2008, s. 18)

Havainnollistava piirros Kleinin RPD-mallista on esitetty kuviossa 11. Mallista on olemassa yksityiskohdiltaan kolme eritasoista graafista kuvausta, ja kuviossa 11 on esitetty näistä tarkkuudeltaan keskimmäinen sen ollessa riittävä tämän tutkimuksen tarpeisiin.

Suurimpana erona klassisiin päätöksentekoteorioihin tässä mallissa on taustaoletus siitä, että päätös tehdään aikapaineessa jolloin kaikkia mahdollisia toimintavaihtoehtoja ja niiden tapahtumakulkuja ei ehditä arvioida. Lopputulosta ei tällöin optimoida (pätöksenteko ei ole rationaalista), vaan se perustuu "tarpeeksi hyvään" lopputulokseen, jolloin toiminta voidaan aloittaa välittömästi. Arvio oikeasta toimintamallista perustuu kokemukseen ja intuition. (Beach ym., 2014)

RPD-malli ei kuitenkaan ota kantaa muistin tai havainnon kaltaisiin kognitiivisiin prosesseihin (Klein, 2014). Tätä puutetta täydentää Feltovin ja kumppaneiden (2006) esittämä ajatus informaatioprosessoinnista liittyen päätöksentekoon. Tämän mukaan Kleinin mallin mukainen tilanteen tunnistaminen, eli kuvion toinen laatikko, tapahtuu pitkäkestoisen muistin ja

työmuistin yhteistyönä eli jo mainitun pitkäkestoisen työmuistin avulla. Harjoituksen ja kokemuksen kautta työmuisti kehittyy tunnistamaan tilanteita. Tämä mahdollistaa tiedon noutamisen pitkäkestoisesta muistista ja toimii teoreettisena perusteluna Kleinin mallin toisen laattikon kokonaisuudelle.

Empiirisissä tutkimuksissa on havaittu tutussa toimintaympäristössä kokeneen toimijan aikapaineessa tekemän ensimmäisen intuitioon perustuvan päätöksen kestävän usein kriittisenkin tarkastelun. Aikapaineen ei siis kokeneella toimijalla tarvitse vaikuttaa suorituksen laatuun. Päätös ei välttämättä parane laadullisesti, vaikka eri vaihtoehtoja olisi aikaa vertailla toisiinsa. (Klein, 2014). Tätä tukee Johnsonin ja Raabin (2003) tutkimus vaihtoehtojen luomisen prosessista ennen varsinaista päätöksentekoa pallopelitilanteessa. He havaitsivat, että luotujen vaihtoehtojen laatu laskee siinä järjestyksessä kuin ne on kehitetty. Mitä aikaisemmin vaihtoehtojen luominen lopetetaan ja päätös tehdään, sitä parempi päätös todennäköisesti tulee olemaan. Tämä puoltaa intuitiivisen päätöksenteon laatua. He kehittivät tutkimuksen pohjalta iskulauseet "less is more" ja "take the first". Tutkimuksen koeasetelmassa kohteet oli vapautettu pallopelille ominaisesta kriittisestä aikapaineesta, mutta vaihtoehtojen luomiselle oli asetettu aikaraja.

Yllä esiteltyt päätöksenteon mallit olettavat päätöksen olevan jossakin määrin tietoinen. Aikaisemmin tässä luvussa mainittiin automaatiotasolla tapahtuva päätöksentekoprosessi. Rasmussenin (1993) mukaan päätöksenteossa automaatiotasoa ylemmät tietoisuuden tasot ovat sääntöperustainen (*rule based*) päätöksenteko sekä eniten kognitiivista kapasiteettia vaativa tietoperustainen (*knowledge based*) päätöksenteko.

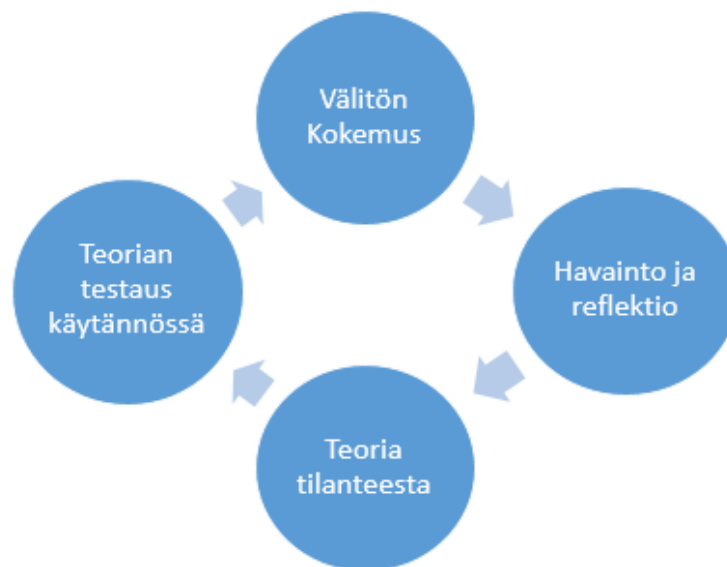
Sääntöperustaisella tasolla päätöksentekijä on tietoinen vaihtoehtoista ja siitä, että hänen tulee tehdä valinta. Päätös tehdään perustuen aikaisempaan kokemukseen ja tietoa analysoidaan vain sen verran kuin on tarpeen. Tietoperustainen päätöksenteko taas tapahtuu uusissa toimintaympäristöissä, joissa olemassa olevaa tietämystä ja osaamista käytetään ympäristön analysoimiseen ja toiminnan tavoitteen määrittämiseen. Tämän jälkeen, RPD-mallia mukaillen, mentaalisen simuloinnin kautta kehitetään toimintamalli. (Rasmussen, 1993) RPD-malli siis olettaa päätöksenteon olevan tietoista.

Kaikki mainitut tietoisuuden tasot päätöksenteossa saattavat toimia yhtäaikaaisesti dynaamisessa tilanteessa. Tietoiset päätökset saattavat myös valmistaa kokenutta toimijaa tulossa olevaan automaatiotason päätöksentekotilanteeseen, kuten palauttamalla mieleen aikaisempia vastaavia tilanteita. Tätä on havaittu muun muassa hävittäjälentäjillä tehtävän aikana, kun he valmistautuvat mentaalisesti päätöksentekotilanteisiin (Alberti & Deblon, 1992).

Monitehtäväsuoritus on hyvä esimerkki epävarmasta tilanteesta, jossa ihminen tekee päätöksiä. Monitehtäväsuoritus on tämän tutkimuksen konteksti päätöksenteolle. Monitehtäväsuorituksen liittyvän huomion jakamisen (*attention allocation*) tutkimuksessa näkyy ihmisen taipumus sopeutua tilastolliseen ympäristöön. Tällöin ihmisellä ei ole tarvetta muodostaa tilastolliselle päättelylle sääntöjä, kuten kuinka paljon jakaa huomiota millekin osatehtävälle. Kun ihminen toimii tutussa mutta dynaamisessa ympäristössä, hän ei havaitse ja tulkitse kaikkea mahdollista informaatiota, vaan yhdistää informaation kokemukseensa ja skeemoihin. Tilastollisen intuition perusteella ihminen tietää mistä ja milloin tietoa tulee etsiä. (Rasmussen, 1993)

3.2.5 Tutkimuksen teoreettinen malli päätöksenteolle

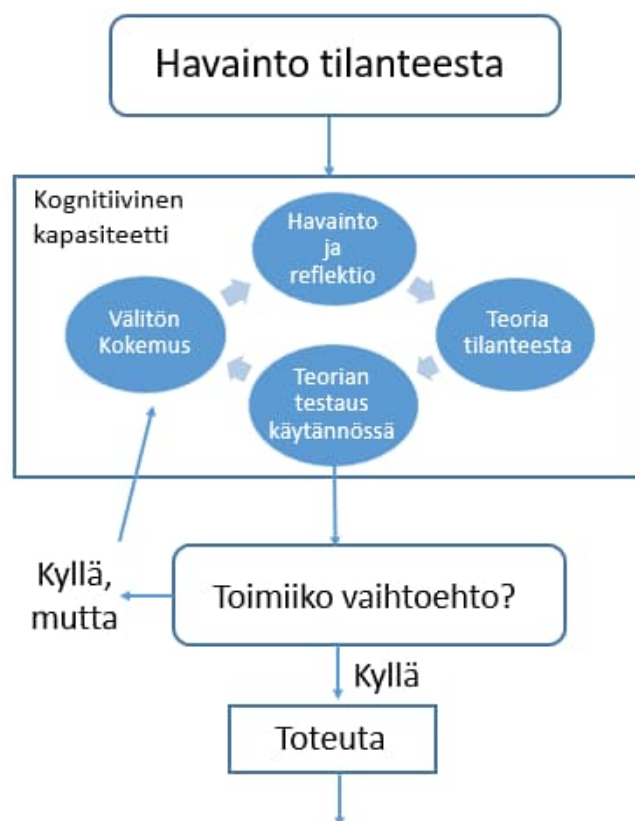
Tämän tutkimuksen koeasetelmassa toimintaympäristön tuttuus on oletus, mutta itse ongelma on kuitenkin uusi ja tietyllä tavalla abstrakti. Tällaisessa tilanteessa RPD-mallin toinen laatikko eli ongelman tyyppillisyyden tunnistaminen on haastavaa, vaikka toimintaympäristö olisikin tuttu. Mallia tulee siis tämän tutkimuksen päätöksentekotilannetta ajatellen hieman muokata. Tähän tarkoitukseen sopii Lewinin (1951) kehittämä ja Kolbin (2015, s. 32) esittämä kokemusperäisen oppimisen malli, joka on esitetty kuviossa 12.



Kuvio 12. Lewinin kokemusperäisen oppimisen malli. (mukaillen Kolb 2015, s. 32)

Lewinin kokemusperäisen oppimisen malli on jatkuva ympyrä, joka koostuu neljästä osasta. Välitön kokemus on perusta havainnoinnille ja reflektiolle, joiden perusteella muodostetaan abstrakteja käsitteitä ja yleistyksiä eli teoria tilanteesta. Tätä teoriaa testataan käytännössä, joka tuottaa uusia kokemuksia ja oppimisen sykli alkaa uudelleen.

Malli korostaa "tässä ja nyt" tapahtuvaa kokemusta oppimisessa sekä palauteprosessia, joka mahdollistaa tarkoituksenmukaisen toiminnan muokkaamisen ja vaikutusten arvioinnin. Malli ei korosta päätöksentekoa aikakriittisessä ympäristössä, mutta kun se yhdistetään RPD-malliin, saadaan päätöksentekomalli joka kuvaa päätöksentekoprosessia tämän tutkimuksen koeasetelmassa. Tätä tarkoitusta varten RPD-mallin toinen laatikko, eli tyyppillisyyden tunnistaminen, korvataan kokemusperäisen oppimisen mallilla. Tällöin pystytään kuvaamaan aikapaineistettuun ja uuteen abstraktiin tilanteeseen optimoitu päätöksentekomalli. Mallissa päätöksentekoon vaikuttaa metakognitiivinen kapasiteetti eli kyky oppimiseen kyseisessä tilanteessa. Tässä yhdistyvät myös kognitiivisen suorituskyvyn tutkimuksen strategia- ja parametrinäkökulmat. Tehokas suoritus edellyttää strategian käyttöä ja tilanteessa oppimista, mutta tämän mahdollistamiseksi tarvitaan parametrinäkökulman mukaisesti vapaata kognitiivista kapasiteettia aikakriittisen suorituksen aikana oppimiseen. Mallien yhdistäminen on esitetty kuviossa 13.



Kuvio 13. Oppimiseen perustuva päätöksentekomalli.

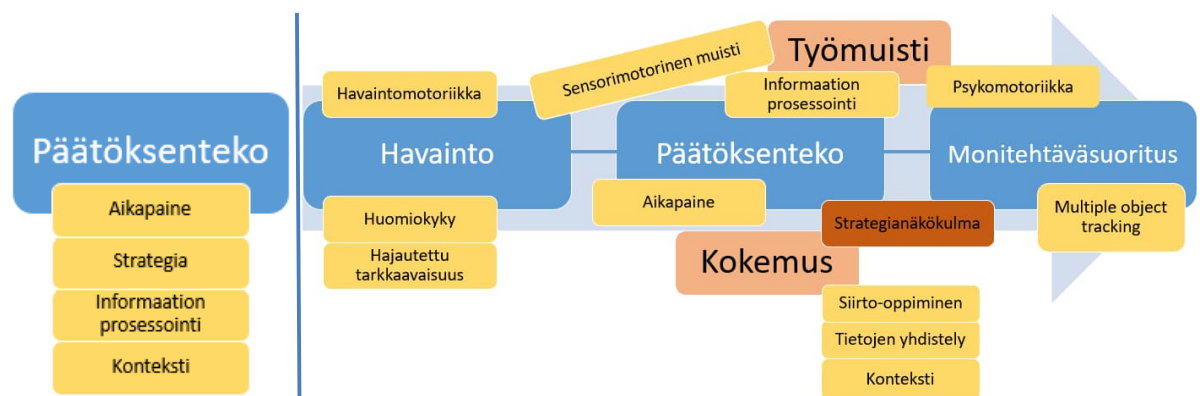
Kuvion 13 mukaisesti Lewinin mallin vaiheistus sovitetaan RPD-malliin siten, että se alkaa havainnosta ja tyyppillisyyden tunnistaminen korvaantuu kyseisessä tilanteessa kertyvällä kokemuksella. Toiminnan mentaalinen testaus korvaantuu testaamisella käytännössä. Tuloksena

on tutkimuksen teorettinen malli optimaaliselle päätöksenteolle tutkimuksen koeasetelmassa. Kutsun mallia tässä tutkimuksessa oppimiseen perustuvaksi päätöksentekomalliksi (*Learning Based Decision Making*).

Tässä esitetty malli tuo lisänä Lewinin kokemusperäisen oppimisen malliin päätöksenteon käsitteen sekä aikapaineen. Lisäksi mallissa kognitiivinen kapasiteetti kuvaa Mansikan (2016, s. 39–42) väitöskirjassaan esittämää ja parametrisäkökulman mukaista kapasiteetin ylijäämää. Mansikka esittää kapasiteetin ylijäämän kykynä vastata yllättäviin tilanteisiin, mutta tässä mallissa se mahdollistaa tilanteessa oppimisen. Kuten voidaan havaita, päätöksentekomallin sisäinen kronologia on symmetrinen tutkimuksen teorettisen mallin kanssa (havainto - päätöksenteko - toiminta). Päätöksentekoon sisältyy oppiminen syklisenä prosessina, ja mallin sisäiset prosessit ovat päällekkäisiä aikapaineesta johtuen.

Normatiiviset päätöksenteon mallit kertovat miten optimaalinen päätös tehdään, eivät miten ihmiset tekevät päätöksiä (Orsanu & Connolly, 1993). Tähän kysymykseen RPD -malli ja kokemusperäisen oppimisen malli antavat vastauksen. Tämä tutkimus lähestyy kyseistä ongelmaa strategianäkökulman kautta. Tällöin taustaoletuksena on, että päätöksenteko tapahtuu suurimmaksi osaksi tiedostetulla tasolla, kontekstikokemuksesta riippuen. Kokemus tietokoneympäristössä toimimisesta, havaintostrategioista ja psykomotorinen sekä havaintomotorinen taito saattavat vaikuttaa strategian luomiseen monitehtäväsuorituksessa.

Päätöksenteon osalta tutkimuksen teorettinen malli täydentyy päätöksenteon rakennuspalikalla kuvion 14 mukaisesti. Konteksti siirtyy selvän yhteytensä vuoksi kokemuksen laatikon alle, ja strategianäkökulmaa vahvistetaan.



Kuvio 14. Päätöksenteko osana tutkimuksen teorettista mallia.

3.2.6 Monitehtäväsuorittaminen

Monitehtäväsuorittamisen kyvyllä tarkoitetaan tämän tutkimuksen koeasetelmassa kykyä vaihtaa huomiota tehtävästä toiseen nopeasti, kun tehtäviä suoritetaan yhtäaikaisesti. Tällä tarkoitetaan jaettua tarkkaavaisuutta. Jaetun tarkkaavaisuuden (*time sharing*) kyvyn englanninkielinen määritelmä on seuraava: "*the process of rapidly switching attention from one task to another when two or more tasks are performed concurrently. An individual's time-sharing ability can be used to predict his or her performance in complex tasks*" (APA Dictionary of Psychology, 2022).

Monitehtäväsuorittamisen tutkimukseen on olemassa kaksi lähestymistapaa. Ensimmäinen mieltää monitehtäväsuorittamisen tietoisena huomion jakamisena kahden tai useamman tehtävän välillä. Toinen lähestymistapa tutkii erityistä kognitiivista kykyä, jossa asiat tehdään lähes yhtäaikaisesti vaihtamalla nopeasti huomion kohdetta. Työmuistin kapasiteetin merkitys monitehtäväsuorittamisessa on sitä suurempi, mitä enemmän aikaa tehtävän suorittamiseen on annettu. Aikakriittisyyden kasvaessa tiedon prosessointinopeuden merkitys kasvaa työmuistin merkityksen pienentyessä. Hyvä työmuistin kapasiteetti taas ennustaa tehokkaan strategian käyttöä monitehtäväsuorittamisessa silloin, kun monitehtävä sisältää eri huomiokyvyn kanavia kuormittavia tehtäviä. (Hambrick ym., 2010) Tämän tutkimuksen koeasetelmassa tiedon prosessointinopeudella on suuri merkitys merkitys mutta strategianäkökulmassa korostuu työmuistin merkitys kognitiivisten prosessien mahdollistajana.

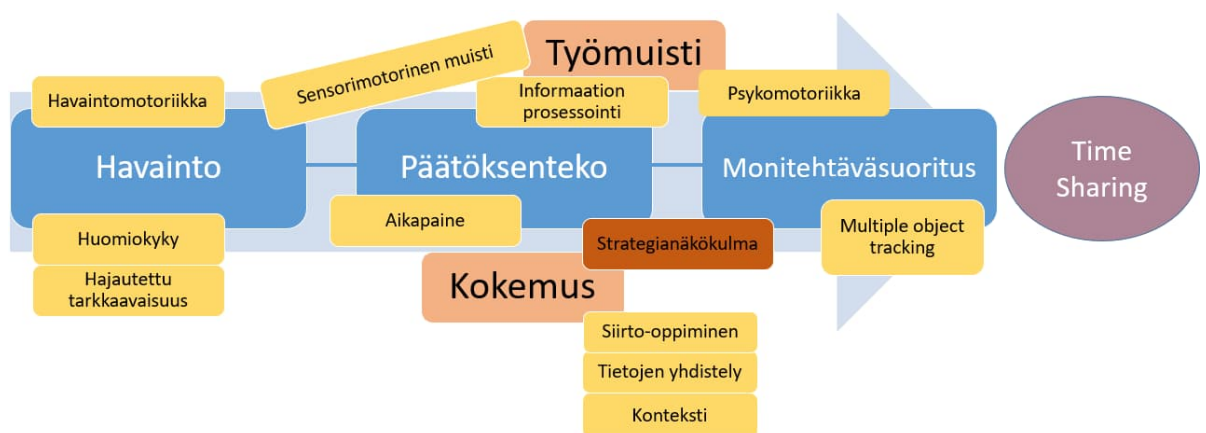
Simultaanikapasiteettia käytetään usein arkikielessä tarkoittamaan samaa asiaa kuin monitehtäväsuorittaminen. Simultaanikapasiteetilla on havaittu olevan merkitystä esimerkiksi lentäjän ammatissa menestymisessä (North & Gopher, 1976; Trankell, 1976). Tieteessä simultaanikapasiteetilla tarkoitetaan jonkin tehtävän automatisoitumista siten, että sitä ei tarvitse tietoisesti ajatella, tai että tehtävät varaavat tiedonkäsittelyprosessissa eri "kanavia" jolloin ne eivät häiritse toisiaan. (Vapaavuori & Sorsa, 2005, s. 102–103). Automaattiset kognitiiviset prosessit vaativat vain vähän ihmisen rajallista kognitiivisen prosessoinnin kapasiteettia, jolloin tämä kapasiteetti ei yleensä tule niissä rajoittavaksi tekijäksi. (van Merriënboer, 1997, s. 26)

Simultaanikapasiteetti eroaa siis käsitteellisesti huomion jakamisen kyvystä, joka liittyy tämän tutkimuksen koeasetelmaan. Huomion jakamisessa (*time allocation / time sharing*) osatehtävät varaavat samaa aistikanavaa. Kun monitehtäväsuorittamista lähestytään huomion jakamisen näkökulmasta, tutkitaan nimenomaisesti kykyä suorittaa ei-automatisoituneita tehtä-

viä, jotka varaavat samaa tiedonkäsittelyprosessin tai aistin kanavaa. Tällöin niiden yhtäaikaisten suorittaminen ei ole mahdollista, vaan aidosti tutkitaan kykyä vaihtaa huomiota tehtävästä toiseen. (Kulomäki ym., 2021) Tällöin ihmisen rajallinen kognitiivisen prosessoinnin kapasiteetti muodostuu suoritusta rajoittavaksi tekijäksi, ei niinkään työmuisti.

Monitehtäväsuorittaminen mielletään kahdella eri tavalla myös jaettuun tarkkaavaisuuteen keskittyvässä tutkimuksessa. Ensimmäinen koulukunta mieltää huomion ja kognitiivisten resurssien jaon tapahtuvan aktiivisen päätöksentekoprosessin osana. Toinen koulukunta ymmärtää resurssien jaon tapahtuvan tiedostamattomasti kognitiivisten tehtävien välillä, kun nämä kilpailevat resursseista keskenään. Tällöin suurimman resurssitarpeen ilmoittava kognitiivinen tehtävä saa huomiota tietyllä hetkellä. Jälkimmäinen lähestymistapa ei pysty perustelevaan nopeaa mukautumista muuttuviin prioriteetteihin uusissa tilanteissa, vaan se perustuu kokemuksen ja oppimisen kautta tapahtuvaan sopeutumiseen. Aktiivisella päätöksentekoprosessilla johdetun monitehtäväsuorittamisen teorian mukaan, jos tehtävien tärkeysjärjestys ymmärretään oikein, on mahdollista ottaa nopeasti käyttöön tehokas strategia tehtävän suorittamiseksi. (Kulomäki ym., 2021). Käsillä olevan tutkimuksen näkökulma on, että huomion jako tapahtuu aktiivisen päätöksentekoprosessin tuloksena. Monitehtäväsuorittamisen yhteydessä on hyvä muistaa myös luvussa 3.1 esille tuotu monen kohteen seuraamisen (MOT) kyky, jonka todettiin olevan yhteydessä monitehtäväsuorittamisen kykyyn.

Tutkimuksen teoreettinen malli esittää graafisesti monitehtäväsuorituskyvyn kognitiiviset vaatimukset. Aikapaine on merkittävä osa päätöksentekoprosessin luonnetta koeasetelmassa, ja päätös tehdään perustuen havaintoon sekä kokemukseen ja oppimiseen. Tämän luvun osalta uutena teoreettiseen malliin lisätään *time sharing*, joka on koeasetelman tapa lähestyä monitehtäväsuorittamista.



Kuvio 15. Monitehtäväsuorittaminen osana tutkimuksen teoreettista mallia.

3.3 Kognitiivinen suorituskyky Puolustusvoimissa

Puolustusvoimissa kognitiivisen suorituskyvyn tutkimus liittyy koulutuksen ja valintamene-
telmien kehittämiseen. Jotta valintatilanteessa tiedetään, millaisia ihmisiä halutaan eri tehtä-
viin, tulee poikkeusolojen eri tehtävien toimintakykyvaatimusten olla kuvattuna. Kun taiste-
lutapa tai asejärjestelmä muuttuu, tulee päivittää henkilöstön toimintakykyvaatimukset, jol-
loin myös valintakriteerejä tulee päivittää. Uudet asejärjestelmät ja toimintaympäristön digi-
talisatio muuttavat valintakriteerejä tulevaisuudessa. Tämä on yksi näkökulma käsillä olevan
tutkimuksen tarpeellisuuteen, kun viidennen sukupolven F-35 Lightning II -hävittäjä ja sen
operointiin liittyvät järjestelmät otetaan käyttöön.

Yksi näkökulma kognitiivisen suorituskyvyn tutkimukseen on sodan ajan toimintaympäristö,
jossa Puolustusvoimat valmistautuu toimimaan. Toimintaympäristönä sota tarkoittaa äärim-
mäistä, jopa eksistentiaalista epävarmuutta. Tätä epävarmuutta on vaikeaa, ellei mahdotonta
tuoda sellaisenaan mukaan testaus- tai harjoitustilanteisiin. Tutkimusta päätöksenteosta "tais-
telutilanteessa" ovat tehneet esimerkiksi Endsley & Smith (1996), mutta testausasetelmista
puuttuu todellinen kuolemanvaara. Koulutuksella, kokemuksella ja näistä koostuvalla osaa-
misella on kuitenkin mahdollista parantaa luottamusta omaan ja joukon tekemiseen siten, että
primäärireaktiot kuten pakenemisen tarve saadaan tukahdutettua. Kuten päätöksentekoon liit-
tyvässä teoriakatsauksessa on todettu, ihminen painottaa päätöksentekotilanteessa negatiiviset
seuraukset suurempana kuin positiiviset.

3.3.1 Toimintakyvyn ja suorituskyvyn käsitteestä

Puolustusvoimien julkaisuissa käsitellään paljon toimintakykyä, mutta suorituskyky jää usein
vähemmälle huomiolle tai termejä käytetään synonyymeinä. Usein suorituskyvyn käsitettä
käytetään tarkoittaessa joukon suorituskykyä ja harvemmin yksilön kokonaistoimintakyvyn
osa-aluetta, kuten fyysistä suorituskykyä. Esimerkiksi Puolustusvoimien koulutusalan normi
määrittelee suorituskyvyn muodostuvan järjestelmän tai joukon toiminnan mahdollistavista
tekijöistä (Pääesikunta, 2015). Toisen koulutusalan normin mukaan osaamisessa korostuu or-
ganisaation näkökulmasta suorituskyky ja yksilön näkökulmasta toimintakyky (Pääesikunta,
2021). Jotta kognitiivista suorituskykyä Puolustusvoimissa on mahdollista tarkastella, tulee
suorituskyvyn ja toimintakyvyn käsitteet erotella toisistaan sekä määritellä kognitiivinen suo-
rituskyky. Tärkeää on pystyä erottamaan tämän tutkimuksen osalta suorituskyvyn käsite Puo-
lustusvoimissa yleisesti käytettävästä joukon suorituskyvyn käsitteestä.

Toiskallio (2009) määrittelee toimintakyvyn kyvyksi toimia. Toimintakyky voi olla toimintaa edeltävää valmiutta tai toiminnan mukana kulkeva käyttövoima. Toiskallio lähestyy toimintakykyä hyvin filosofiselta kannalta määritellesään ”käytännöllisen viisauden” osaksi toimintakykyä. Käytännöllisellä viisaudella Toiskallio tarkoittaa kykyä toimia vastuullisesti muuttuvissa, monimutkaisissa, kuormittavissa ja ennalta arvaamattomissa tilanteissa, ja sen alkuperä on Aristoteleen määrittelemä käsite "*fronesis*". Toiskallio sanoo toimintakyvyn olevan ihmisen fyysisen, psyykkisen, sosiaalisen ja eettisen olemuksen muodostama kokonaisuus. Hänen mukaansa tämä kokonaisuus on holistinen eli osiinsa jakautumaton. Tämä ei kuitenkaan tutkijan näkemyksen mukaan estä tutkimasta ainoastaan psyykkistä osakokonaisuutta. Psyykkisyydellä Toiskallio ymmärtää ”kokemusmaailman, joka mielessämme syntyy ruumiillisuuden ja sosiaalisuuden kautta”. Tässä tutkimuksessa kognitiivinen suorituskyky määritellään täten yhteneväksi toimintakyvyn psyykkisen osa-alueen kanssa.

Suorituskyvyn ja toimintakyvyn käsitteet Toiskallio (2009, s. 63) erottelee siten, että parhaassa tapauksessa hyvä toimintakyky johtaa hyvään suorituskykyyn ja hyviin suorituksiin. Suorituskyky on tietoa, taitoa ja harjaantuneisuutta tavoitteiden saavuttamiseksi. Toimintakyky yläkäsitteenä sisältää kuitenkin ajatuksen siitä, tehdäänkö ns. ”oikeaa asiaa” moraalisesti, eettisesti ja tavoitteita tarkastellen. Suorituskyky on siis toimintakyvyn teknillinen osa.

Filosofiselta kannalta suorituskykyä voidaan tarkastella joko keinona saavuttaa päämäärä, tai päämääränä itsessään (Nitsch & Hackfort, 2015). Koska tämä tutkimus tutkii suorituskyvyn ilmentymistä, filosofinen lähtökohta suorituskykyyn keinona saavuttaa päämäärä on perusteltu. Tämä on linjassa Toiskallion määritelmän kanssa.

Oksama ja Harala (2021) ovat hankkeessaan kehittäneet Puolustusvoimille uuden laaja-alaisen ja kokonaisvaltaisen toimintakyvyn mallin. Malli on kehitetty korvaamaan jo mainittu Toiskallion malli, koska jälkimmäinen ei ota kantaa käytännön toimintakyvyn mitattavuuteen, toisin sanoen suorituskykyyn. Uusi malli onkin kytketty käytännön toimintaan, mittaukseen ja Puolustusvoimien toimialoihin. Malli lähtee ajatuksesta, että toimintakyky on kontekstisidonnaista ja kuvaa tasapainotilaa tilanteen vaatimusten ja yksilön kyvyn vastata näihin vaatimuksiin välillä. Malli on esitetty kuviossa 16.

Oksaman ja Haralan malliin sisältyvät osa-alueet kognitio ja osaaminen. Kognitioon kuuluvat tilannetietoisuus, päätöksentekokyky ja kyky toimia hektisessä monitehtävässä sekä rutiinimaisessa valvontatehtävässä. Lisäksi kognitioon kuuluvat metakognitio (ymmärrys omasta kognitiivisesta tilasta) sekä psykomotoriikka (Oksama & Harala, 2021). Malli erottaa kognition selkeästi omaksi osa-alueekseen, ja tässä tutkimuksessa kiinnostus kohdistuu sen osa-

alueista päätöksentekokykyyn, monitehtäväsuorittamiseen ja metakognition sivuten myös psykomotoriikkaa. Oksama ja Harala (2021) nostavatkin esille mahdollisuuden testata erilaisia kognitiivisia kykyjä valinnoissa vaativiin operaattori-, johtaja- sekä ohjaajatehtäviin. Tämän tutkimuksen koeasetelma ei suoraan tue päätöksentekokyvyn testaamista, mutta teoreettisessa viitekehyksessä se linkittyy strategian muodostamiseen. Strategian valinta edellyttää päätöksen tekemistä, ja päätöksenteko vaatii ajattelua, joka on kiinteä osa informaation käsittelyä.



Kuvio 16. Sotilaan toimintakyvyn malli. (Oksama & Harala 2021 s. 14)

Tässä uudessa mallissa osaamisella tarkoitetaan tietojen ja taitojen tasoa. Tätä haastavat toimintaympäristön vaatimukset uusien taitojen oppimiseen, kuten havaintomotoriset ja kognitiiviset taidot, monitehtäväsuoritukset sekä monimutkaisten laitteiden käyttäminen. Monitehtäväsuorittaminen liittyy siis tässä mallissa tiiviisti kognition lisäksi myös osaamisen osa-alueeseen. (Oksama & Harala, 2021)

Toiskallion filosofisen toimintakyvyn mallin sekä Oksaman ja Haralan käytännönläheisen mallin synteessä tässä tutkimuksessa kognitiivinen suorituskky määritetään toimintakyvyn alakäsitteeksi, jonka muodostavat kognitio ja osaaminen. Kognitiivinen suorituskky ei ota kantaa toiminnan suuntaan ja "hyvyyteen", vaan ainoastaan toiminnan objektiiviseen laatuun.

3.3.2 Suorituskyky ja kompetenssi

Kun toimintakyvyn ja suorituskyvyn käsitteet on eroteltu toisistaan, uppoudutaan hieman syvemmälle suorituskyvyn käsitteeseen. Sana kompetenssi (englanniksi *competence*) tarkoittaa suoran käännöksen mukaan pätevyyttä tai kelpoisuutta. Kuten Toiskallio tekstissään toteaa, kompetenssi tuo mukanaan funktionaalisuuden eli toiminnan käsitteen ja tästä syystä sen suomenkielinen vastine on toimintakyky (Toiskallio, 2009, s. 54). Toisaalta kompetenssi on myös määritelty erikoistuneeksi järjestelmäksi kykyjä, pätevyyttä ja taitoja, jotka ovat tarpeellisia määritetyn tavoitteen saavuttamiseksi (Weinert, 2001). Myös kompetenssin käsite on suorituskyvyn tavoin jaettavissa yksilökeskeiseen ja kollektiiviseen kompetenssiin (Winterton ym., 2006, s. 33.)

Koska edellisessä kappaleessa on todettu taitojen ja osaamisen olevan osa suorituskykyä, on aiheellista käsittää kompetenssi myös osana suorituskykyä. Tästä päästään kehäpäätelmään jossa suorituskyky on toimintakyvyn alakäsite, kompetenssi on osa suorituskykyä ja kompetenssi ja toimintakyky tarkoittavat samaa asiaa. Tämä kehäpäätelmä johtuu kompetenssin tarkan määritelmän puuttumisesta tieteen diskurssissa (Ruohotie & Honka, 2003, s. 17–54; Weinert, 2001). Tämän tutkimuksen kannalta on riittävää todeta, että kompetenssi on osa suorituskyvyn käsitettä.

Ne kompetenssin osa-alueet, jotka voivat harjoittelun ja oppimisen kautta muodostua täysin automaattisiksi, voidaan määritellä myös taidoiksi. Tästä syystä rajanveto myös taidon ja kompetenssin välillä on haastavaa. (Weinert, 2001) Tähän tutkimukseen liittyen taidon käsitteen määrittely on tehty luvussa 3.2.

Kognitiiviset kompetenssit voidaan jakaa käsitteellisesti yleisiin ja erikoistuneisiin kompetensseihin. Yleisen kompetenssin käsite on hyvin lähellä älykkyyttä, sen tarkoittaessa ongelmanratkaisukykyä eri ympäristöissä. Erikoistuneilla kompetensseilla tarkoitetaan jossakin kapea-alaisessa tehtävässä (kuten lentäjän tehtävä) tarvittavaa kognitiivisten perusoletusten rakennetta, jonka tulee olla yksilön käytettävissä tehtävässä suoriutumiseksi. Vaikka eri tehtävien vaatimat taidot ovat erilaisia, ovat taustalla vaikuttavat kognitiiviset kyvyt vertailukelpoisia. Kaikissa tehtävissä tärkeitä ovat tiedot, taidot, rutiinit ja näiden muodostamat mentaaliset kokonaisuudet. Nämä kokonaisuudet vaativat pitkäaikaista oppimista, laajaa kokemusta, syvää ymmärrystä sekä automaattisia rutiineja, joita kontrolloidaan tietoisesti. (Weinert, 2001)

Kompetenssit voidaan jakaa edelleen myös suorituskeskeisiin ja kykykeskeisiin kompetenssiin. Käsillä olevan tutkimuksen näkökulma on suorituskeskeinen erikoistuneissa kompetensseissa. Tämä mahdollistaa käytännönläheisen suorituksen mittaamisen ja huomioi myös käytössä olevien opittujen perusasioiden vaikutuksen taidon kehittämisessä. (Weinert, 2001) Kykykeskeiset kompetenssit käsittelevät potentiaalista kykyä ilman suoritusta, joka lähenee Toiskallion määritelmää toimintakyvystä sekä aikaisemmin luvussa 3.2 esiteltyä kognitiivista valmiutta

3.4 Tutkimuksen teoreettisen mallin kiteyttäminen

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on kognitiivisten valmiuksien ja kokemuksen yhteisvaikutus, jonka ilmentymä on suorituskyky. Tutkimuksen oletus on, että tätä suorituskykyä on mahdollista kehittää ympäristön tuella.

Tutkimuksen teoreettinen malli muotoutuu lopullisesti kuvion 17 mukaisesti. Lineaarisuus poistetaan muuttamalla se kehäksi, jolloin prosessin jatkuva syklisyys toiminnan sisällä tulee esiin. Aikaisemman tutkimuksen esittelystä esiin nousee käsitteet havaintomotoriikka sekä oppimaan oppiminen. Oppimaan oppiminen voidaan ymmärtää myös osana metakognitiota joka yhdessä kokemuksen kanssa pitää sisällään myös siirto-oppimisen käsitteen. Strategia sekä MOT-kyky näyttäytyvät edelleen tärkeinä, ja kokemus täsmennetään käsittämään kokemus e-urheilussa. Koeasetelmalla ja sen yhteydessä kerättävällä aineistolla pyritään käsittelemään empirian alle jäävää kokonaisuutta. Teoreettinen malli toimii lähtökohtana hypoteesien muodostamiselle sekä empirian keräämiselle.



Kuvio 17. Tutkimuksen teoreettinen malli.

4 E-URHEILIJAN KOGNITIIVISEN SUORITUSKYVYN TUTKIMUS

Urheilu on perinteisesti ollut tutkijoita kiinnostava toimintaympäristö ei pelkästään siinä vaadittujen fyysisten, vaan myös henkisten ominaisuuksien vuoksi. Urheilussa koetellaan jatkuvasti inhimillisen suorituskyvyn rajoja. Urheilun tutkimuksella saavutettu tieto antaa keinon määrittää, minkälaisella harjoittelulla toimintakykyä voi kehittää eri ympäristöissä. (Renshaw ym., 2019) Jo 1990 -luvun alussa löydettiin videopelaamisen positiiviset vaikutukset visuospatiaaliseen hahmottamiseen, silmä-käsi -koordinaatioon ja reaktioaikaan (Greenfield ym., 1994). Tästä huolimatta e-urheilun psykologisten ulottuvuuksien tutkiminen on edelleen vähäistä verrattuna e-urheilun suosion nopeaan kasvuun (Pedraza-Ramirez ym., 2020).

E-urheilun vaikutuksista kognitiiviseen suorituskykyyn tehdyissä tutkimuksissa ei aina käytetä käsitettä e-urheilu, vaan niissä puhutaan usein videopelaamisesta. Kuitenkin tutkimuksissa on koettu tärkeänä ilmoittaa tutkittavien henkilöiden pelaamiseen kuluttama aika, ja pitkittäistutkimuksissa interventio on tapahtunut tietyn tuntimäärän pelaamisella tietynä ajanjaksona. Tästä syystä e-urheilun vaikutuksia kognitiiviseen suorituskykyyn voidaan arvioida myös videopelaamisen vaikutuksia tutkineiden tutkimusten avulla. Eri tutkimusten havainnot ja tulokset ovat usein ristiriidassa keskenään, jota selittää osaltaan pelien toisistaan eroavat kognitiiviset vaatimukset. Tästä syystä painopiste aiemman tutkimuksen esittelyssä on FPS- sekä MOBA-genren peleissä. Toinen selittävä tekijä saattaa olla erot tutkittavan kohteen, kuten taidon tai kyvyn, käsitteellisessä määrittelyssä. Tämän tutkimuksen osalta tuo määrittely on tehty luvussa 3.2.

Suurin osa tutkimuksista on poikittaistutkimuksia, jolloin kausaalisuuden osoittaminen on haastavaa, mutta myös pitkittäistutkimuksia on olemassa. Kausaalisuhteen toteamisen vaatimat edellytykset ovat muuttujien yhteisvaihtelu, ajallinen järjestys (syy ennen seurausta), seuraus ei johdu ulkopuolisesta kolmannesta tekijästä sekä teorian tuki. Vaikka muuttujat korreloivat keskenään, se ei ole todiste niiden välisestä kausaalisuhteesta. (Heikkilä, 2010, s. 204–205) E-urheilussa menestystä ennustavien kognitiivisten kykyjen synnynäisyyttä puoltaa esimerkiksi Jangin tutkimusryhmineen (1996), Espesethin kumppaneineen (2012) sekä Bootin ryhmineen (2008) tekemät tutkimukset. Tutkimuksessaan Boot ja kumppanit (2008) tosin pitivät mahdollisena, että pelaamisen vaikutukset kognitioon ovat pitkäaikaisen harrastuneisuuden tulosta eikä kausaalisuutta saada tästä syystä lyhyellä interventiolla vahvistettua. Vastavasti kykyjen kehittymistä harjoittelulla puoltaa esimerkiksi Bediou kumppaneineen (2018), Green ja Bavelier (2006; 2015), Greenfield ryhmineen (1994), Hambrick kumppaneineen

(2010) sekä Seya ja Shinoda (2016). Ongelmana pitkittäistutkimuksissa on usein mahdollisuus kehittyä kognitiivista kykyä mittaavassa testissä pelkästään testiä tekemällä eli niin sanottu oppimisvaikutus. Kausaalisuuden mahdollisuutta tarkasteltaessa on myös otettava kriittisesti huomioon mahdollisuus, että tietynlaisia kognitiivisia ominaisuuksia omaavat ihmiset päätyvät pelaamaan videopelejä luonnollisen valinnan kautta havaittuaan olevansa niissä hyviä.

Green ja Bavelier (2015) esittävät, että pelaamisen yhteydessä kehittyvät kognitiiviset kyvyt vaikuttavat myös pelaamisen viitekehyksen ulkopuolella. Usein ajatellaan tämän näkyvän siirto-oppimisena, jolloin pelatessa opittu taito tai kehittynyt kyky on käytössä toisessa tehtävässä. On myös esitetty tutkimustuloksia, joiden mukaan videopelaaminen vaikuttaa "oppiimaan oppimiseen", eli pelaajat oppivat oppimaan uusia tehtäviä nopeammin. Joissakin tehtävissä videopelaajat suoriutuivat aluksi saman tasoisesti vertailuryhmän kanssa, mutta testin aikana suoritustaso nousi huomattavasti vertailuryhmää nopeammin. Tulkin mukaan oppimaan oppiminen on seurausta havainto- ja huomiokyvyn parantumisesta, jolloin epäoleellinen osataan sulkea pois ja tehtävään liittyvä tieto saadaan tehokkaammin käyttöön. Tämä oletus on yhteneväinen erityisesti luvussa 3.2 esitetyn metakognitiivisen taidon kanssa. Käsillä olevan tutkimuksen kannalta on mielenkiintoista tarkkailla tämän ilmiön esiintymistä, koska koeasetelma on ajalliselta jänteeltään pitkäkö, noin 20 minuuttia.

Oppimaan oppimisen havaintoa tukee myös laboratorio-olosuhteissa suoritettujen yleisen älykkyyden testit, joissa on löydetty korrelaatio kahden suosittujen MOBA-pelin (Dota 2 ja LoL) suoritustason sekä älykkyyden välillä (Kokkinakis ym., 2017). Niin ikään on havaittu e-urheilun stimuloivan tiettyjä aivojen rakenteita, mikä hyödyttää kognitiivisten prosessien kehittymistä (Pedraza-Ramirez ym., 2020). Tämä tukee mitatun kognitiivisen kyvyn yleistettävyyttä pelkän pistemäisen taidon mittaamisen sijasta, toisin kuin Campbell ja kumppanit (2018) esittävät.

McKinley tutkimusryhmineen (2011) vertaili videopelaajien ja sotilaslentäjien kognitiivisia kykyjä tutkimuksessa, jonka tarkoitus oli selvittää miehittämättömien ilma-alusten miehistön rekrytointimahdollisuuksia. Tutkimuksessa videopelaajat suoriutuivat lentäjiä paremmin kohteen seuraamiseen ja havaintokykyyn liittyvissä kognitiivisissa tehtävissä, kun taas lentäjät suoriutuivat paremmin monimutkaisista kognitiivisista tehtävistä. Päätelmänä tutkijat esittävät, että pelatessa opitut kognitiiviset taidot saattavat siirtyä uuteen ympäristöön ja parantaa suoritusta miehittämättömän ilma-aluksen operoinnissa. Lisäksi tunnistamalla rekrytointiryhmät joille toimintaympäristö on tuttu, kouluttaminen on helpompaa, oppiminen nopeampaa ja

saavutettu suorituskyyky parempi operaattorioppilaiden kognitiivisista valmiuksista johtuen. Vastaavat hyödyt on havaittu myös tietyissä siviiliammateissa, kuten satamien nosturioperaattorin tehtävässä. (Hare, 2023)

4.1 Havainto- ja huomiokyyky

Videopeleillä on joidenkin tutkimusten mukaan mahdollista saada aikaan huomattavia muutoksia aivoissa ja kognitiivisissa kyvyissä. Pelaajilla on useissa tutkimuksissa havaittu erinomaista suorituskyykyä avaruudellista hahmotuskyykyä ja tarkkaavaisuutta vaativissa testeissä, ja pelaajat pystyvät paremmin tahdonalaisesti jakamaan huomiokyvyn resursseja visuaalisessa ympäristössä. (Bediou ym., 2018, Boot ym., 2008; Dye ym., 2009; Hubert-Wallander, 2011; Latham ym., 2013) Visuaalinen tarkkaavaisuus on yksi tärkeimmistä pelaamisessa tarvittavista kyvyistä (Ding ym., 2018). Niin ikään FPS peleillä on havaittu olevan vaikutusta toiminnallisen näkökentän kokoon (Green & Bavelier, 2003; Seya & Shinoda, 2016). Kyyky saattaa kehittyä toimintapelien asettamasta vaatimuksesta huomion resoluutiotason jatkuvalle vaihtelulle, mikä kehittää huomion jakamisen metakognitiivista taitoa (Green & Bavelier, 2015). Interventiotutkimuksissa videopelaamisen vaikutuksen on nähty myös jatkuvan ainakin neljä kuukautta harjoittelun jälkeen. (Campbell ym., 2018)

Reaktioaika harvoin tapahtuvaan ärsykkeeseen havaittiin Greenfieldin ryhmän (1994) tutkimuksessa merkittäväksi eroksi paljon pelaavan ja pelaamattoman kohderyhmän välillä. Jo pelkästään viiden tunnin harjoittelu Robotron -nimisellä pelillä aiheutti huomattavan kehityksen reaktioajassa. Tutkimuksessa havaittiin videopelaamisen olevan selittävä tekijä kyvyssä muodostaa strategia huomion jakamiselle, mikä taas vaikutti reaktioaikaan. Tätä tukevat useat tutkimukset, kuten Orosy-Fildes ja Allan (1989), Yuji (1996), Bevalier ym. (2012), Seya ja Shinoda (2016) sekä Richardson ym. (2014), joissa havaittiin FPS-peleillä olevan vaikutusta reaktioaikaan visuaaliseen ärsykkeeseen. Samaan päätelmään päätyi Hubert-Wallander (2011) kumppaneineen, jotka päättelivät, että psykomotoristen vasteiden nopeutuminen ei riitä selittämään tutkimusten löytöjä, vaan että toimintapelit kehittävät kyykyä käyttäjä joustavasti huomiokyvyn resursseja.

E-urheilijat kuten perinteiset urheilijat ovat hyviä ennakoimaan tapahtumia. Ennakoinnin taidon on perusteltu johtuvan tehokkaammasta tarkkaavaisuuden säätelyn strategiasta sekä visuaalisen etsimisen taidoista. (Ding ym., 2018). Dyen ja kumppanien (2009) tutkimuksessa taas havaittiin parantunut tarkkaavaisuuden kyyky 7-22-vuotiailla toimintapelien pelaajilla. Parantunut tarkkaavaisuus mahdollisti nopeammat reaktiot ja ylimääräisen informaation proses-

sointikapasiteetin. Lisäksi voidaan olettaa, että alle 10-vuotiailla vaikutukset johtuvat kausaalisesti pelaamisesta, koska tämän ikäisillä ei ole vielä ehtinyt tapahtua kyvyistä johtuvaa suuntautumista pelaamiseen.

Eräessä CS:GO peliin liittyvässä interventiotutkimuksessa tutkittiin harjoittelun vaikutuksia kognitiivisiin kykyihin. Tilastollisesti merkittäviä vaikutuksia saatiin havaintoon liittyvissä kyvyissä, mutta ei motoriikassa. (Bediou ym., 2018)

4.2 Muisti ja monitehtäväsuoritus

Tutkimuksessaan Hambrick ja kumppanit (2010) havaitsivat, että työmuistin kapasiteetti ja videopeliharrastuneisuus näkyvät kyvyssä luoda ja noudattaa tehokasta strategiaa monitehtävätestin (SynWin) suorittamisessa. Strategian käyttö taas selitti suurelta osin menestymisen monitehtäväsuorituksessa. Tutkimuksen mukaan videopeliharrastuneisuuden ja monitehtävässä (*time-sharing*) suoriutumisen välillä on korrelaatio, ja korrelaatio kasvaa videopeliharrastuneisuuden kasvaessa. Päätelmänä on, että monitehtäväsuorittamista saattaa tukea erityinen harjoitettavissa oleva taito, mutta asia tulisi todistaa pitkittäistutkimuksella.

Green ja Bavelier (2006) löysivät pitkittäistutkimuksessaan selkeitä hyötyjä tietokonepelaamisen ja visuaalisen työmuistin välillä. Videopelaajat suoriutuivat paremmin reaktioajassa ja tarkkuudessa visuaalista työmuistia vaativissa MOT-tehtävissä. Tämän lisäksi henkilöt jotka, altistettiin videopelaamiselle, alkoivat suoriutua kyseisistä tehtävistä paremmin jo 10 tunnin pelaamisen jälkeen.

Monen kohteen seuraamisen kyky (MOT) liittyy kiinteästi havaintokykyyn ja työmuistiin, mutta on selkeästi myös osa monitehtäväsuoritusta ja huomiokyvyn jakamista. Wechsler kumppaneineen (2021) tutkivat MOT-kykyä e-urheilun ammattilaisilla, harrastajilla sekä perinteisillä urheilijoilla. Urheilijoiden ja e-urheilijoiden välillä ei tässä kyvyssä löydetty tilastollista merkitsevää eroa, mutta ammattilaiset e-urheilijat suoriutuivat testistä selvästi harrastajia paremmin ja positiivinen korrelaatio löytyi myös pelaamiseen käytetyn ajan sekä MOT-kyvyn välillä.

Boot kumppaneineen (2008) sekä Hambrick ryhmineen (2010) havaitsivat videopeliharrastajien ja harrastamattomien välillä selkeitä eroja monitehtäväsuorittamisen kyvyssä. Bootin ja kumppanien (2008) tutkimuksessa ei onnistuttu kontrolliryhmän 20 tunnin toimintapeliharjoituksella saamaan aikaan mainittavaa vaikutusta tuloksissa ja täten osoittamaan kausaalisuutta. Tutkijat eivät kuitenkaan sulje pois mahdollisuutta syy-seuraussuhteen olemassaololle, vaan

arvioivat esimerkiksi käytetyn testipatterin ominaisuuksien voivan vaikuttaa asiaan. Ristiriitaiset tulokset voivat johtua esimerkiksi pienistä otoksista tai monen eri kognitiivisen tehtävän käyttämisestä (Pedraza-Ramirez, 2020).

4.3 Neurologia

E-urheilu on erinomainen ympäristö neurokognitiivisen taidon kehittymisen tutkimukseen, koska perinteisestä urheilusta poiketen e-urheilija on paikoillaan suorituksen aikana. Aivojen aktiivisuutta mittaamalla on havaittu esimerkiksi pelaamisen aikana muuttunutta aktiivisuutta aivokuoren etuosassa (*prefrontal cortex*), mikä puoltaa mahdollisia vaikutuksia tarkkaavaisuuteen ja muistiin. (Campbell ym., 2018) Ding kumppaneineen (2018) puolestaan tutki kognition ja neurologian yhteyttä taitavuuteen League of Legends -pelin ammattilaisten, harrastajien ja kontrolliryhmän välillä. Aivosähkökäyrämittauksen (EEG) sekä sydänpäätelmämittauksen (ECG) perusteella kaikki kolme ryhmää erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Kognition osalta ammattilaiset erottuivat harrastajista sekä kontrolliryhmästä. Merkittävimmät erottavat kyvyt olivat monen kohteen seuranta, keskittymiskyky sekä avaruudellinen hahmottaminen. Vastaavaa tutkimusta on tehty perinteisen urheilun parissa, mutta nämä tutkimukset keskittyvät tutkimaan aivokäyriä motorisen toiminnan yhteydessä (esim. Naito & Hirose, 2014). Tästä syystä e-urheilu tarjoaa erinomaisen ympäristön kognitiivisen toiminnan tutkimukselle.

Bavelier ja kumppanit (2012) havaitsivat tutkimuksessaan, että työmuistiin ja huomionjakamiseen liittyvä frontoparietaalinen verkosto (*fronto-parietal network*) ei vaativissa huomiokykyä mittaavissa tehtävissä aktivoitu videopelaamisen harrastajilla samalla tavalla kuin vertailuryhmällä. Tästä tutkijat päättelivät, että huomion jakaminen on peliharrastajilla automatisoidumpaa ja epäoleellisen informaation suodatus tapahtuu tiedostamatta aikaisessa vaiheessa havaintojärjestelmää. Tämä tukee aikaisemmin esitettyä teoriaa kapasiteetin vapautumisesta muuhun toimintaan, kuten ajatteluun ja oppimiseen sekä metakognitiivisten valmiuksien kehittymistä.

4.4 Vuorovaikutus- ja kommunikaatiotaidot sekä taktinen ajattelu

Tämän tutkimuksen koasetelma ei liity sosiaalisiin kompetensseihin, jotka nousivat esille luvussa 2.2, mutta Ilmavoimien taisteluympäristön kannalta ne ovat mielenkiintoisia eikä niitä näin ollen voi e-urheilun tutkimuksen osalta täysin sivuuttaa. E-urheilussa vaadittavat vuorovaikutustaidot ovat suuresti yhtenevät joukkueurheilun kanssa kuuntelu- ja tunnetaitojen ko-

rostuessa. Tunnetaidot korostuivat pelisuorituksen aikana, kun taas kuuntelutaidot palautekeskusteluissa. Tutkimuksen mukaan e-urheilujoukkueen ryhmäkiinteyttä kehittää parhaiten yksilöllinen voitonhalu, positiivisen ilmapiirin luominen sekä yhteisen toimintakulttuurin luominen. (Leppä & Salomaa, 2022)

Menestyäkseen e-urheilujoukkueen on kommunikoidava tehokkaasti ja pelaajien on pystyttävä toimimaan paineistetussa tilanteessa yhteistyössä ja joukkueena. E-urheilujoukkueen jäsenillä on omat roolinsa joukkueessa, ja joskus nämä roolit vaativat keskenään erilaisia kognitiivisia kykyjä. Myös kollektiivinen äly on tunnistettu e-urheilujoukkueen suoritusasoa ennustavaksi tekijäksi (Tang, 2018). E-urheilujoukkueen ryhmädynamiikka näyttää samanlaista osaa joukkueen menestymisessä kuin perinteisessä joukkueurheilussa. (Kim ym., 2017) Ryhmädynamiikkaan vaikuttaa oleellisesti myös kilpailu joukkueen sisällä ja miten sitä kontrolloidaan (Lipovaya ym., 2018). On myös osoitettu, että pelaamisen kehittämät yhteistyötaidot sekä ryhmäkiinteyden siirtyvät virtuaalimaailmasta pelaajan elämän muille osa-alueille. (Freeman & Wohn, 2017)

Hyvä vuorovaikutus vaatii toimivaa kommunikaatiota. Puhekommunikaatio on ehdottomasti tärkein kommunikaation muoto e-urheilussa. Fyysisesti samassa paikassa pelaavan e-urheilujoukkueen olisi mahdollista käyttää pelin ulkopuolisia visuaalisia merkkejä, mutta tätä ei juurikaan tapahdu ammattilaisjoukkueissa ja amatöörienkin keskuudessa se on harvinaista. Pelin sisällä olisi mahdollista käyttää virtuaalista non-verbaalista kommunikaatiota. Tällä tarkoitetaan visuaalisia merkkejä eikä niinkään inhimillisiä eleitä tai ilmeitä. Nopeissa tilanteissa tällainen kommunikaatio on tehokkaampaa, mutta ammattilaisjoukkueissa sen käyttö on harvinaista. Tämä johtunee kyseisen kommunikaatiotyylin aiheuttamasta häiriöstä pelaajan keskittymiseen sekä siitä, että ammattilaiset tietävät, miten toimia osana joukkuetta kyseisessä tilanteessa ilman visuaalista kommunikaatiota. (Lipovaya ym., 2018)

E-urheilujoukkueet käyttävät puhekommunikaatiossaan paljon vakiintunutta sanastoa ja lyhytilmaisuja. Tässä on selviä yhtäläisyyksiä sotilasilmailun vakiosanontoja hyödyntävään kommunikointijärjestelmään. E-urheilussa sanasto ei ole joukkueiden sisällä yhtä strukturoitu, vaan sen käyttö on alkanut havaitusta tarpeesta. Joukkueissa on usein määritetty pelin sisäinen taktinen johtaja, mutta "radiokuria" ei juurikaan ole havaittavissa. (Rounds.GG, 2023). Tälle ei ehkä ole tarvettakaan, koska pelaajat pystyvät puhumaan päällekkäin eikä yksi lähete varaa koko radiotaajuutta kuten radiokommunikaatiossa.

E-urheilujoukkueiden taktinen ajattelu perustuu samoihin lainalaisuuksiin kuin fyysisessä maailmassa. Vihollisen ammuntakulmia yritetään poistaa ja omia ammuntakulmia parantaa

jakamalla maaleja ristiin. Samoin oman sijainnin ymmärtäminen suhteessa pelimaailmaan, viholliseen, omaan joukkueeseen ja taktiseen tilanteeseen on tärkeää ja kehittää omalta osaltaan visuospatiaalista hahmottamista pelin sisällä. Päätöksentekosyklin nopeuttaminen ja vihollista nopeampi reagointi ovat joukkueen menestyksen edellytyksiä. (Rounds.GG, 2023)

5 MENETELMÄT

Tutkimuksen teorettinen malli muodostui edellisten lukujen kirjallisuuskatsauksen perusteella. Teorettinen malli sekä aikaisempi e-urheilun tutkimus loivat pohjan hypoteesien muodostamiselle. Empiirinen testaus haluttiin toteuttaa Puolustusvoimissa käytössä olevalla menetelmällä. Tästä syystä testausmenetelmä ohjasi myös osaltaan hypoteesien muodostamista. Hypoteesien testaamiseksi testituloksille suoritettiin kvantitatiivinen teorialähtöinen analyysi. Tilastollisen analyysin tuloksia tulkittiin vielä laadullisesti niiden merkityksen ymmärtämiseksi.

5.1 Tieteenfilosofiset lähtökohdat

Tämä tutkimus on kvantitatiivinen selittävä tutkimus. Sen taustalla vaikuttaa realistinen ontologia. Tutkimuksessa oletetaan, että tieto on saatavissa suorasta aistihavainnosta ja tämän perusteella tehtävästä loogisesta päättelystä. Tieteenfilosofisena suuntauksena on looginen positivismi. (Hirsjärvi ym., 2009, s. 139) Tutkimus on teorialähtöinen, sillä kirjallisuuskatsauksessa kehitetty tutkimuksen teorettinen malli ohjaa hypoteesien muodostamista (Rantapelkonen & Koistinen, 2016, s. 138).

Positivismi korostaa menetelmän tärkeyttä. Itse menetelmässä tärkeää on ilmiöiden välitön havainnointi objektiivisella, määrällisellä mittarilla. Positivismi on teorialähtöistä eli havainnointiin käytetyn mittarin tulee perustua teoriaan. Positivismissa on tärkeää myös, että havainnoitsija ei ole vuorovaikutuksessa kohteen kanssa. (Rantapelkonen & Koistinen, 2016, s. 95–96) Tämän toteutuminen käytännön mittaustilanteessa on haastavaa, mutta on perusteltua olettaa, että testiä edeltävällä tai sen jälkeisellä vuorovaikutuksella ei tämän tutkimuksen koeasetelmassa ole vaikutusta mittaustulokseen. Hypoteesin 4 testauksessa testihenkilön käyttämän strategian arviointi on tutkijan subjektiivinen arvio, joka tulee ottaa huomioon tutkimuksen toistettavuutta ajatellen.

Edellä mainitusta syystä positivistinen tieteenfilosofia ihmistieteissä on osittain haasteellista. Tämän tutkimuksen lähtökohtana se oli kuitenkin perusteltua, koska itse koeasetelma on erittäin rajattu, tekninen ja yksinkertainen. Koeasetelmasta saatua tietoa ohjaa jo aikaisemmin tässä tutkimuksessa esitetty teoria, ja tutkijan vaikutus koeasetelman tuottamiin tuloksiin oli pieni tulosten kuvatessa ajallisesti ja teoreettisesti pistemäistä osaa kognitiivisesta suorituskyvystä. Lisäksi koeasetelmassa käytettävä menetelmä on ollut pitkään käytössä ja sen validi-

teetti sekä reliabiliteetti on näytetty toteen erillisessä tutkimuksessa (Kulomäki, 2017). Positiivismista poiketen tutkimus kuitenkin pyrki selittämään kausaaliteettia havaintojen ja niihin johtaneiden tekijöiden välillä. (Rantapelkonen & Koistinen, 2016, s. 95–97)

5.2 Koeasetelma

Tässä tutkimuksessa aineisto kerättiin koeasetelmalla, joka oli vertailuasetelma *ex post facto*. Tämä tarkoittaa, että jo tapahtuneen pitkäaikaisen pelaamisen vaikutuksia kognitiiviseen suorituskyykyyn verrattiin ryhmän sisällä sekä sekundaariaineistona saatuun vertailuryhmään ilman interventiota yksittäisen koehenkilön pelaamisen määrään tai laatuun (Ronkainen ym., 2011, s. 64–66). Vertailuryhmä ei kuitenkaan ollut kontrolliryhmä, koska ryhmien taustat eroavat toisistaan merkittävästi muutenkin kuin pelkästään tutkittavan muuttujan osalta.

Koeasetelmalla kerättiin empiirinen primääriaineisto e-urheilijoiden kognitiivisesta suorituskyyvystä. Aineisto on poikkileikkausaineisto, jossa useasta havaintoyksiköstä tehtiin yksi mitaus. Tämä asettaa haasteita kausaalisuhteen todentamiselle, koska e-urheilun vaikutusta yhteen henkilöön ei voida interventiotutkimuksen tapaan mitata. Kausaalisuuden mahdollisuus tulee siis perustella teorian pohjalta. (Hirsjärvi ym., 2009, s. 186; Uusitalo, 1991, s. 64) Asetelma on esikokeellinen ja tämä huomioidaan pohdittaessa tulosten luotettavuutta. Kontrolliryhmän avulla asetelma olisi saatu puolikokeelliseksi, mutta kontrolliryhmän otos jäi liian pieneksi, jotta sitä olisi voitu hyödyntää tutkimuksessa (Metsämuuronen, 2009, s. 1203, 1228). Vertailussa sekundaariaineistoon eli Lentoreserviupseerikurssin testeissä mittarin kehitysvaiheessa kerättyyn aineistoon on huomioitava, että ryhmät todennäköisesti poikkeavat toisistaan yleisen lahjakkuuden osalta. Myöskään sekundaariaineiston kohderyhmän videopelaamisen harrastuneisuutta ei ollut mahdollista selvittää jälkikäteen. Pelkästään primääriaineistosta oli myös mahdollista tehdä tulkintoja ilman vertailua sekundaariaineistoon.

Tutkimuksen hypoteesit, jotka esitellään tämän luvun lopussa, perustuvat teoriaan. Tällöin koeasetelman tuottamalle tiedolle tehtiin teorialähtöinen tilastollinen analyysi. Teorialähtöisessä analyysissä testataan aiempaa tietoa uusissa olosuhteissa. Hypoteesit ovat johtopäätöksiä aiemmista tutkimuksista sekä teoriasta (Hirsjärvi ym., 2009, s. 140). Tavallisesti teorialähtöiseen analyysiin liitetään deduktiivinen päättely, mutta koska käsillä olevan tutkimuksen tulokset esitellään tilastollisesti, on induktiivinen eli yleistävä päättely tarkoituksenmukaisempaa. Induktiivinen päättely ei ole kiistatonta, mutta tilastollinen päättely on aina todennäköisyyteen perustuvaa induktiivista yleistämistä. (Rantapelkonen & Koistinen, 2016, s. 40, 138)

Tilastollista analyysiä tehtiin primääriaineistosta sekä primääriaineiston ja sekundaariaineiston välillä. Sekundaariaineistona toimi Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen tutkijoiden mittarin kehittämisvaiheessa keräämä data Lentoreserviupseerikurssin valintaprosessin psykologisen testauksen yhteydessä testin suorittaneista (Kulomäki, 2017). Päästäkseen kyseiseen vaiheeseen Lentoreserviupseerikurssin valinnoissa on hakijan tullut jo osoittaa tiettyä yleistä kyvykkyyttä. Lentoreserviupseerikurssin valinnoissa psykologiseen testaukseen etenemiseen vaaditaan Puolustusvoimissa käytössä olevassa tiedon käsittely- ja päättelykykyä mittaavassa testissä (P1-koe, Peruskoe 1) vähintään tulos 6, asteikon ollessa Gaussin käyrällä stanine (standard nine) eli 1-9 (Nyman, 2007, s. 34–36). Tämä tarkoittaa, että sekundaariaineiston otos kuuluu yleiseltä kognitiiviselta kyvykkyydeltään parhaimpaan 40 prosenttiin Suomen varusmiesikäluokasta. On myös oletettavaa, että Lentoreserviupseerikurssille hakeutuva varusmiesaines on jossakin määrin omaehtoisesti valikoitunutta. Tämä asettaa mielenkiintoisen vertailumahdollisuuden monitehtäväsuorituskyvyn osalta e-urheilijoiden ja sekundaariaineiston välille. Tätä sekundaaridatan aineistoa kutsutaan myöhemmin nimellä "P1 40%".

5.3 Otanta

Tutkimuksen mielenkiinnon kohteena ovat toimintapelejä pelaavat e-urheilijat. Edustavaa satunnaisotosta tästä populaatiosta oli hyvin vaikea saada rekrytoitua tähän tutkimukseen. Koska tutkimusongelmassa ei ole tarkoitus kuvata kattavasti e-urheilijapopulaation ominaisuuksia, ei suureen otantaan ollut pakottavaa tarvetta. Vertailun toteuttamiseksi riitti, että otanta kohdistui tietyn harrastuneisuuden tason ylittäviin e-urheilijoihin ja että riippumattomien muuttujien määrä saatiin minimoitua. Otannan perusjoukko oli yli 8 tuntia viikossa viimeisen vuoden aikana videopelaamista harrastaneet 18-32 vuotiaat. Tämä on suurempi tuntimäärä kuin useissa aikaisemmissa tutkimuksissa ja perustui otannan ominaisuuksiin. Otantaasetelma oli ei-satunnaisotanta, koska tutkimukseen osallistuminen perustui vapaaehtoisuuteen ja tapahtui ilmoittautumisen kautta. Otosta voidaan tässä kutsua myös näytteeksi. (Metsämuuronen, 2009, s. 61) Koeryhmä rekrytoitiin suoralla sähköpostiyhteydenotolla, mainoksilla sosiaalisessa mediassa sekä oppilaitosten sisäisessä verkossa. Riskinä tällaisessa otannassa on systemaattinen harha, mutta todennäköisyysotantaa ei ollut mahdollista käyttää (Mellin, 1996, s. 52). Tutkimuksen otanta rekrytoitiin Jyväskylän Ammattikorkeakoulun (JAMK) sekä Jyväskylän koulutuskuntayhtymä Gradian opiskelijoista. Oppilaitoksien tutkimusluvut ovat tutkijan hallussa.

Otanta tehtiin suosittujen FPS- ja MOBA-pelien pelaajista mahdollisimman suuren otannan saavuttamiseksi ja koska kyseisten pelien kognitiiviset vaatimukset ovat aiemmin todetusti

samankaltaisia. Tutkimuksen suunnitteluvaiheessa oli oletuksena saada kohderyhmästä rekrytoitua noin 30 riittävän harrastuneisuuden tason ilmoittavaa e-urheilun harrastajaa sekä samankokoinen kontrolliryhmä. Tutkimukseen osallistuminen oli kuitenkin vapaaehtoista, ja lopullinen testattujen e-urheilijoiden määrä on 18. Testien suorittamiseen varattiin viikko sekä toukokuussa että marraskuussa vuonna 2022. Lisäksi testattiin tammikuussa 2023 yhden päivän aikana seitsemän e-urheilijaa Rounds.GG -joukkueen harjoitusleirin yhteydessä.

Kontrolliryhmään yritettiin rekrytoida alle yhden tunnin viikossa pelaavia oppilaita samalta koulutustasolta, mutta näitä vapaaehtoisia ilmoittautui vain yksi. Tämä on otoksena käyttökelpoton. Alkuperäisessä tutkimussuunnitelmassa olleesta vertailusta e-urheilijoiden ja kontrolliryhmän välillä täytyi siis luopua. Tilastolliset analyysit voitiin tehdä ryhmän sisällä sekä vertailemalla ryhmää sekundaaridataan eli LentoRUK:n valintatesteissä testin suorittaneisiin.

Otannasta ja koejärjestelystä johtuviksi sekoittaviksi muuttujiksi tunnistettiin yksittäisen testin ajankohdasta johtuva vireystilan muutos sekä tutkittavan ikä ja koulutustaso. Koehenkilöiden pallopeliharrastuneisuus selvitettiin, mutta ainoastaan yksi henkilö ilmoitti harrastavansa pallopelejä. Sekoittaviksi muuttujiksi tunnistetut tekijät selvitettiin taustatietolomakkeessa. Koehenkilöt osallistuivat koejärjestelyyn peitenumerolla, jolloin heidän henkilöllisyyttään ei voida yhdistää testituloksiin. Testin yhteydessä ei myöskään kerätty minkäänlaista rekisteriä tutkimukseen osallistuneista. Koeryhmään ilmoittautuminen tapahtui internet-varauskalenterin avulla. Testitapahtuman jälkeen kalenteri poistettiin verkosta.

5.4 Koejärjestely

Koejärjestelyllä kerättävä aineisto käsiteltiin peitenumeroilla. Testin yhteydessä tutkimukseen osallistuvilta kerättiin taustatietoaineisto ennen testiä (Liite 2) sekä oma-analyysi testin jälkeen (Liite 3). Taustatietoaineisto on yhdistettävissä ainoastaan peitenumeroon.

Lomakkeissa kerätyillä tiedoilla oli kaksi tarkoitusta. Ensimmäisenä oli tarkoitus tunnistaa ja hallita sekoittavia muuttujia, kuten koulutustaso, ikä, ja pallopeliharrastus. Teoreettisen mallin pohjalta muotoutui vielä kaksi tekijää, joiden merkitystä e-urheilussa ja monitehtäväsuorituskyvyssä haluttiin selvittää. Nämä olivat havainnointiin perustuva ääreisnäön käyttö sekä päätöksentekoon liittyvä strategian käyttö.

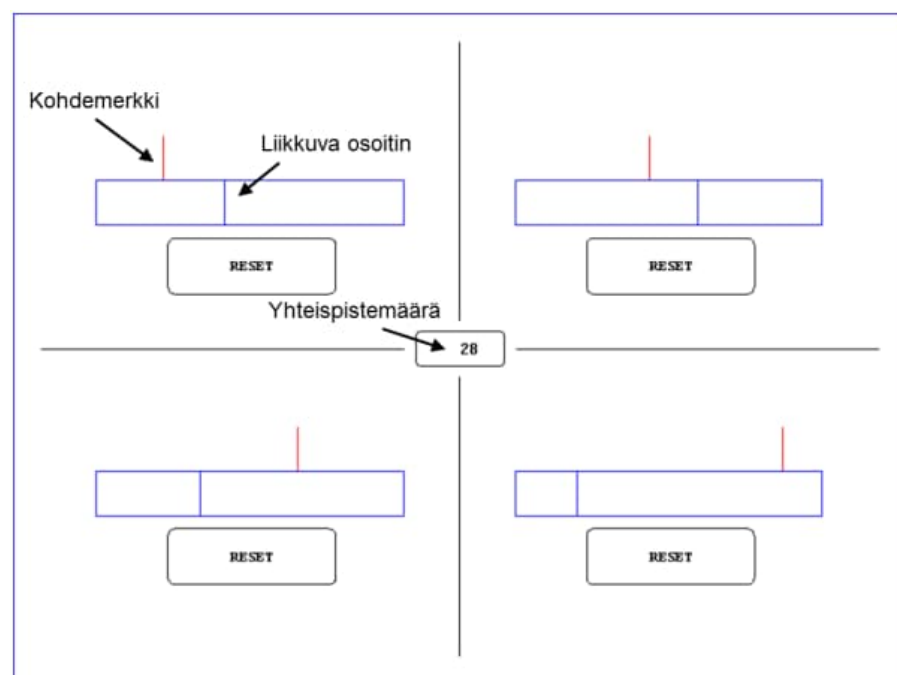
Tutkimuksessa käytetty testi on kehitetty Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen toimintakykyosastolla. Testimenetelmä tutkii huomion jakamisen ja kognitiivisen resursoinnin ongelmaa yhden (visuaalisen) aistiärsyksen kautta. Lisäksi testiohjelma määrää huomion jakamiseen

vaaditun frekvenssin. Tällöin kognitiivinen kuormitus on suurempaa kuin testihenkilön päätässä itse huomion jakamisen aikautuksesta.

Testin alatehtäviä ei voi tehdä samanaikaisesti, vaan hyvä suoritus vaatii tehtävien tärkeysjärjestyksen ymmärtämistä ja huomion jakamista tämän mukaisesti. Tärkeysjärjestys tehtävien välillä muodostuu alatehtävien ominaisuuksista. Tehtävä koostuu neljästä eri alatehtävästä, joiden tavoitteiden saavuttaminen vaikuttaa koko tehtävän tavoitteeseen eri painotuksilla.

Testi perustuu mittarilentämisen kognitiivisiin haasteisiin, mutta se ei rajoitu ilmailuun ja on suunniteltu siten yksinkertaiseksi, että kokemuksen, taidon ja toimintaympäristön tuttuuden vaikutus on mahdollisimman pieni. Koejärjestelyssä käytetty tehtävä koostuu neljän mittarin tarkkailusta. Jokaisen mittarin osoitin liikkuu vakionopeudella mittarin vasemmasta laidasta oikeaan laitaan. Esimerkki koejärjestelystä on kuviossa 18. (Kulomäki ym., 2021)

Tehtävänä on nollata mittari, kun osoitin on tarkalleen mittarin yläpuolella olevan kohdemerkin kohdalla. Nollauksen yhteydessä osoitin palaa lähtötilanteeseen mittarin vasempaan laitaan ja lähtee taas etenemään kohti oikeaa laitaa. Onnistuneista nollauksista koehenkilö saa 10 pistettä, liian aikaisista nollauksista hän menettää 2 pistettä. Lisäksi joka sekunti jonka osoitin on kohdemerkin oikealla puolella koehenkilö menettää 2 pistettä. Jokaisesta pisteestä ja pistemenetyksestä tulee palaute äänimerkillä, josta koehenkilö tietää oliko nollaus onnistunut vai epäonnistunut. Pistemäärä on jatkuvasti koehenkilön nähtävissä ruudun keskellä olevassa ikkunassa. (Kulomäki ym., 2021)



Kuvio 18. Monitehtävätestin koejärjestely. (Kulomäki ym., 2021, s. 356)

Kohdemerkin etäisyys mittarin vasemmasta laidasta siis määrittelee mittarin vaadittavan nol-lausfrekvenssin. Erilaiset etäisyydet asettavat mittarit kokonaistehtävän kannalta eri tärkeys-järjestykseen. Mittarin osoittimen liikenopeus on 20,25 pikseliä sekunnissa joka asettaa ko-konaistehtävälle vaadittavaksi nollausfrekvenssiksi 0,70Hz. (Kulomäki ym., 2021)

Testitapahtuma koostuu viidestätoista minuutin mittaisesta osiosta, joiden välissä on 15 se-kunnin mittainen tauko. Jokaisen tauon aikana mittareiden kohdemerkit vaihtavat paikkaa, joten kohdehenkilö pakotetaan muuttamaan tapaansa jakaa tarkkaavaisuutta osatehtävien vä-lillä. Tästä ominaisuudesta huolimatta testin suorittamiseen on havaittu liittyvän oppimisvai-kutus eli kokemus testin tekemisestä vaikuttaa suoritukseen merkittävästi. Ennen testiä koe-henkilö saa kaksi harjoituskertaa, mutta näiden aikana kohdemerkit eivät vaihda paikkaa. (Kulomäki ym., 2021)

Mittarin reliabiliteetti

Kulomäki tutki myös mittarin luotettavuutta. Reliabiliteetti tarkoittaa mittauksen toistetta-vuutta. Mittarin reliabiliteetti on laskettu sisäisen konsistenssin avulla. Sisäinen konsistenssi ilmoitetaan Cronbachin alfan (α) avulla, joka ilmoittaa kaikkien mahdollisten mittarista muo-dostettavien puolitusien keskiarvon. Tavallisesti alfan arvoja alle 0,60 ei pitäisi hyväksyä, mutta kun mittaria käytetään yksilöön kohdistuvien päätösten perusteena tulisi kertoimen olla yli 0,80. (Metsämuuronen, 2009, s. 75–78) Tämän mittarin Cronbachin alfan arvoksi on saatu 0,937 eli sisäisen konsistenssin osalta mittari on reliaabeli. (Kulomäki, 2017)

Toinen mittarin reliabiliteettiin vaikuttava tekijä on stabiliteetti. Stabiliteettia on vaikea mää-rittää kyseisellä mittarilla, koska testihenkilöillä tapahtuvaa oppimista on vaikea arvioida. On-gelma on sama kuin interventioon perustuvilla pitkittäistutkimuksilla. On huomioitava, että koehenkilön suoritukseen saattaa vaikuttaa mieliala, vireystila tai muut satunnaistekijät, joihin koejärjestelyssä ei voida vaikuttaa. (Kulomäki, 2017) Testattaessa hypoteesia 1 eli vertailta-essa otannan ja sekundaariaineiston tuloksia tulee yksittäisten poikkeamien merkitys pienene-mään volyymin ansiosta. Kuitenkin hypoteesin 2 testauksessa yksittäisen henkilön suoriutu-misella on suurempi merkitys.

Mittarin validiteetti

Mittarin validiteetti on todennettu tutkimalla kriteerivalidiutta. Kriteerinä toimi toisella mitta-rilla (SYNWORK1) saatu arvo, eli kyseessä oli yhtäaikaisvaliditeetti. SYNWORK1 on ollut pitkään käytössä Lentoereserviupseerikurssin testeissä monitehtäväsuoritusta mittaavana tes-tinä. Kriteerivalidiuden mittarina käytetään usein korrelaatiokerrointa. (Metsämuuronen,

2009, s. 75). Mittarille saatiin korrelaatiokerroin 0,493 ja $p < 0,1$. Tämän perusteella mittari mittaa validisti monitehtäväsuorituskykyä. (Kulomäki, 2017)

Koejärjestelyn tekninen toteutus

Tutkimuksen koejärjestely toteutettiin Fujitsun DESKTOP-NPH838D-kannettavalla tietokoneella jossa oli 13,3 tuuman Generic PnP Monitor -näyttö. Näytön päivitystaajuus oli asetettu 60 Hz:iin ja tarkkuudeksi 1920x1080. Näyttösovitin oli Intel® HD Graphics 520. Sekundaaridatana käytettävä Lentoreserviupseerikurssin valintojen yhteydessä kerätty aineisto kerättiin aikanaan Fujitsun Esprimo P900 0-Watt -koneella, johon oli kytketty 19 tuuman ViewSonic G90fB CRT-näyttö (Kulomäki, 2017). Testiin käytettyjen laitteistojen suurin ero on siis ollut näytön koossa, jota on tosin ollut helppo kompensoida katseluetäisyydellä. Koneiden ja näyttösovittimien teho riittää helposti testiohjelman pyörittämiseen. Hiiren herkkyys oli molemmissa testitilanteissa asetettu neutraaliksi, jonka moni e-urheilijoista spontaanisti totesi olevan omaan tottumukseensa nähden liian herkkä.

Ohjeet testin suorittamisesta annettiin suullisesti ja kuvallisesti. Tämän jälkeen testattava saatoi vielä kerrata ohjeet tietokoneen näytöltä. Valmistautuminen tapahtui kuten sekundaaridatan tapauksessa. Kaiken kaikkiaan koejärjestelyyn kului yhdeltä testattavalta aikaa hieman yli 30 minuuttia.

5.5 Aineisto

Koeasetelma tuotti diskreetin kvantitatiivisen välimatka-asteikkoon pohjautuvan aineiston koehenkilön *time sharing* -kyvystä. Testille ei ole määritetty maksimipistemäärää, mutta käytännössä sitä rajoittaa osoittimen liikenoisuus sekä testin osioiden kesto. Pisteytys voi olla myös negatiivinen. Nolla pistettä testistä ei tarkoita sitä, että koehenkilöllä ei olisi lainkaan mitattavaa kykyä. Pisteytys ei ole myöskään suhdeasteikollinen, eli kaksinkertainen pistemäärä testistä ei tarkoita sitä, että mitattavaa kykyä olisi kaksinkertainen määrä. (Mellin, 1996, s. 65–68)

Empiriaa kerättiin myös testin yhteydessä tehdyllä kyselyllä (liitteet 2 ja 3). Kysely tuotti välimatka-asteikollisen tiedon testihenkilön rankingista e-urheilussa. Osa kyselyssä kerätyistä havainnoista on subjektiivisia järjestysasteikollisesti luokiteltuja arvoja. Myös tutkimuksen teoreettiseen malliin pohjautuvia laadullisia havaintoja tehtiin.

Sekundaaridatan lähteenä käytettiin Kulomäen (2017) raporttia testin kehittämisestä. Alkuperäistä dataa ei ollut tähän tutkimukseen käytettävissä, vaan se saatiin taulukoimalla tutkimusraportissa kuvaajina esitetty data paikantamalla se graafisesti. Taulukko on hyvin selkeälukui- nen, jolloin arvon virheellisen paikantamisen riski on pieni, mutta mahdollisuus on tällaisessa toimintamallissa aina olemassa. Pistemäärien ollessa yli sadan, on yhden pisteen suuruisen paikannusvirheen vaikutus kuitenkin suhteessa pieni. Pisteiden jakauma oli frekvenssias- teikollinen, jonka vuoksi myös primääridata pyöristettiin lähempään kymmeneen yhteismital- lisuuden aikaansaamiseksi. Oppimismennoetta kuvaava data oli tutkimuksen kuvaajassa sa- massa muodossa kuin primääridata.

Aineiston normeeraus

Eri pelien erilaiset rankingtasot normeerattiin eli standardoitiin yhteismitallisiksi, jolloin niitä voitiin analyysivaiheessa käsitellä yhdessä. Perusteena tälle olivat maailmanlaajuisesti suuret, miljoonaluokassa liikkuvat harrastajamäärät kyseisissä peleissä sekä pelien keskenään saman- kaltaiset kognitiiviset vaatimukset. Aineiston pelaajien ranking normeerattiin z-arvoksi jaka- malla pelaajan rankingin ja kyseisen pelin rankingtasojen keskiarvon erotus kyseisen pelin rankingin keskihajonnalla seuraavan kaavan mukaisesti.

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s}$$

Standardoinnilla tarkoitetaan, että havaintoarvojen keskiarvoksi tulee nolla (0) ja hajonnaksi yksi (1). Toimenpiteellä saadaan käsitys, mitä yksittäisen mittauksen tulos tarkoittaa suhteessa koko aineistoon. Standardoitu arvo siis ilmoittaa havainnon suhteellisen aseman mitatun omi- naisuuden jakaumassa. (Tilastokeskus, 2023) Tällöin eri pelien rankingit saatiin vertailukel- poisiksi. Mitä suurempi z-arvo, sitä parempi ranking pelaajalla on ollut.

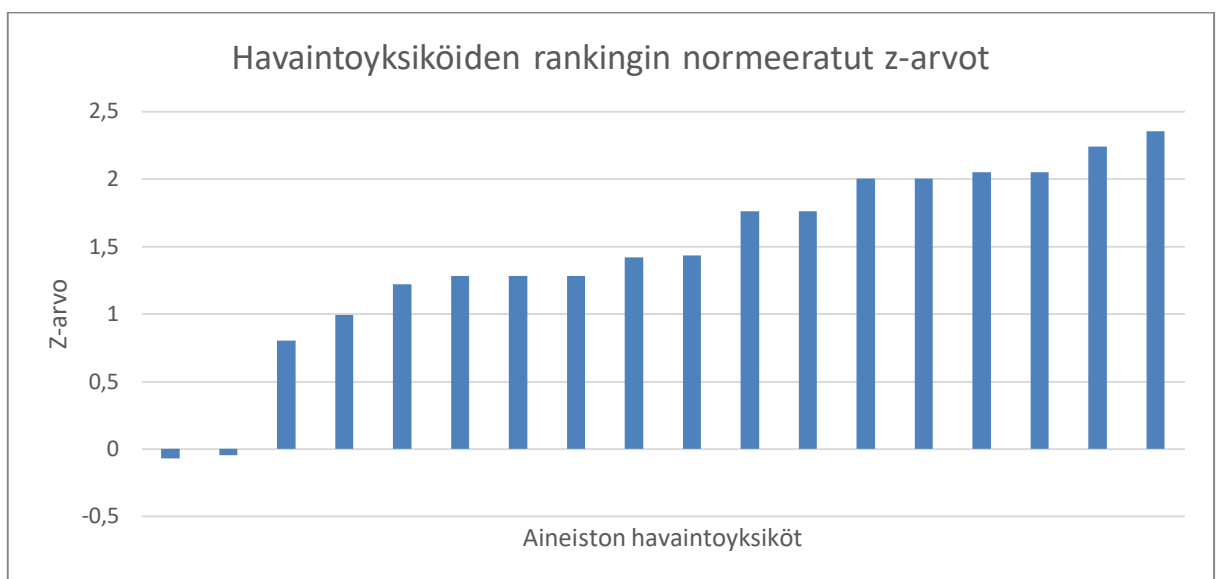
Pelien maailmanlaajuisten rankingien jakaumat on kuvattu liitteessä 1. Kaikkien pelien ran- kingit olivat jossakin määrin normaalisti jakautuneita. X-akselin numero 1 tarkoittaa pelin korkeinta mahdollista rankingia ja suurin numero alinta mahdollista rankingia. Rankingeja tarkasteltaessa on hyvä muistaa, että peliyhtiöt muuttavat tasaisin väliajoin rankingtasoja sekä jakaumia tehdäkseen pelistä viihdyttävämmän. Lisäksi eri lähteet saattavat julkaista hieman toisistaan poikkeavia jakaumia, ja joidenkin pelien kohdalla jakaumien summat saattoivat poi- keta sadasta prosentista muutamalla prosentin kymmenyksellä. Rankingien vertailussa on otettava myös huomioon, että niiden tarkoitus ei ole tieteellinen arvo vaan kyseessä on tapa

tehdä pelistä suosittu ja houkutella sen pariin uusia pelaajia ja harrastajia. Peliyhtiöt eivät paljasta rankingin muodostamiseen käytettyjä algoritmeja, mutta ne perustuvat Elo-lukuun.

On myös ymmärrettävä, että esimerkiksi CS:GO-pelissä parhaan mahdollisen rankingin (1/18) pelaaja saa hieman pienemmän z-arvon kuin esimerkiksi LoL -pelissä (1/27) parhaan rankingin ilmoittava. Toisaalta viimeksi mainitussa parhaaseen rankingiin yltäminen on huomattavasti haastavampaa.

APEX Legends -pelin kohdalla haasteen muodostivat ylikorostuneet kaksi alinta rankingia. Tämä johtuu passiivisten pelaajien tippumisesta rankingissa toiseksi viimeiselle tasolle. Tätä haastetta tasoitettiin keinotekoisesti tiputtamalla toiseksi viimeinen ranking kolmanneksi viimeisen tasolle ja jakamalla ylijäänyt prosenttiosuus tasaisesti kaikkien rankingien kesken. Tällä operaatiolla kyseisen pelin ranking saatiin paremmin normaalijakautuneeksi, eivätkä pelin rankingtasot näyttäyty selvästi muita korkeampana z-lukuna.

Normeeraamisen yhteydessä on hyvä ymmärtää, että ranking-jakaumat ovat järjestysasteikollisia. Tällöin keskiarvon laskeminen ja käyttäminen ovat tiukan matemaattisesti ajatellen väärin. Näin kuitenkin usein tehdään, kun käytetyn muuttujan asteikko on kyllin tiheä. (Mellin, 1996, s. 102) Tässä tapauksessa keskiarvon laskeminen on ainut keino mielekkäästi normeerata eri rankingit. Tässä esitetty kritiikki huomioiden z-arvot muodostavat vertailukelpoisen datan tutkimuksen aineiston e-urheiluun liittyvästä taitotasosta. Normeerattuina z-arvoina testattujen ilmoittamat rankingit muodostuivat kuvion 19 mukaisesti.



Kuvio 19. Otannan rankingien z-arvot.

Aineistosta poistettiin ennen analyysiä kaksi selvästi poikkeavaa havaintoa (outlier). Poikkeavuus johtui kyseisten testattavien ilmoittamasta pelirankingin tasosta, jonka vuoksi havaintoyksiköt poikkesivat selvästi massasta kuvion 19 mukaisesti ja olisivat saattaneet vääristää analyysin tuloksia. Kyseiset havaintoyksiköt olivat myös ainoat, joiden peliranking oli normeerattuna arvona alle pelin maailmanlaajuisten rankingien keskiarvon (alle 0). Outlierien poiston jälkeen näyte muodostui seuraavaksi:

Taulukko 1

Tutkimusnäytteen profiili.

n = 16	max	min	keskiarvo
ikä	31	19	23,9
pelannut tavoitteellisesti / v	11	1	5,4
tavoitteellinen pelaaminen (tuntia / viikko)	50	8	26,6
pistemäärä	57	231	166
ranking (z)	0,8	2,35	1,62
	ammattikoulu	lukio	korkeakoulu
koulutus (myös kesken)	6	2	8

Kuten taulukosta 1 havaitaan, suurin osa testatuista oli hieman yli 20-vuotiaita noin 5 vuotta tavoitteellisesti pelanneita e-urheilijoita. Keskimääräiset ilmoitetut pelimäärät puoltavat ilmoitettuja ranking-tasoja, jotka olivat selvästi yli nollatason eli maailmanlaajuisen keskiarvon kahta poistettua poikkeusta lukuun ottamatta. Koulutustaso jakautui tasaisesti ammattikoulun ja korkeakoulun välillä. Pelkästään lukion suorittaneita oli vähemmän. Suurin hajonta profiilissa oli e-urheilukokemuksessa vuosina, keskiarvon ollessa kuitenkin puolivälissä ääriarvoja.

Pistemäärän ääriarvot ja keskiarvo on tässä laskettu tarkoista pisteistä. Verrattaessa keskiarvoja sekundaariaineistoon pisteissä tehdään pyöristys lähimpään kymmeneen yhteismitallisuuden ja jakaumakuvioiden aikaansaamiseksi.

5.6 Hypoteesit

Tutkimus on kokeellinen selittävä tutkimus, ja se sisältää hypoteesien testaamisen. Hypoteesit muodostettiin deduktiivisesti kirjallisuuskatsauksessa kehitetyn teoreettisen mallin pohjalta. Testauksen kohteena olevaan perusjoukkoon kohdistuvaa oletusta kutsutaan nollahypoteesiksi. Nollahypoteesi on tavallisesti muotoa "ei eroa". Mikäli nollahypoteesi tilastollisessa testissä hylätään, hyväksytään vastahypoteesi todistetuksi. (Mellin, 1996, s. 329)

Tutkimuksen koeasetelmassa kerätylle empirialle muodostettiin neljä nollahypoteesia. Ensimmäisen nollahypoteesin vastahypoteesi oli kaksisuuntainen ja muut vastahypoteesit olivat yksisuuntaisia.

- 1. Nollahypoteesi:** e-urheilijoiden ja P1 40%:n välillä monitehtäväsuorituskyvyssä ei ole eroa
- 1. Vastahypoteesi:** e-urheilijoiden monitehtäväsuorituskyky eroaa merkitsevästi P1 40%:n monitehtäväsuorituskyvystä.
- 2. Nollahypoteesi:** e-urheilulla ja monitehtäväsuorituskyvyllä ei ole yhteyttä
- 2. Vastahypoteesi:** e-urheilulla ja monitehtäväsuorituskyvyllä on positiivinen yhteys
- 3. Nollahypoteesi:** e-urheilijoiden oppimismen nopeus monitehtävässä ei eroa P1 40%:sta
- 3. Vastahypoteesi:** e-urheilijoiden oppimismen nopeus monitehtävässä on parempi kuin P1 40%:n
- 4a. Nollahypoteesi:** Strategian käytöllä ei ole yhteyttä e-urheilijan suorituskykyyn
- 4a. Vastahypoteesi:** Strategian käytöllä on positiivinen yhteys e-urheilijan suorituskykyyn
- 4b. Nollahypoteesi:** Strategian käytöllä ei ole yhteyttä monitehtäväsuoritukseen
- 4b. Vastahypoteesi:** Strategian käytöllä on positiivinen yhteys monitehtäväsuoritukseen

Kumoutuessaan ensimmäinen hypoteesi osoittaa e-urheilijoiden ja P1 kokeessa parhaaseen 40%:in sijoittuneiden välillä olevan eroa Ilmavoimien ohjaajavalinnoissa käytettävässä monitehtäväsuoritustestissä. Kumoutuessaan toinen hypoteesi osoittaa suorituskyvyn e-urheilussa korreloivan positiivisesti monitehtävässä suoriutumisen kanssa. Kumoutuessaan kolmas hypoteesi osoittaa mahdolliseksi, että e-urheilu parantaa metakognitiivisia taitoja digitaalisessa ympäristössä. Kumoutuessaan neljäs hypoteesi osoittaa strategian käytön yhteyden e-urheiluun sekä monitehtäväsuorituksen pistemäärään.

5.7 Tilastolliset menetelmät

Tutkimuksen teoreettisen mallin pohjalta asetettuja nollahypoteeseja testattiin havaintoja eli aineistoja vastaan tilastollisen analyysin avulla. Ensimmäisen nollahypoteesin testaamiseksi näyteotoksen ja P1 40%:n tuloksien keskiarvoja verrattiin t-testillä sekä tämän parametrittomilla vastineilla, Mann-Whitneyn U-testillä sekä Kolmogorovin-Smirnovin Z-testillä. Testit kertovat, onko ryhmien keskiarvojen välillä tilastollisesti merkitsevä ero. Parametriton testi tehtiin, koska otoskoko jäi pieneksi (n=16). (Metsämuuronen, 2009, s. 581, 1102, 1228). Mikäli aineistojen varianssit ovat yhtä suuret ja perusjoukossaan likimain normaalisti jakautuneet, voidaan myös t-testiä pitää luotettavana. Perusjoukon normaalijakautuneisuus

voidaan olettaa useimmilla ihmisen psyykkisillä ja fyysisillä ominaisuuksilla. Monitehtäväsuorituskyky on tällainen ominaisuus. (Taanila, 2020)

Toisen nollahypoteesin testaamiseksi e-urheilijoiden ryhmässä tehtiin korrelaatioanalyysi. Korrelaatioanalyysillä selvitettiin monitehtävätestin tuloksen korrelaatio e-urheilijan taitotasoon ja harjoittelumäärään sekä korrelaatioiden selitysasteet. Pelaajan taitotasona käytetään normitettua rankingia. (Metsämuuronen, 2009, s. 369–374). Korrelaatiokerroin on muuttujien välisen yhteyden voimakkuuden mittari. Yhteyden olemassaolo ei kuitenkaan merkitse kausaalisuutta. (Mellin, 1996, s. 177)

Kolmannen nollahypoteesin testaamiseksi molemmille ryhmille määritettiin oppimisenopeuden kulmakerroin, joka kuvaa suoritustason nousua testin kuluessa. Tämä kulmakerroin saatiin määrittämällä aineistolle pienimmän neliösumman suora (PNS-suora) eli trendiviiva lineaarisen regressioanalyysin avulla. (Metsämuuronen, 2009, s. 1240–1242) Regressiomallin kulmakerroin kuvaa testin aikana tapahtuvan oppimisen nopeutta.

Neljännän nollahypoteesin testaamiseksi kerättiin empiriaa strategian käytöstä kyselylomakkeella testin jälkeen. Testihenkilön vastaukselle tehtiin laadullinen sisällönanalyysi. Strategian käyttö on tutkijan subjektiivinen arvio testihenkilön strategian käytöstä, mikä perustuu testihenkilön kuvaukseen omasta toiminnastaan testin aikana. Tälle arviolle tehtiin numeerinen koodaus asteikolla 1-3. Strategian yhteyttä tutkittiin e-urheilijan rankingiin sekä monitehtävässä suoriutumiseen korrelaatioanalyysin keinoin.

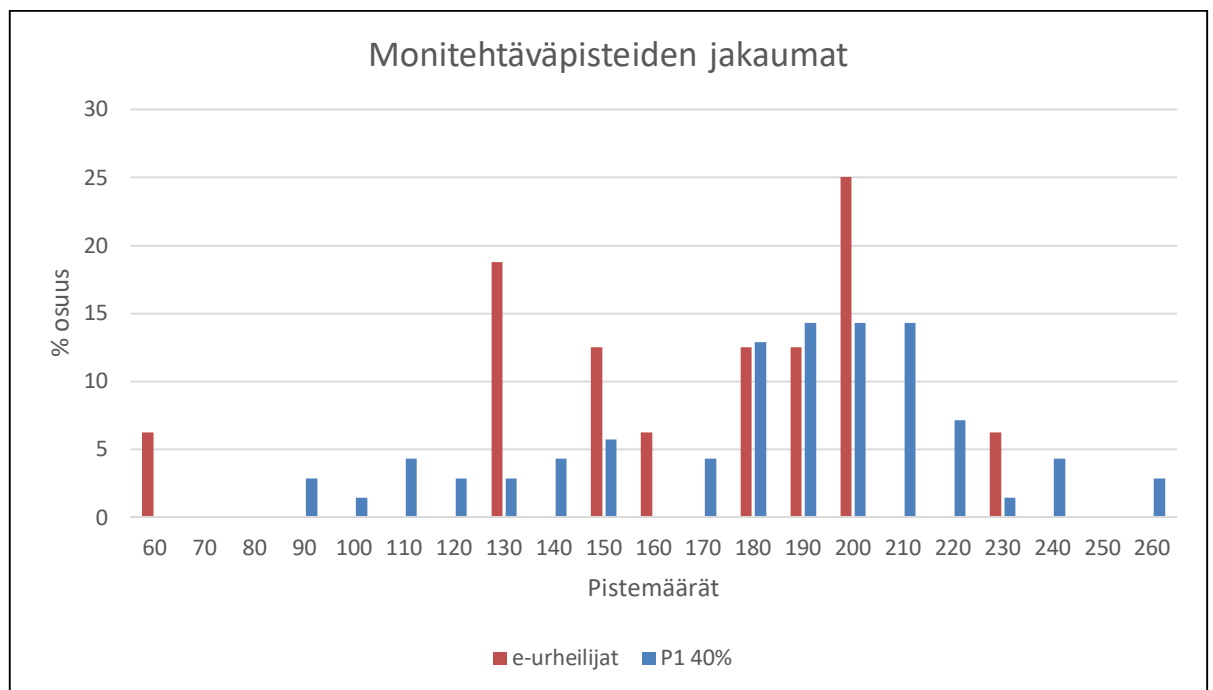
Johtopäätöksissä tuloksia verrataan teoriaosuuden integroivassa kirjallisuuskatsauksessa esitettyyn tietoon. Regressioanalyysiä kaikesta kerätystä informaatiosta ja mahdollisista sekoitavista muuttujista ei tehty, koska se olisi ollut haastavaa informaation järjestysasteikollisesta luonteesta ja pienestä otoskoosta johtuen.

6 TULOKSET

Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS-ohjelmalla. Tuloksia tulkittiin suhteessa merkitsevyytasoon $p < 0.05$ otoksen pienestä koosta johtuen. Tämä tarkoittaa, että jos nollahypoteesi hylätään, on 5% todennäköisyys hylkäämisvirheelle eli että nollahypoteesin hylkäämispäätös on virheellinen. Toisin sanoen on olemassa 5% mahdollisuus saada tutkitusta populaatiosta sellainen otos, joka näyttää, että ero on olemassa, vaikka sitä ei todellisuudessa ole. Viitattaessa e-urheilijaan, tarkoitetaan luvussa 2 määritettyjen pelien ja laajemmin toimintapeliin pelaajaa.

6.1 Hypoteesi 1: E-urheilijan kognitiivinen suorituskyky suhteessa vertailuaineistoon

Sekundaariaineiston taustasta johtuen ei voida lähtökohtaisesti olettaa, että e-urheilijoiden monitehtäväsuorituskyky olisi sekundaariaineistoa parempi. Tästä syystä vastahypoteesi on kaksisuuntainen ja aineistolle tehtiin kaksisuuntainen testi. Pistemäärien jakaumat on esitetty kuviossa 20. Pistemäärät on tässä pyöristetty lähimpään täyteen kymmeneen kuten sekundaariaineistossa. Tällöin e-urheilijoiden keskiarvoksi muodostui 167,5 (n=16) ja P1 40% keskiarvoksi 183,3 (n=70).



Kuvio 20. Pistemäärien jakaumat.

Primääriaineiston normaalijakautuneisuus testattiin t-testin yhteydessä Kolmogorov-Smirnovin sekä Shapiro-Wilk -testillä. Testit testaavat nollahypoteesia "aineisto on normaalisti jakautunut", ja nollahypoteesi hylätään, mikäli p-arvo on alle 0,05. Testien mukaan primääriaineiston osalta nollahypoteesi jää voimaan, eli jakauma on normaalisti jakautunut ($p=0,170$ ja $p=0,103$). Sekundaariaineisto ei testien mukaan ole normaalisti jakautunut ($p=0,000$ ja $p=0,002$). Sekundaariaineiston n on kuitenkin kyllin suuri ($n=70$) t-testin tekemistä varten, ja ihmisten psyykkisten ominaisuuksien voidaan olettaa noudattavan normaalijakaumaa koko populaatiossa. Lisäksi jakauma noudattaa silmämääräisesti normaalijakaumaa.

Aineiston varianssien yhtäsuuruudet testattiin t-testin yhteydessä Levene-testillä. Testin nollahypoteesi "variانسsit ovat yhtä suuret" jää voimaan arvolla $p=0,696$. Normaalijakautuneisuuden ja varianssien yhtäsuuruuden testien tulokset on esitetty taulukossa 2.

Taulukossa 3 on esitetty t-testin tulokset. T-testin tulosta pidetään tilastollisesti merkitseväinä arvoilla $t > 1,96$ ja $p < 0,05$.

Taulukko 2

Normaalijakautuneisuuden ja varianssien yhtäsuuruuden testit.

	Ryhmä	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk		Levene	
		Tunnusluku	p	Tunnusluku	p	F	p
Monitehtävän pistemäärä	e-urheilijat	.181	.170	.907	.103	.153	.696
	P1 40%	.181	.000	.940	.002		

Taulukko 3

T-testin tulokset.

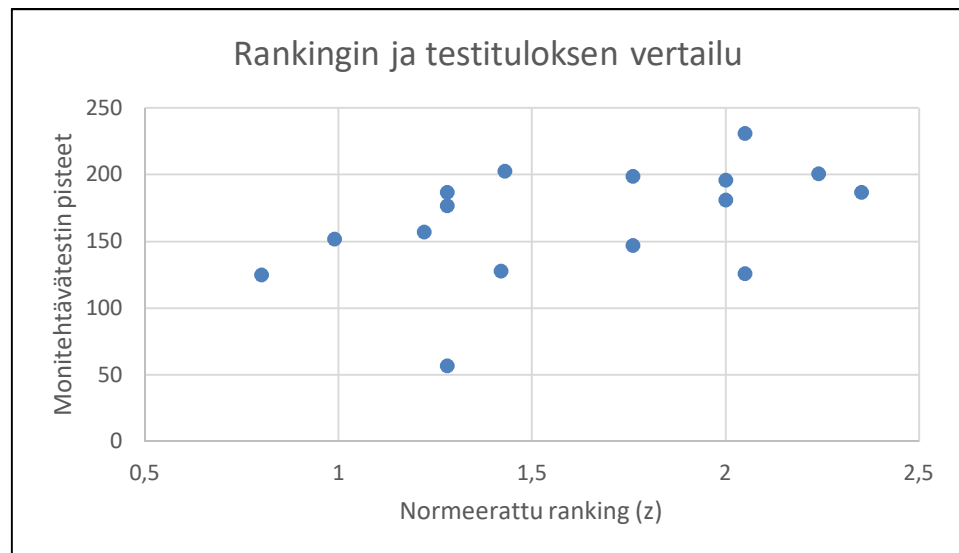
Muuttuja	e-urheilijat $n=16$		P1 40% $n=70$		t	p	d
	Ka	S	Ka	S			
Monitehtävän pistemäärä	167.5	41.6	183.3	39.1	1.44	.154	.40

T-testin tuloksella $t=1,44$ ja $p=0,154$ nollahypoteesi "keskiarvojen välillä ei ole eroa" jää voimaan, eli e-urheilijoiden ja P1 40%:n välillä ei ole monitehtäväsuorituskyvyssä tilastollisesti merkitsevää eroa. Cohenin d (d) kuvaa efektikokoa eli tilastollisen yhteyden voimakkuutta ja arvo 0,40 tarkoittaa, että tilastollinen yhteys ryhmien välillä on keskinertainen (Häyhä ym., 2021, s. 32–33). Tulos varmistettiin vielä t-testin parametrittomilla vastineilla Mann-Whitneyn U-testillä sekä Kolmogorovin-Smirnovin Z-testillä, jotka antoivat samansuuntaisen tuloksen.

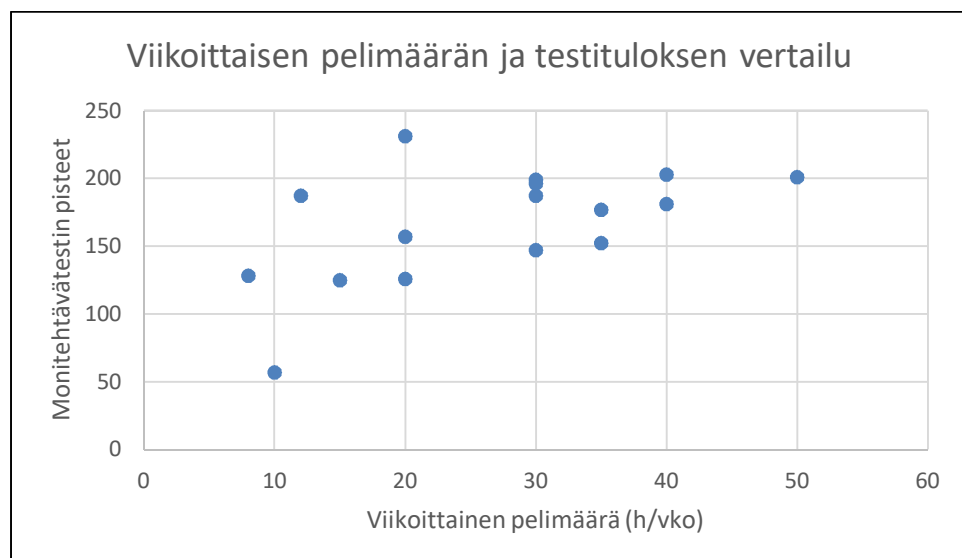
6.2 Hypoteesi 2: E-urheilun ja monitehtäväsuorituskykyyn korrelaatio

E-urheilun suorituskyvyn mittarina käytettiin e-urheilijan normitettua rankingia. Suurempi z-arvo siis tarkoittaa parempaa suorituskykyä e-urheilijana. Tämän korrelaatiota monitehtävätestin pistemäärään tutkittiin laskemalla Pearsonin korrelaatiokerroin. Lisäksi laskettiin korrelaatiokerroin ilmoitetulle pelimäärälle (tuntia viikossa) ja monitehtävätestin pistemäärälle.

Jotta Pearsonin korrelaatiotesti voitiin tehdä, tarkastettiin ensin, että muuttujien välinen yhteys on lineaarista ja että ne ovat jotakuinkin normaalisti jakautuneita. Myös merkittävästi poikkeavat havainnot tulisi poistaa, mutta se tehtiin jo otannan rankingeja tarkastellessa. Havaintojen lineaarisuutta tarkasteltiin hajontakuvioiden avulla, jotka on esitetty kuvioissa 21 ja 22. Kuvioista voidaan todeta, että havaintojen välinen riippuvuus on silmämääräisesti lineaarista.



Kuvio 21. Rankingin ja monitehtävän pistemäärän hajontakuvi.



Kuvio 22. Viikoittaisen pelimäärän ja monitehtävän pistemäärän hajontakuvi.

Kuviosta 22 voidaan todeta, että korrelaatioanalyysin tulokseen saattaa vaikuttaa muuttujien homoskedastisuuden puute. Tämä tarkoittaa monitehtäväpisteiden varianssin kasvamista pienillä pelimäärillä. Lisäksi korrelaatiokertoimen rajoituksena on, että se mittaa vain lineaarista riippuvuutta. Pistediagrammeja tarkastelemalla voidaan kuitenkin todeta, että riippuvuutta kuvaa parhaiten suora viiva. Koska normeeratuilla rankingin arvoilla on absoluuttinen maksimikohta, ei äärettömyyteen jatkuvaa viivan kulmakertoimen tasoittumista tarvitse huomioida.

Seuraavaksi testattiin muuttujien normaalijakautuneisuus. Koska otoskoko on pieni, käytettiin Shapiro-Wilkin testiä. Nollahypoteesi säilyy kaikkien muuttujien osalta taulukon 3 mukaisesti p :n arvoilla 0,196, 0,187 ja 0,599.

Taulukko 4

Monitehtäväpisteiden, rankingin ja pelituntien normaalijakautuneisuus.

Muuttuja	Tunnusluku	p
Monitehtävä	.924	.196
Ranking	.923	.187
Pelitunnit viikossa	.957	.599

Korrelaatiot laskettiin yksisuuntaisena, koska vastahypoteesi on yksisuuntainen. Monitehtäväpisteet korreloivat rankingin kanssa korrelaatiokertoimella $r=0,497$ merkitsevyystasolla $p=0,025$. Selitysasteeksi (r^2) saatiin 25%. Viikoittainen pelimäärä korreloi monitehtäväpisteiden kanssa korrelaatiokertoimella $r=0,555$ merkitsevyystasolla $p=0,013$. Selitysasteeksi saatiin 31%. Molemmat korrelaatiot ovat selvästi positiivisia ja tilastollisesti merkitseviä valitulla merkitsevyystasolla $p<0,05$.

Viikoittaisen pelimäärän ja rankingin korrelaatio oli heikko, $r=0,189$ merkitsevyystasolla $p=0,241$. Selitysasteeksi muodostui 4%. Korrelaatiomatriisi sekä muuttujien keskiarvot (\bar{x}) ja keskihajonnat (s) on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5

Monitehtäväpisteiden, rankingin ja viikoittaisten pelituntien korrelaatiomatriisi.

Muuttuja	\bar{x}	s	1	2	3
1.Monitehtävän pistemäärä	165.7	41.6	-		
2.Ranking	1.62	0.45	.497*	-	
3.Pelitunnit viikossa	26.6	11.7	.555*	.189	-

Huom. * $p<0.05$

6.3 Hypoteesi 3: Oppimismopeuden vertailu

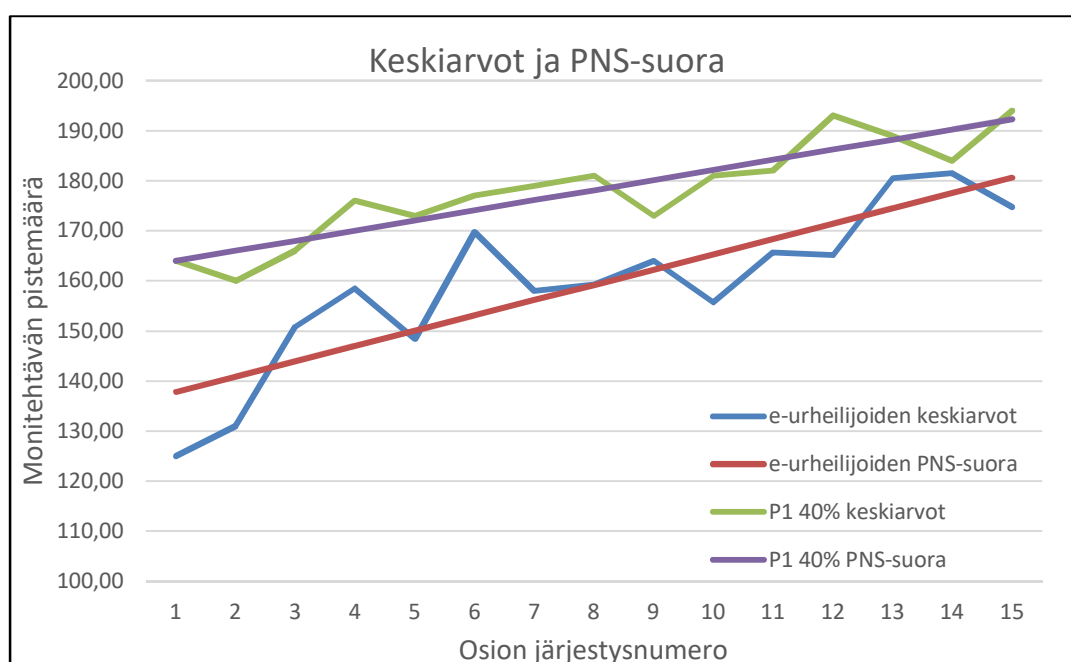
E-urheilijoiden ja P1 40%:n oppimismopeuksia verrattiin vertailemalla testin sisäisten minuuttimittaisten alatehtävien pistemääriä. Näistä pisteistä laskettiin keskiarvot, ja keskiarvoille tehtiin lineaarinen regressioanalyysi, jossa riippumaton muuttuja oli osion järjestysnumero ja riippuva muuttuja oli saatu ryhmän keskiarvo kyseisessä osiossa. Testi antaa arvot pienimmän neliösumman suoralle (PNS-suora), joka kuvaa keskimääräisen pistemäärän kehittymisen lineaarista kulmakerrointa suhteessa osion järjestysnumeroon. Analyysi tehtiin sekä tutkimusaineistolle että sekundaaridatalle.

Taulukko 6

Lineaarisen regressioanalyysin tulokset.

	e-urheilijat		P1 40%	
	B	Keskivirhe	B	Keskivirhe
Vakio	134.772	4.659	161.962	2.371
Kerroin	3.055	.512	2.021	.261

Tulostaulukosta analysoitiin saraketta B, joka antaa pienimmän neliösumman suoran vakion sekä kulmakertoimen. Näistä voidaan päätellä, että P1 40% vakion ollessa suurempi on ryhmän aloitustaso ollut vertailussa suurempi. Kuitenkin e-urheilijoiden suurempi osiokohtainen kerroin kertoo suuremmasta oppimismopeudesta. Aineistojen pistemäärien keskiarvot ja pienimmän neliösumman suorat on esitetty kuviossa 23. Kuviossa on huomattava, että nollakohdaksi on valittu pistemäärä 100 kuvion selkeyttämiseksi.



Kuvio 23. Aineistojen osiokohtaiset keskiarvot ja pienimmän neliösumman suorat.

Kuviosta on selvästi havaittavissa testiin sisältyvä oppimisvaikutus molemmilla ryhmillä. E-urheilijoiden oppimisnopeuden kulmakerroin oli 3,055 ja P1 40% -ryhmän 2,021. E-urheilijoiden oppimisnopeuden kulmakerroin oli siis 51% suurempi. Suurempi oppimisnopeus todennäköisesti johtuu osittain alhaisemmasta lähtötasosta, jotka lineaarisen analyysin arvoilla olivat e-urheilijoilla 134,77 ja P1 40%:lla 161,92. P1 40% -ryhmän lähtötason pistemäärä oli siis 20% suurempi. Vertailtaessa pistemääriä toisiinsa on muistettava, että pistemäärä ei ole suhteasteikollinen. Tämä tarkoittaa että 20% suurempi pistemäärän lähtötaso ei tarkoita sitä, että monitehtäväsuorituskyvyn lähtötaso olisi ollut 20% suurempi. Sama pätee oppimisnopeuteen. Annetut luvut antavat tässä pohjaa tulkinnalle, joka tehdään myöhemmin.

6.4 Hypoteesi 4: Strategian käyttö

Strategian käytön mittarina käytettiin tutkijan subjektiivista arviota. Arvioille strategian käytöstä tehtiin numeerinen koodaus. Koodattu arvio on järjestysasteikollinen välillä 1 (ei strategiaa) - 3 (tehokas strategia). Arvo 1 strategiassa tarkoittaa, että henkilö ei osannut kuvailla käyttäneensä mitään strategiaa tai toimintatapaa. Arvon 2 sai esimerkiksi, jos henkilö pystyi kuvailemaan priorisoineensa tarkkailussa tärkeimmän tai kaksi tärkeintä mittaria muiden kustannuksella. Arvon 3 sai mikäli kuvaili monimutkaisen strategian, kuten tietyn rytmin tärkeän ja vähemmän tärkeän mittarin välillä. Tehokkaisuus strategioihin ei tässä mennä syvällisemmin, koska mittari on edelleen käytössä puolustusvoimien valintatesteissä.

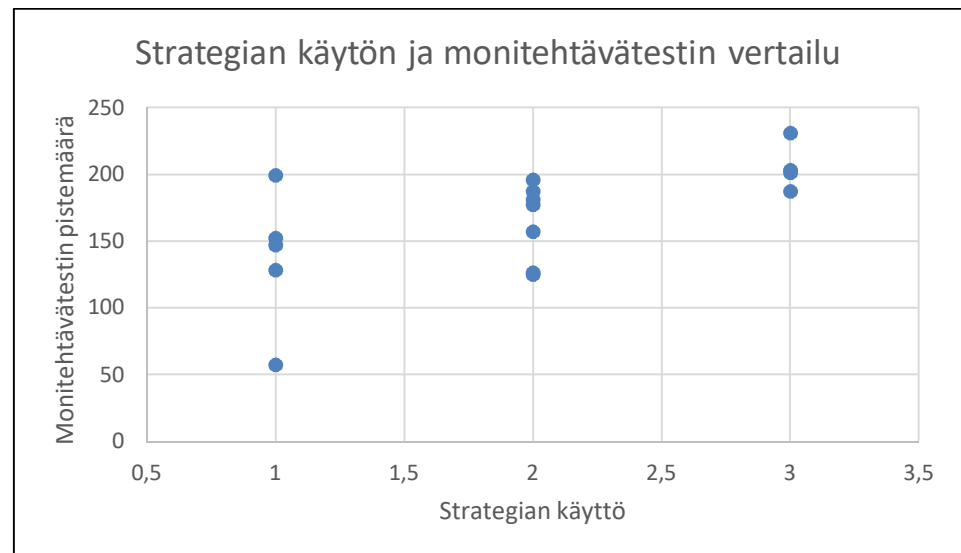
Strategiasta tehtyihin havaintoihin saattaa vaikuttaa henkilön kyky sanoittaa omaa toimintaansa ja strategian käyttöä. Tätä vaikutusta pyrittiin vähentämään kertomalla esimerkkejä strategian käytöstä, mutta kyseisen vaikutuksen mahdollisuutta ei voida kokonaan poissulkea. Tutkimuksen perusoletuksena kuitenkin on Kleinin RPD-mallin mukaisesti, että strategia perustuu tietoiseen päätöksentekoon, jolloin mahdollinen strategia tulisi olla jälkeinpäin sanoitettavissa.

Strategian käytön numeerisille arvoille tehtiin korrelaatioanalyysi e-urheilijan taitotason eli rankingin normeeratun z-arvon (hypoteesi 4a) sekä monitehtäväsuorituksen pistemäärän (hypoteesi 4b) kanssa. Strategiasta tehtyjen havaintojen järjestysasteikollisuudesta johtuen käytettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiota eli laskettiin Spearmanin rho (ρ). Vertailujen hajontakuviot on esitetty kuvioissa 24 ja 25. Hajontakuvioiden esiintyminen pinoutumista strategian käytön järjestysasteikollisuudesta johtuen, joka vaikuttaa negatiivisesti niiden havainnollisuuteen.

Molemmista hajontakuvioista on havaittavissa jonkinasteinen lineaarinen yhteys. Korrelaatiot laskettiin yksisuuntaisena, koska vastahypoteesi on yksisuuntainen. Strategian käyttö korreloi monitehtävätestin pistemäärän kanssa voimakkaasti $\rho=0.627$ merkitsevyystasolla $p=0.005$. Strategian käyttö korreloi positiivisesti myös e-urheilijan rankingin kanssa, mutta korrelaatio ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Korrelaatio oli $\rho=0.372$ merkitsevyystasolla $p=0.078$. Korrelaatiomatriisi on esitetty taulukossa 7.



Kuvio 24. Strategian käytön ja rankingin hajontakuvi.



Kuvio 25. Strategian käytön ja monitehtävätestin hajontakuvi.

Taulukko 7

Strategian käytön korrelaatiomatriisi (ρ) monitehtävapistemäärän ja rankingin suhteen.

Muuttuja	ka	s	Strategian käyttö
1.Strategian käyttö	1.94	0.75	-
2.Monitehtävän pistemäärä	165.7	41.6	.627**
3.Ranking	1.62	0.45	.372

Huom. ** $p < 0.01$

6.5 Tulosten yhteenveto

Hypoteesi 1: E-urheilijoiden ja P1 40%:n keskiarvoja vertailtiin t-testillä, vaikka e-urheilija-aineiston n oli vain 16. Testitulokset varmistettiin t-testin parametrittomilla vastineilla. Tulokset olivat yhtenevät. Aineistojen välinen keskiarvojen ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Nollahypoteesi "monitehtäväsuorituskyvyssä ei ole eroa" jää siis voimaan. P1 40%:n keskiarvo oli kuitenkin e-urheilijoita suurempi. Valitettavasti sekundaariaineiston e-urheiluharrastuneisuutta tai e-urheilijoiden yleistä lahjakkuutta P1-testillä ei voitu tässä tutkimuksessa selvittää. Epäselväksi jää, mikä vaikutus keskiarvoon on yleisellä lahjakkuudella ja mikä taas e-urheilun harrastamisella.

Hypoteesi 2: Monitehtävapistemäärän korrelaatiota e-urheilijan rankingiin sekä viikoittaiseen pelimäärään tutkittiin laskemalla Pearsonin korrelaatiokerroin. E-urheilijan rankingin ja monitehtävapistemäärän välillä on positiivinen korrelaatio ($r=0,497$; $n=16$; 1-suuntaisen testin p -arvo = $0,025$) Myös viikoittaisen pelaamisen ja monitehtävapistemäärän välillä on positiivinen korrelaatio ($r=0,555$; $n=16$; 1-suuntaisen testin p -arvo= $0,013$). Nollahypoteesi siis kumoutuu eli suorituskyky e-urheilussa sekä e-urheilun harrastamisen määrä ovat positiivisesti yhteydessä monitehtäväsuorituskykyyn. Yhteys ei kuitenkaan vielä osoita kausaalisuutta.

Mielenkiintoista on, että viikoittainen pelimäärä eli harjoittelu korreloi vain heikosti rankingin kanssa eikä korrelaatio ole tilastollisesti merkitsevä ($r=0,189$; $n=16$; $p=0,241$). Tämä puoltaa lahjakkuuden merkitystä sekä monitehtäväsuorituksessa että e-urheilussa.

Hypoteesi 3: Aineistojen oppimismennopeuksia vertailtiin muodostamalla pienimmän neliösumman suorat osioiden keskiarvojen perusteella. Vertailun perusteella e-urheilijoiden lähtötaso oli alhaisempi, mutta oppimismennopeus suurempi. Tämä puoltaa yleisen lahjakkuuden merkitystä erityisesti testin alussa. Nollahypoteesi siis kumoutuu, eli e-urheilijoiden oppimismennopeus

monitehtäväsuorituksessa on suurempi kuin P1 40%: n. Pohdittavaksi jää, mikä merkitys oppimismenestyksen on e-urheilijan metakognitiolla ja mikä osuus selittyy suorituskyvyn tasaantumisella kohti maksimia ajan funktiona.

Hypoteesi 4a: Strategian käytön korrelaatiota e-urheilijan rankingiin verrattiin laskemalla Spearmanin korrelaatiokerroin. Strategian käytön ja rankingin välillä oli positiivinen korrelaatio, mutta se ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($\rho=0,372$; $n=16$; $p=0.078$). Nollahypoteesi jää siis voimaan: e-urheilijan taitotaso ei vaikuta tilastollisesti merkitsevästi todennäköisyyteen löytää toimiva strategia monitehtäväsuorituksessa.

Hypoteesi 4b: Strategian käytön korrelaatiota monitehtäväsuorituksen pistemäärään verrattiin niin ikään laskemalla Spearmanin korrelaatiokerroin. Strategian käytön ja monitehtäväpistemäärän välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ($\rho=0,627$; $n=16$; $p=0.005$). Nollahypoteesi siis kumoutuu: strategian käyttö vaikuttaa positiivisesti ja tilastollisesti merkitsevästi monitehtäväsuoritukseen.

6.6 Muut havainnot

Testitapahtuman yhteydessä ääreisnäön vaikutusta selvitettiin testin jälkeen samoin kuin strategian käyttöä. Vaikka osa e-urheilijoista käyttää ääreisnäköään hyväksi pelatessaan, ei tässä tutkimuksessa saatu selkeää havaintoa sen käytöstä tai hyödyllisyydestä. Tämä johtunee siitä, että jokaista mittaria täytyy katsoa tarkasti, jotta nollaus osuu oikeaan aikaan. Neljä pelaajaa kuitenkin ilmoitti käyttäneensä ääreisnäköä jollakin tasolla hyväksi.

Tässä tutkimuksessa luvussa 3.2. esitetty Kahneman ja Tverskyn prospektiteoria näyttäytyi tutkijan havaintojen mukaan selvästi myös monitehtäväsuorituksen aikakriittisessä päätöksenteossa. Tämä näkyi siten, että testihenkilö toimi koeasetelman pisteiden kertymislogiikkaan nähden irrationaalisesti. Negatiiviset pisteet näyttäytyivät siis päätöksenteossa tärkeämpänä kuin positiiviset, vaikka niiden itseisarvo oli selvästi pienempi. Tämä tuo mielenkiintoisella ja odottamattomalla tavalla esiin päätöksenteon teorioiden näyttäytymisen käytännössä kyseisessä monitehtäväsuorituksessa.

Tutkimuksen tarkoituksena ei ollut kerätä tietoa tutkimuksessa käytetyn mittarin toiminnasta tai luotettavuudesta. Kuitenkin tutkimuksen aikana tuli havaintoja tähänkin liittyen. Kaksi havaintoa liittyvät tekijöihin, jotka vaikuttavat pistemäärään mutta ovat selvästi erillisiä monitehtäväsuorituskyvyn kognitiivisista vaatimuksista. Ensimmäinen havainto oli mittarin nol-

lauksissa tapahtuvat tahattomat tuplaklikkaukset. Tämä tarkoittaa, että ensimmäisen klikkauksen tuloksesta riippumatta toinen klikkaus johti automaattisesti kahden pisteen menetykseen. Tätä esiintyi satunnaisesti testihenkilöiden keskuudessa. Toinen havainto oli mittarin nolllaukseen käytetyn reset -painikkeen verraten pieni koko. Tämä vaati testihenkilöltä tarkkuutta ja painottaa tarpeettomasti psykomotorista silmä-käsi-koordinaatiota havainnon ja päätöksen teon kustannuksella.

Kolmas havainto liittyy kognitiivisiin prosesseihin. Tässä mittaria tarkastellaan havaintoprosessin tasapainon kannalta. Kaksi testihenkilöä kertoi testin jälkeen, miten vasemmassa alakulmassa oleva prioriteetiltaan tärkein mittari asetti heille huomattavia vaikeuksia kyseisen testin osion suorittamisessa. Tämä saattaa olla merkki havaintotasapainosta, jossa dominoiva vasen silmä vaikeuttaa havainnoinnin liikesuuntaa oikealta vasemmalle. Vasemmalle alas oli tällöin haastavinta siirtää havainnoinnin painopistettä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa esitetyn aikaisemman tutkimuksen perusteella voidaan väittää, että toimintapelien pelaaminen edellyttää taitoja, jotka ovat kognitiivisen kyvykkyyden ilmenemismuoto. Toimintaympäristön tuttuus ja tiettyjen toimintojen oppiminen automaatiotasolle vapauttaa toimintapelejä pelaavien e-urheilijoiden kognitiivisia resursseja ajatustyöhön ja oppimiseen erityisesti digitaalisessa ja nopeatempoisessa toimintaympäristössä. E-urheilun joukkue toiminta tuottaa samanlaiset sosiaaliset hyödyt perinteisten urheilulajien kanssa, mutta antaa myös valmiuksia aikakriittiseen taktiseen puhekommunikaatioon. Johtopäätöksissä ja pohdinnoissa on muistettava, että e-urheilijalla viitataan toisessa luvussa määritetyjä pelejä ja yleisesti toimintapelejä pelaaviin e-urheilijoihin.

7.1 Johtopäätökset havainnoista

Tilastollisten analyysien merkitsevyys tarkoittaa, että ero on tilastollisesti merkitsevä valitulla luottamusvälillä. Tilastollisen merkitsevyyden saavuttaminen on sitä haastavampaa, mitä pienempi otoskoko on kyseessä. Merkittävyydellä taas tarkoitetaan loogisen ja laadullisen ajattelun tuloksena tehtyä päätelmää siitä, että asia on merkittävä. Johtopäätöksissä pyritään arvioimaan tätä havaintojen merkittävyyttä.

Ensimmäinen nollahypoteesi jäi voimaan, eli e-urheilijoiden ja Lentoreserviupseerikurssin valintatilaisuuden yhteydessä testattujen suorituskyvyt monitehtäväsuorituksessa eivät merkitsevästi eroa toisistaan. Suorituskyvyn vertailu saman taustan omaavaan kontrolliryhmään olisi ollut mielenkiintoista. Tästä huolimatta tämän tutkimuksen tuloksista voidaan tehdä huomio, että e-urheilijoiden monitehtäväsuorituskyky on samaa tasoa kuin yleisesti lahjakkaimmalla 40% Suomen varusmiespopulaatiosta.

Testin kokonaispistemäärään vaikuttivat lähtötaso sekä oppimisenopeus testin sisällä. Voidaan olettaa, että P1 40% -ryhmän korkeampi lähtötaso johtui yleisestä lahjakkuudesta. Muita selittäviä tekijöitä voivat olla korkeampi motivaatio sekä henkinen virittyneisyys pidempään jatkuneessa testitilanteessa.

Kolmas nollahypoteesi kumoutui, eli e-urheilijoiden oppimisenopeus oli suurempi kuin P1 40% -ryhmällä. Ainakin osa e-urheilijoiden korkeammasta oppimisenopeuden kulmakertomesta selittyy kuitenkin alhaisemmalla lähtötasolla. Tämä tarkoittaa, että testin aikana tapahtuva oppiminen lähentää tulosta testin käytännön maksimia kohti, johon siis P1 40% -ryhmällä oli vähemmän matkaa ja siksi oppimisvaikutus on pienempi. Tämä ei poista mahdollisuutta

e-urheilijoilla tutussa ympäristössä esiintyvälle metakognitiiviselle reserville. Olisi ollut mielenkiintoista havainnoida, tasaantuuko testin sisäinen oppimisvaikutus, jos testiä jatketaan pidempään vai olisiko e-urheilijoiden suoritustaso jossakin vaiheessa ohittanut P1 40% :n suoritustason.

E-urheilijoiden keskiarvo ei siis eronnut merkitsevästi P1 40% -ryhmän keskiarvosta, vaikka erityisesti tehtävän alussa oli nähtävissä lahjakkuuden vaikutus ja oletuksena on, että P1 40% -ryhmän yleinen lahjakkuustaso on e-urheilijoita korkeampi. Johtopäätöksenä todetaan, että e-urheilun harrastaja suoriutuu Puolustusvoimien kognitiivista *time-sharing* -kykyä mittavassa testissä vähintään yhtä hyvin kuin lahjakkain 40% Suomen varusmiespopulaatiosta. On kuitenkin selvää, että menestyminen e-urheilussa vaatii myös lahjakkuutta. Tätä puoltaa myös viikoittaisen pelimäärän ja rankingin alhainen, vaikkakin positiivinen korrelaatio.

Toinen nollahypoteesi kumoutui, eli e-urheilulla ja monitehtäväsuorituskyvyllä on positiivinen yhteys. Koska e-urheilussa menestyminen (ranking) ja harjoittelun määrä korreloivat vahvasti ja tilastollisesti merkitsevästi monitehtävätestin pistemäärän kanssa voidaan tehdä johtopäätös, että menestyminen e-urheilussa sekä toimintapeliympäristössä vietetty aika ennustavat digitaalisessa taisteluympäristössä vaadittavien kognitiivisten kompetenssien olemassaoloa. Tämä korrelaatio on vastaava kuin pohdittaessa miten menestyminen urheilussa ennustaa fyysisten kompetenssien olemassaoloa. Lahjakkuus selittää osan kompetensseista, mutta harjoittelulla on selvästi vaikutusta.

Neljännän nollahypoteesin b-osio kumoutui. Menestymiseen monitehtäväsuorituksessa vaikutti voimakkaasti kyky löytää toimiva strategia testin suorittamiseen. Tämä on linjassa luvussa 3.2 esitetyn kognitiivisen suorituskyvyn strategianäkökulman ja aikaisemman tutkimuksen kanssa. Toimivan strategian löytäminen edellytti vähintään mittareiden tärkeysjärjestyksen tietoista hahmottamista. Osa testihenkilöiden mainitsemista strategioista oli todella luovia. Tämä edellyttää tutkimuksen päätöksenteon mallin mukaista ongelman hahmottamista ja ratkaisun testaamista käytännössä toiminnan aikana. Esimerkkiä luovasta strategiasta ei tässä yhteydessä esitetä koska koeasetelma on käytössä Ilmavoimien erikoiskurssien testauksessa. Havaintona strategian käyttö ei kuitenkaan vielä liity e-urheiluun.

Neljännän nollahypoteesin a-osio jäi voimaan. E-urheilun taitotason ja strategian hyödyntämisen välillä korrelaatio oli positiivinen, mutta ei tilastollisesti merkitsevä. Aikaisemmassa tutkimuksessa on saatu myös tätä vastaavia havaintoja (Greenfield ym., 1994; Hubert-Wallander ym., 2011). Kirjallisuuskatsauksen perusteella teoriasta voidaan todeta, että toimin-

taympäristön ja tehtävän tuttuus vapauttaa työmuistia taktiseen ajatteluun ja oppimiseen. Löydetty positiivinen korrelaatio tukee tätä ajatusta, vaikka ei ollutkaan tilastollisesti merkitsevää. On siis todennäköistä, että kokemus toimintapeliin pelaamisessa vapauttaa kognitiivista kapasiteettia monitehtäväsuorituksessa digitaalisessa ympäristössä.

Testitilanteessa huomion jako tehtävien välillä tapahtuu aktiivisen päätöksentekoprosessin tuloksena. Päätöksentekotilanteessa koeasetelmassa ilmennyt prospektiteorian mukainen epärationaalisuus liittyy toimivan strategian käyttämiseen. Toimivan strategian käyttö edellyttää, että mittarin palkitsemisperusteet ymmärretään syvällisesti. Havaittu prospektiteorian mukainen päätöksentekomalli ei tässä koeasetelmassa edusta voittavaa strategiaa. Luvussa 3.2 esitetty oppimiseen perustuva päätöksentekomalli kuvaa hyvin sitä, miten jotkut testihenkilöt pystyivät omaksumaan voittavan strategian. Koeasetelmassa RPD-mallin mentaalinen stimulointi korvaantui havainnoista oppimisella ja oman toiminnan nopealla muokkaamisella havaintojen perusteella. Johtopäätöksenä todetaan, että strategian käyttö vaati tietoista päätöksentekoa, jota tuki tilanteessa oppiminen kyseisen mallin mukaisesti. Tämän strategianäkökulman mukaisen johtopäätöksen lisäksi tietoinen päätöksenteko on sitä todennäköisempää, mitä enemmän testihenkilöllä on vapaata kognitiivista kapasiteettia tehtävän suorituksen aikana. Kognitiivisen kapasiteetin määrään vaikuttavat toki parametrienäkökulman mukaisesti kognitiiviset resurssit, mutta myös toimintaympäristön tuttuus.

7.2 Kausaliteetti

Korrelaatiot kertovat ainoastaan kahden muuttujan välisen yhteyden voimakkuudesta. Korrelaatiosta ei voi päätellä kausaalisuutta. E-urheilun ja monitehtäväsuorituskyvyn kausaalisuhteen toteamiseksi neljästä edellytyksestä toteutuu kaksi. Muuttujien yhteisvaihtelu eli korrelaatio sekä aiemmin esitetty teorian tuki toteutuvat. Ajallista järjestystä ei tämän tutkimuksen puitteissa pystytä osoittamaan, koska se olisi vaatinut interventiotutkimuksen. Esiteltyissä e-urheiluun liittyvissä tutkimuksissa on mukana interventiotutkimuksia, mutta haasteena niissä on käytetyn testin sisäiset oppimisvaikutukset ja siksi ne ovat alttiita kritiikille. Ajallista järjestystä voidaan kuitenkin lähestyä testihenkilöiden ilmoittaman e-urheilun harjoittelun määrän sekä monitehtävätestin pistemäärän korrelaation avulla. Tämä ei kuitenkaan riitä kausaalisuhteen toteamiseen.

Neljäs kausaliteetin edellytys on, että seuraus ei johdu kolmannesta, ulkopuolisesta tekijästä. Tässä tapauksessa on mahdollista, että taustalla vaikuttava yleinen lahjakkuus on yhteinen selittävä tekijä sekä e-urheilijan rankingille, että monitehtäväsuorituskyvylle. Tämä on loogisesti ajatellen jopa todennäköistä. Johtuen kontrolliryhmän rekrytoinnin epäonnistumisesta oli

e-urheilun harjoittelun ja yleisen lahjakkuuden merkitysten tunnistaminen haastavaa. Myöskään e-urheilijaryhmän sisällä yleistä lahjakkuutta ei ollut mahdollista selvittää, koska se olisi tullut tehdä samalla P1 -kokeella, jolla sekundaaridatan testiryhmä oli aikanaan valikoitunut. Tämän kokeen käyttö varusmiesvalintojen ulkopuolella olisi haastavaa, ja e-urheilijoiden mahdollisessa varusmiespalveluksessaan tekemien testien tulokset kuuluvat henkilösalaisuuden piiriin.

Mielenkiintoinen havainto oli e-urheilun harjoittelun voimakas korrelaatio monitehtäväsuorittamiseen sekä harjoittelun ja rankingin korreloimattomuus. Nämä havainnot yhdessä tarkoittavat, että harjoittelulla ei ole mahdollista määräänsä enempää vaikuttaa omaan rankingiin, mutta silti harjoittelu korreloi voimakkaasti monitehtäväsuorittamisen kanssa. Tästä voisi päätellä, että harjoittelu selittää osan monitehtäväsuorituskyvystä ja ranking osan, mutta ne eivät selitä samaa osaa pistemäärästä. Olisiko tällöin niin, että rankingin selitysvoimassa painottuu lahjakkuus ja harjoittelussa painottuu opitut taidot. Mikäli korkean rankingin omaava henkilö on ilmoittanut verraten pienen harjoittelumäärän, on selittävä tekijä todennäköisimmin lahjakkuus. Paljon harjoitteleva mutta alhaisemman rankingin pelaaja taas olisi menestynyt monitehtävätestissä harjoittelun johdosta. Matemaattisesti looginen selitys havainnolle on, että joidenkin testihenkilöiden tuloksissa painottuu lahjakkuus, kun taas toisilla harjoitusmäärät. Harjoittelun voimakkaasta korrelaatiosta monitehtäväsuorituskyvyn pistemäärään voidaan joka tapauksessa päätellä, että e-urheilun harjoittelulla on mahdollista parantaa suorituskykyä kyseisessä kognitiivisessa tehtävässä.

Teorialuvussa 3.2 käsiteltiin osaamista ja taitoa. Tämän perusteella e-urheilu kehittää digitaalisen toimintaympäristön psykomotorisia prosesseja kohti automaatiota, joka vapauttaa työmuistin kapasiteettia oppimiseen ja taktiseen ajatteluun. Siirto-oppimisen teoreettisen käsitteilyn perusteella siirto-oppiminen on tehokkaampaa, kun toiminnan elementit tai toimintaympäristö ovat samoja. Voidaan olettaa, että digitaalinen toimintaympäristö sisältää samoja elementtejä, joita e-urheilija kohtaa toimintaympäristössään. Tämän perusteella voidaan päätellä, että e-urheilun harrastamisella saattaa olla vaikutusta kognitiivisten kompetenssien kehittymiseen erityisesti digitaalisessa ympäristössä. Ilmavoimien tiettyjen tehtävien, esimerkiksi taistelunjohtajan, taisteluympäristön korkean digitalisaation asteen johdosta voidaan tehdä johtopäätös, että e-urheilu luo kognitiivisia valmiuksia joilla on käyttöä Ilmavoimien taisteluympäristössä.

7.3 Vastaus tutkimusongelmaan ja tulosten arviointi

Tutkimuksen tutkimuskysymyksenä eli ongelmana oli selvittää, kehittääkö e-urheilu ja tietokonepelaaminen tiettyjä taitoja tai kykyjä, jotka ovat käyttökelpoisia myös Ilmavoimien yhä digitalisoituvassa taisteluympäristössä. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan väittää, että tämä on mahdollista. Edellä esitetyt tulokset ja johtopäätökset osoittavat, että toimintapeliin pelaaminen vaikuttaa monitehtäväsuorituskykyyn digitaalisessa ympäristössä. Pitävän näytön saamiseksi olisi tarvittu aito vertailuasetelma sekä interventiotutkimus. E-urheilu on kuitenkin kognitiivista kilpailua, ja sen harjoitusvaikutus pelille tyypillisiin kognitiivisiin kompetensseihin on sama kuin perinteisten urheilulajien harjoitteluvaikutus lajille tyypillisiin fyysisiin kompetensseihin.

Kriittisimmin tämän tutkimuksen johtopäätöksistä tulee suhtautua kausaalisuuteen. On olemassa tutkimuksia, joiden mukaan kognitiiviset kyvyt kuten kapasiteetti ja työmuisti ovat synnynnäisiä, eikä niitä pysty harjoittamaan. Tässäkin asiassa vertailu perinteiseen urheiluun on paikallaan: urheilija ei pysty vaikuttamaan fyysiseen rakenteeseensa, kuten koripalloilija pituuteensa, mutta ponnistusvoimaa ja heittotarkkuutta pystyy harjoittamaan. Samalla tavoin, vaikka kognitiiviset kyvyt olisivat synnynnäisiä, taito niiden käyttämiseen kehittyy harjoittelun ja kokemuksen kautta. Lahjakkuuden merkitystä ei silti voi kokonaan unohtaa.

Tulokset ovat linjassa tämän tutkimuksen luvussa 4 esiteltyjen aiempien tutkimusten kanssa. Kognitiivisissa kykytesteissä on aina esitettävissä kritiikkiä mittarin tai koeasetelman luotettavuuden suhteen, ja interventiotutkimuksissa voi näkyä itse testin sisäinen oppimisvaikutus. Testitapahtumaan voi myös vaikuttaa lukemattomia sekoittavia tekijöitä, joiden vaikutuksia voi pyrkiä vähentämään mutta kaikkia vaikuttavia tekijöitä ei välttämättä vielä edes ymmärretä.

Tutkimuksen yleistettävyyks kärsii pienestä tutkittavien joukosta. Lisäksi tulokset, siinä määrin kuin ne ovat yleistettävissä, koskevat ainoastaan pientä osaa e-urheilun kirjosta eli FPS- ja MOBA-pelejä. Kuitenkin pienestäkin joukosta löydettiin voimakas korrelaatio monitehtäväsuorittamisen ja e-urheilun taitotason välillä. Tutkimuksen tulos osoittaa Puolustusvoimissa käytössä olevaa testiä hyödyntämällä kognitiivisesti samaa kuin Cooperin juoksutesti fyysisesti: valmiuksilla ja harjoittelulla on positiivinen yhteys tulokseen.

8 POHDINTA

On mielenkiintoista, että e-urheilun kausaalisia vaikutuksia kognitiivisiin kykyihin ei ole pystytty tieteessä vahvistamaan tai poissulkemaan. Tutkimustulokset tässä suhteessa ovat ristiriitaisia. Yksittäiset havainnot pelaamisen vaikutuksista jo hyvin nuorilla lapsilla puoltavat mielestäni jonkinlaisen kausaliteetin olemassaoloa. Tästä huolimatta on selvää, että ammattilais- tasolle pääseminen erittäin kilpaillussa e-urheilussa edellyttää myös lahjakkuutta. Rajanteko synnynnäisen ja opitun välillä on osittain keinotekoista. Perinteisen urheilun tutkimuksessa lahjakkuuden osuus on kiistatonta, mutta se ei estä tutkimasta harjoittelun vaikutuksia tai vähennä huippuyksilön ominaisuuksien arvostusta.

2020-luvun nuoret ovat 2030-luvun työntekijöitä. Digitaalisuuden merkitys ja uuden sukupolven "diginatiivien" kyvyt toimia ja omaksua tietoa digitaalisessa ympäristössä tulevat olemaan aina vain korkeammalla tasolla. Vaikka tässä tutkimuksessa keskityttiin pistemäiseen osaan kognitiivista kyvykkyyttä digitaalisessa ympäristössä, on digitalisaatiolla laajoja vaikutuksia kaikkeen inhimilliseen toimintaan. Tulevaisuudessa koneen ja ihmisen rajapintojen lisääntyessä saattaa olla, ettei ole olemassa kognitiivista kompetenssia jossa digitaalisuus ei olisi josakin määrin läsnä. Tämän tulisi näkyä myös tehtäessä uuden henkilöstöstrategian (Pääesikunta, 2022) mukaista tulevaisuuden osaamisvaatimusten määrittelyä. Tämän tutkimuksen perusteella toimintapelejä pelaavalla e-urheilijalla on kehittyneitä valmiuksia toimia sellaisessa digitaalisessa ympäristössä, jota määrittävät nopea tempo ja suuresta informaation määrästä johtuvat haasteet tarkkaavaisuudelle.

Luvun 3 perusteella yksilöiden oppimaan oppimisen ja metakognition kehittäminen on tärkeää koulutuksen tehostamiseksi. Myös Jyrkönen (2017) oli diplomityössään tunnistanut oppimiskyvyn merkityksen hävittäjäalentäjän kyvykkyytenä tulevaisuudessa. Simulaattorikoulutuksen ja tätä myötä pelillistämisen lisääntyessä on koulutuksen kannalta eduksi, että e-urheilu kehittää kompetenssia tässä toimintaympäristössä. Tämä taas vapauttaa kognitiivista kapasiteettia metakognitiivisiin prosesseihin kuten oppimiseen ja ajatteluun.

Koulutuksen pelillistäminen ja simulaattorikoulutuksen kehittäminen eivät tulevaisuudessa voi rajoittua vain toiminnan motivoivaan, kustannustehokkaaseen ja turvalliseen harjoitteluun. Luvun 4 perusteella digitaalisessa ympäristössä on hyvällä koulutukseen käytettävien ohjelmien suunnittelulla mahdollista kehittää myös oppijan kognitiivisia kykyjä. Näiden siirtovaikutus luonnolliseen ympäristöön on kyseenalainen, mutta strategianäkökulman mukaisesti kehittynyt kognitiivisen kapasiteetin käyttö vapauttaa kapasiteettia oppimiseen. Tässä

tutkimuksessa esitetyn kirjallisuuden (Hare, 2023; McKinley, 2011) perusteella toimintapelien pelaamisesta on etua oppimismopeuden ja saavutettavan suorituskyvyn kannalta, jolloin se on eduksi kouluttauduttaessa tehtävään digitaalisessa toimintaympäristössä.

Tutkimuksessa luonnostellun oppimiseen perustuvan päätöksentekomallin perustana onkin juuri toiminnan aikainen ylimääräinen kognitiivinen kapasiteetti, joka mahdollistaa tilanteessa oppimisen. Tästä löytyy yhtäläisyys Mansikan (2016, s. 99) väitöskirjassaan esittämään ylimääräiseen kognitiivisen kapasiteettiin tärkeyteen hävittäjäkoneen ohjaajan vastatessa yllättäviin tilanteisiin. Yllättäviin tilanteisiin vastatessaan ohjaaja tekee päätöksiä RPD-mallin mukaisesti hakien päätöksenteon perusteita kokemuksestaan. Koulutuksessa olevalla ohjaajalla ei vielä ole riittävää kokemuspohjaa tilanteessa toimimiseen, jolloin ylimääräinen kapasiteetti auttaa oppimisessa joka taas tukee päätöksentekoa myöhemmissä tilanteissa. Oppiminen siis tuottaa kokemusta.

Ilmavoimien taistelunjohtaja operoi täysin digitaalisessa ympäristössä tietokoneen päätteen ja digitaalisen viestinnän sekä radiokommunikaation varassa. Ainoana inhimillisen viestinnän kanavana on tarvittava tiedonvaihto muiden operaatiohallin toimijoiden kanssa. Tutkimuksen perusteella toimintaympäristön tuttuuden hyödyt ovat selkeät. Voidaan myös pohtia niiden hyötyjä osittain digitaalisissa ympäristöissä. Hävittäjälentäjän ohjaamon täyttää ohjainlaitteiden lisäksi suuri tietokoneen näyttö, tuulilasinäyttö sekä kypäränäyttö. Molemmissa tehtävissä vaadittavien ominaisuuksien ja kykyjen kirjo on laaja, sisältäen toimintaan liittyvien kognitiivisten kompetenssien lisäksi muun muassa taktisen ajattelun ja teknisen osaamisen. On kuitenkin todennäköistä, että digitaalisen toimintaympäristön tutuus ja toimintapeleissä vaadittavat erityiset kognitiiviset kyvyt ovat haluttuja ominaisuuksia tehtäviin koulutettavalle. Ne luovat valmiuksia toimia nopeatempoisessa digitaalisessa ympäristössä, joka taas vapauttaa kognitiivista kapasiteettia taktiseen ajatteluun ja oppimiseen.

Toimintaympäristönä toimintapelien sisäinen kommunikaatio on hyvin samankaltainen Ilmavoimien taistelu ympäristön kanssa, kuten luvussa 4 todettiin. Kommunikointi tapahtuu kuulokkeiden ja mikrofonin (headset) välityksellä ilman visuaalista kontaktia. Tällöin kommunikaatiosta jää puuttumaan kaikki inhimillisen non-verbaalisen viestinnän keinot. Myös mahdolliset ymmärrysongelmat viestinnän kriittisessä vaiheessa ovat mahdollisia. Kommunikaation selkeyteen paineistetussa tilanteessa tulee siis kiinnittää huomiota. Tärkeää on myös oman kriittisen viestin ymmärtämisen varmistaminen ilman suoraa katsekontaktia. Tämä on asia jonka oppimiseen kuluu jonkin verran resursseja koulutuksen aikana. On

todennäköistä, että e-urheilijalla on kokemuksensa kautta tämänkaltaiseen taktiseen puhekommunikaatioon ja sen perusteiden ymmärtämiseen hyvät valmiudet.

Tiimityöskentely on tärkeä menestystekijä taistelussa, mutta myös elämässä yleensä. Tästä syystä joukkueurheilua on pidetty hyödyllisenä yhdessä toimimisen ja sosiaalisten taitojen kehittymisen kannalta. Myös e-urheilussa, kuten perinteisessä urheilussa, on sekä yksilö- että joukkuelajeja. Lukujen 2 ja 4 perusteella joukkuepelien menestystekijöihin kuuluu oman roolin ymmärtäminen joukkueessa ja tilanteessa, toisten toiminnan huomiointi, ennakointi ja tukeminen sekä kommunikaatiotaidot. Joukkuepelit kehittävät tiimityöskentelytaitoja samoilla mekanismeilla kuin perinteinen joukkueurheilu.

E-urheilu ja erityisesti toimintapelit vaativat myös päätöksentekokykyä. Tutkimukseen valikoituneissa peleissä päätökset tulee pystyä tekemään vajain tiedoin ja mieluusti vastustajaa nopeammin jolloin aloite pystytään pitämään omalla joukkueella. Osa päätöksistä on itsenäisiä, mutta joukkueen toiminnan kannalta kriittistä on ryhmän kyky jakaa tietoa ja tehdä sen perusteella päätöksiä. Joukkueissa on tavallisesti pelin sisäinen johtaja, joka määrittää taktiikan kussakin tilanteessa. Mikäli johtaja on "kuollut", tulee muiden pystyä toimimaan joukkueena myös ilman häntä. Päätöksentekomekanismit ovat siis jopa lähempänä sotilaallista toimintaa kuin perinteisessä urheilussa. Tutkimukseen valitut pelit luovat kilpailullisuutta mallintamalla taistelukenttää, jonka ominaisuus on rajallinen informaation määrä.

Suoraan päätöksentekokyvyn kehittymiseen e-urheilussa viittaavaa tutkimustietoa ei ole, mutta sitä tukeviin tekijöihin kuten ennakointiin, havainnointiin ja kapasiteettiin e-urheilulla on luvun 4 perusteella vaikutusta. Nämä korostavat kognition parametrinäkökulman merkitystä päätöksenteossa. Tämän tutkimuksen lähestymistapa päätöksentekoon oli kuitenkin strateginäkökulma. Havainto e-urheilijoiden strategian käytöstä päätöksenteon tukena ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta kuitenkin positiivinen. Aikaisemman tutkimuksen ja tämän tutkimuksen tulosten synteesi tukee ajatusta siitä, että toimintapelien pelaaminen saattaa kehittää päätöksentekokykyä.

Tässä tutkimuksessa esitetty oppimiseen perustuva päätöksentekomalli toimii parhaiten abstrakteja ongelmia ratkaistaessa. Kuitenkin sen hyödyt ovat mielestäni siirrettävissä myös rajallisen informaatioympäristön tilanteisiin, kuten toimintapeleihin tai taistelukentälle. RPD-malli kuvaa päätöksentekoprosessia hyvin silloin, kun koulutuksen tai kokemuksen kautta on mahdollista tunnistaa tilanteessa tuttuja elementtejä. Tässä tutkimuksessa kehitetty päätöksentekomalli taas nousee oikeuksiinsa tilanteissa, joissa tuttuja elementtejä ei ole vaan on opittava tilanteessa saatavan kokemuksen kautta nopeasti optimoimaan toimintaa. Tämän vuoksi se

kuvaa myös hyvin päätöksentekoprosessia koulutuksen alkuvaiheessa, kun valmiita kokemusrakenteita ei vielä ole syntynyt. Lewinin (1951) oppimisen malli kuvaa oppimistapahtumaa muuten riittävästi, mutta se ei korosta päätöksentekoa aikapaineessa kuten RPD-malli.

Edellä pohditusta voidaan tehdä johtopäätös, että toimintapeliin pelaaminen antaa valmiuksia toimia sekä tehostaa oppimista nopeatempoisessa digitaalisessa taisteluympäristössä.

8.1 Tutkimuksen suositukset

Voidaan olettaa, että e-urheilijoiden joukossa tiettyyn tehtävään vaadittavat muut ominaisuudet, kuten fyysinen suorituskyky ja yleinen lahjakkuus, ovat lähellä koko populaation keskiarvoa. Vaikka näin ei olisi, on valintamenettelyllä varmistettavissa, että valitut henkilöt täyttävät kyseiset vaatimukset. Näillä oletuksilla todetaan, että e-urheilusta on hyötyä digitaalisessa toimintaympäristössä oppimisessa ja työskentelemisessä. Kognitiivisilla kyvyillä saattaa olla myös siirtovaikutusta muuhun toimintaan. Kausaalisuutta ei tutkimuksen rajoitteiden vuoksi pystytty todistamaan, mutta Puolustusvoimien rekrytoinnin kannalta tällä ei ole merkitystä. Koulutusmenetelmiin liittyvissä suosituksissa kausaaliteetti on oletuksena.

Uuden henkilöstöstrategian mukaan tulevaisuudessa tarvittava ja erityisesti uusien suorituskykyjen vaatima osaaminen tulee tunnistaa. (Pääesikunta, 2022) Digitaalisessa toimintaympäristössä suoritettavien tehtävien, esimerkiksi mahdollisten monimutkaisten miehittämättömien lentolaitteiden operaattoreiden joukkotuotannon alkaessa, on syytä harkita varusmiesten erikoiskoulutuksen rekrytoinnin suuntaamista e-urheilutapahtumiin, alustoille ja organisaatioihin. Digitaalisen ympäristön kognitiiviset vaatimukset on myös otettava perusteellisesti huomioon uusien tehtävien osaamisvaatimuksia määriteltäessä ja e-urheilun harrastuneisuuden suosiminen valintaprosessissa tulee harkita tehtäväkohtaisesti.

Puolustusvoimien osaamisen hallinnan normin mukaisesti kognitiivisen tutkimuksen tuomat osaamiseen liittyvät uudet suuntaukset on huomioitava oppimisympäristöjä kehitettäessä (Pääesikunta, 2021). Tässä tutkimuksessa tuli esille mahdollisuus kehittää digitaalisia harjoitteita, jotka kehittävät esimerkiksi havaintotasapainoa, visuospatiaalista hahmottamista ja psyykomotoriikkaa digitaalisessa ympäristössä. Tällaisten harjoitteiden kehittäminen digitaalisessa toimintaympäristössä operoiville taistelijoille on yhtä merkittävää kuin fyysisten harjoitteluympäristöjen kehittäminen fyysisessä toimintaympäristössä operoiville taistelijoille. Tällaisilla harjoitteilla on mahdollista toteuttaa myös uuden henkilöstöstrategian (Pääesikunta, 2022) tunnistama tarve kehittää digitaalisia työkaluja ja palveluita, jotka tukevat yksilön toimintakyvyn eri osa-alueiden kehittämistä.

Ilmavoimien tietyissä tehtävissä, esimerkiksi taistelunjohtajina, toimivien rekrytointia olisi mahdollista suunnata jo nyt e-urheilijoihin. Valintatilanteessa e-urheilun voisi laskea eduksi, mutta vielä toistaiseksi ei tulisi myöntää valintapisteitä jotka saattaisivat johtaa koulutukseen hyväksymisen minimivaatimusten ylittämiseen. Valintapisteiden myöntäminen tulee ajankoh- taiseksi, kun tehtävien vaatimuskuvaukset sitä puoltavat. Kuitenkin minimivaatimukset täyt- tävien joukossa e-urheilu tulisi ottaa positiivisesti huomioon tehtävissä, joiden toimintaympä- ristö on vahvasti digitaalinen.

Kognitiiviset kompetenssit tulisi ymmärtää kehitettävissä olevana toimintakyvyn osa-alueena, ei synnynnäisenä valmiutena. Esimerkiksi pelillistämisen lisääntyessä harjoittelussa tulisi ot- taa huomioon myös kognitiiviset kyvyt. Peleillä ja simulaattoreilla voi harjoitella toimintaa ja tehdä kontekstia tutuksi, mutta myös täysin oppimisen kohteesta irrallisilla peleillä on positii- visia vaikutuksia kognitiivisiin kykyihin, joilla on käyttöä myös itse tehtävässä.

Tutkimuksen koeasetelmana ollutta *time sharing* -kykyä mittaavaa testiä olisi mahdollista ke- hittää edelleen. Psykomotoristen ominaisuuksien painoarvoa testin suorittamisessa olisi mah- dollista vähentää suurentamalla reset-painikkeen kokoa tai muuttamalla koko kyseinen mittariruutu resetoinnin mahdollistavaksi painikkeeksi. Tällöin testihenkilölle riittää painallus "sinne päin" eikä motorisen liikkeen hallintaan kulu juurikaan kognitiivista kapasiteettia.

Toinen testiin liittyvä kehitysehdotus koskee havaintotasapainoa, jonka merkitystä olisi mah- dollista vähentää muuttamalla mittareiden liikesuuntia. Vaihtoehtoisen liikesuunnat voisivat olla oikealta vasemmalle tai vertikaalisia. Myös kiertävien, kasvavien tai syvyysuunnassa toimivien mittarien tarkoituksenmukaisuutta voisi tarkastella. (M. Lappalainen, haastattelu, 14. tammikuuta 2023) Vasemmalta oikealle etenevä mittari lienee tarkoituksenmukainen, mi- käli halutaan testata *time sharing* -kykyä nimenomaan mittarilento-olosuhteissa. Ominaisuu- den testaaminen dynaamisessa ja nopeatempoisessa ympäristössä vaatisi monipuolisempia mittareita.

8.2 Tutkimuksen rajoitukset ja kritiikki

Tutkimuksessa tehty raja- us toimintapeleihin ja näistä vain neljään suosittuun peliin oli tärkeä tutkimuksen toistettavuuden kannalta, mutta se heikentää tutkimuksen yleistettävyyttä. Tu- loksissa on muistettava, että e-urheilijalla viitataan tässä toimintapelien pelaajaan, koska eri peleillä on luvussa 2 todetun mukaisesti erilaiset kognitiiviset vaatimukset.

E-urheilun tutkimuskenttä on nuori, eikä tieteellistä paradigmaa ole vielä muodostunut. Tieteellisiä perusteoksia ei ole olemassa. Myös joidenkin vertaisarvioitujen artikkeleiden tieteellisen arvon todentaminen on ollut haastavaa. Tätä on pyritty kompensoimaan esittelemällä tutkimuskenttää laajasti ja kaikki näkökulmat huomioiden.

Tieteenfilosofiselta kannalta tutkimusta voi kritisoida tilastollisten menetelmien käytöstä ihmistieteissä. Nollahypoteesia käyttäessä oletetaan, että jokin arvo on nolla, ja tämä pyritään todistamaan epätodeksi. Kritiikin mukaan tämä ei sovellu ihmistieteisiin, joissa mikään arvo ei koskaan ole tasan jotakin, toisin kuin luonnontieteissä. Abstrakteja käsitteitä, kuten monitehtäväsuorituskykyä tarkasteltaessa ei kuitenkaan ole mielekästä esittää ryhmällä A olevan X pistettä enemmän monitehtäväsuorituskykyä kuin ryhmällä B. Tällaisen lauseen tieteellinen arvo olisi olematon. Tästä syystä tilastollinen testaus on ymmärrettävä lähestymistapa tutkimusongelmaan. Tällöin saadaan esimerkiksi tässä tutkimuksessa valitulla merkitsevyystasolla tulos, jonka mukaan jokin tulos on pätevä 95 %:ssa tutkimuksen perusjoukosta.

Tilastollisen analyysin tulee olla vain lähtökohta tulkinnalle. Kiinnostavaa ryhmien samankaltaisuuksien tai eroavaisuuksien lisäksi on se, mikä merkitys havainnoilla on tutkimusongelman suhteen. Tätä on tässä tutkimuksessa pyritty toteuttamaan eriyttämällä tulokset ja johtopäätökset erillisiksi luvuikseen. Tuloksissa esitellään havainnot, ja niiden merkitystä tutkimusongelmalle selvitetään johtopäätöksissä.

Ulkoisella validiteetilla tarkoitetaan tutkimuksen yleistettävyyttä koeasetelman ulkopuolelle. Tutkimuksen ulkoinen validiteetti kärsii eniten heikkouksista otannassa. Näyte jäi valitettavan pieneksi. Koska kontrolliryhmästä ei saatu riittävän kokoista näytettä analyysiä varten, tehtiin vertailu pelkästään sekundaariaineistoon. Sekundaariaineiston tausta erosi tutkimusnäytteestä, joka tosin mahdollisesti mielenkiintoisen vertailuasetelman. Toisaalta, sekundaariaineiston osallistujilta ei voitu enää jälkikäteen selvittää taustatekijöitä joita tutkimusnäytteen osalta selvitettiin. Sekundaariaineiston validiteettia vähensi myös datan graafinen paikannus kuvajista sen sijaan, että raakadata olisi ollut käytettävissä taulukkona.

E-urheilijoiden rankingin ja monitehtäväsuorituksen vertailussa otannan heikkoudet tulevat esiin vähiten, ja tämä osuus tutkimuksesta antaa kaikkein luotettavinta tietoa tutkimuskysymykseen nähden. Toki yleistettävyyttä olisi parantanut laajempi otanta.

Sisäisellä validiteetilla tarkoitetaan koeasetelman pätevyyttä, eli miten hyvin mahdolliset muut tulokseen vaikuttavat tekijät on kontrolloitu. Tutkimuksessa käsitteet määriteltiin ja teoriaa tarkasteltiin kriittisesti vaihtoehtoiset selitykset ja tutkimuksen rajoitteet huomioiden.

Mittarin valinta perustui tutkimuskysymykseen ja sen validiteetti sekä reliabiliteetti oli perusteltu valmiiksi. Mittaustilanteessa sisäistä validiteettia heikensivät tunnistetusti testin suorittajan motivaatiotaso sekä vireystila. Näiden tekijöiden vaihtelu ryhmien sisällä sekä tutkimuksen näytteen ja sekundaariaineiston välillä vaikuttavat validiteettia alentavasti, eikä niitä ollut mahdollista kontrolloida. On myös oletettavaa, että korkealla tasolla urheileva e-urheilija omaa tietyn määrän yleistä lahjakkuutta. Lisäksi on täysin mahdollista, että ainakin osa P1 40% sekundaariaineiston havaintoyksiköistä harrastaa e-urheilua korkealla tasolla. Näitä asioita ei päästy tutkimuksessa selvittämään, mikä myös on omiaan heikentämään tutkimuksen sisäistä validiteettia.

Tutkimukseen valittu mittari on yksi tapa mitata monitehtäväsuorituskykyä. Tapoja olisi useita erilaisia liittyen eri aisteihin ja erilaisiin kognitiivisiin kuormittavuuksiin. Tästäkin mittarista oli alun perin kolme eri versiota, joita vertailtiin mittaria kehitettäessä. Mittarin validiteettia on käsitelty aikaisemmin luvussa 5.4. Toisaalta mittarin validiteetti mittaamaan monitehtäväsuorituskykyä on toissijaista tutkimuksen kannalta, koska tutkimuksessa haluttiin tuottaa tietoa nimenomaan erikoiskurssien valinnoissa käytettävällä mittarilla.

Tutkimuksessa käytetty mittari oli siis hyvä ja perusteltu, mutta otanta on heikko. Induktiivinen yleistävä päättely kärsii heikkouksista otannassa. Tutkimuksen tuloksia voidaan kuitenkin pitää luotettavina. Lisäksi ne ovat linjassa kirjallisuuskatsauksessa saatujen havaintojen kanssa, ja hypoteesien asettelu on perusteltu teorialähtöisesti.

Yksi teorian kautta esitetyistä oletuksista oli, että e-urheilu kehittää psykomotorisia prosesseja, erityisesti silmä-käsi-koordinaatiota. Tämän vaikutusta ei kuitenkaan tutkimuksen koeasetelmassa voitu testata. Psykomotoristen tekijöiden vaikutusta tulokseen vähensi myös hii-ren oletusarvoiseksi asetettu herkkyysaste. Vakioitu asetus on tärkeä tekijä tutkimuksen toistettavuuden kannalta, mutta e-urheilijat kertoivat tämän asetuksen olevan liian herkkä ja vaikeuttavan siksi suoritusta. Mikäli psykomotorisen siirto-oppimisen vaikutukset halutaan näkyviin testituloksessa, on tämäkin asia huomioitava.

Strategian käytön osalta kerätty aineisto perustui tutkijan subjektiiviseen arvioon. Vaikka kysymys mahdollisesta strategian käytöstä oli kaikille suorittajille sama, saattoi testihenkilön kyky ymmärtää kysymys ja strategian määritelmä heti testin jälkeen olla heikentynyt. Lisäksi vastaamisessa saattoi esiintyä sosiaalista suotavuutta eli pyrkimystä vastata halutulla tavalla. Tutkija arvioi vastaukset oman ammattitaitonsa perusteella, joka menetelmänä on myös altis kriittiselle tarkastelulle.

Ennen tilastollista analyysiä tehty outlierien poisto vaikuttaa keinotekoisesti tilastollisten testien lopputulokseen. Menetelmä on kuitenkin perusteltu siksi, että outlierien vaikutus on tilastollisesti suuri ja ne saattavat siksi vääristää tulosta. Analyysien jälkeen tutkija tarkisti kahden outlierin vaikutukset toisen hypoteesin tilastollisiin tuloksiin. Outlierien mukaanotto vahvisti e-urheilijan rankingin ja monitehtävapistemäärän korrelaatiota ($r > 0,6$; $n = 18$; $p < 0,01$). E-urheilijoiden pistekeskisarvoa se laski 7,5 pisteellä. Oppimismopeuden kulmakerroin kasvoi 0,4 yksikköä, mutta lähtötaso laski 12 pistettä.

8.3 Jatkotutkimus

Jatkotutkimuksen kannalta Ilmavoimien erikoiskurssien hakuprosessissa tulisi selvittää tiedot e-urheilun harrastuneisuudesta. Selvitettävät asiat voisivat olla esimerkiksi harrastetut pelit, pelitunnit viikossa sekä kokemus vuosina. Myös ranking kannattaa selvittää, mutta tämän hyödynnettävyys on haastavaa pitkässä tutkimuksessa rankingtasoissa tapahtuvien muutosten vuoksi. Yksi keino olisi kysyä ranking suoraan suhdelukuna pelin käyttämiin rankingtasoihin. Elo-lukua hyödyntävissä peleissä käytettävyys on parempi, ja pelaajan Elo-luku kannattaa selvittää mahdollisilta CS:GO- ja Starcraft 2 -pelien pelaajilta. Kerätyn datan perusteella olisi mahdollista selvittää suurella otannalla e-urheilun vaikutuksia kattavien kognitiivisten testien pistemääriin, mutta myös myöhempään menestymiseen sotilasuralla.

Mansikka (2016) tutki väitöskirjassaan hävittäjälentäjien kognitiivista kuormitusta HRV (*Heart Rate Variation*) -analyysin perusteella. HRV-analyysin voisi yhdistää myös tämän tutkimuksen *time sharing* -koeasetelmaan. Kognitiivinen kuormitus suhteessa suoritustasoon mahdollistaisi empiirisen näytön ylimääräisen kognitiivisen kapasiteetin olemassaolosta ja tämän vertailun e-urheilun harrastuneisuuteen.

Lisäksi olisi mielenkiintoista päästä tekemään tässä tutkimuksessa yritykseksi jäänyt vertailu e-urheilijoiden ja kontrolliryhmän välillä. Kontrolliryhmän tulisi harrastaa tietokonepelaaamista alle tunnin viikossa, ja se olisi hyvä rekrytoida esimerkiksi ammattikorkeakoulusta, jolloin ikä- ja koulutustaso olisivat yhtenevät. Tämän tutkimuksen e-urheilijoita koskevan aineiston käyttäminen sekundaariaineistona olisi mahdollista tällaisessa tutkimuksessa.

LÄHTEET

- Adams, J. A. (1987). Historical review and appraisal of research on the learning, retention, and transfer of human motor skills. *Psychological bulletin*, *101*(1), 41–74.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.1.41>
- Alberti, R., & Deblon, F. (1992). Cognitive modelling of fighter aircraft process control: a step towards an intelligent on-board assistance system. *International Journal of Man-Machine Studies*, *36*(5), 639–671.
[https://doi.org/10.1016/0020-7373\(92\)90035-J](https://doi.org/10.1016/0020-7373(92)90035-J)
- Allport, D. A., Antonis, B., & Reynolds, P. (1972). On the division of attention: A disproof of the single channel hypothesis. *Quarterly journal of experimental psychology*, *24*(2), 225–235.
<https://doi.org/10.1080/00335557243000102>
- Anderson, J. R. (2015). *Cognitive Psychology and Its Implications*. (8. painos.) Worth Publishers.
- APA Dictionary of Psychology. (2022). Haettu 2.1.2022 osoitteesta
<https://dictionary.apa.org/time-sharing>
- Ausink, J., Marken, R., Miller, L., Manacapilli, T., Taylor, W., & Thirtle, M. (2005). *Assessing the impact of future operations on trainer aircraft requirements*. RAND Corporation, Santa Monica, CA.
- Baker, J., Schorer, J., & Wattie, N. (2018). Compromising Talent: Issues in Identifying and Selecting Talent in Sport. *Quest*, *70*(1), 48–63
<https://doi.org/10.1080/00336297.2017.1333438>
- Baker, J. (2022). *The Tyranny of Talent*. Aberrant Press.
- Barrett, L. F., Tugade, M. M., & Engle, R.W. (2004). Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological bulletin*, *130*(4), 553–573.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.4.553>

- Bavelier, D., Achtman, R. L., Mani, M., & Föcker, J. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. *Vision Research*, *61*, 132–143.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.08.007>
- Beach, L. R., & Lipshitz, R. (1993). Why Classical Decision Theory is an Inappropriate Standard for Evaluating and Aiding Most Human Decision Making. Teoksessa G. A. Klein (toim.), J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok, *Decision making in action: Models and methods* (3. painos, ss. 21–35.) Ablex
- Beach, L. R., Chi, M., Klein, G., Smith, P., & Vicente, K. (2014). Naturalistic Decision Making and Related Research Lines. Teoksessa C. E. Zsombok (toim.) & G. Klein (toim.), *Naturalistic Decision Making* (ss. 29–35). Psychology Press.
- Bediou, B., Adams, D. M., Mayer, R. E., Tipton, E., Green, C. S., & Bavelier, D. (2018). Meta-analysis of action video game impact on perceptual, attentional, and cognitive skills. *Psychological bulletin*, *144*(1), 77–110.
<https://doi.org/10.1037/bul0000130>
- Boot, W. R., Kramer, A. F., Simons, D. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2008). The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta psychologica*, *129*(3), 387–398.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.09.005>
- Brams, S., Ziv, G., Levin, O., Wagemans, J., William, A. M., & Helsen, W. F. (2019). The relationship between gaze behavior, expertise and performance: A systematic review. *Psychological Bulletin*, *145*(10), 980–1027.
<http://dx.doi.org/10.1037/bul0000207>
- Broadbent, D. E. (1982). Task combination and selective intake of information. *Acta psychologica*, *50*(3), 253–290.
[https://doi.org/10.1016/0001-6918\(82\)90043-9](https://doi.org/10.1016/0001-6918(82)90043-9)
- Cambridge Dictionary*. (2022). Haettu 6.2.2022 osoitteesta
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/skill>

- Campbell, M. J., Toth, A. J., Moran, A. P., Kowal, M., & Exton, C. (2018). eSports: A new window on neurocognitive expertise? *Progress in Brain Research*, 240, 161–174. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.09.006>
- Causer, J., Janelle, C. M., Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2012). Perceptual expertise: What can be trained? Teoksessa N. J. Hodges & A. M. Williams, *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (3. painos, ss. 306–324). Routledge
- Chaiken, S. R., Kyllonen, P. C., & Tirre, W. C. (2000). Organization and components of psychomotor ability. *Cognitive Psychology*, 40(3), 198–226. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0729>
- Childers, J. (2021, 19.8.). League Of Legends: How The Ranking System Works. *TheGamer*. <https://www.thegamer.com/league-of-legends-how-the-ranking-system-works/>
- Coker, C. A. (2009). *Motor learning & control for practitioners*. Scottsdale, AZ
- Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, M. Á., Shih, P. C., & Flores-Mendoza, C. (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs, but why?. *Intelligence*, 36(6), 584–606. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2008.01.002>
- Damos, D. (2011). *KSAOs for military pilot selection: A review of the literature*. Randolph AFB, TX: Air Force Personnel Center, Strategic Research and Assessment Branch.
- de Groot, A. D. (1946). *Het denken van der schaker: een experimenteel-psychologische studie*. [Shakinpelaajan ajattelu: kokeellinen psykologinen tutkimus]. North-Holland Publishing Company.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September 28-30). *From game design elements to gamefulness: defining "gamification"*. [Konferenssijulkaisu]. 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments, Tampere, Finland. (ss. 9–15). <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

- Ding, Y., Hu, X., Li, J., Ye, J., Wang, F., & Zhang, D. (2018). What Makes a Champion: The Behavioral and Neural Correlates of Expertise in Multiplayer Online Battle Arena Games. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(8), 682–694. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1461761>
- Donald, A. (2022, 18.12.). How Valorant Ranking System Works - Rankings Explained. *Alphr*. <https://www.alphr.com/valorant-ranking-works/>
- Dye, M. W., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). The development of attention skills in action video game players. *Neuropsychologia*, 47(8–9), 1780–1789. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.002>
- Endsley, M. R., & Smith, R. P. (1996). Attention distribution and decision making in tactical air combat. *Human Factors*, 38(2), 232–249. <https://doi.org/10.1177/00187208960638>
- Ericsson, K. A. (2006). The influence of experience and deliberate practice on the development of superior expert performance. Teoksessa K. A. Ericsson (toim.), N. Charness (toim.), P. J. Feltovich (toim.) & R. R. Hoffman (toim.), *Cambridge handbook of expertise and expert performance* (ss. 685–705). Cambridge University Press.
- Espeseth, T., Christoforou, A., Lundervold, A. J., Steen, V. M., Le Hellard, S., & Reinvang, I. (2012). Imaging and cognitive genetics: The Norwegian Cognitive NeuroGenetics sample. *Twin Research and Human Genetics*, 15(3), 442–452. <https://doi.org/10.1017/thg.2012.8>
- Esports.net. (2022). *CSGO Ranks >> The CSGO ranking system explained*. Haettu 2.3.2022 osoitteesta <https://www.esports.net/wiki/guides/csgo-ranks-explained/>
- Esportsbets. (2022). *Valorant Ranks, Distribution & Ranking System Explained*. Haettu 11.11.2022 osoitteesta <https://www.esportsbets.com/valorant/ranks/>

- Evans, J. S. B., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on psychological science*, 8(3), 223–241. <https://doi.org/10.1177/1745691612460685>
- Faraci, D. (2019). *Spacewar! And the birth of Esports*. Haettu 1.7.2022 osoitteesta <https://highscoreesports.com/2019/07/10/spacewar-and-the-birth-of-esports/>
- Feltovich, P. J., Prietula, M. J., & Ericsson, K. A. (2006). Studies of expertise from psychological perspectives. Teoksessa K. A. Ericsson (toim), N. Charness (toim.), P. J. Feltovich (toim.) & R. R. Hoffman (toim.), *Cambridge handbook of expertise and expert performance* (ss. 41–68). Cambridge University Press.
- Fleishman, E. A. (1964). *The structure and measurement of physical fitness*. Prentice-Hall.
- Freeman, G., & Wohn, D. (2017, October 15-18). *Social Support in eSports: Building Emotional and Esteem Support from Instrumental Support Interactions in a Highly Competitive Environment*. [Konferenssijulkaisu]. The Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.1145/3116595.3116635>
- Gagne, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High ability studies*, 15(2), 119–147. <https://doi.org/10.1080/1359813042000314682>
- Gibson, J. J. (2002). A theory of direct visual perception. Teoksessa A. Noë (toim.) & E. Thompson (toim.), *Vision and Mind: selected readings in the philosophy of perception* (ss. 77–90). MIT Press
- Gopher, D., Well, M., & Bareket, T. (1994). Transfer of skill from a computer game trainer to flight. *Human Factors*, 36(3), 387–405. <https://doi.org/10.1177/001872089403600301>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423, 534–537. <https://doi.org/10.1038/nature01647>

- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Enumeration versus multiple object tracking: The case of action video players. *Cognition*, 101(1), 217–245.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.10.004>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2015). Action video game training for cognitive enhancement. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 103–108.
<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.04.012>
- Greenfield, P., DeWinstanley, P., Kilpatrick, H., & Kaye, D. (1994). Action video games and informal education: Effects on strategies for dividing visual attention. *Journal of applied developmental psychology*, 15(1), 105–123.
[https://doi.org/10.1016/0193-3973\(94\)90008-6](https://doi.org/10.1016/0193-3973(94)90008-6)
- Haapala, S. M., Hakala, A., & Hurme, E. (2020). *Nuorten kokemuksia nuorisotyön järjestämästä esport joukkuevoiminnasta*. [Opinnäytetyö]. Tampereen Ammattikorkeakoulu.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/353275/Haapala_Sanna-Maria_Hakala_Alli_Hurme_Eden.pdf?sequence=3
- Haavisto, M.-L., & Oksama, L. (2007). Kognitiivisen kuormituksen arviointi: Esimerkkinä hävittäjälentäjän tehtävä- ja kuormitusanalyysi. *Työ ja Ihminen* 21(1), 17–29.
- Hambrick, D. Z., Oswald, F. L., Darowski, E. S., Rench, T.A., & Brou, R. (2010). Predictors of multitasking performance in a synthetic work paradigm. *Applied cognitive psychology*, 24(8), 1149–1167.
<https://doi.org/10.1002/acp.1624>
- Hare, J. (2023). Why gaming skills are landing people high-paid jobs. *Financial Review*.
<https://www.afr.com/work-and-careers/careers/meet-josh-hobbs-builder-of-empires-and-container-terminal-overlord-20230215-p5ckni>
- Harlem, T. O. (2016). *Seleksjon flygere F-35: Neste generasjon jagerfly, en ny generasjon flygere?* [Pro gradu -tutkielma]. Forsvarets høgskole.

- Hart, S. G., & Battiste, V. (1992, October). *Field test of video game trainer*. [Konferenssijulkaisu]. The Human Factors Society Annual Meeting, 36(17), Los Angeles, CA. (ss. 1291–1295). SAGE Publications
<https://doi.org/10.1518/107118192786749450>
- Heikkilä, T. (2010). *Tilastollinen tutkimus* (7.-8. painos). Edita Prima Oy.
- Himanen, P. (2013). *Ilmavoimien taistelunjohtajan tehtäväanalyysi: tilannetietoisien päätöksenteon tarkastelu critical decision methodin avulla*. [Pro gradu -tutkielma]. Maanpuolustuskorkeakoulu.
<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201309095656>
- Himmelstein, D., Liu, Y., & Shapiro, J. L. (2017). An exploration of Mental Skills Among Competitive League of Legend Players. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 9(2), 1–21.
<https://doi.org/10.4018/IJGCMS.2017040101>
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita*. (15. painos). Tammi.
- Hubert-Wallander, B., Green, C. S., & Bavelier, D. (2011). Stretching the limits of visual attention: the case of action video games. *Wiley interdisciplinary reviews: cognitive science*, 2(2), 222–230.
<https://doi.org/10.1002/wcs.116>
- Häyhä, L., Kailaheimo-Lönnqvist, S., & Pulkka, A. T. (2021). *Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät sotatieteissä käyttäytymistieteiden näkökulmasta*. Maanpuolustuskorkeakoulu. Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos. Julkaisusarja 3: Työpapereita nro 8. Helsinki.
- Jang, K. L., Livesley, W. J., & Vernon, P. A. (1996). Heritability of the big five personality dimensions and their facets: A twin study. *Journal of personality*, 64(3), 577–592.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1996.tb00522.x>

- Jenny, S. E., Manning, R. D., Keiper, M. C., & Olrich, T. W. (2017). Virtual(ly) athletes: where eSports fit within the definition of "Sport". *Quest*, 69(1), 1–18.
<http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2016.1144517>
- Johnson, J. G., & Raab, M. (2003). Take the first: Option-generation and resulting choices. *Organizational behavior and human decision processes*, 91(2), 215–229.
[https://doi.org/10.1016/S0749-5978\(03\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S0749-5978(03)00027-X)
- Jyrkönen, P. (2017). *Uuden hävittäjän vaikutukset lentäjän osaamiseen*. [Diplomityö]. Maanpuolustuskorkeakoulu.
<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2017111350682>
- Jäntti, K., & Leino, O. (2017). *Näkökenttä ja havaintonäkökenttä - kirjallisuuskatsaus*. [Opinnäytetyö]. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017121120541>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263–292.
https://doi.org/10.1142/9789814417358_0006
- Kari, T., & Karhulahti, V. M. (2016). Do E-Athletes Move?: a study on training and physical exercise in elite e-sports. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 8(4), 53–66.
<https://doi.org/10.4018/IJGCMS.2016100104>
- Kauranen, K. (2011). *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen* (2. painos). Liikuntatieteellinen seura.
- Kemp, B. J. (1973). Reaction time of young and elderly subjects in relation to perceptual deprivation and signal-on versus signal-off conditions. *Developmental Psychology*, 8(2), 268–272.
<https://doi.org/10.1037/h0034147>

- Kim, Y. J., Engel, D., Woolley, A. W., Lin, J. Y., McArthur, N., & Malone, T. W. (2017, February 25 - March 1). *What makes a strong team? Using collective intelligence to predict team performance in League of Legends*. [Konferenssijulkaisu]. The 2017 ACM conference on computer supported cooperative work and social computing, Portland, OR, USA.
<https://doi.org/10.1145/2998181.2998185>
- Klein, G. A. (1993). A Recognition-Primed Decision (RPD) Model of Rapid Decision Making. Teoksessa G. A. Klein (toim.), J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok, *Decision making in action: Models and methods* (3. painos, ss. 138–147). Ablex.
- Klein, G. A. (2008). Naturalistic decision making. *Human Factors*, 50(3), 456–460.
- Klein, G. A. (2014). The Recognition-Primed Decision (RPD) Model: Looking Back, Looking Forward. Teoksessa C. E. Zsombok (toim.) & G. Klein (toim.), *Naturalistic Decision Making* (ss. 285–292). Psychology Press.
- Kokkinakis, A. V., Cowling, P. I., Dranchen, A., & Wade, A. R. (2017). Exploring the relationship between video game expertise and fluid intelligence. *PloS one*, 12(11).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186621>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the Source of Learning and Development*. (2. painos). FT press.
- Kou, Y., Gui, X., & Kow, Y. (2016, October 16–19). *Ranking practices and distinction in league of legends*. [Konferenssijulkaisu]. The 2016 annual symposium on computer-human interaction in play, Austin, TX, USA. (ss. 4–9).
<https://doi.org/10.1145/2967934.2968078>
- Kulomäki, J. (2017). *Monitehtävätestin kehittäminen*. Puolustusvoimien tutkimuslaitos (AN5778/30.3.2017).
- Kulomäki, J. (2018). Sotilaslentäjien psykologinen soveltuvuudenarviointi. Teoksessa O. Klemola, *Puolustustutkimuksen vuosikirja* (ss. 43–47). Juvenes Print.

- Kulomäki, J., & Oksama, L. (2012). *Ilmavoimien taistelunjohtotehtävän Human Factors -analyysi*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Käyttäytymistieteiden laitos.
- Kulomäki, J., Oksama, L., Rantanen, E., & Hyönä, J. (2021). Attention control in a demanding dynamic time-sharing environment: An eye-tracking study. *Attention, Perception & Psychophysics*, *84*, 352–371.
<https://doi.org/10.3758/s13414-021-02377-z>
- Kuusisto, V. (2019). *"No nii cover me!": direktiivisyys videopelaajien keskinäisessä kommunikaatiossa*. [Kandidaatin tutkielma]. Jyväskylän yliopisto.
<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/65377/URN%3ANBN%3Afi%3Aju-201908303981.pdf?sequence=1>
- Laarni, J., Kalakoski, V., & Saariluoma, P. (2001). Ihmisen tiedonkäsittely. Teoksessa P. Saariluoma, M. Kamppinen & A. Hautamäki (Toim.), *Moderni kognitiotiede* (ss. 85–127). Gaudeamus.
- Latham, A. J., Patston, L. L., Westermann, C., Kirk, I. J., & Tippett, L. J. (2013). Earlier Visual N1 Latencies in Expert Video-Game Players: A Temporal Basis of Enhanced Visuospatial Performance?. *Plos one*, *8*(9).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075231>
- Lehto, M. (2014). Kybertaistelun toimintaympäristön teoreettinen tarkastelu. Teoksessa T. Kuusisto (Toim.), *Kybertaistelu 2020* (ss. 67–89). Maanpuolustuskorkeakoulu, Taktiikan laitos. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-25-2618-5>
- Lehto, M., & Linnéll, J. (2017). Kybersodankäynnin kehityksestä ja tulevaisuudesta. *Tiede ja Ase* (75), 179–212.
- Leppä, P., & Salomaa, H. (2022). *Vuorovaikutus e-urheilujoukkueissa*. [Pro gradu -tutkielma]. Jyväskylän yliopisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ju-202206073146>
- Lewin, K. (1951). *Field theory in social science: selected theoretical papers* (D. Cartwright, toim.). Harpers.

- Lipovaya, V., Lima, Y., Grillo, P., Barbosa, C. E., de Souza, J. M., & Duarte, F. J. (2018, July 4–8). *Coordination, communication, and competition in eSports: A comparative analysis of teams in two action games*. [Konferenssijulkaisu]. 16th European Conference on Computer-Supported Cooperative work, Nancy, France. https://doi:10.18420/ecscw2018_11
- Lipshitz, R. (1993). Converging Themes in the Study of Decision Making in Realistic Settings. Teoksessa G. A. Klein (toim.), J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok, *Decision making in action: Models and methods* (3. painos, ss. 103–137). Ablex.
- Long, J. (1975). Reduced efficiency and capacity limitations in multidimensional signal recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27(4), 599–614. <https://doi.org/10.1080/146407475084005>
- Mansikka, H. P. (2016). *Fighter Pilot's Performance and Mental Workload*. [Väitöskirja]. Coventry University.
- Marteniuk, R. G. (1976). Cognitive information processes in motor short-term memory and movement production. Teoksessa G. E. Stelmach, *Motor Control: Issues and Trends* (ss. 175–186). Academic Press.
- McKinley, R. A., McIntire, L. K., & Funke, M. A. (2011). Operator selection for unmanned aerial systems: comparing video game players and pilots. *Aviation, space and environmental medicine*, 82(6), 635–642. <https://doi.org/10.3357/ASEM.2958.2011>
- Mellin, I. (1996). *Johdatus tilastotieteeseen. 1. Kirja*. Tilastotieteen johdantokurssi. Helsingin yliopisto. Tilastotieteen laitos.
- Mero, A. (2016). Urheilulahjakkuuksien tunnistaminen valintavaiheessa. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja & K. Häkkinen, *Huippu-urheiluvallmennus. Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa*. (ss. 323–333) VK-Kustannus Oy.
- Metsämuuronen, J. (2009). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. Gummerus.

- Meyerhoff, H. S., Papenmeier, F., & Huff, M. (2017). Studying visual attention using the multiple object tracking paradigm: A tutorial review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *79*, 1255–1274.
<https://doi.org/10.3758/s13414-017-1338-1>
- Milella, V. (2022). *Valorant Rank Distribution and Players Percentage - October 2022*.
Haettu 11.112022 osoitteesta
<https://www.esportstales.com/valorant/rank-distribution-and-percentage-of-players-by-tier>
- Minotti, M. (2014). The history of MOBAs: From mod to sensation. *Venturebeat.com*.
<https://venturebeat.com/2014/09/01/the-history-of-mobas-from-mod-to-sensation/>
- Moncav, M. (2020). What is Elo? An explanation of competitive gaming's hidden rating system. *Dot Esports*.
<https://dotesports.com/general/news/elo-ratings-explained-20565>
- Morris, K. (2013). Gamers Are Not Only Athletes, But the Internet Has Changed the Definition of 'Sports'. *Wired*.
<https://www.wired.com/2013/12/are-esports-really-sports-who-cares-its-here-to-stay/>
- Nagorsky, E., & Wiemeyer, J. (2020). The structure of performance and training in esports. *PloS one*, *15*(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250316>
- Naito, E., & Hirose, S. (2014). Efficient foot motor control by Neymar's brain. *Frontiers in human neuroscience*, *8*(594). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00594>
- Nitsch, J. R., & Hackfort, D. (2015). Theoretical framework of performance psychology. Teoksessa M. Raab (toim.), B. Lobinger (toim.), S. Hoffman (toim.), A. Pizzera (toim.) & S. Laborde (toim.), *Performance Psychology: Perception, Action, Cognition, and Emotion*. (ss. 11–29). Academic Press.
- North, R. A., & Gopher, D. (1976). Measures of attention as predictors of flight performance. *Human factors*, *18*(1), 1–14.
<https://doi.org/10.1177/001872087601800101>

- Nyman, K. (2007). *Varusmiesten johtajavalintojen luotettavuus*. Maanpuolustuskorkeakoulu, käyttäytymistieteiden laitos. Julkaisusarja 1 Nro 1/2007.
- Oksama, L., & Harala, J. (2021). *Raportti: Kokonaisvaltaisen toimintakyvyn malli sekä toimintakykyjärjestelmän kuvaus*. Puolustusvoimien tutkimuslaitos. (AR8028/30.4.2021).
- Oksama, L., & Hyönä, J. (2004). Is multiple object tracking carried out automatically by an early vision mechanism independent of higher-order cognition? An individual difference approach. *Visual cognition*, *11*(5), 631–671.
<https://doi.org/10.1080/13506280344000473>
- Orosy-Fildes, C., & Allan, R. W. (1989). Psychology of Computer use: XII. Videogame play: Human reaction time to visual stimuli. *Perceptual and motor skills*, *69*(1), 243–247.
<https://doi.org/10.2466/pms.1989.69.1>.
- Orsanu, J., & Connolly, T. (1993). The Reinvention of decision making. Teoksessa G. A. Klein (toim.), J. Orsanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok, *Decision making in action: Models and methods* (3. painos, ss. 3–20). Ablex.
- Ortiz Rojas, M. E., Chiluiza, K., & Valcke, M. (2017, October 5–6). *Gamification and learning performance: A systematic review of the literature*. [Konferenssijulkaisu]. 11th European Conference on Game-Based Learning, Graz, Austria (ss. 515–522). ACAD CONFERENCES LTD.
- Palau, M., Marron, E. M., Viejo-Sobera, R., & Redolar-Ripoll, D. (2017). Neural basis of video gaming: A systematic review. *Frontiers in human neuroscience*, *11*(248).
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00248>
- Payne, J. W., Bettman, J. R., & Johnson, E. J. (1988). Adaptive strategy selection in decision making. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *14*(3), 534–552.
<https://doi.org/10.1037/0278-7393.14.3.534>

- Pedraza-Ramirez, I., Musculus, L., Raab, M., & Laborde, S. (2020). Setting the scientific stage for esports psychology: A systematic review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 13(1), 319–352.
<https://doi.org/10.1080/1750984X.2020.1723122>
- Plous, S. (1993). *The psychology of judgement and decision making*. McGraw-Hill Book Company.
- Puolustusvoimien tutkimuslaitos. (2019). *Psykologinen soveltuvuusarviointi Ilmavoimien lentoreserviupseerikurssin valinnoissa*. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen ohje. Puolustusvoimien asianhallintajärjestelmä (AP16048/19.9.2019).
- Pääesikunta. (2014). *Puolustusvoimien henkilöstöstrategia 2015*. Pääesikunnan henkilöstösaston normi (HK1027/19.12.2014).
https://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/2267766/PEVIESTOS-HESTRA_Julkaisu.pdf/8d909e64-5538-4366-b7fc-ba6f2c80c9bf/PEVIESTOS-HESTRA_Julkaisu.pdf
- Pääesikunta. (2015). *Puolustusvoimien koulutustoimialan johtaminen*. Pääesikunnan koulutusosaston normi. (HL160/24.2.2015).
- Pääesikunta. (2020). *Varusmiesten palvelustehtävät ja valinnat*, Liite 10. Pääesikunnan koulutusosaston normi. (HQ780/13.10.2020).
- Pääesikunta. (2021). *Puolustusvoimien osaaminen*. Pääesikunnan koulutusosaston normi. (HO592/16.12.2021).
- Pääesikunta. (2022). *Puolustusvoimien henkilöstöstrategia 2030+ (Luonnos v. 0.8)*, Liite 1. Pääesikunnan henkilöstösaston asiakirja. (AS14767/4.7.2022).
- Rannikkoprikaati. (2021). *Harjoitteluohjeet sukeltajakoulun valintakokeisiin*.
https://intti.fi/documents/2034955/12429234/Harjoitteluohjeet+sukeltajakoulun+valintakokeisiin+2021_FINAL.pdf/cd19be0a-77e6-5d04-1777-6c1fe13196db/Harjoitteluohjeet+sukeltajakoulun+valintakokeisiin+2021_FINAL.pdf?t=1618317621209

- Rantapelkonen, J., & Koistinen, L. (2016). *Pohdintoja sotatieteellisistä käsitteistä*. Maanpuolustuskorkeakoulu. Julkaisusarja 2: Tutkimuslustoista nro 1.
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-25-2820-2>
- Rasmussen, J. (1993). Deciding and Doing: Decision Making in Natural Context. Teoksessa G. A. Klein (toim.), J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok, *Decision making in action: Models and methods* (3. painos, ss. 158–171). Ablex.
- Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge university press.
- Renold, C. G. (1928). The nature and present position of skill in industry. *The Economic Journal*, 38(152), 593–604.
<https://doi.org/10.2307/2224102>
- Renshaw, I., Davids, K., Araújo, D., Lucas, A., Roberts, W., Newcombe, D., & Franks, B. (2019). Evaluating weaknesses of "perceptual-cognitive training" and "brain training" methods in sports: An ecological dynamics critique. *Frontiers in Psychology*, 9
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02468>
- Richardson, B. (2014, May 15). *Reaction time differences in Video Game and Non-Video Game Players*. [Konferenssijulkaisu.] Symposium Of University Research and Creative Expression. Central Washington University.
<https://digitalcommons.cwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1689&context=source>
- Rieke, R. D., Sillars, M. O., & Peterson, T.R. (2005). *Argumentation and Critical Decision Making*. (8. painos.) Pearson.
- Ronkainen, S., Pehkonen, L., Lindblom-Ylänne, S., & Paavilainen, E. (2011). *Tutkimuksen voimasanat*. WSOYpro.
- Ross, J. (2019). Don't Confuse Digital with Digitization. Teoksessa *Who Wins in a Digital World?: Strategies to Make Your Organization Fit for the Future* (ss. 3–7) MIT Sloan Management Review. MIT press.
- Rounds.GG. (2023). CS:GO-joukkueen haastattelu 14.1.2023. (H. Kankkio, Haastattelija)

- Rouvinen, T. (2020). *Valorant vai CS:GO? Kumpaa sinun kannattaisi pelata*. eUrheilu.org. Haettu 30. 12 2022 osoitteesta <https://eurheilu.org/valorant-vai-csgo-kumpaa-sinun-kannattaisi-pelata/>
- Ruohotie, P., & Honka, J. (2003). Ammatillinen huippuosaaminen. Kompetenssitutkimuksen avaama näkökulma huippuosaamiseen, sen kehittämiseen ja johtamiseen. Hämeen ammattikorkeakoulu
- Saariluoma, P. (2001). Moderni kognitiotiede. Teoksessa P. Saariluoma, M. Kamppinen & A. Hautamäki, *Moderni kognitiotiede* (ss. 26–50). Gaudeamus.
- Sala, G., Tatlidil, K. S., & Gobet, F. (2018). Video game training does not enhance cognitive ability: A comprehensive meta-analytic investigation. *Psychological bulletin*, *144*(2), 111–139.
<https://doi.org/10.1037/bul0000139>
- Sams, M., Hari, R., Rif, J., & Knuutila, J. (1993). The human auditory sensory memory trace persists about 10 sec: neuromagnetic evidence. *Journal of cognitive neuroscience*, *5*(3), 363–370.
<https://doi.org/10.1162/jocn.1993.5.3.363>
- Schmiedek, F., Lövdén, M., & Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: Findings from the COGITO study. *Frontiers in aging neuroscience*, *2*(27).
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2010.00027>
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational psychology review*, *7*(4), 351–371.
<https://doi.org/10.1007/BF02212307>
- Schunn, C. D., & Reder, L. M. (2001). Another source of individual differences: strategy adaptivity to changing rates of success. *Journal of experimental psychology: General*, *130*(1), 59–76.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.1.59>

- Seya, Y., & Shinoda, H. (2016). Experience and training of a first person shooter (FPS) game can enhance useful field of view, working memory, and reaction time. *International journal of Affective Engineering*, 15(3), 213–222.
<https://doi.org/10.5057/ijae.IJAE-D-15-00014>
- Shelton, J., & Kumar, G. P. (2010). Comparison between auditory and visual simple reaction times. *Neuroscience & Medicine*, 1(1), 30–32.
<https://doi.org/10.4236/nm.2010.11004>
- Sheth, B. R., Nijhawan, R., & Shimojo, S. (2000). Changing objects lead briefly flashed ones. *Nature neuroscience*, 3(5), 489–495.
<https://doi.org/10.1038/74865>
- Singley, M. K., & Anderson, J. R. (1989). *The transfer of cognitive skill*. Harvard University Press.
- Statt, N. (2019, 17.12.). Respawn is launching an Apex Legends e-sports tournament with \$3 million in prizes. *The Verge*. <https://www.theverge.com/2019/12/17/21026140/apex-legends-global-series-respawn-ea-esports-tournament-launch>
- SEUL. (2014). Suomen elektronisen urheilun liitto. *Ammattipelaaminen*. Haettu 2.2.2022 osoitteesta <https://seul.fi/e-urheilu/ammattipelaaminen/>
- SEUL. (2017a). Suomen elektronisen urheilun liitto. *Turnaussäännöt - CS:GO*. Haettu 3.2.2022, osoitteesta <https://seul.fi/e-urheilu/pelisaannot/turnaussaannot-csgo/>
- SEUL. (2017b). Suomen elektronisen urheilun liitto. *Puolustusvoimien urheilukoulu*. Haettu 20.1.2022 osoitteesta <https://seul.fi/yhteiso/puolustusvoimien-urheilukoulu/>
- SEUL. (2019). Suomen elektronisen urheilun liitto. *MOBA, areenapelit*. Haettu 21.3.2022 osoitteesta <https://seul.fi/e-urheilu/peligenret/moba-areenapelit/>
- Simonton, D. K. (1999). Talent and its development: An emergenic and epigenetic model. *Psychological review*, 106(3), 435–457.

- Suomisanakirja*. (2022). Haettu 6.2.2022 osoitteesta <https://www.suomisanakirja.fi/taito>
- Taanila, A. (2020, 26.9.). *Akin menetelmäblogi*.
<https://tilastoapu.wordpress.com/2012/04/25/spss-kahten-riippumattoman-otoksen-vertailu/>
- Taatgen, N. A. (2013). The nature and transfer of cognitive skills. *Psychological review*, 120(3), 439–471.
<https://doi.org/10.1037/a0033138>
- Tang, W. (2018). Understanding esports from the perspective of team dynamics. *The Sport Journal*, (21), 1–14.
<http://thesportjournal.org/article/understanding-esports-from-the-perspective-of-team-dynamics/>
- Taskinen, J. M. (2021). *Pelillistämisen hyödyntäminen Ilmavoimien lentokoulutusvaiheen 4 taktisessa koulutuksessa*. [Pro gradu - tutkielma]. Jyväskylän yliopisto.
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202106083543>
- Tilastokeskus (2023). *Normeerattu arvo*. Haettu 9.1.2023 osoitteesta
https://www.stat.fi/meta/kas/normeerattu_arv.html
- Toiskallio, J. (2009). Toimintakyky sotilaspedagogiikan käsitteenä. Teoksessa J. Toiskallio & J. Mäkinen, *Sotiluuden ja toimintakyvyn teoriaa ja käytäntöä* (ss. 48–73). Maanpuolustuskorkeakoulu, Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos. Julkaisusarja 1, n:o 3. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-25-2044-2>
- Trankell, A. (1976). The psychologist as an instrument of prediction. *Journal of Applied Psychology*, 43(3), 170–175.
<https://doi.org/10.1037/h0047952>
- Uusitalo, H. (1991). *Tiede, tutkimus ja tutkielma. Johdatus tutkielman maailmaan*. WSOY.
- van Merriënboer, J. J. (1997). *Training Complex Cognitive Skills. A Four-Component Instructional Design Model for Technical Training*. Educational Technology Publications.

- Vapaavuori, E., & Sorsa, M. (2005). *Lentävä Ihminen*. (2. uudistettu painos.) Edita.
- Wagner, M. G. (2006). On the Scientific Relevance of eSports. *In interational conference of internet computing*, 437–442.
- Wang, Y., & Ruhe, G. (2007). The cognitive process of decicion making. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence*, 1(2), 73–85.
<http://doi.org/10.4018/jcini.2007040105>
- Wechsler, K., Bickmann, P., Rudolf, K., Tholl, C., Froböse, I., & Grieben, C. (2021). Comparison of Multiple Object Tracking Performance Between Professional and Amateur eSport Players as Well as Traditional Sportsmen. *Inteernational Journal of eSports Research*, 1(1), 1–17.
<http://doi.org/10.4018/IJER.20210101.oa2>
- Weinert, F. E. (2001). Concept of Competences: A Conceptual Clarification. Teoksessa D. S. Rychen & L. H. Salganik (toim.), *Defining and selecting key competencies* (ss. 45–65). Hogrefe & Huber Publishers.
- Wickens, C. D., Helton, W. S., Hollands, J. G., & Banbury, S. (2016). *Engineering Psychology and Human Performance* (4. painos). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003177616>
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432–442.
<https://doi.org/10.1002/acp.1710>
- Wilson, M., McGrath, J., Vine, S., Brewer, J., Defriend, D., & Masters, R. (2010). Psychomotor control in a virtual laparoscopic surgery training environment: gaze control parameters differentiate novices from experts. *Surgical endoscopy*, 24(10), 2458–2464.
<https://doi.org/10.1007/s00464-010-0986-1>

Winterton, J., Delamare-Le Deist, F., & Stringfellow, E. (2006). *Typology of Knowledge, skills and competences: clarification on the concept and prototype*. [Tutkimusraportti]. Office for Official Publications of the European Communities.

Yuji, H. (1996). Computer games and information-processing skills. *Perceptual and motor skills*, 83(2), 643–647.

<https://doi.org/10.2466/pms.1996.83.2.643>

LIITTEET

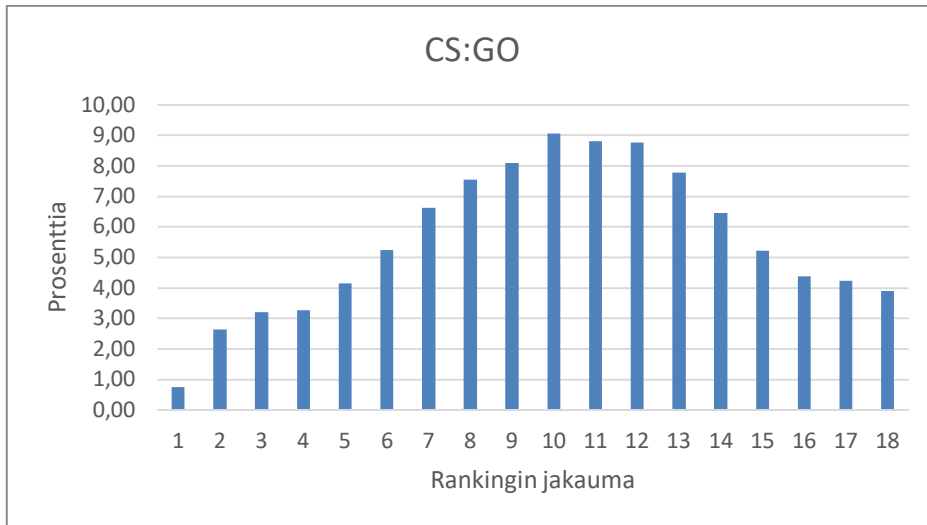
LIITE 1 Pelien maailmanlaajuisten rankingien jakaumat

LIITE 2 Taustatietolomake ennen testiä

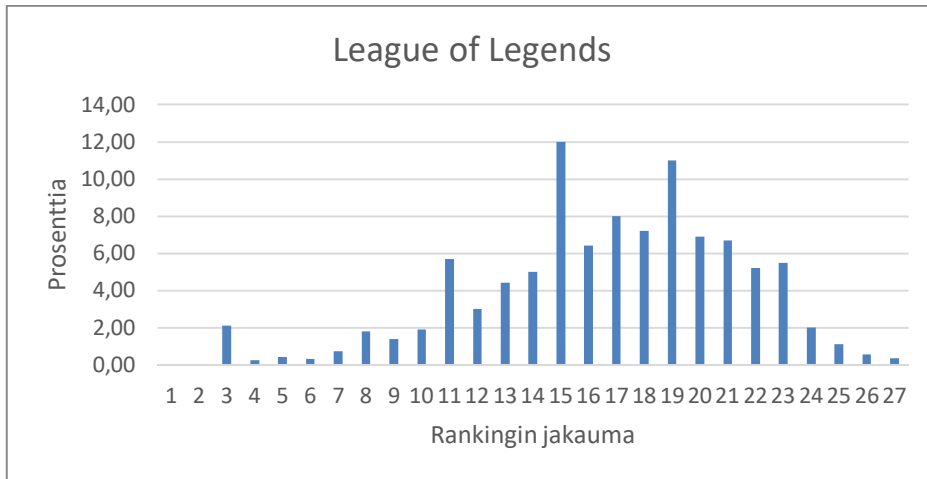
LIITE 3 Testin jälkeen kerätyn oma-analyysin lomake

Liite 1

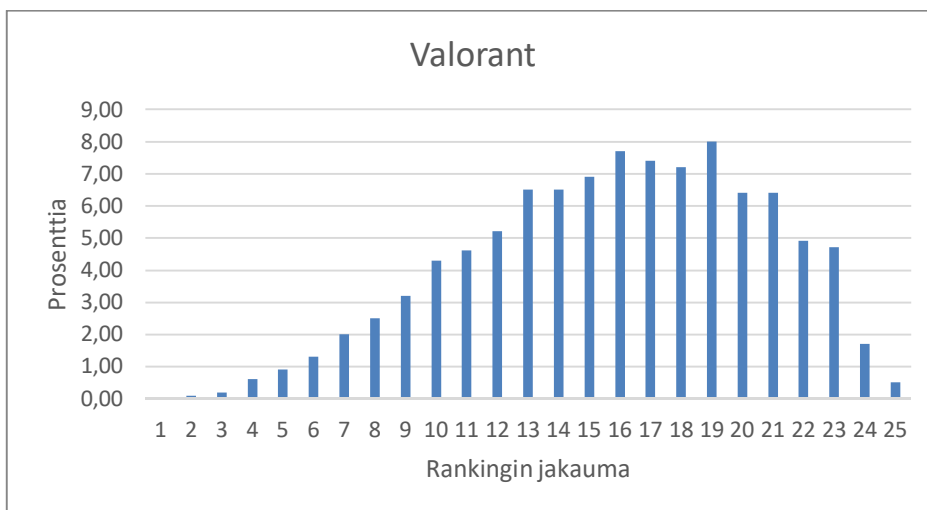
Pelin maailmanlaajuisten rankingien jakaumat



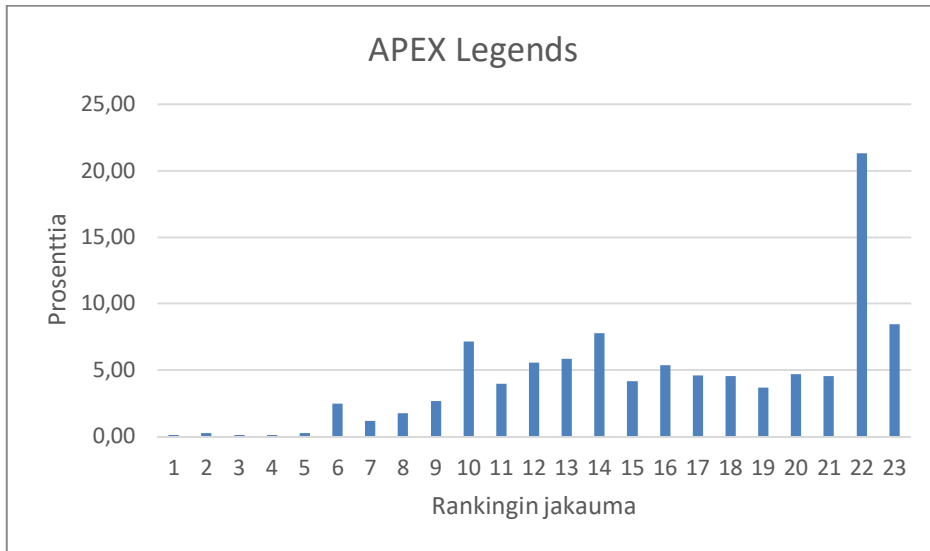
Lähde: <https://totalcsgo.com/ranks> (20.10.2022)



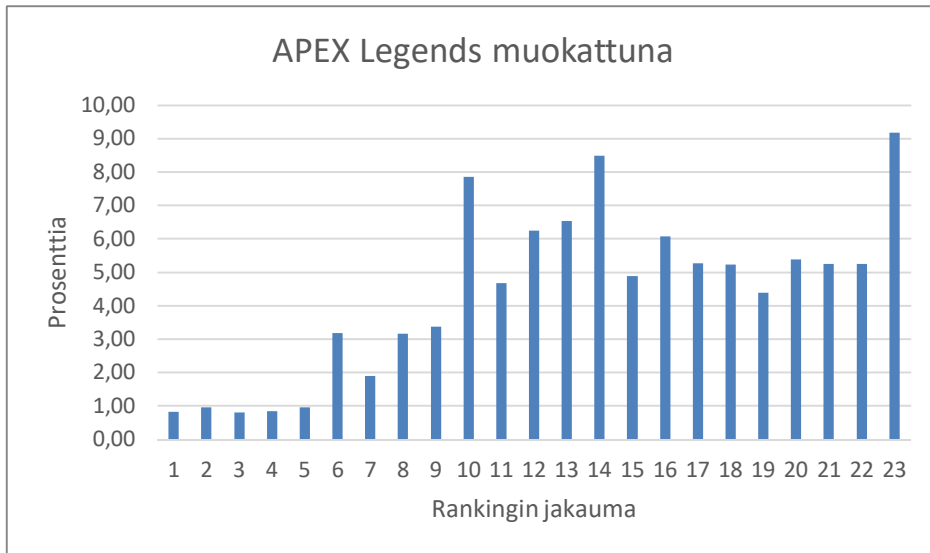
Lähde: <https://www.leagueofgraphs.com/rankings/rank-distribution> (20.10.2022)



Lähde: <https://www.esportstales.com/valorant/rank-distribution-and-percentage-of-players-by-tier> (20.10.2022)



Lähde: <https://charlieintel.com/apex-legends-rank-distribution/197854/> (20.10.2022)



APEX Legends rankingin jakauma on muokattu siten, että ylikorostunut toiseksi alin rankingin taso ei vaikuta liikaa tilastoihin. Kyseinen ranking tiputettiin vastaamaan kolmanneksi alinta rankingia, jonka jälkeen jäännösprosentit jaettiin tasaisesti kaikille tasoille.

