

Mika Ahonen

**HTI-ANALYYSI ÄLYKKÄIDEN TEKNOLOGIOIDEN  
KEHITTÄMISESSÄ**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA  
2018

## TIIVISTELMÄ

Ahonen, Mika

HTI-analyysi älykkäiden teknologioiden kehittämisessä

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2018, 130 s.

Kognitiotiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Saariluoma, Pertti

Tekoäly ja autonomiset järjestelmät ovat yhä enemmän mukana ihmisten arjessa. Yritykset ja eri alojen toimijat kehittävät ja ottavat käyttöön entistä kehittyneempiä tekoälyä hyödyntäviä järjestelmiä. Tekoälyn ympärillä käydyt keskustelut sisältävät usein innostusta ja huimia tulevaisuudennäkymiä, mutta myös pelkoja ja uhkakuvia. Teknologian tulisi lähtökohtaisesti olla ihmistä varten eikä ihmisen teknologiaa varten. Neuroverkkojen ja koneoppimisen myötä tekoälyn hyödyntämät algoritmit ovat aina vain älykkäämpiä. On kuitenkin olemassa riski, että ihmisen kontribuutio alan kehitystyössä jää liian vähäiseksi. Onkin aiheellista ja välttämätöntä tutkia ihmisen ja teknologian välistä vuorovaikutusta tekoälykehityksen alueella. On tärkeää tutkia, kuinka ihminen kokee tekoälyn työssään ja vapaa-ajalla – kaikilla elämänalueillaan. Lisäksi on tarpeen tutkia, missä tilanteissa ihmisen tulisi ottaa autonominen järjestelmä takaisin hallintaansa ja mitkä ovat siihen johtaneet syyt. Tässä tutkielmassa esiteltävä, kognitiotieteen tutkimusperinteeseen pohjautuva menetelmä tarjoaa välineen edellisten kysymysten selvittämiseksi. Menetelmän avulla voidaan eksplikoida tutkittavalla kohdealueella toimivan ekspertin mentaalisia representaatioita ja ajattelun sisältöjä. Menetelmällä tuotettuja tuloksia voidaan hyödyntää autonomisten järjestelmien kehittämisessä.

Asiasanat: HTI-analyysi, kognitiivinen tehtäväanalyysi, protokolla-analyysi, ajattelu, mentaalinen representaatio, tekoäly, autonomiset järjestelmät

## ABSTRACT

Ahonen, Mika

HTI Analysis in Development of Intelligent Technologies

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2018, 130 p.

Cognitive Science, Master's Thesis

Supervisor: Saariluoma, Pertti

Artificial intelligence and autonomous systems are more and more involved in people's everyday life. Companies and institutions in different sectors are introducing increasingly sophisticated systems utilizing artificial intelligence. Discussions around artificial intelligence often contain enthusiasm and a lot of wild prospects but also fears and threats. By default, technology should be for a man, not vice versa. With neural networks and boosted by a machine learning, algorithms in artificial intelligence are getting smarter all the time. There is, however, a risk that human contribution towards developing artificial intelligence remains too low. It is therefore appropriate and necessary to examine human-technology interaction in the field of artificial intelligence. It is important to study how people experience artificial intelligence in their work or leisure time - in all areas of life. Furthermore it is necessary to investigate when and why a human being should take control over the autonomous system back again and what are the reasons for it. The method introduced in this Master's thesis, based on the research tradition in the cognitive science, offers an instrument to clarify the previous issues. The method can be used to explicate subject matter expert's mental representations and content of thinking. The results produced by the method can be utilized in the development of autonomous systems.

Keywords: HTI analysis, Cognitive Task Analysis, Protocol analysis, thinking, mental representation, artificial intelligence, autonomous system

## KUVIOT

KUVIO 1. IPS (Newell & Simon, 1972, s. 20) .....	24
KUVIO 2. Symbolien keskinäiset suhteet graafina (Newell & Simon, 1972, s. 27) .....	24
KUVIO 3. Yksilöiden määrä populaatiossa suorituskyvyn tason funktiona taiteessa, tieteessä, urheilussa ja pelaamisessa (Ericsson, 1996, s. 7).....	40
KUVIO 4. Suorituskyvyn taso vakavaan harjoitteluun käytettyjen vuosien funktiona (Ericsson, 1996, s. 11).....	41
KUVIO 5. C-sketch-prosessi (Shah ym. 2001, s. 169).....	57

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Symbolien keskinäiset suhteet listana (Newell & Simon, 1972, s 27).....	24
TAULUKKO 2 Produktiosäännöt yksinkertaistetusti.....	26
TAULUKKO 3. Mukailen: Lyhennelmä ekspertin toiminnan jäsentelystä (Crandall ym., 2006, s. 116).....	60
TAULUKKO 4. Mukailen: Tutkittavaan tilanteeseen liittyvät kriittiset vihjeet (Crandall ym., 2006, s. 118).....	62
TAULUKKO 5. Mukailen: Kronologinen representaatio (Crandall ym., 2006, s. 122).....	64
TAULUKKO 6. Mukailen: Päätöksenteon organisointi (Crandall ym., 2006, s. 123).....	65
TAULUKKO 7. Haastateltavan perustiedot.....	74
TAULUKKO 8. Osiin jaettu aineisto (ohjaamisen ja navigoinnin vaatimukset) 77	
TAULUKKO 9 Jaoteltu aineisto ja jaottelun mukaiset tarpeet .....	82
TAULUKKO 10 Lyhennetty lista mittareista (Ulrich & Eppinger, 1995).....	86
TAULUKKO 11. Esimerkki: Ekspertin toiminnan jäsentely .....	115
TAULUKKO 12. Esimerkki: Tilanteeseen liittyvät kriittiset vihjeet .....	117
TAULUKKO 13. Esimerkki: Narratiivinen kronologia.....	119
TAULUKKO 14. Esimerkki: päätöksenteon organisointi.....	120

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	7
2	ÄLYKÄS TEKNOLOGIA .....	9
	2.1 Historiaa.....	9
	2.2 Nyt ja tulevaisuudessa .....	11
3	AJATTELU .....	13
	3.1 Mentaaliset representaatiot ja ajattelun sisällöt .....	13
	3.1.1 Mentaaliset representaatiot.....	13
	3.1.2 Ajattelun sisällöt.....	17
	3.1.3 Ajatteluvirheet .....	18
	3.2 Intentio .....	19
	3.3 Laskennallisuus ja funktionaalisuus.....	20
	3.4 Ihmisen ongelmanratkaisu ja päätöksenteko .....	22
	3.4.1 Tavoitteet ennen valintoja ja päätöksiä.....	22
	3.4.2 Ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmä .....	23
	3.4.3 Ihmisen ongelmanratkaisu .....	25
	3.4.4 Ongelmanratkaisun mahdollisia taustatekijöitä.....	26
	3.5 Implisiittinen ajattelu .....	29
	3.6 Eksplisiittinen ajattelu.....	31
	3.7 Tapahtumien mieleenpalauttaminen.....	32
4	MENETELMÄ .....	33
	4.1 Yleisesti.....	33
	4.1.1 Kognitiotieteen tutkimusmenetelmistä.....	35
	4.1.2 Ekspertit.....	38
	4.1.3 Fokusryhmät .....	42
	4.2 Tutkimus- ja ongelma-alueen rajaus.....	43
	4.3 Haastattelut.....	44
	4.3.1 Tutkittavien henkilöiden valinta ja määrä.....	45
	4.3.2 Kysymysten testaus .....	46
	4.3.3 Virheiden havaitseminen ja kysymysten korjaaminen.....	46
	4.3.4 Haastattelun toteuttaminen .....	48
	4.4 Protokolla-analyysi.....	49
	4.4.1 Protokolla-analyysin toteuttaminen.....	49
	4.5 Ajatusluonnokset (Collaborative sketching) .....	54
	4.5.1 Tutkimusasetelman suunnittelu .....	55
	4.5.2 Proseduuri .....	56

4.6	Kognitiivinen tehtäväanalyysi.....	57
4.6.1	Tarkoitus ja tavoite.....	57
4.6.2	Analyysin vaiheet.....	58
4.6.3	Valmistelu.....	59
4.6.4	Datan jäsentely.....	59
4.6.5	Merkityksien etsiminen.....	61
4.6.6	Löytöjen uudelleen kuvaukset.....	62
4.6.7	Tutkimusdatan yhdistely (Haastattelut, protokolla-analyysi, ajatteluluonnokset ja lokidata).....	64
4.6.8	Tulosten laadun arviointi.....	66
5	AINEISTOANALYYSI.....	68
5.1	Ontologiat.....	69
5.2	Life-Based Design.....	71
5.3	Aineiston tarkastelu.....	73
5.4	Johtopäätökset.....	89
6	YHTEENVETO.....	90
6.1	Ajattelun ja toiminnan erittely.....	91
6.2	Menetelmän rakenne.....	91
6.3	Tutkimus- ja ongelma-alueen rajaus.....	100
6.4	Haastattelut.....	101
6.4.1	Tutkittavien henkilöiden valinta ja määrä.....	102
6.4.2	Virheiden havaitseminen ja kysymysten korjaaminen.....	103
6.4.3	Haastattelun toteuttaminen.....	105
6.5	Protokolla-analyysi.....	106
6.5.1	Tehtävälanteen suunnittelu ja verbaalisen protokollan kerääminen.....	106
6.5.2	Protokolladatan valmistelu analyysiä varten.....	108
6.5.3	Oikeellisen ja hyödyllisen informaation löytäminen.....	109
6.5.4	Sisältöanalyysi, sekvenssianalyysi ja analyysi mallien avulla.....	109
6.6	Ajatusluonnokset (Collaborative sketching).....	110
6.6.1	Tutkimusasetelman suunnittelu.....	110
6.6.2	Proseduuri.....	112
6.7	Kognitiivinen tehtäväanalyysi.....	113
6.7.1	Valmistelu.....	113
6.7.2	Datan jäsentely.....	114
6.7.3	Merkityksien etsiminen.....	117
6.7.4	Löytöjen uudelleen kuvaukset.....	118
6.7.5	Tutkimusdatan yhdistely (Haastattelut, protokolla-analyysi, ajatteluluonnokset ja lokidata).....	120
6.7.6	Tulosten laadun arviointi.....	122
6.7.7	Tulokset tutkimuskysymyksen valossa.....	123
	LÄHTEET.....	125

# 1 JOHDANTO

Tällä hetkellä maailmassa hyödynnetään informaatioteknologiaa ja älykästä teknologiaa aina vain laajemmin ja kaikille elämänalueille ulottuen. Se kuinka taidokkaasti, sujuvasti ja hyvillä mielin ihmiset uutta teknologiaa ottavat käyttöönsä, vaihtelee kulttuureittain, ikäryhmittäin ja talousalueittain. Toisaalta älykkään teknologian suhteen ollaan toiveikkaita, ja toisaalta taas mediassa rakennetaan asian ympärille erilaisia uhkakuvia koneiden ylivallasta tai ihmisten sopeutumattomuudesta esimerkiksi tekoälyn läsnäoloon. On myös huomattava, että useinkaan ihminen itse ei tiedosta käyttävänsä ja hyödyntävänsä järjestelmiä, joiden taustalla on älykkyyttä.

Muutos on nykypäivänä vakaasti kehittyvä tila, mutta ei silti kivutonta. Älykkään teknologian käyttöön saattaa liittyä niin moraalisia ja eettisiä kuin myös käytännöllisiä ongelmia ja haasteita. Ei voida pitää itsestään selvänä, että ihmiset luottavat autonomisesti kulkeviin joukkoliikennevälineisiin, itsenäisesti parkkeeraavien autojen asianmukaiseen toimintaan tai osakemarkkinoilla käytettävien älykkäiden algoritmien toimivuuteen. Yhtälailta liike-elämässä on painetta ja halua ottaa käyttöön älykästä teknologiaa, jotta sen kautta voidaan järkevöittää ja tehostaa liiketoimintaa sekä lopulta parantaa yrityksen tulosta.

Edellä mainituista asioista, niihin liittyvistä haasteista sekä niiden vaatimasta tutkimustyön tarpeesta kumpuaa tämän tutkielman sisältö ja ajattelun eksplikoimiseen käytettävän menetelmän esittely. Esitettävä menetelmä pyrkii auttamaan älykkään teknologian kehittämiseksi tarvittavan, ihmisen tietämykseen ja kokemukseen liittyvän tiedon esiin saamisessa. Se toteutuu tutkimalla, mitä on ihmisen ajattelu, mikä on älykäs kone ja mitkä ovat älykkäälle koneelle asetettavat vaatimukset. Nyt esiteltävä menetelmä on menetelmä ihmisen ajattelun sisältöjen eksplikoimiselle. Sitä käytetään tutkimustyön apuvälineenä, kun halutaan selvittää miten ihminen toimii ja ajattelee tilanteissa, joihin ollaan kehittämässä älykästä teknologiaa.

Tutkielman alussa pureudutaan lyhyesti älykkään teknologian määrittelyyn, historiaan ja tulevaisuuteen. Seuraavassa osassa käydään läpi ihmisen ajatteluun liittyviä asioita, kuten mentaalaisia representaatioita, ajattelun sisältöä ja ajatteluvirheitä. Lisäksi käydään läpi ihmisen kognitioon ja sen hahmottami-

seen liittyviä käsitteitä, kuten intentio ja laskennallisuus sekä ihmisen ongelmanratkaisu ja päätöksenteko. Myös implisiittistä ja eksplisiittistä ajattelua sekä asioiden mieleenpalauttamista käsitellään lyhyesti.

Tutkielman Menetelmä-osassa kuvataan kognitiotieteen tutkimusmenetelmiä, eksperttiyttä, fokusryhmiä ja tutkimusalueen rajausta. Menetelmä koostuu osista, joita ovat haastattelut, fokusryhmäkeskustelut, protokolla-analyysi ja ajatusluonnokset sekä menetelmässä sovellettava kognitiivinen tehtäväänalyysi, josta menetelmä saa sekä rakenteensa että kykynsä tuottaa tutkituista tiedoista analyysit ja tulokset.

Lisäksi tutkielman empiirinen osa, aineistoanalyysi pyrkii osittamaan menetelmän soveltuvuuden ajattelun tutkimiseen, osana autonomisten järjestelmien vaatimusmäärittelyjen laatimista, teoreettisen viitekehysten tai mallin käytön rinnalla.

Viimeisessä osassa aiemmin kerrotuista asioita ja menetelmästä tehdään yhteenveto. Tutkielman ei ole tarkoitus olla tyhjentävä kuvaus ihmisen kognitiivisista prosesseista ja ajattelun lainalaisuuksista, vaan monissa kohdin tavoitteena on ollut kuvata lyhyesti, pääpiirteisesti ja valikoiden, ikään kuin otteina ne asiat kirjallisuudesta, jotka auttavat menetelmän soveltamisen ymmärtämisessä. Menetelmä kuvataan kuitenkin sellaisessa muodossa, että kognitiotieteen piirissä toimiva henkilö pystyy omaa osaamistaan hyödyntäen käyttämään sitä tutkimustarkoituksiin.



## 2 ÄLYKÄS TEKNOLOGIA

Haugeland (1985) kuvaa tekoälyä ponnistuksena, jossa tavoitteena on kehittää tietokoneita, jotka ajattelevat eli koneita, joilla on mieli sen täydessä ja kirjaimellisessa merkityksessä. Lisäksi Bellman (1978) kertoo tekoälyn muodostuvan automaattisista toiminnoista, jotka me liitämme ihmisajatteluun eli sellaisista toiminnoista, kuten päätöksenteko, ongelmanratkaisu ja oppiminen. Tekoäly voidaan myös nähdä järjestelmänä, jota lähestytään siltä pohjalta, että sen tulisi ajatella rationaalisesti. Charniak ja McDermott (1985) muotoilivat asian niin, että se on mentaalisten kykyjen oppimista laskennallisten mallien käytön kautta. Winston (1992) kertoo omana näkemyksenään, että tekoäly on sellaisen laskennan oppimista, joka tekee mahdolliseksi havaitsemisen, päättelyn ja toimimisen. Rich ja Knight (1991) sanovat tekoälytutkimuksen olevan sen tutkimista kuinka tietokoneet saadaan tekemään asioita, joissa ihmiset ovat parempia. Olipa näkökulma tekoälyyn mikä tahansa, tekoäly on kuitenkin oleellinen osa nykyistä kehittyneiden maiden elämäntapaa ja tulee varmastikin ulottamaan itsensä lähes kaikille ihmiselämän ja yhteiskunnan alueille.

### 2.1 Historiaa

Älykkään teknologian kehityskulusta voisi kirjoittaa hyllymetreittäin kirjoja, mutta tässä tutkielmassa painotus ei ole älykkään teknologian historiassa, vaan ennemminkin tähän päivään ja lähitulevaisuuteen soveltuvien ratkaisujen kehittämisen tarvittavan HTI-analyysin tukemisessa. Silti on hyvä luoda pieni katsaus siihen, miten nykyiseen tilanteeseen on ajan saatossa askel kerrallaan päädytty.

Russell ja Norvig (1996) kertovat Leibnizin (1646–1716) rakentaneen jo 1600-luvulla mekaanisen laitteen, joka suoritti kertolaskuja toistamalla yhteenlaskuja. Kehitys oli kuitenkin pitkään pysähdyksissä, kunnes Charles Babbage (1792–1871) alkoi haaveilla siitä, että logaritmitaulukkoja voitaisiin laskea koneellisesti. Hän suunnitteli tätä varten laitteen, mutta ei koskaan vienyt projek-

tia loppuun asti. Sen sijaan hän päätyi suunnittelemaan analyyttisen moottorin, jonka käyttämät ideat lähtivät liikkeelle osoitteellisesta muistista, tallennetuista ohjelmista ja ehdollisista hyppäyksistä. Vaikka idea ohjelmoitavista laitteista ei ollut uusi, vuonna 1805 Joseph Marie Jacquard keksi laitteen, joka voitiin ohjelmoida reikäkorttien avulla. Baggagen laite oli ensimmäinen varsinainen laite, jolla oli tarvittavat ominaisuudet universaaliin laskentaan. Baggagen kollega, Ada Lovelace, runoilija Lord Byronin tytär kirjoitti ohjelmat analyyttiselle koneelle ja jopa spekuloi, että laite voisi pelata shakkia ja säveltää musiikkia. Lovelace oli maailman ensimmäinen ohjelmoija, ja myös ensimmäinen niistä monista, jotka kärsivät massiivisista kulujenylyksistä ja intohimoisen projektin hylkäämisestä. Baggagen perussuunnitelma osoittautui toteuttamiskelpoiseksi Doron Swaden ja hänen kollegojensa toimesta heidän rakentaessaan toimivan mallin, joka käytti ainoastaan Baggagen aikana mahdollista mekaanista teknologiaa. Baggagella oli oikea idea, mutta saadakseen koneensa rakennettua, häneltä puuttui organisointitaitoja.

Kurzweil, Richter ja Schneider (1990) ovat keränneet älykkääseen laitteen tai sen kehittämistä edistävien tapahtumien kronologiaa. Heidän listauksensa alkupäässä on maininta, että jo noin 2500 vuotta ennen ajanlaskun alkua egyptiläiset kehittivät ideaa ajattelevista koneista, jotka olisivat kuin oraakkeleita, joilta kansalaiset voisivat kysyä neuvoja. Ne voisivat olla ikään kuin patsaita, joiden sisään on piilotettu pappeja. Vuonna 1781 Immanuel Kant julkaisi teoksen Puhtaan järjen kritiikki (Critique of Pure Reason), joka ilmentää valaistumisen filosofiaa ja samalla korostaa metafysiikan roolia. Teoksessaan hän asettaa pohjan 1900-luvun rationalismin kehittymiselle. Vuonna 1937 Alan Turing julkaisee artikkelin "On Computable Numbers", joka on hänen ylistetty Turingin koneen esittely eli tietokoneen teoreettinen malli. Myöhemmin, vuonna 1937 Alan Turing ja Alonzo Church kehittivät teesin, joka väittää kaikkien ihmisten ratkaistavissa olevien ongelmien olevan mahdollista pelkistyä sarjaksi algoritmeja. Yksinkertaisemmin ilmaistuna väite tarkoittaa, että älykäs laite ja ihmisen älykkyys ovat pohjimmiltaan toisiaan vastaavia.

Kurzweil ym. (1990) jatkavat listaustaan mainitsemalla, että vuonna 1940 John V. Atanasoff ja Clifford Berry rakensivat sähköisen tietokoneen, joka tunnetaan nimellä "ABC". Se ei kuitenkaan ollut ohjelmoitavissa. Saksalainen Konrad Zuse teki vuonna 1941 maailman ensimmäisen täysin ohjelmoitavan digitaalisen tietokoneen, Z-3:n. Hän palkkasi sokean matemaatikon, Arnold Fastin ohjelmoimaan sen. Näin ollen Fastista tuli maailman ensimmäinen toimivaa ja ohjelmoitavaa tietokonetta ohjelmoinut henkilö. Vuonna 1944 Howard Aiken tekee ensimmäisen amerikkalaisen ohjelmoitavan tietokoneen, nimeltään Mark I. John von Neumann julkaisee vuonna 1946 tiedejulkaisun, joka käsittelee konseptia tallennetuista ohjelmista ja aloittaa tietokonetutkimuksen Princetonin yliopistossa. Vuonna 1950 Alan Turingin "Computing Machinery and Intelligence" kuvaa tavan päätellä onko laite älykäs eli hän kehitti niin sanotun Turingin testin. 701 oli IBM:n ensimmäinen tuotantolinjalla vuonna 1952 tuotettu tietokone, jonka oli suunnitellut Nathaniel Rochester ja se oli tarkoitettu tieteelliseen käyttöön.

Kurzweil ym. (1990) kertovat, että vuonna 1955 Allen Newell, J.C. Shaw ja Herbert Simon kehittävät IPL-II-kielen, joka on ensimmäinen tekoälyn ohjelmointiin tarkoitettu ohjelmointikieli. Lisäksi he kehittivät vuonna 1957 General Problem Solver -ohjelman, joka hyödyntää ongelmanratkaisussa välitavoiteanalyysiä. Vuonna 1981 IBM esittelee maailman ensimmäisen henkilökohtaisen tietokoneen PC:n. 1980-luvun puolivälissä tekoälytutkimus alkaa keskittyä vakavasti ongelmanratkaisun alueella rinnakkaisarkkitehtuureihin ja niihin liittyviin metodologioihin. Pennsylvanian yliopistossa Vuonna 1986 työskennelleen Russell Andersonin tohtoriväitökseen liittyvä tutkimus käsitteli robottia, joka voitti ihmisen pingiksessä. 1990-luvulla mediateollisuus kykenee tuottamaan tietokoneella luotuja henkilöitä, älykkäitä kuvajärjestelmiä joillakin ihmismäisillä ominaisuuksilla. 2000-luvun alussa puhetta pystytään kääntämään tekstiksi visuaalisille näytöille kuurojen tarpeita ajatellen.

## 2.2 Nyt ja tulevaisuudessa

Nykyaikainen kehittynyt yhteiskunta on täynnä tietotekniikkaa ja koko ajan enenevässä määrin myös älykästä teknologiaa. Ihmiset ovat suurelta osin ottaneet käyttöönsä älypuhelimet, käyttävät niihin liitettyjä älykkäitä palveluita ja kohtaavat usein huomaamattaankin jokapäiväisessä elämässään älykkään teknologian keinoin toteutettuja asioita, toimintoja ja palveluita. Mainontaa ja viestintää kohdennetaan ihmisen sosiaaliseen, maantieteelliseen ja ekonomiseen profiiliin kohdentuen automaattisesti. Ei ole enää ihme, että auto parkkeeraa itse itsensä, julkinen kulkuneuvo kulkee automaattisesti, tuotteiden laatua valvotaan automatisoidusti tai logistiikka hoidetaan autonomisten järjestelmien kautta.

Ihminen kokee autonomista ja älykästä teknologiaa kaikkialla jokapäiväisessä elämässään ja monilta osin sen on tarkoitus helpottaa ihmisen välttämättömästi arkeen kuuluvien asioiden tekemistä. Lisäksi yrityksen hakevat automatisoinnin sekä autonomisten ja älykkäiden järjestelmien avulla liiketoiminnan ja palvelujen tehostamista. Lisäksi esimerkiksi arvopaperikauppa ja sijoitustoiminta on ottanut vahvasti uusia suuntia autonomisesti toimivien kaupankäyntirobottien hyödyntämiseen.

Myös tulevaisuutta visioidaan mediassa jatkuvasti. Toisaalta herätellään pelkoja siitä, kuinka ihminen ei tulevaisuudessa enää hallitse kehittämäänsä teknologiaa ja se ottaa ihmisestä ylivallan. Toisaalta toiset rauhoittelevat ihmisten pelkoja ja yrittävät kuvata kehitystä paremmassa valossa.

Kaiken edellisen keskiössä on kuitenkin aina ihminen, ihmisen kokemus sekä tavat ja tottumukset ottaa teknologiaa haltuunsa. Lopulta ihmisen elämän ja sen tarpeiden pitäisi olla sen määrittäjänä, miten älykästä teknologiaa kehitetään. Herkästi tämän vastapuolelle asetetaan liike-elämä, sen kehitys- ja tehostamistarpeet sekä ajatus esimerkiksi työpaikkojen menettämisestä. Näiden ei välttämättä tarvitse kuitenkaan olla toisiinsa nähden ristiriidassa, vaan sopusointu on toivottavasti mahdollista. Sopusoinnun tavoittelun perusedellytyk-

on kuitenkin sen tutkiminen, että miten ihminen älykkään teknologian kokee, mikä merkitys sillä ihmisen elämässä on ja mitkä ovat ihmisen ja toisaalta liike-elämän tarpeet tällä yhteisellä ja jaetulla toiminnan alueella. Sen tutkimiselle, miten ihminen älykkään teknologian kokee, on suuri tarve. Yhtä suuri tarve on tutkia ihmisen toimintaa ja ajattelua tekoälyllistettävässä ympäristössä eli sitä, miten teknologia saataisiin toimimaan älykkäästi ja autonomisesti. Tie tällaisen tiedon saavuttamiseen on ihmisen ajattelun tutkiminen. Tässä tutkielmassa esiteltävä menetelmä on kehitetty palvelemaan tällaisen tutkimuksen tarpeita.

Adobin CMO-palvelu (2017) julkaisi tekoälyn käyttöön liittyviä faktoja ja ennusteita. Niiden mukaan tekoälymarkkinoiden koko ylittää 100 miljardin dollarin rajan vuonna 2025. Vuonna 2016 yritysten liiketoimen johdosta 58 prosenttia käytti hyödykseen ennustavia analytiikkatyökaluja. 61 prosenttia niistä toimijoista, joilla on innovaatiostrategia, kertoivat käyttävänsä datan käsittelyssä hyväkseen tekoälyä löytääkseen liiketoiminnan mahdollisuuksia, jotka muuten jäisivät huomaamatta. Lisäksi on ennustettu, että vuonna 2020 asiakaan kanssa käytävästä vuorovaikutuksesta 85 prosenttia hoidetaan ilman ihmiskontaktia. Seuraavan vuosikymmenen aikana tekoälyn ja teknologian vaikutuksen seurauksena Yhdysvalloista katoaa 16 prosenttia työpaikoista, mutta samanaikaisesti sinne syntyy 13,6 miljoonaa uutta työpaikkaa. Maailman nopeimmin kasvavista yrityksistä 45 prosentin ennustetaan "työllistävän" vuonna 2018 enemmän älykkäitä laitteita ja virtuaalisia avustajia kuin ihmisiä.

Mitä laajemmalle älykkään teknologian käyttö leviää ja mitä suurempaa roolia se näyttelee yritysten ja ihmisten toiminnalle, sitä suurempi on tarve siihen liittyvien toimintojen ja ihmisen välisen vuorovaikutuksen tutkimiselle. Myös tarve kehittää autonomisesti toimivia laitteita kasvaa jatkuvasti ja sen myötä myös niihin liittyvä tutkimustyö. On esimerkiksi tarpeellista tutkia sitä, milloin ihminen joutuu ottamaan älykkään teknologian ohjaaman tilanteen takaisin omaan hallintaansa ja mitkä ovat syyt, jotka tähän johtavat.

## 3 AJATTELU

Tässä osassa tutkielmaa kuvataan ihmisen ajattelua ja mentaalisia representaatioita siitä näkökulmasta, että tutkielmassa esiteltävää menetelmää käytäntöön soveltava henkilö voi saada käsityksen siitä, mitä ajattelun osa-alueita menetelmällä tutkitaan. Menetelmä on tarkoitettu erityisesti eksperttien ajattelun sisältöjen eksplikoimiseen. Menetelmä on kehitetty kognitiotieteen alueella toimivan henkilön käyttöön, joten kattava ajattelun tieteellinen kuvaaminen ei olisi mielekästä, koska menetelmän käyttäjän oletetaan hallitsevan aihealueen riittävän syvällisesti. Silti on tarpeellista tuoda oleellimmat ajatteluun liittyvät asiat esille.

### 3.1 Mentaaliset representaatiot ja ajattelun sisällöt

Tässä kappaleessa kuvataan mentaalisten representaatioiden ilmenemistä ja merkitystä ihmisen mielensisäisen symbolisen ajattelun näkökulmista. Mentaaliset representaatiot ovat tärkeä osa kognitiotieteen tutkimusta ja niiden avulla kuvataan ihmismielen toimintaa eri tilanteissa eli sitä kuinka ihminen hahmottaa ympäröivän maailman jossain tilanteessa. Mielensisäisten mallien ymmärtäminen on ihmisen toiminnan tutkimisen perusedellytys. Tutkielmassa esiteltävä menetelmä tarjoaa keinot tutkittavan henkilön mentaalisten representaatioiden selvittämiseen, tulkitsemiseen ja analysointiin sekä näiden pohjalta saatujen tietojen kuvaamiseen.

#### 3.1.1 Mentaaliset representaatiot

Johnson-Laird (1989, s. 469) kuvaa Kenneth Craikin (1943) väitteen, että ihminen kääntää ulkoiset tapahtumat sisäisiksi malleiksi manipuloimalla näiden symbolisia uudelleen kuvauksia eli representaatioita. Tuloksena syntyneet symbolit voidaan taas kääntää takaisin toiminnoiksi tai niiden avulla voidaan tunnistaa symbolien ja ulkoisen maailman tapahtuminen välisiä suhteita. Yksinker-

taistettuna tämä tarkoittaa sitä, että mentaalinen representaatio on ihmisen mielensisäinen kuvaus ympäröivästä todellisuudesta.

Representaation voi kuvata yksinkertaisen esimerkin kautta. Ihmisen ajattelussa esimerkiksi kuuta, hän ei ajattele itse kuuta, vaan hänen mielessään ja ajattelussaan kuusta syntyneestä uudelleenkuvausta. Mentaalinen representaatio edustaa mieleen nähden ulkoisessa maailmassa olevaa kohdetta, toimien siihen liittyvän ajatuksen välittäjänä. Representaation voidaan siis ajatella olevan luonteeltaan epäsuora.

Pohdittaessa sitä, miten samaan asiaan tai tilanteeseen liittyvät mentaaliset representaatiot saattavat vaihdella eri ihmisten välillä, Barsalou (1999, s. 636) kuvaa esimerkin: Synnyttäneen naisen voidaan olettaa muodostavan erilaisen mentaalisen representaation kuulemastaan synnyttämiseen liittyvästä tarinasta kuin sen kuullut mies tai toinen nainen muodostavat. Tutkittaessa, nyt esiteltävän menetelmän avulla kohdealueella toimivien henkilöiden ajattelua ja mentaalisia representaatioita, saadaan selville, miten eri henkilöiden ajattelu poikkeaa toisistaan. Tätä tietoa voidaan myöhemmin soveltaa esimerkiksi älykkään teknologian kehittämisessä, kun halutaan tietää millä eri tavoilla tutkittavan tilanteen voi nähdä, kokea ja ymmärtää. Kehittäjien ja suunnittelijoiden kohdealueeseen liittyvä mielikuvantaminen voi olla hyvinkin todellisen ja relevantin oloista, mutta ei silti tuo esiin kuin vain yhden näkökulman (representaation) tutkittavaan asiaan. Useiden eri ihmisten mentaalisten representaatioiden selvittäminen on yksi laadukkaan kehittämisen edellytyksistä.

Cummins (1996, s. 1) näkee mentaalisten representaatioiden kohdalla haasteena sen ymmärtämisen, että mitä sisältöjä mielessä esitetään ja minkä muodon mentaaliset representaatiot ottavat. Yleisenä ongelmana voi olla sen käsittäminen, että minkälaisia representatiivisia skeemoja mieli työstää eli ovatko ne kuvia, symbolisia rakenteita vai esimerkiksi aktivaatiovektoreita. Voidaan lisäksi kysyä, kuinka mentaaliset representaatiot toteutuvat aivotasolla tai miten mentaaliset representaatiot määritellään eli mikä filosofisessa mielessä on se jokin asia, joka uudelleenkuvaava jotain toista asiaa.

Tutkielmassa esiteltävä menetelmä ei kuitenkaan keskity siihen, miten mentaaliset representaatiot ovat aivoissa edustettuna tai miten ne filosofisessa mielessä rajataan. Menetelmä lähestyy asiaa enemmän käytännönläheisestä näkökulmasta. Tärkeää on saada selville tutkittavassa tilanteessa toimivien henkilöiden kohdealueeseen liittyvät mentaaliset representaatiot, kyetä vertaamaan niitä johdonmukaisesti keskenään ja tuoda ne tutkimuksen käyttöön mahdollisimman kuvaavasti ja tutkimuskysymykseen vastaamista tukien. On tärkeää, että mentaaliset representaatiot saadaan kuvattua niin, että niiden kautta saatava informaatio on tutkimuksen kannalta relevanttia.

Johnson-Laird (1983, s. 165) kertoo olevan olemassa vähintään kolme ylätasolla eroteltavaa, tyypiltään erilaista mentaalista representaatiota. Propositionaaliset representaatiot ovat symbolien joukkoja, jotka vuorovaikuttavat luonnollisen kielen kanssa. Lisäksi on mentaalisia malleja, jotka ovat rakenteellisia analogioita ympäröivästä maailmasta ja mielen kuvia, jotka taas ovat havaintoihin korreloituvia malleja jostakin tietystä näkökulmasta. Lopulta kaikki men-

taaliset representaatiot voidaan kuitenkin pelkistää koodaukseksi samoin kuin korkean tason ohjelmointikielen rakenteet voidaan pelkistää bittien muodostamiksi kuviksi tai Turingin koneen monimutkaisimmat algoritmit symbolijoukoiksi.

Mentaaliset mallit toimivat eri tasoilla, kuten Johnson-Laird (1983) ehdottaa ja lisäksi mallit ovat epätäydellisiä ja yksinkertaisempia kuin on todellisuus, jota ne kuvaavat. Sen seurauksena ne sisältävät elementtejä, jotka ovat pelkääntään todellisuuden imitointia. Näille elementeille ei ole toimivaa mallia siitä, kuinka niiden kohteet tosielämässä toimivat, vaan ainoastaan proseduureja, jotka matkivat niiden toimintaa.

Sen lisäksi, että mentaaliset mallit ovat epätäydellisiä, Norman (1983) ovatkin havainneet, että ihmisten kyvyt toimia mentaalisten mallien mukaan ovat hyvin rajallisia. Lisäksi mallit ovat epävakaita eli ihminen unohtaa niihin liittyviä yksityiskohtia, varsinkin jos niiden kuvaamien järjestelmien tai asioiden käytöstä on jo kulunut aikaa. Lisäksi hän toteaa, että mentaalilla malleilla ei ole selkeitä rajoja ja vastaaviin reaali maailman kohteisiin liittyvät mallit sekoittuvat herkästi keskenään. Ihmisten käyttämät mallit myös sisältävät uskomuksia, ja vaikka ihmiset jopa tiedostavat tämän, he soveltavat niitä, koska se vaatii vähemmän vaivannäköä. Mentaalisten mallien kehittäminen tuntuu myös usein raskaalta. Ihmisillä on taipumus nähdä jopa isompi fyysinen vaiva, jotta heidän ei tarvitse muuttaa mentaalista malliaan, mallia joka auttaisi heitä lopulta pääsemään helpommalla.

Mentaalisia malleja hyödynnetään esimerkiksi erilaisissa kriisi- ja ongelmatilanteissa, itsenäisessä ja yksinäisessä toiminnassa, mutta myös sosiaalisissa tilanteissa. Van Santen, Jonker ja Wijngaards (2009) muun muassa kertovat, että sellaisissa kriisitilanteissa, jotka sisältävät monimutkaisuutta, kiireellisyyttä ja nopeita tapahtumia, kriisiä ymmärtääkseen ja tapahtumaryöppyä ennustaakseen, henkilöt rakentavat mentaalisen mallin tilanteesta. Tähän malliin he lopulta perustavat toimintansa ja mielipiteensä. Kriisitilanteessa tätä mallia arvioidaan jatkuvasti ja se kehittyy kuvaten koko ajan tarkemmin käsillä olevaa tilannetta. Tutkielmassa esiteltävä menetelmä ei kuitenkaan rajoitu pelkkiin mentaalisten mallien tutkimiseen ja analysointiin, vaan mentaaliset representaatiot eri muodoissaan ja mahdollisine eri tyyppineen ovat kaikki yhtälailla tarkastelun kohteena. Lisäksi pelkkä mentaalinen representaatio itsessään ei riitä tutkimuksen kohteeksi, vaan myös siihen liittyvät ajattelun sisällöt. Ajattelun sisältöjä kuvataan tarkemmin Ajattelun sisällöt -kappaleessa.

Menetelmän avulla tutkittavat työtilanteet tai tapahtumajoukot voivat olla monimuotoisia ja vaihtelevia. Voidaan esimerkiksi tutkia ihmisen ja älykkään teknologian vuorovaikutusta tilanteessa, jossa älykäs teknologiaa ollaan ottamassa käyttöön ja sen toimivuudesta ihmisen tarpeiden ja käyttäytymisen näkökulmista halutaan saada varmuus. Ihmisen älykkääseen teknologiaan liittyvän kokemuksen tutkimisen lisäksi tutkittavat tilanteet todennäköisesti tuovat esiin sen, että tilanteessa toimiminen vaatii useimmiten spatiaalista, avaruudellista hahmottamista.

McNamara (1986, s. 87) tuokin esiin seikan, että lähes kaikki ihmisten toiminta vaatii spatiaalisten suhteiden representaatioita. Ihmiset kulkevat kolmiulotteisessa ympäristössä havaintojensa ja muistinsa spatiaalisten suhteiden viitoittamana. Me kuvaamme ajatteluprosessia ikään kuin se ulottuisi tilaan. Ajattelumme objektit, mentaaliset kuvat näyttävät olevan spatiaalisia prosesseja, ja yhtäläillä kielelme on täynnä spatiaalisia metaforia. McNamara (1986, s. 87) kuvaa mentaalisten representaatioiden teorioiden luokittelua. Ei-hierarkkiset teoriat ehdottavat, että spatiaaliset suhteet ympäristön objektien joukossa ovat mentaalisesti representoitu verkkoina tai toisaalta myös kuvien kaltaisesti, analogisessa muodossa. Hierarkkiset teoriat toisaalta ehdottavat, että erilaiset ympäristön alueet on varastoitu verkkomaisia puita muistuttavien rakenteiden oksiin.

Tutkielmassa esiteltävällä menetelmällä voidaan esimerkiksi tutkia tilannetta, jossa laiva kohtaa väylällä ennustamattomasti liikkuvan purjealuksen. Tilanteessa onnistuneesti toimiminen voi vaatia useilta siihen liittyviltä henkilöiltä tilaan, etäisyyksiin, nopeuksiin ja sijanteihin liittyvän informaation käsittelyä. Jokainen tilanteessa toimiva henkilö muodostaa mieleensä kuvan, a) tilanteesta kokonaisuutena, b) omasta roolistaan tilanteessa ja c) siitä, minkälaisia aikeita ja näkemyksiä muilla toimijoilla tilanteesta on. Ihmisen kokemuksen ja lopulta älykkään teknologian kehittämiseksi tällaisten spatiaalisten mentaalisten representaatioiden selvittäminen on ensiarvoisen tärkeää.

Savitsky, Epley ja Gilovich (2001) kertovat ihmisillä olevan taipumus liioitella sitä, miten muut tulkitsevat meidän esillä olemistamme ja käyttäytymistämme. Lisäksi mentaalisten representaatioiden muotoa, mentaalisia malleja kuvatessaan Johnson-Laird (2013) kertoo mentaalisten mallien olevan kuvauksia maailmasta, joka perustuu havaintoihin, muistiin tai mielikuvitukseen ja jotka toteutuvat ajatuksissa. Lisäksi hän kertoo mentaalisen mallin olevan siinä määrin ikoninen kuin sen on mahdollista olla. Se siis sisältää symbolisia elementtejä, jotka edustavat ominaisuuksia ja suhteita, joita ei voi visuaalisesti kuvata, kuten esimerkiksi *negatio*. Mentaalinen malli myös edustaa sitä, mikä on totta, vastakohtana sille mikä ei ole totta. Totuusperiaate tekee mielen malleista suppeampia kuin esimerkiksi totuustaulut, jotka voivat kuvata sitä mikä on totta ja sitä mikä ei ole totta. Koska erehtyminen on osa ihmisenä olemista, mentaalisten mallien osalta ihminen usein antautuu sen illuusion varaan, että tehdyt päätelmät ovat oikeita, vaikka ne eivät olisikaan.

Nyt esiteltävän menetelmän johdonmukaisella käytöllä saadaan tuotettua mentaalisten representaatioiden kuvauksia tutkittavasta tilanteesta sekä muiden toimijoiden ajattelun tulkitsemiseen liittyvistä virheistä. Tämä tukee menetelmän käytön tavoitetta eli tutkittavaan tilanteeseen liittyvän ajattelun ja todellisuuden selvittämistä tutkimuskysymykseen vastaamiseksi.

Mentaalisia representaatioita voidaan muodostaa lähes kaikesta toiminnasta, jota ihminen toteuttaa. Mentaalinen representaatio voidaan muodostaa esimerkiksi tilanteesta, jossa ihminen suunnittelee matkaa. Hän tekee arvioita matkan haluttavuudesta, johon vaikuttavat muun muassa maisemallinen kokemus, matkaseura, sää, matkustustapa, matkan rentouttavuus kokonaisuutena



ja elämyksellisyys. Yhtälailla hän arvioi matkustusaikaa, aikaa kierrellä turistikohdeissa, käydä ravintoloissa ja toimia kiireettömästi sekä edellisten vaikutusta matkabudjettiin, matkan kokonaishintaan ja matkan jälkeiseen arkeen. Hänen ajatteluunsa vaikuttavat hänen laskemansa hyödyt ja tilanteisiin liittyvät arviot, jotka johtavat hänen tekemiinsä päätöksiin. Edellinen on kuvaus matkan suunnitteluun liittyvästä mentaalista representaatiosta. Siitä voitaisiin myös tarvittaessa muodostaa tarkentuneita sanallisia tai esimerkiksi kaaviomuodossa olevia kuvauksia. Mentaalisten representaatioiden kuvaaminen on tärkeää sen takia, että niiden avulla tutkittavien tilanteiden sisältämät representaatiot saadaan siirrettyä tutkimus- ja kehittämistyötä tekevien henkilöiden tietoon. Nyt esiteltävässä menetelmässä hyödynnettävä protokolla-analyysi auttaa representaatioiden jäsentelyssä, selkeyttämisessä ja niiden sisältämien ajatusten sekä lisäksi niiden välisten suhteiden kuvaamisessa.

Greenwald (1988, s. 9) kuvaa mentaaliset representaatiot monitasoisen mallin avulla. Siinä representaatiossa on ulkoisiin ärsykkeisiin reagoivia ja toisaalta representaatiosta ulospäin vaikuttavia ominaisuuksia, joihin muun muassa vaikuttavat ihmisen mielessä ulkoiseen ympäristöön viittaavat fyysisen identiteetin omaavat objektit. Objektit taas voidaan jakaa kategorioihin, jotka saavat abstraktin muodon, ja jotka nimetään tai luokitellaan jollain tavalla. Näiden kanssa ovat erilaisissa vuorovaikutuksissa väittämät ja ehdotukset, jotka hakevat koostumustaan johdonmukaisesti skeemojen avulla. Edelliset tasot kommunikoivat keskinäisistä suhteistaan huolimatta pitkälle oman tason vastaavien osien kanssa eivätkä välttämättä eri tasojen välillä. Edellinen on vain eräs tapa jaotella ja jäsentää mentaalisen representaation rakennetta ja muitakin, kilpailevia ehdotuksia mentaalisen representaation yleiseksi rakenteeksi on olemassa. Näillä huomioilla tuodaan esiin tässä tutkielmassa esiteltävän menetelmän joustavuus ja monikäyttöisyys. Se ei menetelmänä ota kantaa teoreettisiin näkemyksiin mentaalisen representaation perusolemuksesta ihmisen mielessä, vaan pyrkii enemmänkin ilman teoreettisia viittauksia selvittämään ja todenmukaisesti kuvaamaan itse tutkittavan henkilön mentaalisen representaation sillä tavoin kuin tutkijaosapuoli sen haluaa esittää, ja toisaalta sillä tavalla kuin se taho, jolle representaatio kommunikoidaan, haluaa sen nähdä.

### 3.1.2 Ajattelun sisällöt

Saariluoma (2003, s. 75-76) mainitsee, että representaatiot sisältävät aina informaatiota. Mielensisältöjä voi olla loputon määrä, mutta sillä on merkitystä, minkälaisia asioita ihmiset ovat oppineet. Ei voi olla olemassa sisällyksettömiä ajatuksia, joten ei voi olla olemassa myöskään sisällyksettömiä representaatioita. Representaatioiden sisältö antaa ihmisen toiminnalle suunnan. Lisäksi ihminen voi ajatella vaikkapa ulkomaankauppaa tai hallitusmuotoa, mutta ne ovat asioita, joita emme suoraan havainnoi. Voidaan siis olettaa, että representaatiot eivät muodostu pelkästään havainnoinnin kautta.

Saariluoma (2003, s. 77) kertoo mieltämisen (apperseptio) olevan ajattelun ydinprosessi ja että mieltämistutkimuksessa representaation informaation sisältö

ja hajotetaan merkityselementeiksi. Tällaisessa tutkimuksessa voidaan esimerkiksi vertailla useiden eri henkilöiden suunnitteluprosesseihin liittyviä ajatuskulkua keskenään. Vertailusta syntyneistä eroavaisuuksista ja samanlaisuuksista voidaan saada kuva siitä, miten representaatiot tutkitussa tilanteessa ovat muokkaantuneet. Sisältöä voidaan tarkastella esimerkiksi tärkeyteen, epäolennaisuuteen tai riskeihin liittyvistä näkökulmista.

Tutkielmassa esiteltävässä menetelmässä tutkittavien henkilöiden ajattelun sisältöjä ja eroavaisuuksia tutkitaan menetelmän monissa eri vaiheissa. Tiedonkeruuvaiheessa haastattelujen kautta saadaan selville kohdealueella toimivien henkilöiden ajattelun ja niiden taustojen eroavaisuudet. Yhtäläillä haastatteluisissa käytettävien kysymysten suunnittelussa ja testaamisessa vertaillaan fokusryhmän sisällä ryhmän erilaisia ajattelun sisältöjä kysymyksiin liittyen. Myös varsinaisten haastattelujen tuloksista tulee ilmi useiden eri henkilöiden samassa tilanteessa käyttämät ajatuskulut ja niihin liittyvät merkitykset eronneen. Protokolla-analyysissä, samoin kuin ajatteluluonnoksissa tutkittavien henkilöiden ajattelun eroavaisuudet tulevat esiin ja niiden pohjalta voidaan analyysivaiheessa löytää syitä henkilöiden keskinäisiin ajattelun eroavaisuuksiin. Pelkät tutkittavien henkilöiden mentaaliset representaatiot itsessään eivät riitä kuvaamaan esimerkiksi älykkään teknologian suunnittelussa suunnittelun kannalta välttämättömiä ajatussisältöjä. Sen takia menetelmän avulla on tarkoitus pureutua mentaalisten representaatioiden kuvaamisen lisäksi ajattelun sisältöjen eksplikoimiseen.

Jos halutaan selvittää esimerkiksi syitä siihen, miksi tutkittava henkilö kokee vuorovaikutuksen älykkään teknologian kanssa omalla tavallaan tai mitä asioita tulee huomioida, kun sellaista teknologiaa kehitetään tai miksi joissain tilanteissa lopulta ihmisen kontribuutio älykkäässä järjestelmässä on välttämätöntä, täytyy tutkimuksen keinoin päästä sisään kohdealueella toimivien ihmisten ajattelun sisältöihin – ajattelua vertailemalla, tiivistämällä, erottelemalla ja pilkkomalla sitä osiin.

### **3.1.3 Ajatteluvirheet**

Saariluoma (2003, s. 10-11) kertoo työelämään liittyvissä ajatteluprosesseissa keskeisen käsitteen olevan ajatteluvirheet. Käsite määrittely alkaa oikeellisuudesta, jota taas tulee tarkastella asetettujen tavoitteiden kautta. Ajatusvirhe ilmenee ajattelun ja todellisen tavoitteen välisenä erona eli jos toiminnalla saavutettu tavoite on merkittävästi huonompi kuin alussa oletettiin, on kyseessä ajatteluvirhe. Ajatteluvirheisiin liittyy myös ajatteluriskin käsite. Toteutuneista virheistä voidaan oppia ja niiden pohjalta voidaan hahmotella kuvauksia ajatteluriskeistä, joiden tuntemus auttaa ennaltaehkäisemään tulevia virheitä.

On selvää, että toteutuneet ajatteluvirheet aiheuttavat yrityksille enemmän tai vähemmän taloudellisia menetyksiä ja liiketoiminnan tehottomuutta. Lisäksi esimerkiksi älykkään teknologian kehittämisessä on tärkeää, että jossakin tutkittavalla kohdealueella ilmenevien ajattelun virheiden ei anneta siirtyä älykkään teknologian toimintoihin. Huolellinen ajattelun tutkiminen voi ensinnäkin tuoda esiin aiemmin huomaamatta jääneitä ajatteluvirheitä, mutta myös toisaal-

ta myös estää jo tiedettyjen virheiden siirtymisen parhaillaan suunniteltavaan järjestelmään.

Esimerkki ajatteluvirheestä, joka voi toteutua jo ilman älykkään teknologian mukanaoloa ja jota ei "huomaamatta" kannata siirtää osaksi älykästä järjestelmää: Kun rahtilaiva rantautuu satamaan, on mahdollista, että komentosillalla tehdään päätöksiä esimerkiksi peruuttamisesta, vaikka ei olla täysin varmoja kaikista niistä asioista, joihin manööveri tulee vaikuttamaan. On mahdollista, että kansimiehistö on jo laskenut kiinnitysköydet laiturialueelle laiturilla työskenteleville sataman työntekijöille. Komentosillalla laivan ohjaamisesta vastaavat henkilöt joko ovat unohtaneet köyden laskemisen tai tottumuksesta olettavat, että sitä ei vielä ole laskettu. Peruuttaminen saattaa aiheuttaa sen, että köysi putoaa veteen ja ajautuu perän potkureihin, minkä seurauksena joko potkuri vaurioituu ja köyden käyttöön liittyvä laitteisto menee epäkuntoon tai syntyy henkilövahinkoja yllättäviin köysien liikkeisiin liittyen.

Kuten Saariluoma (2003, s. 77) kertoi, mieltämistutkimuksessa representaation informaation sisältö hajotetaan merkityselementeiksi ja vertaillaan tilanteeseen liittyviä ajatuskulkuja keskenään. Laivan peruuttamiseen liittyvässä esimerkissä on kannattavaa tutkia, miten tilanteeseen osallistuvien henkilöiden muodostamat representaatiot eroavat toisistaan ja miten ne ovat muokkaantuneet sellaisiksi kuin ne ovat. Representaatioiden sisällön tarkastelukulma liittyy riskeihin ja ajatteluvirheisiin. On mahdollista, että tuloksista löytyy henkilöiden ajatuskulkuja, jotka eivät huomioi kaikkia tarvittavia tilanteeseen liittyviä seikkoja tai heidän aiemman kokemuksensa vastaavassa tilanteessa ovat johtaneet heidät ajattelemaan, kuten he ajattelevat. Onnistuneen ajatteluun liittyvän tutkimuksen myötä on ehkä mahdollista kehittää sellainen laivan rantautumiseen liittyvä, älykkäästi toimiva teknologia, joka osaa huomioida tällaiset tiedonsiirtoon liittyvät ongelmat tai toiminnan oikeellisuutta häiritsevät tekijät.

## 3.2 Intentio

Bratmanin (1987, s. 120-121) kuvauksen mukaan intentio on tärkeä prosessi, jonka toiminnot herättävät ja ylläpitävät tietoisuuden toimintoja (mentaalisten tekijöidensä kanssa) hetkestä toiseen. Intentio on tapa, jolla taipumus vapaaehtoiseen toimintaan osoittaa itsensä ihmisen mielelle millä tahansa hetkellä. Ei ole olemassa vapaaehtoista toimintaa ilman intentiota (aikomusta).

Haggard (2005, s. 290) mainitsee, että terminä intentio kattaa useita erillisiä prosesseja informaation prosessoinnin ketjussa, jossa halut ja tavoitteet muuttuvat käyttäytymiseksi. Aarts, Verplanken ja Knippenberg (1998, 1358) kertovat, että useat hyvästä harjoittelusta ja taidoista johtuvat toiminnot, kuten kirjoittaminen, käveleminen ja ajamiensa luokitellaan yleensä automaattisiksi. Siitä huolimatta ne sitoutuvat tavoitteisiin, jotta ne voivat toteutua. Toisin sanoen, tällaiset automaattiset toiminnot ovat välineitä jonkun tietyn tavoitteen saavuttamiselle. Emme esimerkiksi ota toistuvasti pyörää telineestä ja aja jonnekin ilman tavoitetta päästä sinne.

Voidaan siis ajatella, että toistuvilla toiminnoilla on taipumus automatisoitua, jolloin ne eivät itsessään sisällä intentiota, mutta useimmiten sitoutuvat intentioihin toiminnan tavoitteiden kautta. Ihmisen toimintaa ja työskentelyä sekä ajattelua jollakin kohdealueella tutkittaessa on sekä tutkimuksen suunnitteluvaiheessa että tuloksia analysoitaessa tarpeen hahmottaa tutkittavien henkilöiden mielessä ja ajattelussa mahdollisesti ilmenevät intentiot, tehtävän suorittamisen sisältämät aikomukset. Tutkimuskysymyksen luonteesta riippuen, voi olla tarpeen saada selville ne syyt, jotka johtavat intentioihin eli ne ajattelun sisällöt, jotka ovat vaikuttamassa intention muodostumiseen, mutta toisaalta myös ne sisällöt, jotka ovat intentioiden seurauksia. Automatisoituneessa toiminnassa ihminen ei välttämättä itse tiedosta oman toimintansa osatavoitteita ja ne saattavatkin ilmetä implisiittisesti. Esiteltävässä menetelmässä on tarkoitus tuoda esiin tutkittavien henkilöiden implisiittistä ajattelua. Implisiittistä ajattelua käsitellään tarkemmin tutkielman Implisiittinen ajattelu -kappaleessa.

### 3.3 Laskennallisuus ja funktionaalisuus

Pylyshyn (1989, s. 52) kertoo, että suurin erottava tekijä kognitiotieteen ja perinteisen psykologian piirissä tapahtuvan kognition tutkimisen välillä on laajuus, jolla kognitiotiede on ottanut vaikutteita sekä laskennallisuuden ideoista että tekniikoista. Rescorla (2015) kertoo jo vuosikymmeniä olleen yleistä verrata ihmisen mieltä digitaaliseen tietokoneeseen. Hän tuo myös esiin seikan, että ihmisen ajattelu kirjaimellisesti on laskennallista. Tällaiseen laskennallisuuteen (*Computational Theory of Mind, CTM*) kuuluvat useat erilaiset yritykset mallintaa ihmisen mielen ominaisuuksia laskennallisilla mallinnustekniikoilla sekä ottamalla mukaan joitain tietokoneen produktiomallin ominaisuuksia. Tällaisiin viittaavat muun muassa vertailut tallennettujen tietokoneohjelmien konseptiin sekä kahtiajako laite- ja ohjelmallisten osien välillä. Hilary Putnam ehdotti CTM-mallia vuonna 1961.

Rescorla (2015) mukaan CTM yhdistää järkeilyn ja ajattelun perusteet mielentilojen perusteisiin. Mielentiloihin liittyen on myös kehitetty teoria *Representational Theory of Mind, RTM*. Se perustuu väitteelle, että mielen intentionaaliset tilat, kuten uskomukset ja halut ovat suhteita ajattelijan ja hänen mielentiloihin liittyvien sisältöjen symbolisten representaatioiden välillä. Esimerkiksi sen uskominen, että maton päällä on kissa, on eräänlainen funktionaalinen suhde symboliseen mentaaliseen representaatioon semanttisella sisällöllä "Kissa on matolla". Toive, että kissa olisi matolla, on erilainen funktionaalinen suhde symboliseen mentaaliseen representaation kuin aiemmassa tapauksessa, vaikka molempien semanttiset arvot olisivat samat.

Horst (2011) jatkaa, että järkeilyyn ja perustelemiseen liittyvä laskennallisuus riippuu oleellisesti aiemmasta väitteestä eli siitä, että intentionaaliset tilat sitoutuvat symbolisiin representaatioihin. Tämän ajatuksen mukaisesti tällaisilla representaatioilla on sekä semanttisia että syntaktisia ominaisuuksia. Lisäksi järkeilyn ja perustelun prosessit suoritetaan tavoilla, jotka reagoivat vain sym-

bolien syntaksiin. Tällainen prosessi täyttää laskennallisuuden teknisen määritelmän ja on formaalia symbolien manipulointia.

Oman kuvauksensa kognitioon liitettävään laskennallisuuteen ja sen tärkeyteen kognitiotieteessä tuovat Newell, Rosenbloom ja Lairdin (1989, s. 93) mainitsevat kognitiiviset arkkitehtuurit, joiden tärkeä muoto on symboliset arkkitehtuurit. Kun järjestelmä suunnitellaan tavoitehakuiseksi, kyseessä on järjestelmä, jossa on rakenne ja funktiot. Tällöin kyseinen järjestelmä tuottaa käyttäytymistä, joka toteuttaa jonkin järjestelmään kuuluvan funktion. Termiä *arkkitehtuuri* käytetään, kun halutaan osoittaa rakenteella olevan ensisijainen ja pysyvä rakenne. Voidaan siis puhua yleisellä ja kuvaavalla tavalla mielen tai mielen osan arkkitehtuurista.

Newell ym. (1989, s. 93-104) kertovat kognitiotieteessä arkkitehtuurien roolin olevan keskeistä ihmisen kognitioihin liittyvissä teorioissa. Arkkitehtuureihin liittyvät teoriat eivät pelkästään päättelee ihmisessä vallitsevia käyttäytymistä määrääviä tekijöitä, vaan mieluumminkin päättelevät psykologisessa mielessä niitä käyttäytymistä määrääviä tekijöitä, jotka eivät ole pelkkiä heijastumia henkilön tietämyksen piirissä toteutuvia tavoitteista. Arkkitehtuurin keskeinen tehtävä on tukea järjestelmän mahdollisuuksia universaaliin laskentaan, kuten esimerkiksi Turingin kone ja tai Markovin algoritmit tekevät. Tällainen järjestelmä voidaan muotoilla symbolisen järjestelmän muotoon.

Ollakseen järjestelmänä symbolinen, järjestelmän tulee tarjota mahdollisuus muistiin, symboleihin, operaatioihin ja tulkintoihin. Tästä huolimatta mitkään edellisistä, eivät edes symbolit ole representaatioita, jotka viittaisivat ulkoiseen maailmaan. Symbolit tarjoavat funktionaalisesti sisäisen representaation, mutta ulkoiseen maailman viittaava representaatio on laskennallisen järjestelmän kokonaisfunktio.

Newell ym. (1989, s. 113) kertovat, että symbolit tunnistetaan etsimällä mekanismeja, jotka tarjoavat etäälle ulottuvan pääsyn niihin muistin rakenteisiin, jotka eivät vielä ole mukana prosessoinnissa. Esimerkiksi Act\*- ja Soar-arkkitehtuureissa tällainen liittyy produktiojärjestelmän kuviontunnistukseen, joka prosessina aloittaa työmuistissa olevista symbolirakenteista ja määrittää sen, että produktio pitkäkestoisessa muistissa tulee käynnistymään. Tässä kohden symbolit ovat yhdistelmä työmuistin osasia, jotka sopivat produktiojärjestelmän ehtoihin.

Ihmisen mentaalaisia prosesseja kuvataan usein laskennallisten mallien kautta. Laskennallisuutta ja produktioiden symbolista rakennetta hyödyntämällä ja kognitiivisen arkkitehtuurien kautta voidaan muodostaa kuvauksia tutkimuksen kohteena olevien henkilöiden ajattelusta. Tutkielmassa esiteltävän menetelmän viimeisessä, analyttisessä tulosten muodostamisen vaiheessa tutkijan on mahdollista niin halutessaan kuvata tutkimuksen tuloksia kognitiivisten arkkitehtuurien kautta. Kognitiiviset arkkitehtuurit saattavat antaa vihjeitä siitä, kuinka pitkäkestoiseen muistiin varastoituneet sisällöt laukeavat niihin linkittyneiden, lyhytkestoisessa muistissa sijaitsevien symbolien sytyttäminä.

Jos tutkimuksen analyttisessä vaiheessa huomataan tarvetta joidenkin tutkittuun tilanteeseen liittyvien mentaalisten representaatioiden lisätarkaste-

lulle, saattaa kognitiivisen arkkitehtuurin mukainen malli symboleineen auttaa niiden vihjeiden havaitsemisessa, joiden avulla voidaan myöhemmin päästä entistä syvällisemmin käsiksi tutkittavan henkilön ajatteluun kohdealueella.

### **3.4 Ihmisen ongelmanratkaisu ja päätöksenteko**

Jotta ihmisen toteuttamia päätöksentekoprosesseja voidaan tutkia, tulee ensin ymmärtää ihmisen toiminnan tavoitteellisuuden pääpiirteet. Ongelmanratkaisu, valinnat ja päätökset motivoituvat ja ohjautuvat useimmiten jonkin tavoiteltavan asian kautta. Tämä kappaleen tarkoituksena ei ole antaa tyhjentävää kuvausta ihmisen ongelmanratkaisuun ja päätöksentekoon liittyvistä prosesseista. Tarkoitus on antaa vihjeitä ja lyhyitä otteita joistain kognitiotieteen alueella aiheeseen liittyvistä perusoletuksista ja yleisiä kuvauksia tärkeimmistä aiheeseen liittyvistä käsitteistä. Oletus on, että esiteltävän menetelmän käyttäjällä on käsitys ihmisen kognition rakenteesta ja tavoista tehdä siihen liittyviä tulkintoja. Ongelmanratkaisu ja päätöksenteko näyttelevät tärkeää roolia yritysten toiminnassa ja sen kehittämisessä sekä inhimillistä toiminnassa yleisesti.

#### **3.4.1 Tavoitteet ennen valintoja ja päätöksiä**

Bagozzi ja Dholakia (2005, s. 24) kuvaavat ihmisen tavoitteen asettamisen ja sen saavuttamisen viitekehysten niin, että prosessi alkaa tavoitteen asettamisen vaiheesta. Tavoitteen asettamisen osia ovat tavoitevaihtoehtojen haluttavuuden ja toisaalta toteuttamismahdollisuuksien arviointi. Nämä johtavat yleensä tavoitteeseen liittyviin aikomuksiin, joita voi kuvata sen kautta, että mikä on se asia, johon lopulta ollaan pyrkimässä. Tavoitteen asettamisen jälkeen alkaa pyrkimiseen liittyvä vaiheiden sarja, jossa pohditaan sitä, kuinka aikomus käytännössä toteutettaisiin eli esimerkiksi miettimällä vastauksia kysymyksiin: milloin, missä, miten ja kuin pitkään? Seuraava vaihe tässä vaiheiden sarjassa on suunnittelu ja kontrollointi, jossa toimija pohtii sitä, kuinka hyvin hän on suunnitelmansa laatinut, pääsenkö suunnitelmallani tavoitteeseen, miten suunnitelmaa pitäisi mahdollisesti hienosäätää ja onko tavoite edelleen tärkeä. Viimeisenä tavoitteeseen pyrkimisen vaiheessa tavoite on joko saavutettu tai siinä on epäonnistuttu. Tämä yleensä johtaa palautevaiheeseen, jossa henkilö reagoi tavoitteen onnistumiseen tai epäonnistumiseen ja pohtii sitä, kuinka hän tilanteen kokee. Tästä vaiheesta voidaan taas palata tarvittaessa alkuun ja aloittaa uudelleen.

Työelämä, erilaiset työskentelytilanteet ja yleisesti ihmisen toiminta on tavoitteiden ohjaamaa. Esimerkiksi älykkään teknologian kehittämisessä on tärkeää toisaalta ymmärtää se, mihin kehityksen kohteen olevalla toiminnalla isommassa tai pienemmässä mittakaavassa pyritään. Yhtä tärkeää on arvioida sitä, muuttuvatko toteutettavana olevan kehitystyön myötä mahdollisesti myös tavoitteet jollain tasolla, koska kehitettävä järjestelmä toimiessaan muuttaa

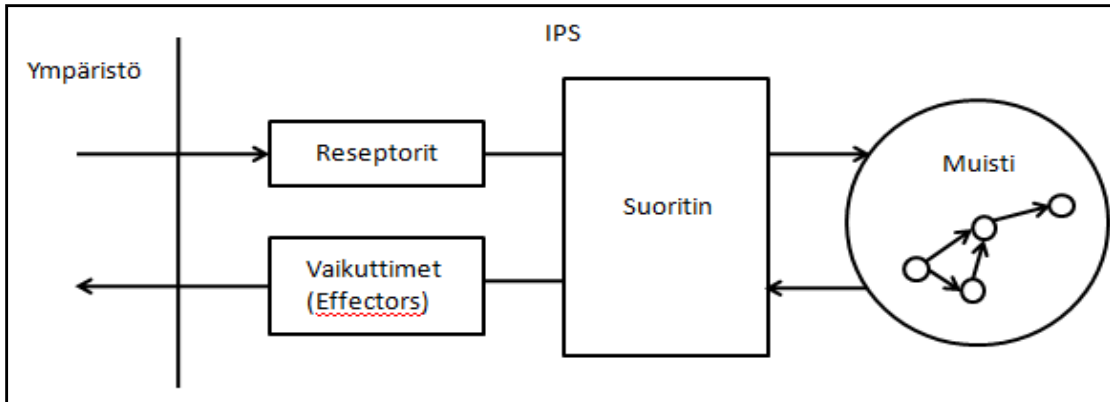
myös toimintaympäristöä ja saattaa muuttaa sekä tavoitteiden että toiminnan painotuksia ja lisäksi siihen liittyvien asioiden tärkeysjärjestyksiä.

Liike-elämässä pyritään liiketaloudellisiin voittoihin ja tehokkuuteen. Liiketoiminta, sen suunnittelu ja kehittäminen eivät voi olla summittaista ja hallitsematonta. Suunnittelu vaatii toisaalta hyviä suunnittelun apuvälineitä, mutta toisaalta kohdealueeseen liittyvää ymmärrystä ja osaamista. Tällaisen osaamisen ja ymmärryksen esiintuomiseksi esiteltävä menetelmä pyrkii mahdollistamaan työtilanteissa toimivien, tutkittaviin tilanteisiin liittyvien henkilöiden ajattelun selvittämisen. Ajattelulla tässä yhteydessä tarkoitetaan tavoitteiden selvittämistä, valintojen ja päätöksien tekemistä sekä ongelmanratkaisua ja tavoitelähtöistä suunnittelua.

### 3.4.2 Ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmä

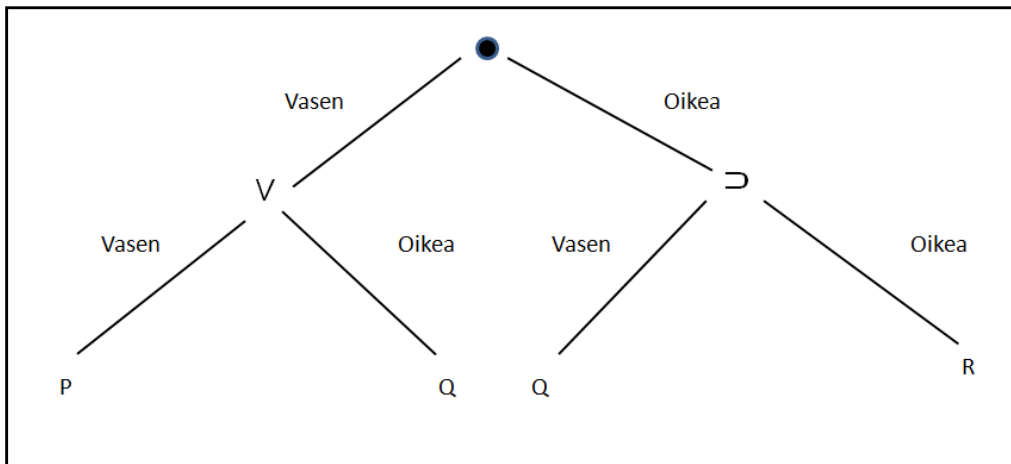
Tässä kappaleessa kuvataan lyhyesti joitain tapoja kuvata ihmisen ongelmanratkaisuun liittyviä kognitiivisia toimintoja. Tutkimuksen tulosten analysoinnissa ongelmanratkaisutilanteiden havaitseminen, niihin kohdistuva lisätutkimus ja ihmisen käyttäytymisen analysointi tutkimuksen tavoitteiden valossa on kuitenkin ensisijaista. Ihmisen ajatteluun ja ongelmanratkaisuun liittyvien mekanismien ymmärtäminen auttaa ongelmanratkaisun taustalla vaikuttavien asioiden hahmottamisessa.

Newell ja Simon (1972, s. 19) lähtevät olettamuksesta, että ihmisen ajattelua ja ongelmanratkaisua operoidaan tiedonkäsittelyjärjestelmänä (*Information Processing System, IPS*). IPS muodostuu muistissa olevista symbolirakenteista, suorittimesta, vaikuttimista (ympäristön suuntaan) ja reseptoreista (järjestelmän suuntaan). Symbolirakenne muodostuu symboleista, joilla on keskinäisiä suhteita. IPS:n osana toimii muisti, joka varastoi ja säilyttää symbolirakenteita. Informaatioprosessi on prosessi, joka käsittelee symbolirakenteita sisään- ja ulostulotoimintojen kautta. Suoritin on IPS:n osa, joka asettaa informaatioprosessin perusosat. Lisäksi suorittimen osana toimii lyhytkestoinen muisti, jossa säilytetään perusosien symbolisia sisään- ja ulostulorakenteita. Siihen myös kuuluu tulkki, joka päättelee ne perusosien vaiheet, jotka IPS käynnistää lyhytkestoisessa muistissa olevien symbolirakenteiden funktiona. Symbolirakenne viittaa tai osoittaa objektiin, jos on olemassa informaatioprosessi, joka sallii symbolirakenteen sisääntulon ja joka joko vaikuttaa objektiin tai tuottaa ulostulona objektista riippuvan symbolirakenteen. Symbolirakenne on niin sanottu ohjelma siinä tapauksessa, että objekti, johon se viittaa on informaatioprosessi, ja se on tulkki siinä tapauksessa, jos kuvatuunlainen ohjelma voi käynnistää osoitetun prosessin. Symboli on primitiivinen, jos osoittaja on perusinformaatioprosessin tai IPS:ään nähden ulkoisen ympäristön kiinnittämä. Alla oleva *kuvio 1* kuvaa edellä mainitun järjestelmän perusrakenteen.



KUVIO 1. IPS (Newell & Simon, 1972, s. 20)

Edellä kuvatun informaatiojärjestelmän symbolirakenteita voidaan kuvata useilla eri tavoilla. Niistä voidaan muodostaa esimerkiksi graafimuotoisia kuvauksia, joissa symbolien ominaisuudet tulevat ilmi graafissa kuvatuista solmuista ja sen ominaisuuksista sekä symbolien keskinäiset suhteet tulevat esiin graafin kaarista ja niiden suunnista. Esimerkiksi logiikkaan liittyvää ongelmaa kuvaava lauseke  $(P \vee Q) \cdot (Q \supset R)$  voidaan alla olevan kuvion 2 mukaisesti esittää muodossa:



KUVIO 2. Symbolien keskinäiset suhteet graafina (Newell & Simon, 1972, s. 27)

Yllä oleva graafimuodossa esitetty ongelma voidaan ilmoittaa myös listamuodossa ja symbolien keskinäiset suhteet kuvaamalla seuraavasti:

TAULUKKO 1. Symbolien keskinäiset suhteet listana (Newell & Simon, 1972, s. 27)

Yhdistäjä(x1) = •	Vasen(x1)=x2	Oikea(x1)=x3
Yhdistäjä(x2)= ∨	Vasen(x2)=x4	Oikea(x2)=x5
Yhdistäjä(x3)= ⊃	Vasen(x3)=x6	Oikea(x3)=x7
Termi(x4)=P		



---

Termi(x5)=Q

Termi(x6)=Q

Termi(x7)=R

Yllä olevan esimerkin mukaisesti tutkijan on mahdollista menetelmän tulosten analysoinnissa ja tulosten kuvaamisen vaiheessa muodostaa kuvauksia tutkittavien henkilöiden päätöksentekoprosesseihin liittyvistä representaatioista. Niistä voi tulla ilmi päätöksenteon eri vaiheet ja siinä mukana olevat päätöksiin vaikuttavat eri tekijät sekä niiden keskinäiset suhteet.

### 3.4.3 Ihmisen ongelmanratkaisu

Syy miksi tässä tutkielmassa käsitellään ihmisen ongelmanratkaisua, on sen tärkeä rooli ihmisen jokapäiväisessä toiminnassa, olipa kyse sitten vapaa-ajasta tai työelämässä suoritettavista ja tavoiteltavista asioista. Ongelmanratkaisun perusmekanismien ymmärtäminen on siten yksi onnistuneen työympäristössä toimivan ihmisen toiminnan tutkimisen perusedellytyksistä. Ilman ongelmanratkaisuun liittyvää ymmärrystä tutkielmassa esiteltävän menetelmän käytön edellyttämien, tutkimukseen kuuluvien suunnittelu- ja toteuttamisvaiheiden läpikäynti olisi mahdotonta. Lisäksi ihmisen ongelmanratkaisuun liittyvät mekanismit ja toiminnot voi olla tärkeää siirtää, esimerkiksi älykkään teknologian kehittämiseen liittyvissä projekteissa, tietokoneen avulla käytettäväksi ja sovellettaviksi malleiksi.

Newell ja Simon (1972, s. 788) lähtevät ongelmanratkaisuun liittyvässä teoriassaan liikkeelle viidestä perusoletuksesta, jotka ovat:

1. Ihmisten ongelmanratkaisuun liittyvät tehtävät ovat uudelleenkuvaavissa (representaatio) tiedonkäsittelyjärjestelmänä.
2. Tällaisen representaation kuvaus voidaan tuottaa yksityiskohtaisen tarkasti mille tahansa henkilön tai tehtävän määrätyle osalle.
3. Ohjelmissa on olemassa merkittäviä subjektiin liittyviä eroja, jotka eivät ole pelkästään yksinkertaisia parametrisiä vaihteluja, vaan vaihtelevat rakenteeltaan, menetelmiltään ja sisällöltään.
4. Ohjelmissa on olemassa merkittäviä tehtävään liittyviä eroja, jotka eivät ole pelkästään yksinkertaisia parametrisiä vaihteluja, vaan vaihtelevat rakenteeltaan ja sisällöltään.
5. Tehtäväympäristö (sekä ongelmanratkaisijan älykkyys) määrittää suurelta osin ongelmanratkaisijan käyttäytymisen laajuuden, riippumatta siitä kuinka yksityiskohtainen tiedonkäsittelyjärjestelmän sisäinen rakenne on.

Edellisiin viiteen kohtaan ei tässä tutkielmassa syvennytä tarkemmin, mutta ne osaltaan muistuttavat siitä, että ongelmanratkaisuprosessi on mahdollista sekä saada selville että myös kuvata useilla eri tavoilla.

Ihmisen ongelmanratkaisuprosessia voidaan tarkastella produktiojärjestelmien avulla. Andersson (1993, s. 41) kuvaa sellaista järjestelmää proseduaali-

sesti toimivana tapahtumien sarjana, jossa produktio muodostuu erillisistä produktiosäännöistä. Tällaiset säännöt ovat muodoltaan ehto-toiminta-pareja. Hän kertoo tällaisilla säännöillä usein kuvattavan ongelmanratkaisua. Yksinkertaistettu ja lyhyt esimerkki produktiosäännöistä laivaliikenteeseen liittyvässä ongelmanratkaisutilanteessa voisi olla seuraavanlainen:

TAULUKKO 2 Produktiosäännöt yksinkertaistetusti

Kysymys: Pidetäänkö tämä nopeus?		
Produktio		Työmuisti
JOS	edessä oleva viitta on eteläviitta	Edessä on eteläviitta
THEN	täytyy muuttaa kurssia	Täytyy muuttaa kurssia
JOS	täytyy muuttaa kurssia	Nopeutta on nyt liikaa
THEN	nopeutta on nyt liikaa	Laske nopeutta
JOS	nopeutta on nyt liikaa	
THEN	laske nopeutta	

Lukuisista pienistä ja rajatuista produktiojärjestelmän osista (kuten ylhäällä) voidaan lopulta rakentaa suurempi, useista osista muodostuva ongelmanratkaisuun liittyvä kokonainen produktiojärjestelmän kuvaus. Ongelmanratkaisuprosessien kuvaaminen on luonnollisesti jokaisen tutkijan tai tutkimustyön tilaajan määriteltävissä, mutta yleisesti käytettyjä esitystapoja kannattaa suosia, koska niiden avulla todennäköisesti onnistutaan parhaiten kuvaamaan ja kommunikoimaan asia projektin eri osapuolten välillä.

### 3.4.4 Ongelmanratkaisun mahdollisia taustatekijöitä

#### Tunteet ja mielialat

Tutkielmassa esiteltävässä menetelmässä ja tutkielmassa pääpaino ei ole ihmisen tunnekokemuksen kuvaamisessa, vaan kohdealueella toimivan ihmisen ajattelun sisältöjen eksplikoimisessa ja hänen mentaalisten representaatioidensa analysoinnissa. Ongelmanratkaisun ja päätöksenteon alueelta on kuitenkin tarpeen mainita joitain tunteisiin liittyviä seikkoja, jotka saattavat vaikuttaa päätöksentekoon. Tutkijan, menetelmän käyttäjän tulisi luonnollista työympäristöä tutkiessaan ja protokolla-analyysiä toteuttaessaan aktiivisesti kiinnittää huomiota tutkittavassa ympäristössä ilmeneviin ja tilanteeseen nähden ulkopuolisilta vaikuttaviin tapahtumiin ja tekijöihin (tunnetilat ja henkilöiden vuorovaikutus). Niiden kautta voidaan saada lisätietoja niistä vaiheista tutkittavan henkilön käyttäytymisessä, joihin hän itse ei ole kiinnittänyt huomiota tai joita hän ei ole sanallisesti osannut ilmaista.

Bless ja Igoun (2005) mukaan on olemassa näyttöä siitä, että päätöksenteon hetkellä yksilön päätöksenteko heijastelee mahdollista tunnekokemusta. Se il-

menee esimerkiksi siinä, että positiivisen mielialan aikana henkilö saattaa yliarvioida positiivisten tapahtumien todennäköisyyden ja toisaalta, hän saattaa aliarvioida negatiivisten tapahtumien mahdollisuuden. Mielentilojen kanssa yhtenevät päätökset saattavat myös mahdollistaa paremman pääsyn mielentilan taustalla olevaan informaatioon. He myös mainitsevat olevan paljon näyttöä siitä, että positiivinen mieliala lisää henkilön luottamusta valmiiden, aiemmin mietittyjen ratkaisumallien (heuristiikkojen) soveltamista kohtaan. Toisaalta negatiivinen mieliala tekee henkilöstä varovaisemman ja taipuvaisen toteuttamaan vaiheittain eteneviä analyyseja päätöksentekoon liittyvistä seikoista.

Nummenmaa (2015) kertoo, että ihmisillä on pyrkimys tehdä päätöksiä tunteettomasti ja järkevästi, vaikka tunteet kuitenkin huomaamattamme vaikuttavat merkittävästi päätöksentekoomme. Tiedot ja tavoitteet näyttävät ohjaavan päätöksentekoamme, mutta aivojemme tunnejärjestelmät ohjaavat silti toimintaamme. Päätöksenteko saattaa vaatia niin suurien tietomäärien käsittelyä, että tietojen käsittelyyn suunnattu kapasiteetti loppuu kesken. Tunteet kuitenkin tuovat tilanteeseen helpotusta, koska niiden avulla voimme tehdä nopeita arvioita kyseessä olevassa tilanteessa. Silti ei ole olemassa takeita siitä, että tunteiden tarjoama arvio on tilanteeseen nähden paras mahdollinen. Nummenmaa kertoo esimerkkinä tunteiden tekemästä valinnasta tilanteen, jossa kollegojen kanssa lounaalle mennessämme emme todennäköisesti mieti kenen viereen menemme istumaan, vaan tunteet tekevät valinnan puolestamme.

Linde ja Bergströme (1992) toteavatkin tekemässään tutkimuksessa, että esimerkiksi unenpuute vähentää merkittävästi henkilön kykyä suoriutua ongelmanratkaisuun liittyvistä tehtävistä. Lisäksi Gaudine ja Thorne (2001) mainitsevat, että vireystaso vaikuttaa positiivisesti henkilön kykyyn havaita myös eettisiä ristiriitoja. Vireystason vaikutuksiin liittyen Higuchi, Watanuki ja Yasukouchi (2001) osoittavat tutkimuksessaan, että pitkäkestoisten tehtävien aikana vireystasolla on taipumus laskea.

## Analogiat

Ihmisen ongelmanratkaisun alueella valintoihin ja päätöksiin vaikuttavat monet eri tekijät. Päätöksiä tehdessämme emme välttämättä edes itse huomaa tekemiämme analogioita. Työprosessia tutkivan ja siinä toimivan ihmisen käyttäytymistä tutkivan henkilön kannattaa pyrkiä selvittämään tutkittavan henkilön käyttämiä analogioita, jotta hänen ajattelunsa sisältöihin päästäisiin paremmin käsiksi. Esimerkiksi ekspertin ja tutkijan yhteistyönä laatimien, haastatteluihin liittyvien kysymyksien laadinnassa voi olla hyödyllistä ottaa huomioon analogioiden mahdollisuus.

Gick ja Holyoak (1983) kuvaavat analogioita esimerkillä, jossa biologisen elimen ja vesipumpun vertailu synnyttää tieteellisen mallin verenkiertojärjestelmästä. Lisäksi Holyoak, Holyoak ja Thagard (1996) kertovat pienestä Nielpojasta, joka pohtii mitä kaikkea puu on linnulle. Nielin mielestä puu on linnulle istuin, jossa se voi istuskella (ihminenkin käyttää istuimia). Puu on Neilille myös linnun pesän takapiha, koska se sijaitsee heti pesän ulkopuolella, aivan

kuten ihmisten asuntojen välittömässä läheisyydessä olevat takapihatkin. Lisäksi Goswami (1986) mainitsee tutkimustulosten osoittavan, että jo hyvin nuorena lapset osaavat onnistuneesti käyttää analogioita uusien sanojen tulkinnassa. Gentner ja Smith (2013) kuvaavat analogian ilmenevän kaikkialla ihmisten kognitioissa ja ihmisten usein ymmärtävän uuden tilanteen piirtämällä analogian aiempaan, tuttuun kokemukseen. He lisäävät myös, että myös ihmiset usein yrittävät ratkaista ongelmia yhdistämällä niihin tunnettujen ongelmien ratkaisuja. Yhtäläillä ihmiset käyttävät analogioita tehdessään sosiaalisia päätelmiä.

Gentner ym. (2013) pitävät toimivana analogiana sellaista, joka sekä paljastaa yleisen rakenteen kahden tilanteen välillä että tarjoaa näiden yhteneväisyyksien pohjalta lisäpäätelmiä. Gick ym. (1983, s. 5) mainitsevat olevan tärkeää ymmärtää, että analogian tarkoituksen määrittelee sen rakenne. Analogisessa ongelmanratkaisussa jokin aiempi ongelma ja ratkaisu siihen ovat jo tiedossa. Analogiset huomiot siten vuorovaikuttavat tunnetun ongelman ja uuden ratkaistavan ongelman välillä, ja tämän pohjalta johdetaan mahdollinen analoginen ratkaisu.

Hatsopoulos ja Hatsopoulos (1999, s. 151) kertovat käytännöllisen esimerkin siitä, kuinka voidaan rakentaa analogioita mekaanisen insinööritoiminnan ja liiketoiminnan välillä. He kertovat useista liike-elämässä tekemistään intuitiivisista päätöksistä, jotka analogisesti pohjautuivat termodynamiikkaan. Termodynamiikan toisen lain mukaan tasapainossa olevan eristetyn systeemin prosessissa lämpöä ei kaikissa tapauksissa voi muuttaa työksi. Samalla lailla arvopaperikaupassa on vaikea tehdä tuottoa tasapainossa olevilla markkinoilla.

Sternberg (1999, s. 232) painottaa sitä, että alitajuinen tieto voi tulla eksplisiittiseksi, ja alitajuinen ja eksplisiittinen tieto voivat olla keskenään vuorovaikutuksessa. Hän myös mainitsee usein olevan tärkeää varmistua siitä, onko olemassa analogiaa menneisyyden tapauksen tai kokemuksen ja tämänhetkisen tapauksen tai kokemuksen välillä. Lisäksi täytyy selvittää, voisiko analogia olla riippuvainen jostain alitajuisesta tiedosta.

Liao ja Masters (2001, s. 308) kertovat analogioita hyödynnettävän muun muassa tekoälyn alueella, urheilussa ja koulutuksessa. He jatkavat, että analogioita verbalisoitaessa voi tulla ilmi, että analogiat nojaavat melko vähän eksplisiittiseen informaatioon tai sääntöihin. Tämä antaa vihjeen sen puolesta, että analogiat ja metaforat herättävät käyttäytymisessä ja toiminnan mekanismeissa implisiittisiä prosesseja.

On siis tärkeää tutkielmassa esiteltävää menetelmää sovellettaessa ja tutkittavien henkilöiden päätöksentekoprosesseja tutkittaessa huomioida mahdollisten analogioiden ilmeneminen ja myös se, että ne saattavat olla luonteeltaan implisiittisiä. Menetelmän tarkoitus on eksplikoida tutkittavan henkilön ajattelun sisältöjä. Analogiat parhaassa tapauksessa avaavat tietä sisältöjen selvittämiseksi.

## Heuristiikat

Työprosesseissa toimivat henkilöt kokevat jatkuvasti, päätöksenteko- ja arviointitilanteissa epävarmuutta siitä, mikä olisi oikea tapa toimia, miten tulisi edetä ja mitä pitäisi päättää. Ihmisillä on taipumus päätöksiä tehdessään toimia päätöksentekoa helpottavien ajatusmallien kautta. Hogan ja Stein (2010, s. 72) kuvaavatkin nämä ajatusmallit eli tässä tapauksessa heuristiikat siten, että ne ovat kognitiivisia oikoteitä, jotka nopeuttavat päätöksentekoprosessia. Facione ja Facione (2006) listaavat useita erilaisia heuristisia strategioita, joita ihmiset käyttävät päätöksenteossa ja päättelyssä, joko erillään tai rinnakkain. Muutamia tällaisista heuristisista strategioista ovat muun muassa: *Tyytyminen riittävään hyvään, onnistumisen tai epäonnistumisen mahdollisuuden yliarviointi, yhden ominaisuuden pohjalta tehty yleistäminen isoon joukkoon, valitaan jompikumpi ääripäistä tai esimerkiksi hyväksytään kyseenalaistamatta auktoriteetin esittämä tapa toimia.*

Sen sijaan, että ihmiset arvioisivat pohdinnan kohteena olevaa asiaa, he herkästi suuntaavat ajatukset siihen liittyviin heuristiikoihin. Kahneman ja Frederick (2002) kertovat tämän johtuvan siitä, että jotain kohdetta arvioidessaan ihmisillä tulevat heuristiikat helpommin mieleen kuin mietinnän kohteena olevan asian ominaisuudet. Heuristisia taktiikoita on lukematon määrä ja luonnostamme luomme niitä itsenäisesti omassa toiminnassamme.

Tutkittavien henkilöiden käyttämät heuristiikat antavat vihjeitä heidän tavoistaan ajatella. Heuristisen ajattelun ilmetessä on tärkeää saada selville ne syyt, jotka kyseisen heuristiikan käyttöön johtivat. Olivat syyt minkälaisia tahansa, ne saattavat olla osa henkilön ongelmanratkaisua ja päätöksentekoprosesseja. Joissain tilanteissa heuristiikkojen hyödyntämien saattaa olla kohdealueella toimimisen ja tavoitteiden kannalta hyvinkin perusteltua ja olla lähinnä merkki työskentelyn ja päätöksenteon tehokkuudesta, mutta on myös mahdollista, että työympäristössä on sellaista toimimattomuutta, joka johtaa hätäilyyn ja summittaiseen toimintaan. Tällaisten seikkojen selvittämien on useimmissa tutkimustapauksissa tärkeää.

### 3.5 Implisiittinen ajattelu

Shanks (2003, s. 30) mainitsi tutkimuksen (Jacoby, Toth & Yonelinas, 1993), jossa tutkittava henkilö toisti aiemmin testin aikana oppimiaan asioita, mutta toisessa vaiheessa hänen oli tarkoitus välttää toistamasta mitään aiemmin oppimaansa. Tuloksista tuli kuitenkin ilmi, että välttämisestä huolimatta toistosta löytyi alussa opittuja tietoja enemmän kuin odotettiin. Osa opituista tiedoista oli opittu tiedostamattomasti. Tällainen tiedostamattomasti opittu ja ilmennetty tieto on implisiittistä tietoa.

Sun, Slusarz ja Terry (2005, s. 160) kuvaavat keinotekoisien kieliopin oppimistehtävän (Reber, 1989), jossa koehenkilöille esitettiin merkkijonoja, jotka oli muodostettu rajatun kieliopin pohjalta. Merkkijonojen opetteluun jälkeen selvitettiin koehenkilöiden kyky erotella toisistaan uudet, kieliopin mukaan muo-

dostetut merkkijonot ja ne, joita ei sen mukaan ollut muodostettu. Vaikka koehenkilöt eivät olleet lainkaan tietoisia taustalla olevasta kieliopista, he suoriutuivat erottelusta merkittävästi paremmin kuin sattumanvaraisesti olisi ollut mahdollista. Tämä on vahva osoitus implisiittisten prosessien vaikutuksesta ihmisen toimintaan.

Singley ja Anderson (1989) kehittivät mallin siitä, kuinka ekspertit kehittävät tietämyksensä ja kuinka tietämys voidaan siirtää eri tilanteisiin. Heidän teoriansa mukaan, jos jonkin toisen alueen tietämystä käytetään erilaisessa yhteydessä, tiedostamaton eli implisiittinen tieto ei välttämättä kuitenkaan siirry toiselle alueelle, koska se on kohdealuekohtaista.

Toisaalta Sun ym. (2005, s. 161) taas painottavat, että toimintakeskeinen proseduaalinen, implisiittinen tieto ei välttämättä ole saavuttamattomissa ja että toisaalta ei niinkään toimintaan keskittynyt deklaratiiivinen (eksplisiittinen) tieto ei välttämättä ole tutkimuksissa ja malleja luotaessa saavutettavissa. Vaikka jotkut väittävät implisiittisen tiedon olevan saavuttamattomissa, pitävät he tällaista kahtiajakautunutta ajattelutapaa kestävämmänä. Lisäksi Sternberg (1999, s. 234) mainitsee, että epätavalliset tilanteet tarjoavat usein paremmat mahdollisuudet alitajuisen (implisiittisen) tiedon selvittämiseen kuin tavanomaiset tilanteet.

Sun ym. (2005, s. 160) mainitsevat, että tyypillisesti ihmisen suorituskyky paranee nopeammin kuin hänen verbalisoimansa eksplisiittinen tietämys. Tätä voidaan pitää merkinä implisiittisestä, tiedostamattomasta oppimisesta ja siitä, ettei ihminen tiedosta kaikkea osaamaansa. Hän ei tiedä mitä hän lopulta tietää. Mathews, Buss, Stanley, Blanchard-Fields ja Druhan (1989, s. 1098) mukaan ihmiset toimivat kahden eri tiedonlähteen pohjalta ohjatakseen toimintaansa monimutkaisissa kognitiivisissa tehtävissä. Ensimmäinen tietolähteistä perustuu tehtävään liittyvään eksplisiittiseen, konseptuaaliseen representaatioon tai mentaaliseen malliin (Johnson-Laird, 1983), mikä viittaa mallipohjaiseen prosessointiin. Toiseksi, riippumaton tiedonlähde johdetaan muistinvaraisesta prosessoinnista, joka automaattisesti abstrahoi tehtävän kanssa tuttuja samankaltaisuuksia henkilökohtaisten kokemusten kautta. Menneisyyden muistojen ja suoritettavan tehtävän yhdistelmä voi olla hyvinkin erilainen henkilön tämänhetkiseen tehtävämallin mukaisen tietämyksen kanssa. Näin ollen verbalisoitu tietämys ja tehtävän suorittaminen voivat erota toisistaan.

Wallach ja Lebiere (2003, s. 215) kertovat usein alan kirjallisuudessa, implisiittistä oppimista ja sen suhdetta eksplisiittiseen oppimiseen määriteltäessä keskittyvän siihen, että ihmisen oppivat ärsykeympäristön rakenteen ominaisuuksista enemmän kuin pystyvät niitä ilmaisemaan. Tämä johtaa siihen empiriseen tulokseen, että havaittava tehtävän suorittaminen ja siihen liittyvän tiedon verbalisointi eroavat toisistaan.

Edellisten pohjalta tulee ilmi se, että ihminen ei välttämättä tiedosta omia implisiittisiä ajatuksiaan. Muutoinhan ne eivät enää edes olisi implisiittisiä ajatuksia. Implisiittistä ajattelua tutkineiden henkilöiden tuottamat tutkimustulokset kuitenkin rohkaisevat siihen, että ajattelututkimuksen keinoin implisiittisen ajatusten ilmenemistä on kannattavaa tutkia. Implisiittisellä tiedolla ja ajattelul-

la on tärkeä merkitys toisaalta työympäristössä toteutuvassa ihmisen toiminnassa, mutta myös esimerkiksi älykkään teknologian kehittämisessä tarvittavan ihmisen osallisuuden ja ajattelun tutkimisessa.

### 3.6 Eksplisiittinen ajattelu

Ajattelua tutkittaessa eksplisiittinen ajattelu ilmenee melko selkeästi niissä kohdissa tutkimuksen kohteena olevaa aluetta, jossa henkilö itse tietää mitä hän tekee ja miksi hän niin tekee sekä osaa perustella toimintansa. Yhtäläillä kuin implisiittisen tiedon ilmenemistä ja rakennetta ajattelun kokonaiskuvassa on tarpeen tarkastella, on tarpeen myös tutkia yläkäsitteellisiä ja enemmän deklarativisen muistin alueelta kumpuavia ajattelun osia. Implisiittinen ja eksplisiittinen ajattelu kulkevat tavallaan käsikkäin, mutta tutkimuksen tulosten kannalta on merkityksellistä, että implisiittien tieto ja ajattelun sisällöt saadaan tuotua esiin eli niiden pohjalta tuotetaan eksplisiittistä tietoa.

Rasmussen (1983, s. 259) kertoo taitoihin perustuvan ja toisaalta sääntöihin perustuvan suorittamisen eroavan toisistaan harjoittelun tason ja henkilön asiaan kohdistaman huomion osalta. Yleisesti taitopohjainen suorittaminen toteutuu ilman henkilön tietoista huomiota ja sen taustalla olevien suorituksen hallinnan ja tietopohjan ilmaisu on vaikeaa. Korkeammalla tasolla tapahtuva sääntöihin perustuva koordinointi pohjautuu yleisesti eksplisiittisempään tietotaitoon ja toiminnan sääntöjen ilmaiseminen on mahdollisempaa. Hän jatkaa, että vieraisissa tilanteissa, joissa aiemmin muodostetut tietotaito tai säännöt eivät ole käytettävissä, täytyy suorituksen hallinnassa siirtyä korkeammalle konseptuaaliselle tasolle, jolloin suoritus on enemmän tavoitteiden ohjaamaa ja tietopohjaista. Tällöin tavoite on eksplisiittisesti muotoutunut ja tilanteessa toimitaan mahdollisesti yrityksen ja erehdyksen tai ympäristössä olevien konseptien eli toiminnallisten ominaisuuksien ymmärtämisen sekä harkitun suunnitelman tehokkuuden arvioinnin kautta. Tällä tasolla funktionaalinen päättely, järjestelmän sisäinen rakenne esitetään eksplisiittisenä sisäisenä mallina, joka voi saada useita eri muotoja.

Sun ym. (2005, s. 162) kuvaavat ihmisten ympäristönsä mukaan dynaamisesti muokkaamien representaatioiden ja oppimisen jatkuvan eteenpäin menevän luonteen tueksi toteutuksen siitä, että aiemmin implisiittisesti hankittua matalamman tason tietämystä ja osaamista voidaan hyödyntää eksplisiittisen tiedon oppimisessa. Sun, Merrill ja Peterson (1998) kuvaavat alhaalta ylös -tyyppisen oppimisen perusidea niin, että jos alemmalla tasolla (implisiittisessä vaiheessa) valittu toiminta onnistuu, se tuottaa itsestään säännön ylemmälle (eksplisiittiselle) tasolle. Sen jälkeen myöhemmissä, ympäröivän maailman kanssa tapahtuvissa vuorovaikutuksissa muodostuneet säännöt tarkentuvat sääntöjen soveltamisen tulosten mukaisesti. Näin ollen toiminnan sääntö yleisty ja muuttuu universaalimmaksi. Jos taas sääntöjen soveltamisen tulos ei tuota onnistumista, säännön ehdot pitää tehdä kohteeseensa nähden täsmällisemmiksi ja muita asioita poissulkevammiksi.

### 3.7 Tapahtumien mieleenpalauttaminen

Bower ja Clapper (1989, s. 265) kertovat, että mieleenpalauttamistestissä koehenkilöä pyydetään vihjeiden perusteella tuottamaan uudelleen ne kohteet, jotka he olivat opiskelleet aiemmassa vaiheessa. Vihjeiden yksityiskohtaisuus saattaa vaihdella epämääräisestä ja vaatimattomasta yksityiskohtaiseen. Yleisesti ottaen, mitä yksityiskohtaisempi vihje on, sitä parempi on kokeen lopputulos. Koehenkilöt voidaan esimerkiksi laittaa opiskelemaan sanoja, jotka on ryhmitelty jonkin taksonomian mukaisesti. Koehenkilöitä pyydetään myöhemmin kirjoittamaan kaikki sanat, jotka he muistavat. Jos heille tarjotaan vihjeenä jokin kategoria, johon kuuluvia sanoja heidän tulee kirjoittaa, he muistavat sanat silloin paremmin kuin jos heille ei tarjota kategoriavihjetä.

Bower ja Clapper (1989, s. 265) jatkavat, että tutkimuksessa voidaan suoraviivaisesti vertailla tutkimusolosuhteen vaihtelua ja oikein muistettujen sanojen määrää. Mieleenpalauttamiseen voi liittyä myös muunlaista sekaannusta. Eri tavoin järjestettyjen sanajoukkojen kohdalla koehenkilö saattaa mennä sekaisin kahden eri listan välillä, tuottaa virheellisiä synonyymejä sanoille tai muunnella sanoja. Tällaiset sekaannukset voivat kertoa paljon siitä, kuinka stimuloinnissa käytetty materiaali on edustettuna henkilön muistissa.

On myös tutkittu sitä, miten koehenkilöt palauttavat mieleensä kerrottuja tarinoita tapahtumista, jotka noudattavat eräänlaisia skriptejä. Sellaisia tapahtumia voivat olla esimerkiksi ravintolassa syömiseen liittyvät tapahtumasarjat tai pyykkien peseminen. Bower ja Clapper (1989, s. 265) kertovat tällaisia tapahtumia mieleen palautettaessa, ihmisillä olevan taipumus kuvata sellaisia tapahtumia, jotka ovat keskeisiä tapahtumasarjan tavoitteen kannalta, mutta joita ei kuitenkaan ole kuvattu tekstissä. Tämä indikoi sitä, että ihmisten muisti skriptimuotoisten tapahtumien kohdalla organisoituu skriptille ominaisten tavoitteiden ympärille.

Tutkielmassa esiteltävä menetelmä ei ole varsinaisesti tarkoitettu ihmisen muistinkäytön tutkimiseen, mutta ihmiselle ominaiset tavat käyttää muistiaan tulisi huomioida tutkimuksessa siten, että pidetään mielessä muistivirheiden mahdollisuus, varmistetaan epäselvissä tilanteissa mieleen palautettujen asioiden oikeellisuutta ja mahdollisesti palataan niihin kohtiin haastattelussa esitettyjä kysymyksiä ja vastauksia tai protokolla-analyysin aikana verbalisoituja ajatuksia, joissa saattaa ilmetä muistivirheitä.



## 4 MENETELMÄ

Tässä osassa tutkielmaa kuvataan menetelmä, joka on väline tutkittavien henkilöiden ajattelun sisältöjen eksplikoimiseen. Menetelmän kuvauksessa kerrotaan menetelmän käytön peruseriaatteet ja sen soveltamisen eri vaiheet. Tutkielman aiemmissa osissa on kerrottu syyt menetelmän tarpeellisuudelle, sen mahdolliset sovellusalueet ja menetelmän käytössä tarvittavien perusasioiden ymmärtämisen kannalta oleellimmat kognitiotieteeseen ja menetelmien käyttöön liittyvät asiat.

### 4.1 Yleisesti

Hirsjärvi ja Hurme (2015, s. 38-39) muistuttavat monimenetelmäisyyden tärkeydestä. On kannattava yhdistellä monia menetelmiä, tutkijoita, aineistoja ja teorioita. Tutkielmassa esiteltävä menetelmä pitää sisällään kolme erilaista tiedonkeruun menetelmää, joita ovat haastattelut (sisältää fokusryhmäkeskustelut), protokolla-analyysi ja ajatteluluonnokset. Näistä kaksi eli haastattelut ja ajatteluluonnokset eivät ota kantaa tutkittavan henkilön kognitiivisiin prosesseihin, ajatteluun ja mentaalisiin representaatioihin. Nämä otetaan huomioon menetelmässä käytettävässä kognitiivisessa protokolla-analyysissä ja tehtävä-analyysissä.

Eskola (1981, s. 160-161) kertoo esimerkiksi sosiologian alueella voitavan toimia niin, että haastattelut ovat etukäteen jäsenneiltyjä. Kaikille haastateltaville esitetään järjestyksessä samanmuotoisia kysymyksiä. Haastattelut ovat usein tiettyyn aihealueeseen suuntautuneita ja niissä haastattelija esittää johonkin aiheeseen liittyen etukäteen muodostettuja osakysymyksiä ja haastattelun kulku voi vaihdella tilanteen mukaan. Schoenberger (1991) mainitsee haastatteluja käytetyn muun muassa tilanteessa, jossa suuri saksalainen kemikaalialan toimija halusi selvittää, tulisiko heidän Yhdysvaltojen markkinoilla toimiessaan investoida uusiin toimintoihin vai ostaa siellä jo olemassa olevia toimintoja. Haastattelut suoritettiin yrityksen sisällä ja lopulta niiden tuloksena selvisi, että uu-

siin toimintoihin investoiminen oli suositumpi vaihtoehto. Haastatteluja on käytetty ja käytetään laajasti tutkimusmenetelmänä useilla eri aloilla.

Stewart, Shamdasani ja Rook (2009) mainitsevat fokusryhmähaastatteluja käytettävän yhtenä yleisimmistä tutkimusmenetelmistä muun muassa sosiaali-tieteissä, sosiaali- ja terveystieteiden ammattilaisten keskuudessa sekä päätöksentekoon liittyvissä tutkimuksissa ja markkinoinnin tutkimisessa. Heidän mukaansa fokusryhmähaastattelut sopivat erityisen hyvin laadullisten samanlaisuuksien ja eroavaisuuksien selvittämiseen. Lisäksi niitä voidaan käyttää kielellisten asioiden tutkimiseen kohdealueella ilmenevässä ajattelussa ja keskustelemisessä. Tästä syystä fokusryhmäkeskustelut sopivat luontevasti menetelmään, eksperttien kanssa käytävien haastattelujen kysymysten laadulliseen arviointiin.

Patel, Kaufman, ja Magder (1996) hyödynsivät onnistuneesti protokolla-analyysin tarjoamia mahdollisuuksia tutkiessaan sellaista eksperttiyttä, jota vaaditaan monimutkaisissa ja dynaamisissa terveydenhuollon tehtäväympäristöissä. Lisäksi Mc Neill, Gero ja Warren (1998) ovat käyttäneet protokolla-analyysiä tutkiessaan elektroniikkasuunnittelussa toimivien henkilöiden ongelma-analyysijä ja ongelmanratkaisua. Newell ja Simonin (1972), ihmisen ongelmanratkaisuun liittyvät tutkimukset ja niihin liittyvien teorioiden kehittäminen ovat tunnetuimpia esimerkkejä, joissa protokolla-analyysillä on tutkimuksessa tärkeä rooli. Ongelmanratkaisutapoja tutkittaessa tutkittiin muun muassa shakinpelaajien kykyjä ja tapoja etsiä parhaat siirrot, luoda strategioita, käsitellä mielessään pelin eri vaiheita ja reagoida kohtaamiinsa vastustajan siirtoihin. He myös analysoivat ja kuvasivat tutkimusten tuloksia erilaisten taulukoiden ja kaavioiden avulla. Shakkitutkimukset olivat tärkeässä roolissa heidän ihmisen ongelmanratkaisua käsittelevien teorioiden kehittämisessä ja ihmisen tiedonkäsitteilyjärjestelmän (IPS) mallintamisessa. Niissä protokolla-analyysi ja toiminnan verbalisointi olivat avainasemassa pelaajien ajattelun esiin saamisessa. Protokolla-analyysi on useilla kohdealueilla merkittävä väline ihmisen tilannekohtaisen ajattelun eksplikoimisessa ja analysoinnissa. Menetelmässä protokolla-analyysillä on tärkeä rooli sekä tiedon keräämisen välineenä että osittain myös analysoinnin työkaluna.

Ajatteluluonnokset ovat yksi menetelmässä käytettävistä tiedonkeruun tavoista. Greenberg, Carpendale, Marquardt ja Buxton (2011) kertovat luonnostelun olleen jo pitkään suosittua suunnittelutyön piirissä. He jatkavat, että luonnosten avulla suunnittelussa pystytään seuraamaan hienosäätöön ja ideoiden valikointiin liittyvää luovaa prosessia. Luonnoksia käytetään myös kommunikoinnin apuna ideoiden vertailussa ja arvioinnissa. Luonnostelua on käytetty apuna muun muassa käyttäjäkokemuksen kehittämisessä. Lisäksi Craft ja Cairns (2009) kertovat, että HCI-suunnittelussa luonnostelu näyttelee keskeistä roolia. Luonnostelu menetelmänä soveltuu sen luovuutta ja ongelmanratkaisua tukevien ominaisuuksien puolesta hyvin suunnitteluorientoituneille aloille, kuten arkkitehtuuriin, insinöörisuunnitteluun ja visuaaliseen viestintään. Menetelmässä ajatteluluonnoksia voidaan tarvittaessa käyttää myös eksperteille suunnattujen haastattelujen kysymysten oikeellisuuden ja laadun arviointiin.

Seamster, Redding (2017) ovat tutkineet kognitiivisen tehtävänälyysin avulla ilmailualalla toimivien henkilöiden taitoja, kuten ilmailualan tietämystä, kykyä kuvailla asioita, automatisoitunutta tehtävien suorittamista, proseduaalisia taitoja sekä päätöksentekoprosesseja ja korkean tason toimintastrategioita. Lisäksi Schaafstal, Schraagen ja Van Berl (2000) tutkivat ja kehittivät kognitiivisen tehtävänälyysin avulla laivastossa, paineen alla työskentelevien, asejärjestelmien huollosta ja korjaamisesta vastaavien henkilöiden ongelmanratkaisutaitoja. Tutkielmassa esiteltävä menetelmä mukailee ja soveltaa kognitiivisen tehtävänälyysin rakennetta.

Kognitiivisessa tehtävänälyysissä alkuvaiheessa tutkittavilta henkilöiltä kerätty tutkimusdata saatetaan sellaiseen muotoon, että datasta voidaan tehdä johtopäätöksiä ja että se voidaan siirtää kehittäjien käyttöön. Se, miten eri tiedonkeruun menetelmien käyttö jakautuu tutkimuksessa, riippuu tutkimusalueesta ja -asetelmasta. Ajatteluluonnosten käyttö on hyödyllisempää esimerkiksi älykkään teknologian käyttökokemuksen kehittämisessä, mutta soveltuu heikommin nopeatahtisessa ja kriittisissä työvaiheissa toimimisessa tapahtuvaan tiedonkeräämiseen. Kolmen erilaisen tiedonkeruun menetelmän käyttö on tutkielmassa esiteltävän menetelmän joustavuuden edellytys.

Tehtävien tutkimista voidaan myös ketjuttaa siten, että jos aiemmassa tutkimuksen vaiheessa huomataan lopputuloksien vaikuttavan johonkin myöhempään työvaiheeseen, voidaan myöhempi työvaihe tutkia erikseen. Lopulta eri vaiheista saadaan rakennettua yhtenäinen ja kokonaisuutena käsiteltävä jatkumo. Toisaalta menetelmä soveltuu myös rinnakkain toteutuvien työprosessien tutkimiseen.

Menetelmä on kehitetty ensisijaisesti autonomisen teknologian kehittämisen tarpeisiin, mutta soveltuu myös muilla tutkimusalueilla käytettäväksi. Menetelmässä on keskeistä erilaisten työprosessien ja siinä toimivien henkilöiden ajattelun tutkiminen. Menetelmällä pyritään eksplikoimaan eksperttien ajattelua, jota voidaan käyttää järjestelmien suunnittelussa apuna ja vihjeenantajana siihen, mitä asioita suunnitteluprosessissa tulisi huomioida. Menetelmän sovellusalue voisi olla esimerkiksi sen tutkiminen, että missä vaiheissa autonomisen laivan toiminnassa tarvitaan ihmisen osallisuutta ja mistä syystä. Menetelmällä voidaan myös tutkia, miten ihminen kokee älykkään teknologian kanssa toteutuvan vuorovaikutuksen.

#### **4.1.1 Kognitiotieteen tutkimusmenetelmistä**

Bower ja Clapper (1989, s. 245) tuovat esiin seikan, että kognitiotiede on monitieteellinen tiede monipuolisilla tavoitteilla ja henkisellä agendalla. Kognitiotieteessä hyödynnettävät kokeelliset menetelmät tulevat kuitenkin merkittävässä määrin kognitiivisen psykologian alueelta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että luotettava tieto saavutettaisiin pelkästään kokeiden avulla. Kognitiotiede on yhdistelmä erilaisia menetelmiä. Tieteen tavoitteena on rakentaa teorioita, jotka mahdollistavat selittämisen, ennustamisen ja tehtävien hallinnan tutkitta-

valla alueellaan. Sellaiset teoriat ovat kuin oman empiirisen alueensa mentaalisia malleja.

### Naturalistinen tarkkailu

Bower ja Clapper (1989, s. 246) kertovat naturalistisen tarkkailun viittaavaan jonkin organismin tai sosiaalisen yksikön käyttäytymisen systemaattiseen tarkkailuun ja taltiointiin luonnollisessa ympäristössä ilman, että tarkkailija yrittää puuttua tilanteeseen. Esimerkiksi kehityspsykologit ovat toteuttaneet useita naturalistisia tutkimuksia kuvatakseen normatiivisesti lasten kypsyysvaiheita, kuten keskimääräisiä ikä, jolloin lapset osaavat istua, kävellä tai jorkeltaa. Vaikka naturalistiset havainnointimenetelmät voivat tarjota kuvaavia yleistyksiä jostain ilmiöstä, ne kykenevät osoittamaan heikosti kausaaliset suhteet. Voidaan esimerkiksi olettaa hypoteesi, että kun päivien valoisa aika lyhenee, linnut alkavat muuttaa etelään. Silti yksinkertainen havainnointi pelkästään ei mahdollista kaikkien niiden muiden tekijöiden selvittämistä, jotka saattavat vaikuttaa muuttoon. Sellaisia tekijöitä voisivat olla muun muassa lämpötilamuutokset, auringon suunnan muutokset ja muut vastaavat tekijät.

### Korrelaatiotutkimukset

Bower ja Clapper (1989, s. 246-247) mainitsevat korrelaatiotutkimusten olevan luonteeltaan formaalimpia kuin naturalistien tarkkailu. Niiden avulla yleensä yritetään mitata kahden tai useamman tapahtuman tai attribuutin assosiaation voimakkuutta. Yleisesti tunnettu esimerkki tällaisesta on tupakanpolton vaikutus keuhkosityövän esiintymiseen. Se kuinka kauan tupakan polttaminen on kestänyt, korreloi sen kanssa kuinka todennäköistä keuhkosityöpään sairastuminen on. Korrelaatioihin liittyvän lähestymistavan heikkous on se, että se ei tarjoa selvää kausaalista yhteyttä. Ongelma on se, että kolmannen, tuntemattoman tekijän poissulkeminen ei ole mahdollista. On mahdollista, että kolmas tekijä aiheuttaa kahden muun tekijän keskinäisen yhteisen vaihtelun.

### Kontrolloidut kokeet

Bower ja Clapper (1989, s. 247) kertovat, että korrelaatiotutkimusten kausaalisuuteen liittyvien puutteiden korjaamiseksi käytetään kontrolloituja kokeita. Kokeen perusidea on yksinkertainen. Yhtä tutkittavien henkilöiden ryhmää käsitellään tietyllä tavalla ja toista ryhmää toisella tavalla. Sen jälkeen mitataan eroaako heidän käyttöksensä toisistaan. Jos nämä kaksi ryhmää muilta osin ovat keskenään vastaavia, voidaan todistettavasti kokeen lopussa väittää, että heidän käyttäytymisensä eroavaisuudet johtuivat heidän vastaanottamansa käsittelyn erilaisuudesta. Kokeet toteutetaan yleensä niin, että niissä testataan jotain tiettyä hypoteesia kahden eri muuttujan välisestä suhteesta. Muuttuja, jota kokeen toteuttaja manipuloi, on riippumaton muuttuja, kun taas muuttuja, jota mitataan minkä tahansa vaikutuksen tunnistamiseksi on riippuva muuttuja.

Monissa koejärjestelyissä käytetään useita riippuvia ja riippumattomia muuttujia, mutta kaikki kokeet voidaan perustella samojen yksinkertaisten päätelmien avulla. Hypoteesi tällaisissa tutkimuksissa on universaalista väitteestä tehtävä yleistys, joka liittyy tutkimuksen olosuhteissa ilmeneviin, muuttujilta mahdollisesti odotettaviin kausaalisiin suhteisiin. Kognitiotieteellisessä kokeessa hypoteesi on tavallisesti ennuste jostain käyttäytymiseen liittyvästä muutoksesta niissä olosuhteissa, joissa tutkittavaa henkilöä tutkitaan.

### Kognitiivinen tehtäväanalyysi

Crandall, Klein ja Hoffman (2006) mainitsevat kolme keskeistä kognitiivisen tehtäväanalyysin (*Cognitive Task Analysis, CTA*) vaihetta, joita ovat: tiedon muodostaminen, tiedon analysointi ja tiedon esittäminen. Jokainen edellisistä on välttämätön onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi. Kognitiivisessa tehtäväanalyysissä yhdistyvät useat erilaiset kognitiotieteen ja muidenkin tieteen piiristä tutut tiedonkeräämisen menetelmät, kuten haastattelut ja ääneenajattelu. Lisäksi tietoa voidaan kerätä toimintaa tarkkailemalla tai automatisoidusti tietokoneiden avustamana. Analysointi ja tiedon esittäminen ovat kognitiivisessa tehtäväanalyysin oleellisia osia. Tietoa voidaan analysoida esimerkiksi ACT-R-arkkitehtuurin, konseptuaalisten graafianalyysien, erilaisten diagrammien, diskurssianalyysin, vapaan assosioinnin ja vertailun avulla. Tiedon esittämisessä voidaan hyödyntää erilaisia tapoja ja formaatteja, kuten tekstuaalisia kuvauksia, taulukoita, graafeja, piirustuksia, vuokaavioita, simulointia sekä numeerisia ja symbolisia malleja (myös tietokoneavusteisesti).

Crandall ym. (2006, s. 31) mainitsevat kognitiiviselle tehtäväanalyysille sopiviksi käyttötarkoituksiksi esimerkiksi sotilaalliset doktriinit, joissa tutkimuksen kohteena voisi olla se, kuinka informaatioteknologian käyttö vaikuttaa komentoketjussa tapahtuvaan päätöksentekoon. Lisäksi he mainitsevat tietämyksenhallinnan, jossa voitaisiin tutkia onko jonkin tahon parhaiten suoriutuvien henkilöiden tietojen ja heidän kehittämien taitojen dokumentointi toteutettu hyvin, ja voisiko heidän eksperttityttään mahdollisesti siirtää muiden saataville.

Crandall ym. (2006, s. 31) jatkavat, että kognitiivinen tehtäväanalyysi soveltuu taitavan suoriutumisen tutkimiseen eli mitkä ovat kognitiiviset työhön liittyvät avainosat ja kuinka ne saataisiin mukaan senhetkiseen työn kehittämiseen. Informaatioteknologian mukaantulon tutkiminen soveltuu kognitiivisella tehtäväanalyysillä toteutettavan tutkimuksen kohteeksi. Sen avulla voidaan muun muassa tutkia, miten informaatioteknologiaa voidaan kehittää hyödyllisemmäksi ja tehokkaammaksi sekä mitä suorituskyvyn osia se tukee ja mitä mahdollisesti heikentää.

Schraagen, Chipman ja Shalin (2000) kuvaavat kognitiivisen tehtäväanalyysin laajenuksena perinteisiin tehtäväanalyysihin, jotta saadaan tuotua esiin tietämys, ajatteluprosessit ja tavoitteet, jotka vaikuttavat tarkkailtavan tehtävän suorittamiseen. Vaikka yksi tehtäväanalyysin nimessä oleva termi on "kognitiivinen", se ei tarkoita, että tehtäväanalyysi rajoittuisi yksinomaan kogni-

tiivisiin näkökulmiin. Tehtävänälyysissä yhdistyvät kattavasti havaittavat käyttäytymisen olemukset ja piirteet sekä niihin vaikuttavat kognitiot. Pelkkä rajaus kognitioihin poistaisi tehtävänälyysistä kontekstin ja ympäristön, jossa kognitiot ilmenevät.

Tutkielmassa esiteltävässä menetelmässä käytetään soveltaen useita eri menetelmiä, kohdealueen luonteesta ja sen kontekstista sekä tutkimuksen tavoitteista riippuen. Kognitiivinen tehtävänälyysi valikoitui käytettäväksi menetelmän malliksi sen takia, että se soveltuu erityisen hyvin eksperttien ajattelun ja mentaalisten representaatioiden eksplikoimiseen. Lisäksi se soveltuu useita eri tutkittavia henkilöitä käsittävien laajojen tutkimusten läpivientiin sekä erilaisten tiedon keräämisen, analysoinnin sekä kuvaamisen tapojen käyttöön. Sen käytöstä on myös kognitiotieteen piirissä laajasti kokemusta eli sen käytön kynnyks on matala ja lisäksi mahdollisten tarvittavien lisätietojen saanti laajan käyttäjäkunnan takia on helpompaa.

Tutkielmassa esiteltävä menetelmä sisältää tiedonkeruun osalta menetelminä haastattelut (sisältää fokusryhmäkeskustelut), protokolla-analyysin ja ajatteluluonnokset. Näitä seuraavat datan jäsentely ja merkityksien etsiminen sekä saadun tiedon uudelleenkuvaukset.

#### 4.1.2 Ekspertit

Chi (2014) kertoo eksperttiyden (myös taituruus) olleen kiinnostava tutkimusaihe kognitiotieteen ja tekoälytutkimuksen tulosten myötä jo 60-luvulta lähtien. Hän tuo esiin ekspertteihin liittyvän seikan, että eksperttien kyvystä siirtää korkeatasoiset taitonsa jollekin muulle kuin omalle toiminta-alueelleen, on vain vähän näyttöä. Ekspertit ovat siis taitavia ennen kaikkea omalla osaamisalueellaan. Eksperttien kyvystä käsittää suuria kohdealueeseensa liittyviä malleja, Chi (2014) kertoo esimerkkinä shakkimestarien erinomaisuuden siinä, että he voivat palauttaa mieleensä näkemiensä shakkinappuloiden sijainnit.

Ekspertit ovat nopeita. He ovat omalla osaamisalueellaan noviiseja nopeampia ja myös ratkaisevat ongelmia nopeasti tehden vain vähäisiä määriä virheitä. Tällainen taituruus tulee esiin esimerkiksi nopeassa shakissa, jossa on vain muutama sekunti aikaa päättää siirto. Vaikka kirjallisuudessa on mainintoja siitä, että ekspertit ovat ongelmanratkaisun alkuvaiheessa noviiseja hitaampia, ekspertit kuitenkin ratkaisevat ongelmat kokonaisuutena mitattuna noviiseja nopeammin. Eksperttien nopeus voidaan selittää ainakin kahdella eri tavalla. Yksinkertaisissa tehtävissä eksperttien saavuttama nopeus on seurausta useiden tuntien harjoittelusta, jonka myötä taidoista tulee automaattisempia ja näin ollen myös vapautuu muistikapasiteettia tehtävän muiden osien suorittamiseen. Toisaalta toinen mahdollinen selitys eksperttien nopeudelle ongelmanratkaisussa perustuu aiemmin enemmän painotettuun ajatukseen, että ekspertit päätyvät oikeaan ratkaisuun ilman laajennettua ratkaisunhakumallia. Tämä on tullut esiin esimerkiksi shakkiexperttien kyvyssä nähdä pelitilanteen tarjoamat vihjeet järkevistä siirroista välittömästi. Tämä johtuu pelaamiseen käytetyn kokonaisuuden suuresta määrästä. Heidän muistiinsa on taltioitunut suoraviivaisia

ehto-toiminta-sääntöjen sarjoja eli joku tietty pelitilanne (nappuloiden asemat) laukaisee stereotyyppisen pelinappuloiden siirtojen sarjan.

Eksperttien mahdollinen lyhyt- ja pitkäkestoisen muistin ylivoimaisuus on ollut tutkimuksen kohteena. Chi (2014) toteaa, että eksperttien lyhytkestoinen muisti ei ole suurempi kuin muilla ihmisillä, vaan taitojen automatisoituminen on vapauttanut enemmän muistin resursseja. Lisäksi ei ole tavatonta, että shakkiekspertti pystyy erinomaisesti palauttamaan asioita pitkäkestoisesta muististaan, kuten tunnistamaan joitain hyvin tunnettuja pelejä.

Chi (2014) tuo esiin seikan, että ekspertit myös näkevät ja uudelleenkuvaavat omalla osaamisalueellaan olevan ongelman syvällisemmin kuin noviisit tekevät. Noviiseilla on taipumus uudelleenkuvaata ongelma pinnallisemmalla tasolla. Helppo tapa kuvata tällainen tilanne on pyytää ekspertejä ja noviiseja ryhmittelemään ongelmia ja analysoimaan ryhmittelyjensä luonnetta. Sekä eksperteillä että noviiseilla on konseptuaalisia kategorioita, mutta eksperttien kategorisointi tapahtuu semanttisesti ja periaatetasolla, kun taas noviiseilla kategorisointi on enemmän syntaktista ja pinnallisiin ominaisuuksiin suuntautunutta.

Eksperttien väitetään käyttävän suuren määrän aikaa ongelmien laadulliseen analysointiin. Chi (2014) mainitsee, protokollien osoittavan, että ongelmanratkaisutilanteen alussa ekspertit tyypillisesti yrittävät ymmärtää itse ongelmaa, kun taas noviisit yrittävät välittömästi soveltaa erilaisia kaavoja tuntematonta ratkaistakseen. Eksperttien analysoidessa ongelmaa kvalitatiivisesti, he alkavat rakentaa mentaalista representaatioita, jonka pohjalta he päättävät tilannetta mahdollisesti määrittelevät suhteet. He myös rajaavat ongelmaa. Eksperttien käyttämän laadullisen analysoinnin hyödyllisyys ongelman rajauksessa, tulee selkeästi esiin huonosti määriteltujen ongelmien kohdalla.

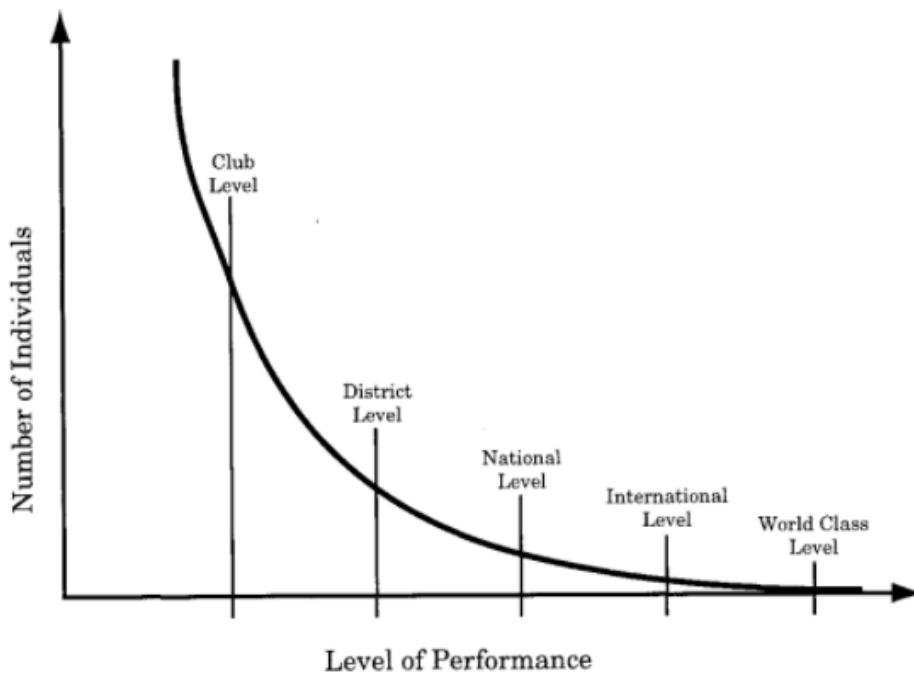
Eksperteillä sanotaan olevan hyvät kyvyt tarkkailla omaa taitavuuttaan. Chi (2014) mainitseekin, että eksperteillä näyttäisi olevan noviiseja parempi tietoisuus siitä, jos he ovat tekemässä virheitä tai miksi he epäonnistuvat ymmärtämisessä tai kun heidän pitäisi uudelleen tarkastaa ratkaisunsa. Voidaan siis ajatella, että eksperttien ensiluokkaiset kyvyt sekä monitoroida että tiedostaa omia taitoja heijastelevat heidän parempaa osaamisalueeseensa liittyvää ymmärrystä ja erilaisia osaamiseen liittyviä representaatioita

Ericsson, Krampe ja Tesch-Römer (1993, s. 399-400) kertovat ihmisten uskovan eksperttien suorituskyvyn olevan laadullisesti erilaista normaaliin suoritamiseen verrattuna ja että eksperteille olisi suotu laadullisesti erilaisia ominaisuuksia. Tämä on rohkaissut tieteilijöitä systemaattisesti tutkimaan eksperttien suorituskkyä ja selvittämään sitä yleisen psykologian lakien ja periaatteiden pohjalta. He toteavat, että eksperttien suorituskky poikkeaa laadullisesti normaalista suorituskkyvystä ja että eksperteillä on jopa ominaisuuksia ja kykyjä, jotka ovat laadullisesti erilaisia normaaleihin aikuisiin verrattuna, tai ainakin ovat normaalin aikuisen suorituskkyvyn alueen ulkopuolella. Ericsson ym. (1993, 399-400) eivät kuitenkaan näe näiden erojen kertovan sisäsyntyisestä lahjakkuudesta, joitain poikkeuksia lukuun ottamatta. Eksperttien ja normaaliin ai-

kuisten suorituskyykerot heijastelevat koko elämän mittaista, tarkoituksellista suorituskyyvyn parantamiseen liittyvää ajanjaksoa jollain tietyllä kohdealueella

Ericsson ym. (1993, s. 399-400) tuovat lisäksi esiin seikan, että fyysisen urheilun alueella jo varhaisesta iästä lähtien eliittisuoriutujien ympäristön aktiviteetit (tarkoituksellinen harjoittelu) ovat vaikuttaneet maksimaalisella tavalla parantaen jonkin tietyn alueen suorituskyykyä. Eräs eksperttiyteen liittyvä populaatioissa esiintyvä ilmiö on harvinaisuus. Mitä korkeampitasoisesta eksperttiydestä on kysymys, sitä harvinaisempaa sen ilmeneminen on. Myös Ericsson (1996) tuo esiin tämän ilmiön ja *Kuvio 3* kuvaakin esimerkiksi taiteeseen, tieteeseen, urheiluun ja pelaamiseen osallistuvien henkilöiden määrän vähenemistä suhteessa suorituskyyvyn tason nousuun. Käyrästä on selvästi havaittavissa, että mitä suurempi on suorituskyyvyn taso, sitä vähemmän on kyseisen suorituskyyvyn tason omaavia henkilöitä.

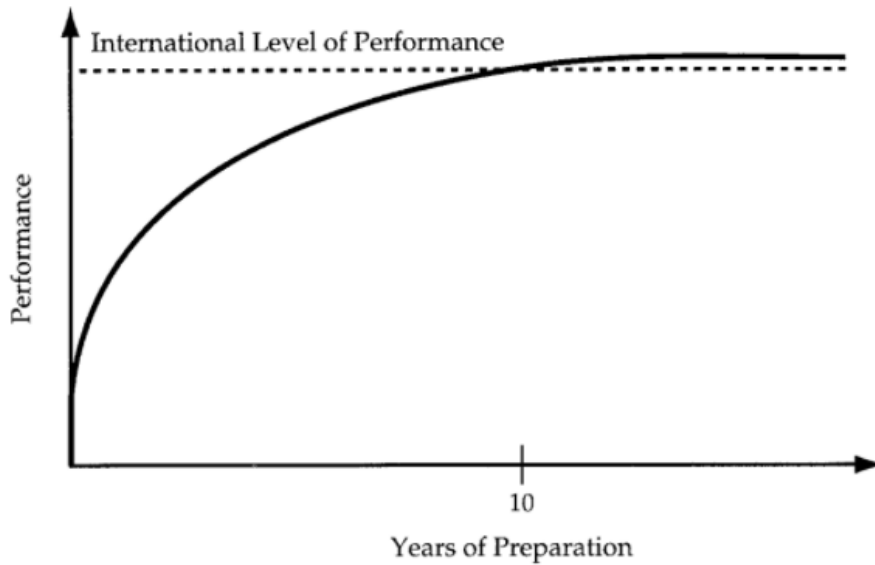
On luontevaa tehdä oletus, että suorituskyyvyn paranemiseen ja eksperttiyteen liittyvät lainalaisuudet ilmenevät myös muilla elämänalueilla ja esimerkiksi työelämässä. Edellisten perusteella on myös selvää, että ekspertiksi ei useimmiten synnytä, vaan sen takana on pitkä, määrätietoinen ja pitkäjänteinen harjoittelu.



KUVIO 3. Yksilöiden määrä populaatiossa suorituskyyvyn tason funktiona taiteessa, tieteessä, urheilussa ja pelaamisessa (Ericsson, 1996, s. 7).

Ericsson (1996, s. 10) tuo esiin melko yleisesti tunnetun seikan: Tutkimusten mukaan, saavuttaakseen korkeatasoisen suorituskyyvyn jollain alueella, tarvitaan kymmenen vuotta harjoittelua. *Kuvio 4* kuvaa saavutetun suorituskyyvyn tasoa vakavaan harjoitteluun käytettyjen vuosien funktiona.





KUVIO 4. Suorituskyvyn taso vakavaan harjoitteluun käytettyjen vuosien funktiona (Ericsson, 1996, s. 11)

Älykkään teknologian kehittämiseksi, on tärkeää saada selville ne mentaaliset tekijät, jotka vaikuttavat ekspertin toimintaan jollain kohdealueella. Eksperttien ajattelun ja heidän mentaalisten representaatioiden tutkimisella voidaan saada arvokkaita lisävihjeitä siihen, mitä eri asioita ja tekijöitä tulisi kohdealueella toimiessa huomioida, mitkä asiat seuraavat toistaan, mihin kannattaa suunnata huomionsa, mistä jokin onnistumiseen tarvittava tieto saadaan sekä miten isoissa kokonaisuuksissa sen eri osat tulee järjestellä mielekkäästi ja mitkä ovat sen osien keskinäiset suhteet.

Jotta älykäs teknologia toimisi oikein, luotettavasti ja toimintaan osallistuvien ihmisten toiminnan kanssa sopusoinnussa, koneoppimisen ja neuroverkkojen hyödyntämisen lisäksi tarvitaan merkittävässä määrin ymmärrystä kohdealueella toimivien ihmisten oppimista tavoista hahmottaa työympäristö ja koko toiminta-alue. Parhaan tiedon kohdealueella relevantista toiminnasta voi saada eksperttien ajattelua tutkimalla. Tutkielmassa esiteltävän menetelmän tarkoitus on eksplikoida eksperttien ajattelua, muun muassa älykkään teknologian kehittämiseksi. Vaikka menetelmä keskittyy erityisesti eksperttien ajattelun sisältöjen tutkimiseen, on sen avulla myös mahdollista tutkia noviisien ajattelua. Tarve tällaiseen saattaa ilmetä esimerkiksi älykkään teknologian käytettävyyteen liittyvien haasteiden kartoittamisessa ja tutkimisessa. Sen lisäksi, että menetelmän tuloksia voidaan käyttää älykkään teknologian kehittämisessä tarvittavien algoritmien suunnittelussa, sitä voidaan siten käyttää myös ihmisen ja teknologian välisen vuorovaikutuksen tutkimiseen ja suunnittelemiseen.

### 4.1.3 Fokusryhmät

Kitzinger (1995, s. 299) kertoo fokusryhmien olevan eräs ryhmähaastattelun muodoista. Sen anti datan muodostamisen näkökulmasta perustuu tutkimukseen osallistuvien henkilöiden keskinäiseen kommunikointiin. Vaikka ryhmähaastatteluja käytetään usein yksinkertaisesti nopeana ja mukavana tapana kerätä tietoa useilta ihmisiltä samanaikaisesti, fokusryhmät nimenomaisesti käyttävät ryhmän interaktiota osana menetelmää. Sen sijaan, että tukija pyytää jokaista tutkittavaa vuorollaan vastaamaan kysymykseen, osallistujia rohkaistaan puhumaan toisilleen. Keskustelut ja puheet voivat sisältää kysymyksiä, anekdootteja ja muiden kokemusten ja näkökulmien kommentointia. Menetelmä on erityisen hyödyllinen ihmisten tietämyksen ja kokemuksen tutkimisessa. Sitä voidaan käyttää, ei pelkästään sen tutkimiseen mitä ihmiset ajattelevat, vaan sen selvittämiseen, että miksi he ajattelevat jollakin tavalla.

Kuvatakseen fokusryhmämenetelmän taustoja, Kitzinger (1995, s. 299) mainitsee menetelmän idean olevan se, että ryhmäprosessi auttaa tutkimaan ja selvittämään niitä ihmisten näkemyksiä, jotka ovat kahdenkeskisillä haastatteluilla vaikeammin selvitettävissä. Ryhmäkeskustelut ovat erityisen sopivia tilanteisiin, jossa vetäjällä on käytössään sarja avoimia kysymyksiä ja halu rohkaista osallistujia tutkimaan heille tärkeitä aiheita, heidän omin sanoin, kysymyksiin ja prioriteetein. Kun ryhmädynamiikka toimii hyvin, osallistujat toimivat tutkijan rinnalla, antaen tutkimukselle uusia ja usein odottamattomiakin suuntia.

Kitzinger (1995, s. 299) kertoo, että yleensä fokusryhmiä yhdessä tutkimuksessa on käytössä vain muutama ja ne voidaan yhdistää muihin tiedonkeruumenetelmiin. Fokusryhmäkeskustelut ovat ideaaleja kysymysten ja niiden muotojen testaamiseen. Lisäksi niitä voidaan käyttää tutkimustulosten selittämisen apuna. Useimmat tutkijat suosittelivat pyrkimystä ryhmänsisäiseen homogeenisyyteen, vaikkakin erilaisten ryhmien yhteen saattaminen voi myös olla hyödyllistä. On myös tärkeää olla tietoinen siitä, että ryhmän mahdollinen hierarkkinen rakenne voi vaikuttaa kerättävään dataan. Toisensa tuntevien henkilöiden sijoittaminen samaan ryhmään voi tuottaa lisähyötyjä sen kautta, että he voivat suhteuttaa toistensa kommentit heidän päivittäin yhdessä jakamiinsa tilanteisiin. Lisäksi he voivat helpommin haastaa toisiaan vastakainasetteluihin.

Esiteltävässä menetelmässä fokusryhmähaastatteluja hyödynnetään eksperteille tehtävien haastattelujen sisältämien kysymysten laadun ja relevanssin arviointiin. Fokusryhmään osallistuvien henkilöiden pitäisi olla tutkittavan kohdealueen asiantuntijoita, mielellään eksperttejä. Näin ollen heidän mahdollisuutensa ymmärtää haastatteluihin suunniteltujen kysymysten sisällöt on huomattavasti parempi kuin jos kysymysten laatua arvioisivat esimerkiksi noviisit. Vaikka tutkielmassa esiteltävän menetelmän käyttöalue on laaja, oletusarvoisesti fokusryhmän muodostamisessa pyritään kohtuulliseen homogeenisyyteen. Menetelmää todennäköisesti käytetään hyvinkin spesifillä alueella toimivien ihmisten ajattelun eksplikointiin ja kartoittamiseen, joten jo tutkimusrajauksen luonne edellyttää eksperttien kanssa yhdessä toteutettavaa tut-

kimusta, joka siten myös heijastuu fokusryhmän rakenteeseen. Menetelmä on siinä mielessä joustava, että siihen kuuluvien osien painotuksia tai toteuttamisjärjestyksiä voidaan melko vapaasti vaihdella ja muuttaa. Jos tutkijaryhmä tutkimuksen tavoitteiden valossa näkee tarpeelliseksi, fokusryhmiä voidaan myös hyödyntää analyysin tulosten läpikäymisessä ja esimerkiksi mahdollisen simuloinnin suunnittelussa.

## 4.2 Tutkimus- ja ongelma-alueen raja

Tutkielmassa esiteltävä menetelmä soveltaa monin osin ja joustavasti kognitiivisen tehtäväanalyysin periaatteita. Crandall, Klein ja Hoffman (2006, s. 30) kertovat, että ennen varsinaista tehtäväanalyysin toteuttamista tulisi selvittää muun muassa seuraavat asiat:

- Mikä on ongelma tai tarve, johon tutkimus kohdistuu
- Minkälaisen lopputuloksen tulisi olla
- Minkälaiset ihmiset voivat kertoa tutkittavasta aiheesta
- Minkä tyyppisestä eksperttiydestä tai kognitioista halutaan saada tietoa
- Minkä tyyppiset tilanteet kertovat eniten tutkittavasta aiheesta

Siinä vaiheessa, kun tutkimusryhmää ollaan kokoamassa, tulee koko ajan pitää mielessä, että ensisijaisesti nyt esiteltävällä menetelmällä tutkitaan eksperttien ajattelua. Tutkittava aihealue tai tutkimuksen kohde voi olla mikä vain aihe, jonka tutkiminen koetaan tarpeelliseksi, mutta aiheen tulisi olla sellainen, että sitä on mahdollista tutkia kognitiivisen tehtäväanalyysin keinoin ja ensisijaisesti kvalitatiivisesta näkökulmasta (kvantitatiiviset osat silti mahdollisia) tarkasteltuna. Tämä on ensimmäinen tutkimukseen liittyvä raja. Tutkimuskysymys, ongelma ja tutkimuksen kohde ovat todennäköisesti alkaneet hahmottua jo siinä vaiheessa, kun motiivi ja tarve tutkimukselle on syntynyt. Tutkimusongelmaa kannattaa kuitenkin tarkastella ja tarkentaa sekä edellä mainitun kognitiivisen tehtäväanalyysin mahdollisuuksien ja toisaalta itse tutkimusongelman määrittelyn valossa.

Lopputuloksen laadullisten vaatimusten, tarkkuuden sekä tavan, jolla tulokset esitetään, tulisi olla pääpiirteittäin selvillä jo tutkimuksen suunnittelu- vaiheessa. Jos näin ei ole, on olemassa riski, että suunta johon tutkimusta ollaan viemässä, ei välttämättä voikaan tuottaa halutunlaisia tuloksia. Tutkimuksen suunnitteluvaihe, kohde, tutkimustapa ja lopputuloksien esittäminen ovat siten kiinteästi sidoksissa toisiinsa.

Tärkeä rajauksen ja suunnittelun vaihe on osallistuvien henkilöiden valinta. Se määrittyy sen mukaan, että mikä on tutkimuksen kohdealue. Parhaiten tutkimukseen osallistuvat henkilöt löytyvät todennäköisesti samalta alalta, johon tutkimus kohdistuu. On tietenkin mahdollista tutkia esimerkiksi noviisien ja eksperttien ajattelun eroja, jolloin voi tulla mahdolliseksi tutkia henkilöitä,

jotka ovat kohtuullisen etäällä tutkittavasta aiheesta ja sen alueesta. Tutkimusryhmä alkuvaiheessa koostuu useimmiten sekä tutkijaosapuolen edustajista että työn tilaajan edustajista. Tärkeää on jo heti alkuvaiheessa saada suunnitteluun mukaan tutkittavan alueen eksperttejä. Eksperttiyttä käsiteltiin tutkielman Ekspertit-osassa tarkemmin.

Suunnitteluvaiheeseen osallistuvien tutkijoiden ja eksperttien tulee yhdessä miettiä tutkimuskysymystä vasten minkälaisesta eksperttiydestä ja kognitioista halutaan saada tietoa. Siihen liittyen tulee pohtia uudelleen tutkimuskysymystä ja sitä, keneltä tai minkälaiselta ekspertiltä saataisiin paras mahdollinen tieto juuri siihen kysymykseen, jota ollaan tutkimassa tai mitkä ovat ne itse eksperttiyteen liittyvät seikat, jotka halutaan saada selville.

Tutkittavaa tilannetta hahmotettaessa ja tarkennettaessa tulee pohtia, että minkälainen tilanne vastaa parhaiten tutkimuskysymykseen. On hyvä pohtia asiaa tehokkuuden näkökulmasta eli missä tilanteessa yksinkertaisimmin, mutta laadulliset tavoitteet täyttäen saataisiin rakennettua sopiva asetelma tutkimuksen toteuttamiselle. Jos tutkimuksen painopiste on luonnollisessa ympäristössä toteutettavassa tutkimustavassa, on hyvä tarkasti suunnitella tilanne sel-laiseksi, että se käytännössä mahdollistaa esimerkiksi ajattelun verbalisoinnin.

Menetelmää tulisi käyttää sen periaatteen mukaan, että ongelma-alue voidaan pilkkoa osiin. On parempi tutkia pieniä ja lyhyitä erillisiä osia tehokkaasti kuin valtavaksi paisunutta ja hallitsemattoman kokoista erilaisten asioiden rypästä. Rypäs voi hyvinkin olla kokonaistutkimuksen kohde, mutta sen kokonai-sena hallitseminen voi tuottaa suuren koon myötä esiin tulevia virheriskejä ja muita tutkimuksen hallinnan haasteita. Menetelmää voidaan myös käyttää ket-jutetuksi eli alussa voidaan tutkia jotain yhtä ja tiettyä tarkkaa tutkimuskohdet-ta ilman, että vielä ollaan varmoja siitä, mitä vaihetta seuraavaksi tutkitaan. Kun ensimmäisen tutkimusvaiheen tulokset ovat selvillä, tiedetään todennäköi-sesti tarkemmin, mihin suuntaan tutkimuksen seuraava vaihe tulee ohjata. Yksi asia johtaa toiseen, joten liian tiukasti tutkimuksen suuntaa ei kannata heti alkuvaiheessa sitoa, koska voikin tulla ilmi, että tutkimuksen suuntaa kannattaa laadun ja tutkimusten tulosten syvyyttä ajatellen vaihtaa.

### **4.3 Haastattelut**

Haastattelut ovat yksi tutkielmassa esiteltävän menetelmän tiedonkeruun osa, protokolla-analyysin ja ajatteluluonnosten rinnalla. Seuraavaksi kuvattavassa haastattelujen toteuttamisessa ei oteta suoraan kantaa tutkittavan henkilön ajat-teluun, sen analysointiin tai mentaalisten representaatioiden kuvauksiin. Ky-seessä on siis puhtaasti tiedonkeruutekniikka. Kognitiivisia prosesseja, ajattelu-ja ja mentaalisia representaatioita käsitellään enemmän protokolla-analyysiä ja kognitiivista tehtävänälyysiä käsittelevissä osissa. Haastattelut koostuvat kah-desta osasta: haastattelussa käytettävien kysymysten testaus fokusryhmän kanssa ja varsinaiset haastattelut eksperttien kanssa. Haastattelujen on tarkoitus

tuottaa tutkimuksen kohdealueeseen ja tutkimuskysymykseen sopien, kognitiivisen tehtäväanalyysin keinoin analysoitavaa dataa tutkittavasta tehtävästä.

Crandall ym. (2006, s. 13) mainitsevat jäseneltyjen haastattelujen olevan yleisin kognitiivisessa tehtäväanalyysissä käytetty tiedonhankinnan menetelmä. He jatkavat, että haastattelut ovat laajasti käytettyjä, koska ne ovat tehokkaita ja tuottavat säästöä ajankäytössä. Lisäksi niiden avulla saadaan tuotua esiin tietoa sellaisista ongelmista ja aiheista, jotka helposti jäävät muissa menetelmissä huomaamatta.

Nyt esiteltävän menetelmän haastatteluosuus muodostuu seuraavista vaiheista. Alussa tutkijaosapuoli asiantuntijoiden (eksperttien) kanssa yhdessä määrittelee tarpeen tutkittavien henkilöiden määrälle ja suunnittelee kohdealueeseen ja tutkimuskohteeseen liittyvien haastattelujen kysymykset (tutkimuskysymys huomioiden). Kysymysten toimivuus tarkistetaan ja testataan ennen niiden varsinaista käyttöä tarkasti valitun ja homogeenisen fokusryhmän avulla. Haastattelun kysymysten testaaminen ja varsinaiset haastattelut taltioidaan, jolloin ne toimivan lisätiedon lähteenä kognitiivisen tehtäväanalyysin analyysivaiheessa. Haastattelun suunnittelu tehdään tiiviissä yhteistyössä valmisteluvaiheeseen osallistuvien eksperttien kanssa ja lopulta haastattelut toteutetaan haastatteleamalla valittuja ekspertejä.

Willis (2005, s. 3) mukaan kognitiiviset haastattelut ovat yleinen, useilla eri aloilla käytetty menetelmä, jonka avulla voidaan kriittisesti arvioida alaan liittyvän tiedon siirtymistä. Willis mainitsee tällaista menetelmää voitavan käyttää sen tutkimiseen, millä tavoin kohderyhmä ymmärtää, mentaalisesti prosessoi ja reagoi esitettävään materiaaliin. Haastattelujen viimeinen vaihe on tutkittavien eksperttien kanssa läpikäytävät haastattelut, jossa fokusryhmän avulla testattuja ja suunnitteluun osallistuneiden eksperttien kanssa soveltuviksi todettuja kysymyksiä käytetään tutkimuksen yhtenä osana, protokolla-analyysin ja ajatusluonnosten rinnalla.

#### **4.3.1 Tutkittavien henkilöiden valinta ja määrä**

Kuten edellisessä kappaleessa tuli esille, menetelmässä fokusryhmiä käytetään tutkittaville eksperteille esitettävien kysymysten laadun arviointiin. Greenbaum (1998, 3) ehdottaa fokusryhmän kooksi joko 4-6 tai 8-10 henkeä. Menetelmässä fokusryhmän koko määräytyy tutkimuksen kohteena olevan tahon, tutkimuksen luoneen ja vaatimusten sekä mielekkyyden pohjalta. Greenbaum (1998, s. 3) mainitsee keskustelujen keston olevan yleensä noin 100 minuuttia, jolloin 10 hengen ryhmässä keskimääräinen yhden henkilön osallistumisaika on 10 minuuttia. Ryhmän kokoa ei siten voi kasvattaa rajattomasti.

Basch (1987, s. 416) mainitsee, että osallistujien valinta tulee toteuttaa tapauskohtaisesti, koska valinnan kriteerit pohjautuvat tutkimuksen tavoitteiden mukaisesti. Menetelmässä fokusryhmään osallistuvien henkilöiden valinta perustuu pitkälti eksperttien kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta laadittuun osallistuja- ja taitoprofiiliin. Suunnitteluun osallistuvat ekspertit ovat mukana koko tutkimusprojektissa alusta lähtien ja siten tutkimuksen tavoitteet ja siihen kohdistuvat odotukset ovat sekä tutkijaosapuolen että osallistuvien eksperttien

tiedossa. Näin ollen sopivien tutkittavien henkilöiden valinta sekä fokusryhmään että varsinaisiin haastatteluihin pohjautuu eksperttien ja asiantuntijoiden kanssa käytyihin keskusteluihin ja yhteisiin arvioihin. Se kuinka homo- tai heterogeeninen fokusryhmän pitää sisäisesti olla ja miten fokusryhmähaastattelu tavallisesti toteutetaan, on kuvattu menetelmän alussa olevassa fokusryhmiä kuvaavassa kappaleessa. Varsinaisiin haastatteluihin osallistuvien eksperttien määrä määräytyy tutkimuksen koon ja mielekkyyden mukaisesti luottaen toisaalta tutkijaosapuolen omaan arviointikykyyn ja toisaalta eksperttien mielipiteisiin.

### **4.3.2 Kysymysten testaus**

Menetelmä ei ota suoraan kantaa siihen, mitä varsinaiset haastatteluissa esiteltävät kysymykset voisivat olla ja kuinka paljon niitä mahdollisesti tarvitaan. Tämä määrittyy tutkimuskohteen ja tutkimuksen tavoitteiden mukaisesti. On selvää, että kysymysten tulee etsiä vastauksia tutkimuksen kannalta oleellisiin ja merkittäviin asioihin. Jos kysymykset on laadittu väärin, saadaan vastauksien myötä tietoa eri asioista kuin mitä tutkimuskysymys edellyttää tai saadut tiedot ovat virheellisiä ja johtavat tutkimuksen tulosten vääristymiseen.

Haastattelukysymysten testaamisella pyritään varmistamaan kysymysten relevanssi tutkittavan asian suhteen sekä varmistamaan tutkimuksen tulosten laatu. Willis (2005, s. 5) mainitsee haastattelujen kysymysten testauksen olevan räätälöitävissä kunkin tilanteen mukaisesti. Menetelmässä kysymysten testaaminen kuvataan joustavasti ja niin, että testausvaihe on sovellettavissa mahdollisimman laajasti eri tutkimuskohteisiin sopivaksi.

Willis (2005, s. 5) kertoo testausprosessissa olevan tavoitteena löytää tutkimukseen suunnitelluista kysymyksistä mahdollisia virheitä. Virheenä voidaan pitää sellaista kysymystä, jonka tutkittava henkilö ymmärtää erilailla kuin millaiseksi kysymyksen laatinut ekspertti on kysymyksen tarkoittanut. Lisäksi Willis (2005, s. 8) painottaa, että ajan arviointiin liittyviä kysymysten osia on hyvä testata sekä sitä, kuinka vastaajat ymmärtävät kysymykset ja kohdistuvatko vastaukset halutulla tavalla kysymyksessä tarkoitettuihin rajauksiin. Kysytessä esimerkiksi "viimeisen vuoden aikana", on tärkeää, että vastaaja tietää tarkoitetaanko vuotta tästä hetkestä taaksepäin vai mahdollisesti kalenterivuotta. Lisäksi hän mainitsee testauksen aikana tehtyjen muistiinpanojen ja ääneen ajatellun datan vertailun olevan tärkeää. Myös testaamisesta on tärkeää kirjoittaa raportti, joka tulee käydä läpi projektin henkilöstön kanssa.

### **4.3.3 Virheiden havaitseminen ja kysymysten korjaaminen**

Willis (2005, s. 13) lähtee siitä, että haastattelukysymysten arviointi kohdistuu vastausten virheellisyyteen, mutta myös kysyjäosapuolen tekemiin virheisiin. Hän jaottelee tutkimusdatassa useimmiten ilmenevät virheet Oppenheimin (1966) ja Grovesin (1991) mukaisesti virheisiin, jotka tulevat esiin havainnoinnin ulkopuolella, itse havainnoinnissa tai sen jälkeen. Havainnoinnin ulkopuolella ilmenevät virheet saattavat liittyä siihen, että emme välttämättä tutki niiden

ihmisten toimintaa, joiden toimintaa tulisi tutkia. Havainnointivaiheessa ilmevät ongelmat saattavat liittyä siihen, että tutkijaosapuoli esittää tai taltioi kysymykset väärin. Myös tutkittava henkilö saattaa silloin ymmärtää kysymyksen luonteen väärin ja prosessoida sen niin, että hän vastaa väärin. Havainnoinnin jälkeiset virheet liittyvät mahdollisesti siihen, että tutkimusdata on koodattu tai analysoitu virheellisesti tai datasta tehdään virheellisiä johtopäätöksiä ja tulkintoja.

Willis ja Lesser (1999) käyttävät virhelähteiden etsimiseen QAS-järjestelmää (*The Question Appraisal System*), joka on tarkoitettu puhelimitse toteutettavan tutkimuksen kysymysten analysointiin, mutta se soveltuu myös muihin kysymyksiä sisältävien tutkimusten laadun arviointiin. Menetelmässä sovelletaan samaa virheidenetsimistekniikkaa. Se on tarkistuslista, jonka mukaan kysymyksien mahdollisesti sisältämiä virheitä etsitään. Listan kohdat ovat seuraavat:

- *Lukeminen*: pystyykö haastattelija lukemaan kysymyksen samalla tavalla kaikille eri vastaajille.
- *Ohjeistukset*: Etsi ohjeistuksista, esittelyistä ja selityksistä virheitä vastaajan näkökulmasta.
- *Selkeys*: tunnista mahdolliset tutkittavalle henkilölle kommunikoitaviin tarkoitukseen tai merkityksiin liittyvät ongelmat.
- *Oletukset*: Päättele mahdolliset oletuksiin tai taustalla olevaan logiikkaan liittyvät ongelmat.
- *Tiedot ja muisti*: tarkista onko vastaajalla ongelmia asiantuntemukseen tai muistamiseen liittyen.
- *Arkaluontoisuus ja ennakoasenteet*: arvioi kysymyksiä arkaluontoisuuden, sanamuotojen ja ennakoasenteiden näkökulmista.
- *Vastauskategoriat*: arvioi taltioitavan vastausvalikoiman laajuuden sopivuus.
- *Muut ongelmat*: ne ongelmat, jotka eivät olleet mukana edellä esitetyissä ongelmakategorioissa.

Willisin ja Lesserin (1999) virheiden etsintään tarkoitettun tarkistuslistan mukaisesti esimerkiksi lukemiseen liittyvät ongelmat saattavat ilmetä haastattelijan osalta vaikeutena ilmaista kysymystä, koska varsinaisesti kysyttävä asia ei sisällykään kysymykseen tai kysymys on muuten vaikeasti luettava. Ohjeistukset saattavat olla ristiriitaisia, epätarkkoja tai monimutkaisia. Selkeyden osalta ongelmia saattaa ilmetä, koska kysymykset ovat pitkiä, kömpelöitä tai kieliopillisesti väärin muodostettuja. Myös tekniset termit saattavat olla määrittelemättömiä tai monimutkaisia. Selkeys kärsii myös kysymyksissä, jotka ovat monitulkintaisia tai irrallisina eivät vertaudu mihinkään asiaan. Oletusten osalta on mahdollista, että vastaajasta on tehty häneen sopimattomia oletuksia tai häneltä oletetaan vakaata toimintaa ja käytöstä, vaikka siinä voisikin ilmetä vaihtelua. Lisäksi oletuksen pohjalta muodostettu kysymys saattaa sisältää useita implisiittisiä kysymyksiä.

Willisin ja Lesserin (1999) mukaan tiedon ja muistin osalta saattaa ilmetä ongelmia siinä, että vastaajalla ei ole kysyttyä tietoa tai hän ei suhtaudu kysytävään asiaan oletetulla tavalla. Lisäksi on mahdollista, että vastaaja ei saa palautettua mieleensä kysyttyä informaatiota tai kysymys vaatii kohtuuttomasti mentaalista suorituskykyä. Arkaluontoisuuteen ja ennakkoasenteisiin liittyen on mahdollista, että kysymys on kiusallinen, liian intiimi tai mahdollisesti liittyy johonkin lainvastaiseen toimintaan. On myös mahdollista, että kysymys sisältää epäsuorasti ja sosiaalisessa mielessä oletuksen etsitystä vastauksesta. Vastauskategorioita arvioitaessa tulisi huomioida, ovatko kysymykset liian avoimia, ovatko kysymykset ja oletetut vastaukset toisiinsa nähden relevantteja, onko tekniset termit määritelty selkeästi, ovatko kysymykset monitulkintaisia, päällekkäisiä tai keskenään epäloogisessa järjestyksessä tai puuttuuko mahdollisesti jostakin oleellinen kysymys. Muut kysymyksiin liittyvät ongelmat saattavat liittyä koko kysymyssarjaan johtuen kysymysten kontekstista.

Edellä esitettyjen kriteerien pohjalta ohjataan fokusryhmässä toteutettavaa kysymysten testaamista. Ongelmalliset kysymykset korjataan ja muutetaan tutkimuksen tavoitteita vasten toimivammiksi. Jos virheiden määrä on tutkijaosapuolen ja fokusryhmän arvion mukaan ollut niin suuri, että korjattujen kysymysten sopivuutta ei voida kunnolla arvioida, tulee toteuttaa uusi kysymysten suunnittelu ja testaus. Tavoitteena on saada muodostettua sellainen kysymyssarja, että se on resurssien ja ajankäytön suhteen mahdollista toteuttaa, mutta ettei siinä tehdä kompromisseja kysymysten relevanssin suhteen. Koko tutkimuksen tavoite on saada esiin kohdealueella toimivien eksperttien ajattelun sisällöt, heidän mentaaliset representaationsa tutkittavassa tilanteessa. Ilman huolellista tutkimuksen suunnittelua tähän tavoitteeseen ei voi päästä.

#### 4.3.4 Haastattelun toteuttaminen

Kun kysymykset on fokusryhmähaastattelujen avulla testattu ja todettu, voidaan aloittaa kahdenkeskiset haastattelut eksperttien kanssa. Haastattelut taltioidaan, jotta niihin voidaan helposti aineistoja myöhemmin käsiteltäessä palata. Willis (2005, 48) ehdottaa normaaliin kysymyksiin rinnalle seuraavia tarkentavia kysymisen tapoja, kun se kysymyksen sisältämän asian selvittämiseksi on välttämätöntä.

- *Ymmärtäminen/tulkinta*: kysytään tarkemmin esimerkiksi, mitä jokin termi tarkoittaa
- *Omin sanoin kertominen*: pyydetään haastateltavaa toistamaan kysymys hänen omin sanoin
- *Luotettavuuden arviointi*: kysytään onko haastattelija aivan varma jostain asiasta
- *Mieleenpalauttaminen*: pyydetään haastateltavaa palauttamaan mieleensä jokin kysymykseen liittyvä aiempi tapahtuma tai asia
- *Täsmäntäminen*: Kysytään haastateltavalta lisäperusteluja vastaukseen



- *Yleiset kysymykset:* kysytään esimerkiksi sitä, kuinka haastateltava päätyi vastaukseensa tai minkälaista kysymykseen vastaaminen oli (helpoa/vaikeaa) ja mistä syystä. Voidaan myös kysyä syytä vastaamisessa epäröintiin.

Kun haastattelut on suoritettu, voidaan aineisto siirtää kognitiivisessa tehtävä-analyysissä analysoitavaksi tutkimusaineiston osaksi.

## 4.4 Protokolla-analyysi

Ericsson ja Simonin (1984) mukaan protokolla-analyysi on menetelmä, jonka avulla henkilön ajatteluun vaikuttavat tiedonkäsittelyprosessit saadaan tuotua esiin. Menetelmä toteutetaan ääneenajattelun kautta siten, että tutkittava henkilö puhuu kaikki mieleensä tulevat ajatukset ääneen koko tutkittavan tehtävän ajan. Newell ja Simon (1972) kertovat ääneenajattelun lopputuloksen eli sanallisesti esitetyn analyysin avulla voitavan tutkia ja päätellä ihmisen kognitiivisia prosesseja, kuten syitä henkilön tekemille päätöksille ja valinnoille. Ericsson ja Simon (1984) kuvaavat ääneenajattelun olevan lähes kaikille tutkittaville ihmisille tuttua jo entuudestaan jokapäiväisestä elämästä. Heidän mukaansa kognitioiden ja ajatusten verbalisointi voidaan toteuttaa kolmella eri tasolla. Ensimmäisellä tasolla tutkittava ilmaisee kaikki artikuloitut ajatuksensa ja jopa pelkät äännähdyksetkin. Tällä tasolla ei käytetä ajatuksia välittäviä prosesseja ja tutkittavan ei tarvitse nähdä ylimääräistä vaivaa ajatustensa välittämiseen. Toinen verbalisoinnin taso sisältää ajatussisältöjen kuvailua, jolloin tutkittava henkilö kuvaa tarkemmin jo mielessä olevia ajatuksia. Kuvailu ei kuitenkaan vaikuta kuvattuihin ajatusrakenteisiin. Kolmannella verbalisoinnin tasolla tutkittava selittää ja perustelee ajatuksiaan tai ajatusprosessejaan. Selittämiseen ei riitä lyhytkestoisessa muistissa tutkimushetkellä oleva informaatio, vaan tutkittava joutuu linkittämään tietoa aiemmin muodostettuihin ajatuksiinsa.

Ääneenajatteluun pohjautuva protokolla-analyysi pyrkii etsimään runsaasti ja syvällisesti tietoa pienestä otoksesta. Kuipers ja Kassirer (1984, s. 365) mainitsevatkin, että ääneenajattelulla etsitään mieluummin runsaasti dataa yksilöistä kuin että helposti analysoitaisiin suurta joukkoa koskevaa dataa. Kuusela ja Pallab (2000, 389) kiteyttävät protokolla-analyysin prosessin tavoitteena olevan tarjota kuva lyhytkestoisen muistin sisällöstä ja siten myös joitain oivalluksia mentaalisisistä tapahtumista.

### 4.4.1 Protokolla-analyysin toteuttaminen

Aluksi tulee varmistua verbaalisen protokollan oikeellisuudesta ja selvittää siinä ilmenevät datatyypit. Bainbridge ja Sandersonin (1995, 170) mukaan on pystyttävä päättämään milloin verbalisointi todennäköisesti korreloi riittävästi kognitiivisten prosessien kanssa ollakseen hyödyllinen ja milloin se taas ei kor-

reloi. Ihmiset ovat usein tietoisia ajattelunsa lopputuloksista, kuten asenteistaan ja päätöksistään, mutta eivät välttämättä tietoisia näiden taustalla vaikuttavista ajatteluprosesseista. Tämän pohjalta voidaan päätellä, että tiedonmuodostusmenetelmät, jotka keskittyvät ajattelun sisältöihin, ovat todennäköisesti luotettavampia kuin pelkkään tarkkailuun liittyvät raportit. Verbaaliset protokollat sisältävät pääasiassa tosiasioihin perustuvia väittämiä, erityisesti silloin kun ihmiset työskentelevät kiireisinä todellisen tehtävän parissa. Haastattelut ja verbaaliset protokollat eroavat toisistaan syntaksinsa ja tyyppinsä osalta. Verbaalinen protokolla sisältää enemmän havaittuja tosiasioita ja päätösten lopputuloksia (ei tee silti haastatteluja menetelmänä tarpeettomiksi). Protokollanalyysissä tutkija tekee epäsuoria päätelmiä taustalla vaikuttavista kognitiivisista prosesseista ja tiedoista kuin saaden niistä suoraan tietoa.

Bainbridge ja Sandersonin (1995, s. 172) mukaan tutkijan tulee välttää tilannetta, jossa protokolla-analyysin toteuttaminen vaikuttaa itse tutkittavaan tehtävään. Lisäksi on huomioitava, että liian kiireinen tehtävä saattaa vaikuttaa esimerkiksi päätöksentekoprosessin verbalisointiin siten, että siihen liittyvät asiat unohtuvat nopeammin kuin ne saadaan raportoitua. Myös sosiaalinen tilanne voi vääristää ääneenajattelun toteuttamista, koska ihmisillä on taipumus sanoa asioita, joita heidän halutaan sanovan. Näin varsinkin silloin, jos taustalla olevalla henkilöllä on valta-asema tutkittavan henkilön suhteen. Verbalisoinnin laatuun saattaa myös vaikuttaa se, jos henkilö työskentelee normaalisti tilanteessa, jossa asioita ei ilmaista puheen keinoin. Hänen saattaa olla vaikea orientoitua puhumaan tehtävästä, varsinkin jos se sisältää motoristen taitojen käyttöä.

Lisäksi henkilön rajallinen sanavarasto saattaa vaikuttaa tutkimuksen sujuvuuteen. Myös erilaisiin laitteisiin liittyvät ja verbalisoitavat kausaalisuudet, toiminnot ja suhteet voivat tulla verbaalisesti esiin vasta silloin, jos tilanteeseen liittyy ongelmanratkaisua. On lisäksi muistettava, että jos tutkija haluaa rakentaa täydellisen laskennallisen mallin tutkittavan henkilön toiminnasta, tulee protokolla-analyysi toteuttaa erittäin suurella tarkkuudella.

## Verbaalisen protokollan kerääminen ja tehtävätilanteen suunnittelu

Bainbridge ja Sandersonin (1995, s. 174-175) ilmaisevat protokollan keräämisen yksinkertaistetusti tapahtumana, jossa henkilöä pyydetään ajattelemaan ääneen tutkittavana olevaa tehtävää suorittaessaan. Ääneenajattelu taltioidaan ja usein siitä tehdään transkriptio (tekstiksi tai koodaukseksi). Protokolla-analyysin prosessi muodostuu kolmesta pääosasta: datan kerääminen ja taltiointi; protokolladatan valmistelu analyysiä varten sekä viimeisenä protokollan implisiittisen ja eksplisiittisen sisällön analysointi.

Datan keräämisen ja taltioinnin vaiheessa suoritetaan kohdealueella tehtävä verbalisointi ja transkription valmistaminen. Sen jälkeen data valmistellaan analysointia varten niin, että siitä tunnistetaan yleinen protokollan rakenne, se jaetaan tarkoituksenmukaisiin osiin sekä siitä päätellään mentaalisten aktiiviteettien rakenne ja siinä käytetään muodollista kuvailevaa kieltä. Näiden jälkeen implisiittiset ja eksplisiittiset tiedot analysoidaan sisällön tai peräkkäisen

järjestyksen mukaisesti. Analyysissä on myös mahdollista luoda laskennallinen tai diagrammin muodossa oleva malli. Jokaisesta vaiheesta voidaan palata aikaisempaan vaiheeseen. Viimeisenä vaiheena on johtopäätösten tekeminen, josta voidaan palata tutkimuksen lähtökohtana olevaan varsinaiseen suunnittelu- tai tutkimuskysymykseen.

Bainbridge ja Sanderson (1995, s. 178) kertovat, että datan valmisteleminen analyysiä varten, protokollan yleinen rakenne voidaan tunnistaa useilla eri tavoilla, joista kolme on:

1. Yleisten toiminnan vaiheiden etsiminen koko taltioinnista, kuten *rullaus, lentoonlähtö, pidä lentokorkeus, laske korkeutta, laskeutuminen* jne.
2. Etsimällä kaikista toiminnan vaiheista toimintakokonaisuuksia, kuten *pyydetään seloitusta, konfiguroi lentokone laskeutumista varten* jne.
3. Jakamalla materiaali jokaisessa toimintakokonaisuudessa peräkkäiksi vaiheiksi, jossa jokainen niistä edustaa erillistä ajatusta tai toimintaa.

Materiaali voidaan jakaa tarkoituksenmukaisiin osiin sen mukaan, että osat sisältävät erillisen mentaalisen prosessin. *Ilmaisu, C on nyt hapettumassa eli se on jotain minkä mukaan tehdä arvioita sen laadusta, joten jätän sen itsekseen*, voidaan kirjoittaa muotoon:

1. C on nyt hapettumassa
2. eli se on jotain minkä mukaan tehdä arviota
3. sen laadusta
4. joten jätän sen itsekseen.

Mentaaliset aktiviteetit voidaan Bainbridge ja Sandersonin (1995, s. 179) mukaan päätellä lauseita ryhmittelemällä. Tämä voidaan tehdä hyödyntämällä semanttista sisältöä, kuten tunnistamalla pronomineja sisältävät ristiviittaukset tai ryhmittelemällä toisiinsa kuuluvat asiat yhteen.

Bainbridge ja Sandersonin (1995) jatkavat, että transkriptio muodolliseen kuvailevaan kieleen toteutetaan siinä vaiheessa, kun aineistoa halutaan systematisoida ja tehdä yhteenvetoja tutkimuskysymyksen tai viitekehyksen kontekstissa. Sosiaalisissa suhteissa voidaan esimerkiksi käyttää ilmaisutapaa: *Tuntee X:n ja tuntee Y:n tai missä X ja Y*. X ja Y edustavat tiettyä tutkittavan henkilön ilmaisemaa tiedon luokkaa. Edellä kuvattu transkription tapa mahdollistaa esimerkiksi tiedon tilastollista hallintaa. Kategorisointi auttaa lisäksi muuttujien laskemisessa ja siinä kuinka tarkasti niiden arvot on kerrottu. Esimerkiksi *Keskimääräinen kesto on 1 tunti ja 30 minuuttia*, voidaan ilmoittaa yleisemmässä muodossa *muuttuja-arvo*. *Höyrynpaine on 101 sopii myös edelliseen malliin muuttuja-arvo*. Eri tiedon kategorioiden tunnistamien ja laskeminen helpottuvat koodaamisen myötä. *Ilmaisu Meillä täytyy olla 50 asteen kuumuus ennen kuin voimme nostaa sen ylös* voidaan muuttujien avulla asettaa muotoon: *Kun MUUTTUJA:lla on ARVO, silloin TOIMINTA aiheuttaa MUUTTUJA:lle ARVO:n*. Proto-

kolla-analyysiin sopivan koodauksen valinta riippuu pitkälle merkityksistä, joita aineistosta ollaan etsimässä sekä tutkijan haluamasta analyysin tyyppistä.

### Oikeellisen ja hyödyllisen informaation löytäminen

Bainbridge ja Sandersonin (1995, s. 184) kertovat, että tutkittavan henkilön verbalisointi voi olla epätäydellistä. Esimerkiksi kiireen vaikutusten, epäsuorien ilmaisujen ja koodauksen spatiaalisuuden takia datassa saattaa olla aukkoja. Tästä huolimatta datasta voidaan konstruoida käytettävää materiaalia. Tutkittava henkilö voi olla verbalisoinut asioita, jotka väistämättä ovat seurausta ei-verbalisoidusta ajattelusta. Eksplisiittisistä ilmauksista voidaan päätellä taustalla vaikuttavia ajattelun mekanismeja. Eri verbalisoinnin osista voidaan päätellä muissa osissa ilmeneviä ajattelumekanismeja. Esimerkiksi työvaiheeseen liittyvän, jäljellä olevan ajan laskeminen koodattuna voitaisiin päätellä verbalisoitua ajattelusta yhdistelemällä seuraavasti (pienillä kirjaimilla esitetyt kohdat jo pääteltyjä):

Yhdistämällä rivit (5-10),

5. lue VAIHE PITUUS

6-8. lue VAIHE AIKA ALUSSA

10. AIKA JÄLJELLÄ = X

ja rivit (12-14),

(5.) 12. lue VAIHE PITUUS

(6-8.) lue VAIHE AIKA ALUSSA

lue aika nyt

13. AIKA TOISTAISEKSI = aika nyt - aika alussa

(10.) 14. AIKA JÄLJELLÄ = vaihe pituus - aika toistaiseksi

mahdollistetaan se, että toisaalla toteutunut verbalisoitu ajattelu kuvaa toisaalla toteutunutta verbalisoimatonta ajattelua. Rivien 12-13. perusteella voidaan päätellä, mitä henkilö ajatteli kohdissa 5-10.

Bainbridge ja Sanderson (1995, s. 185) toteavat, että analyysi ja koodaus eivät ole sama asia, vaikka niissä on paljon päällekkäisyyttä. Jotta voidaan päätellä koodauksessa käytettävät kategoriat, tulee tutkijan työskennellä soveltuvan analyttisen viitekehysten sisällä. Näin hän voi tehdä päätöksen siitä, miten protokollaa eritellään representaatioiden muodostamiseksi. Koodaus on raakamateriaaliin kohdistuva kategorisoinnin tapa, kun taas analyysi on perimmäisiin, tutkimuskysymyksen kannalta merkittäviin protokoliin liittyvä päättelyprosessi.

### Sisältöanalyysi

Bainbridge ja Sanderson (1995, s. 186) kertovat, että on useita eri tapoja toteuttaa sisältöanalyysi. Tyypillisesti se toteutetaan valittujen sanojen tai koodauskategorioiden frekvenssejä laskemalla. Voidaan esimerkiksi laskea kuinka usein

koodatussa aineistossa esiintyy sana *keskipituus*. Voidaan myös laskea fraasien ryhmittelyjen määriä. Esimerkiksi voitaisiin laskea fraasien ryhmät, jotka on koodattu sanan *ennuste* alle. Lisäksi sisältöä voidaan analysoida ajankäytön suhteen. Tutkija voi esimerkiksi laskea aikamääriä tai kokonaisaikoja, kun tutkittava henkilö suoritti kategoriaan *ennusteet* liittyviä asioita.

### Sekvenssianalyysit

Bainbridge ja Sanderson (1995, s. 186-187) tuovat esiin seikan, että eräs tärkeimmistä reaaliaikaisesti kerättyyn protokollaan liittyvistä analyyseistä perustuu työskentelyn ja ajattelun vaiheiden analysointiin. Tutkittava henkilö ei kuitenkaan välttämättä kerro näitä vaiheita, vaan vaiheet muodostuvat hänen peräkkäin kertomistaan asioista. Protokollan jaksottaisuuden analysoinnin voi kuvata analysoimalla protokollan rakennetta, jonka tutkittava henkilö ilmaisee enemmän implisiittisesti kuin eksplisiittisesti. Jaksojen aineistosta etsiminen voidaan, aineistosta riippuen toteuttaa joko yksittäisten fraasien tai fraasien joukkojen tasolla. Dataa tulisi tarkastella mieluummin laajasti ja toimintojen osalta abstraktimmalla tasolla.

Yksittäisten fraasien jaksoja tarkasteltaessa vahvojen johtopäätösten tekeminen edellyttää saman käyttäytymisen esiintymistä useamman kerran. Fraasiryhmien jaksotuksen tunnistaminen voi olla haastavaa, koska tutkija joutuu päättelemään koska tutkittava henkilö siirtyy yhdestä aiheesta toiseen. Tätä tutkittaessa täytyy huomioida myös tutkittavaa hetkeä aikaisempi käyttäytyminen, koska aiemmat tapahtumat voivat vaikuttaa myöhemmän käyttäytymisen valitsemiseen. Tässä kohden on tärkeää tutkia myös tutkittavan henkilön toimintaympäristöä. Saattaa näyttää siltä, että käyttäytymistä A seuraa käyttäytyminen B tai käyttäytyminen C. Tutkittavan henkilön käyttäytymisen tarkkailu kokonaisuutena ja ympäristön huomioiminen saattavat antaa vihjeen, voisiko jokin tehtävään liittyvä, yksittäinen aikaisemman ajattelun ulottuvuus antaa vihjeen, milloin A:sta seuraa B ja milloin siitä seuraa C.

### Analyysi mallien avulla

Bainbridge ja Sanderson (1995, s. 190-192) mainitsevat tutkijoilla olevan käytössään kaksi tärkeää mallintamisen tapaa. Toinen niistä on kaavioiden avulla tehtävä mallinnus ja toinen on laskennalliset mallit. Kaaviot ovat kvalitatiivinen tekniikka, jota käytetään protokollan sisällön, rakenteen ja vaiheiden kuvaamiseen. Protokolla-analyysiin pohjautuvissa laskennallisissa malleissa ideana on analysoida protokolla sellaisella tarkkuudella, että tutkittavan henkilön tehtävään liittyvän käyttäytymisen pohjalta voidaan rakentaa tietokoneohjelma. Esimerkkejä tällaisista mallista ovat ACT (Anderson, 1983) ja SOAR (Newell, 1990). Malleja ei tässä kohtaa käsitellä kuitenkaan tarkemmin, vaan tutkimuksen tulosten muodostaminen mukaillee menetelmän myöhemmässä vaiheessa eli kognitiivisen tehtäväanalyysissä esitettyjä tapoja tuottaa tutkimuksen tulokset. Menetelmässä käytetään kohdealueesta ja tutkimuksen ominaisuuksista

riippuen tiedonkeräämisen tapoina haastatteluja, protokolla-analyysiä ja ajatteluluonnoksia. Näistä yhdessä saadaan koottua analyysien vaatima tutkimusaineisto.

#### 4.5 Ajatusluonnokset (Collaborative sketching)

Shah, Vargas-Hernandez, Summers, ja Kulkarni (2001, s. 168) kuvaavat yhteistyöpohjaiset ajatusluonnokset (Collaborative sketching, C-Sketch) intuitiiviseksi ideointimenetelmäksi (myöhemmin tutkielmassa *C-Sketch-menetelmä*), joka alunperin esiteltiin Arizonan yliopiston Design Automation -laboratoriossa 1993 nimellä 5-1-4 G (Shah, 1993).

Shah ym. (2001, 169-170) kertovat C-sketch-menetelmässä suunnittelijoiden kehittävän suunnitteluongelmista graafisia representaatioita. Menetelmä soveltuu käytettäväksi siinä vaiheessa, kun ongelma on jo pystytty määrittelemään. Suunnittelijat työskentelevät itsenäisesti kehittäen ehdottamastaan ongelmanratkaisusta ajatusluonnoksen (myöhemmin *luonnos*) etukäteen määritelyn ajan sisällä. Lisäksi suunnittelija tekee muokkauksia toiselta suunnittelijalta saamaansa luonnokseen. Jokaisen suunnitteluvaiheen jälkeen luonnos siirretään seuraavalle suunnittelijalle. Kukin suunnittelija voi lisätä, muokata ja poistaa luonnoksesta osia, mutta hän ei saa poistaa koko luonnosta. Näin tehden kaikki luonnokset kulkevat vaiheittain koko suunnittelutiimin läpi. Jokainen suunnittelija lisää oman osansa luonnokseen. Lopputuloksena syntyy joukko ratkaisuehdotuksia, joita on yhtä monta kuin on ollut osallistuvia suunnittelijoita. C-sketch-menetelmässä luonnostelu on ainut sallittu tiimin sisäinen kommunikoinnin tapa.

Shah ym. (2001, s. 172) jatkavat, että nykyään on olemassa useita menetelmiä, jotka auttavat ideoiden kehittämisprosesseissa. Näissä menetelmissä on kaksi yhteistä ominaisuutta. Ne pyrkivät formalisoimaan ideoiden kehittämisen proseduurit tiettyjen sääntöjen kautta ja ne ulkoistavat suunnittelullisen ajattelun luonnosten tai muiden keinojen avulla. Shah ym (2001) mukaan jotkut menetelmistä on kehitetty yksilölliseen käyttöön, kun taas toiset on suunniteltu käytettäväksi ryhmissä. Lisäksi jäsennellyt ideoidenmuodostamismenetelmät voidaan laajasti luokitella kahteen eri kategoriaan: intuitiivisiin ja loogisiin menetelmiin (Shah, Kulkarni, Vargas-Hernandez, 2000). Intuitiiviset menetelmät toimivat stimuloimalla ihmisen tiedostamatonta ajattelua. Tämän tulos on ennustamaton ja lisääntynyt mahdollisuus uuden ratkaisun löytymiselle. Lisäksi Shah ym. (2001, 178) tuovat esiin havainnon, että omia luonnoksiaan tutkivat suunnittelijat näkevät niissä ennakoimattomia suhteita ja ominaisuuksia, jotka ovat paljon pidemmälle meneviä kuin ne, jotka he olivat alkuvaiheessa aikoneet suunnitella. Tämä tukee ajatteluluonnosten soveltuvuutta tutkittavan henkilön implisiittisen ajattelun esiintuomisessa.

Lisäksi Shah ym. (2001, s. 179) kuvaavat luonnosten ja mentaalisten representaatioiden suhdetta toisiinsa niin, että aluksi kohdealueeseen ja kontekstiin liittyvä tieto muodostuvat mentaaliseksi representaatioksi, joka piirtämistaidon

avulla tuottaa luonnoksen. Luonnos toisaalta vaikuttaa myös mentaalisen representaation kehittymiseen. Myöhemmissä kierrätyksen vaiheissa luonnosten pohjalta, niiden lukija tekee luonnoksesta oman tulkintansa, johon hän vuorostaan lisää kohdealueeseen ja kontekstiin liittyvää tietoa, josta edelleen muodostuu uusi mentaalinen representaatio.

Luonnokset ovat osa tutkielmassa esiteltävää menetelmää, koska niiden avulla saadaan mahdollisesti eksplikoitua eksperttien ajattelun implisiittisiä osia. On tärkeää, että eksperttien ajattelun mentaalisten representaatioiden sisällöt saadaan eksplikoitua mahdollisimman kattavasti. Esimerkiksi älykkään teknologian kehittämisessä on tärkeää keskittyä niiden tilanteiden tutkimiseen, joissa älykäs järjestelmä ei toimi jossakin tilanteessa toivotulla tavalla ilman ihmisen kontribuutiota.

Toisaalta älykkään teknologian osalta on tärkeää tutkia myös ihmisen ja älykkään teknologian vuorovaikutusta ja sitä, miten ihminen kokee älykkään teknologian eli miten älykästä teknologiaa voitaisiin kehittää paremmin ihmisen roolin huomioiviksi. Ajatteluluonnoksien avulla kehitysideoita voidaan kerätä eksperteiltä kohtuullisen tehokkaasti. Useimmissa tapauksissa tutkittavasta tilanteesta saadaan rakennettua asetelma, jossa tutkittavien henkilöiden ajattelu ja se kuinka he älykkään teknologian käytön kokevat, etenee suunnitteluprosessiin rinnastettavalla, progressiivisella tavalla. Tutkittavat tilanteet etenevät ja muuttuvat vaiheittain, kuten myös suunnitteluprosessit etenevät. Käytännötilanteita voidaan tutkia luonnosten kautta sen pohjalta, kuinka osalliset henkilöt (ekspertit) näkevät tilanteen, mitä asioita he huomioivat tilanteessa, kuinka heidän ajatteluprosessinsa sisältöineen etenee ja miten heidän ajattelunsa poikkeavat toisistaan.

Ajatteluluonnoksilla voidaan tutkia esimerkiksi tilannetta, jossa älylaivassa on käytössä autonominen törmäyksenestojärjestelmä. Siinä vaiheessa, kun ihminen joutuu mahdollisesti ottamaan laivan ohjauksen takaisin hallintaansa, on tarpeen saada siirrettyä tilannetietoa älykkäältä teknologialta ihmiselle. Kaikki tällaiseen tilanteeseen liittyvät käyttöliittymät, avustavat teknologiat ja havainnointivälineet ovat vuorovaikutuksessa ihmisen kanssa. Näiden järjestelmien oikeanlaisesta ja tehokkaasta toiminnasta eksperteillä on todennäköisesti paras käsitys sekä perustellut odotukset ja toiveet. Näin ollen voidaan rakentaa tutkimusasetelma, jossa käyttötilanne- ja liittymä kehitetään eksperttien toisillaan kierrättämien suunnitelmien pohjalta.

Luonnosten antia tullaan käyttämään hyödyksi menetelmän analyysivaiheessa, jossa se on osa haastattelujen ja protokolla-analyysin muodostamaa, mentaalisisista representaatioista rakennettua kokonaiskuvaa tutkittavasta tilanteesta.

#### **4.5.1 Tutkimusasetelman suunnittelu**

Shah ym. (2001, s. 171) mukaan C-sketch-menetelmässä voidaan varioida kahta muuttujaa, yksittäiselle osallistujalle varattua aikaa ja osallistujien määrää. Näitä kahta muuttujaa voidaan säätää sen mukaan, kuinka monimutkainen suun-

nitteluun liittyvä ongelma on. Lisäksi luonnosteluun valittavat henkilöt voivat edustaa jotain tietyn tyyppistä toimijaa tutkittavalla kohdealueella.

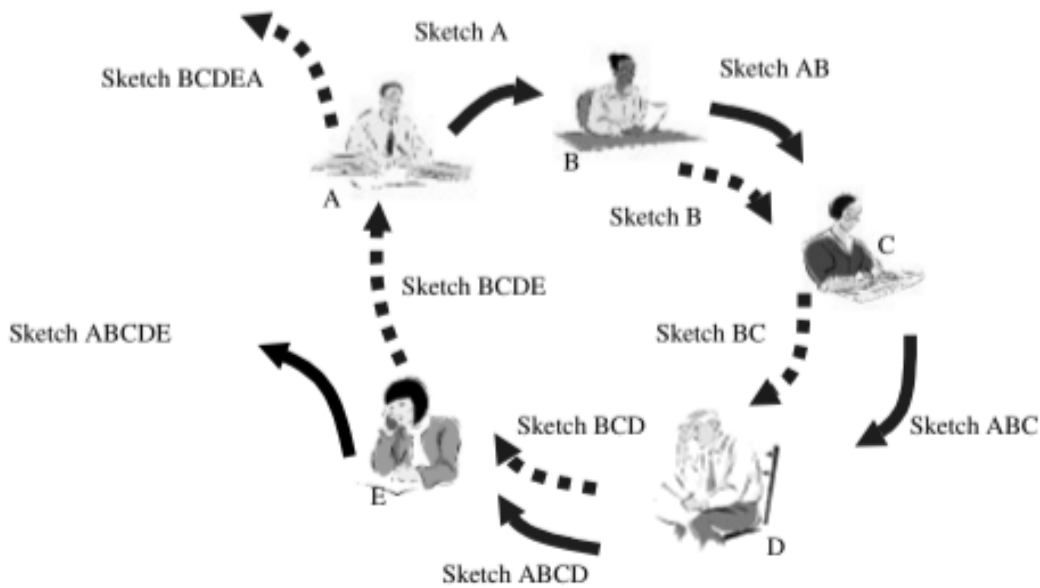
Kohdealueen asiantuntijoiden rooli tutkimusasetelman suunnittelussa on tärkeä. Heidän avullaan rajataan tutkittava tilanne tai asia kohdentumaan juuri siihen kohtaan työ- tai suunnitteluprosessia, jota on mielekkäintä tutkimuskysymyksen valossa tutkia. Lisäksi tarvitaan eksperttien panos ajatteluluonnosten laatimista seuraavan keskustelutilaisuuden kysymyskaavakkeen luomisessa. Kysymyskaavakkeen merkitys on saada selville oleellisimpia osallistujiin liittyvä perustietoja heidän osaamisensa ja työnsä taustoista sekä suunnittelussa vastaan tulleista haasteista. Luonnosten kierrättämistä seuraavassa keskustelutilaisuudessa tarkastellaan ajatteluluonnoksia pääpiirteisesti ja osallistujat saavat perustella omia valintojaan sekä esittää palautetta ja kysymyksiä muille osallistujille heidän tekemiinsä luonnoksiin liittyen.

#### 4.5.2 Proseduuri

White, Wood ja Jensenin (2012) toteuttamaa tutkimusta menetelmän tarpeisiin soveltaen, luonnostelu toteutetaan niin että, jokaiselle luonnostelijalle jaetaan kaksi paperiarkkia. Ensimmäisen vaiheen kesto on 10 minuuttia. Kierroksen ensimmäisen vaiheen aikana henkilö A tekee oman luonnoksensa ja seuraavien peräkkäisten vaiheiden kesto on 7,5 minuuttia (luonnostelun ohjaaja jakaa paperit kussakin vaiheessa, jotta luonnostelija ei tiedä kuka hänen saamansa luonnoksen on tehnyt tai kuka sen tekemiseen on aiemmin osallistunut). Kierroksen toisen vaiheen kohdalla henkilö B tekee sekä oman luonnoksensa että korjaa henkilön A luonnosta. Seuraavien vaiheiden aikana kukin seuraavista luonnostelijoista saa vuorollaan kaksi luonnosta, joista molempia hän halutesaan muuttaa. Luonnostelun aloittanut henkilö A ei saa takaisin itse alussa aloittamaansa luonnosta, vaan hän korjaa vain yhden eli sen luonnoksen, johon hän ei vielä ole tehnyt muutoksia.

Kun luonnostelukierrokset on saatu päätökseen, Shah ym. (2001, s. 190) kuvauksen mukaisesti pidetään osallistujien kesken tutkijaosapuolen ja ekspertin ohjaama keskustelutilaisuus, joka taltioidaan videolle. Keskustelutilaisuuden alussa luonnosteluun osallistuneet henkilöt täyttävät tutkijaryhmän eksperttien kanssa yhdessä laatiman kyselylomakkeen. Taltioituja materiaaleja ja aineistoja sekä luonnoksia analysoidaan myöhemmin osana menetelmän tulosten muodostamista, menetelmän analyttistä osaa. *Kuvio 5* kuvaa tavan, jolla ajatteluluonnoksia kierrätetään eri eksperttien välillä. Yhteenveto-osassa tarkennetaan luonnostelua käytännönläheisemmin.





KUVIO 5. C-sketch-prosessi (Shah ym. 2001, s. 169)

## 4.6 Kognitiivinen tehtäväanalyysi

Crandall ym. (2006, s. 3) mukaan, kun ihmisten suorittamat tehtävät ovat monimutkaisia, joten pelkkä ihmisten toiminnan ja käyttäytymisen tarkkailu ei riitä. On myös tärkeää selvittää kuinka ihmiset ajattelevat ja mitä he tietävät, kuinka he organisoivat ja jäsentävät informaatiota sekä kuinka he etsivät parempaa ymmärrystä. Tämä on tärkein syy siihen, miksi kognitiivinen tehtäväanalyysi alkaa sanalla "kognitiivinen". Kognitiivinen tehtäväanalyysi on joukko menetelmiä, joita käytetään päättelyn ja osaamisen tutkimiseen ja kuvaamiseen.

Kognitiivinen tehtäväanalyysi on nimensä mukaisesti myös väline analysoinnin tekemiseen. Analysointi tässä yhteydessä tarkoittaa tutkittavan datan pilkkomista osiin, jotta voidaan ymmärtää kokonaisuuden osat sekä niiden väliset suhteet.

### 4.6.1 Tarkoitus ja tavoite

Crandall ym. (2006, s. 9) jaottelevat kognitiivisen tehtäväanalyysin kolmeen pääosaan. Niitä ovat: tiedonhankinta, tiedon analysointi ja tiedon esittäminen. Menetelmän aiemmissa osissa on keskitytty tiedonhankinnan tapoihin (haastattelut, ajatteluluonnokset ja protokolla-analyysi) ja kuvattu niiden toteuttaminen. Tässä osassa keskitytään tiedon analysoinnin ja esittämisen kuvaamiseen.

Analysointivaihe lähtee liikkeelle oletuksesta, että aiemmissa vaiheissa kuvatut tiedonhankinnan vaiheet on toteutettu niin hyvin, että niiden avulla on

saatu kerättyä tutkimuksen kannalta relevanttia ja kattavaa dataa. Crandall ym. (2006, s. 109) ehdottavat, että analysoinnin kohteena olevasta datasta tulisi pyrkiä löytämään asioita, jotka poikkeavat ennakkoon oletetuista eli esimerkiksi seikkoja, jotka oletettiin, mutta joita data ei osoitakaan todeksi. Lisäksi datasta tulisi pyrkiä löytämään asioita, jotka aiemmin eivät olleet tiedossa tai miten datan avulla voidaan ymmärtää jokin ilmiö erilalla kuin aiemmin. Tarkoitus on analysoida dataa pintaa syvemmältä ja sitä tulisi tarkastella vähemmän itseltään selvistä näkökulmista.

#### 4.6.2 Analyysin vaiheet

Menetelmään sisällytetty kognitiivinen tehtäväanalyysi perustuu Crandall ym. (2006, s. 110-111) kuvaamaan tapaan jaotella kognitiivinen tehtäväanalyysi eri osiin. Seuraavissa kappaleissa kuvattujen asioiden lähteet ovat monilta osin muodostuneet Crandall ym. (2006) ajatusten mukaisesti. Analyysi jaetaan seuraaviin osiin:

- Valmistelu
- Datan jäsentely
- Merkityksien etsiminen
- Löytöjen uudelleenkuvaukset

Vaikka edellä kuvatut vaiheet kuvataan erillisinä, käytännössä niiden välillä siirrytään joustavasti ja niissä on päällekkäisyyttä. Jotkin otokset datasta tai analyysin eri vaiheista saattavat herättää kysymyksiä, jotka johtavat takaisin aiempiin vaiheisiin. On siis mahdollista, että datan valmistelu johtaa datan jäsentelyyn ja se taas merkityksien tunnistamiseen, joka jakautuu sekä uusien merkitysten tunnistamiseen että uudenslaisiin datan jäsennyksiin. Jäsentelyä voi seurata uusien merkityksien löytäminen ja nämä merkityksien löytämiset voivat taas johtaa uudenslaiseen datan jäsentelyyn. Lopulta kuitenkin päädytään varsinaisiin löytöihin, jotka erikseen uudelleenkuvaataan.

Valmisteluvaiheen tavoite on mahdollistaa siirtyminen epäformaalista ja intuitiivisesta tutkimusprosessista jäsenneltyyn vaiheeseen. Valmisteluvaiheeseen liittyviä tehtäviä ovat haastatteluihin ja havainnonteihin liittyvän datan valmistelu ja analysointitiimin muodostaminen. Lisäksi tässä vaiheessa datataltioinnit viimeistellään ja niitä tarkastellaan alustavasti.

Datan jäsentelyn vaiheessa on tavoitteena pilkkoa data erillisiin osiin, tarkastella sen osia ja varmistua sen luotettavuudesta. Dataa tarkastellaan syvällisemmin ja tunnistetaan siihen liittyviä osia sekä eritellään ongelmakohdat. Jäsentelyvaiheessa on mahdollista muodostaa datasta listoja, lajitteluja, koodauksia, luetteloita, frekvenssejä ja tilastollisia kuvauksia.

Merkitysten etsimisen vaiheessa tavoitellaan keskeisten kysymysten, aiheiden ja merkityksistä juontuvien uusien seikkojen tunnistamista. Dataa jäsennellään, yhdistetään sekä sen osia vertaillaan ja etsitään niiden välistä kontrastia. Merkityksien etsimisen vaiheessa on mahdollista luoda esimerkkejä, kategorioi-

ta, teemoja, erotteluja sekä esiintyvyyteen ja määriin liittyviä järjestykseen asettamisia.

Viimeisessä eli löytöjen uudelleenkuvaamisen vaiheessa tavoitteena on tehdä löydetyt asioiden merkitykset näkyviksi ja tuoda esiin datasta löydettyjen asioiden (ja ajattelun) kulku. Tässä vaiheessa löydetyt ja tutkitut asiat viestitetään, esitetään ja uudelleen kuvataan. Edelliset voidaan muun muassa toteuttaa tapahtumakuvausten ja tapahtumiin liittyvien huomioiden, kaavioiden, karttojen, taulukoiden ja konseptikarttojen sekä aika- ja tapahtumajanojen avulla.

### 4.6.3 Valmistelu

Crandall ym. (2006, s. 111-113) mukaan valmisteluvaiheessa arvioidaan kaiken kerätyn datan riittävyys ja tarkkuus. Jos datasta löytyy aukkoja, ne tulee tutkimukseen sopivin keinoin pyrkiä täyttämään. Lisäksi valmisteluvaiheessa varmistutaan siitä, että kaikki aiemmin kerätty data esitetään johdonmukaisesti. Kaikki taltiointit ja aineistot tulee merkitä selvästi ja tunnistettavasti sekä lisäksi ennen myöhempiä analysoinnin vaiheita puhtaaksikirjoittaa (mahdollisesti myös akronyymit avaten).

Analysointitiimi (menetelmässä tutkijat ja ekspertit) saattaa valmisteluvaiheessa tarvita tutkimuksen suunnitteluvaiheessa käytettyjä luonnoksia, muistiota, kysymyksenasetteluja ja tavoitekuvauksia analyysin suunnittelun apuna. Analysointitiimin tulee löytää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Mihin kysymyksiin datasta haetaan vastauksia ja miten tiedonhaku toteutetaan.
- Mikä on datan analysoinnin suhteen lähestymistapa ja fokus.
- Miten datan läpikäyminen jaetaan tiimin kesken.
- Mitä dataa voidaan mahdollisesti jättää huomiotta.
- Päätelläänkö pienempää datajoukkoa syvällisesti tutkimalla, että miten lähestytään isompaa datajoukkoa.
- Miten analyysivaihe dokumentoidaan.

Valmisteluprosessin pitää olla läpinäkyvä ja systemaattinen, sillä valmisteluvaiheessa on tarkoitus siirtyä intuitiivisesta ja epäformaalista datan havainnoinnista kohti systemaattista ja jäsenneiltyä analysointiprosessia.

### 4.6.4 Datan jäsentely

Crandall ym. (2006, s. 113-117) mukaan dataa jäsenneittäessä se jaetaan ja pilkotaan yksityiskohtaisempiin osiin, jotta sitä voidaan eri tavoin organisoida ja alkaa ymmärtää sen rakennetta. Jotta näin voidaan tehdä, täytyy datasta tunnistaa siihen liittyvät eri osat. Tunnistamisen voi aloittaa seuraavilla kysymyksillä:

- Mihin tutkittava henkilö kohdistaa huomionsa ja minkä hän jättää huomiotta.
- Mitä hän tekee ja aistii.
- Mitä hän ajattelee?
- Mitä hän ihmettelee tai mistä hän on huolissaan.
- Mitä tietoa hän etsii ja mistä.

Edellisten kysymysten kautta saadaan tuotua tutkittavan henkilön kognitio ja konteksti näkyviin, ja dataa voidaan alkaa ajatella tutkimusprojektin kysymyksiä ja aiheita vasten.

Dataa voidaan systemaattisesti jäsentää luokittelemalla tai luetteloimalla se listoiksi, lajitelmiksi tai kategorioiksi tunnistamalla erikseen jokainen vaihe eri tekijöiden pohjalta. Eri tekijöitä voisivat muun muassa olla (päällekkäisyydet mahdollisia):

- odotukset ja toiveet
- päätöksenteko
- ongelmanratkaisu
- havaintovihjeet
- poikkeuksien havaitseminen

Jäsentelyvaiheessa ei vielä ole tarkoitus sovittaa löydettyjä asioita yhteen, vaan datan sisältämän informaation tekeminen näkyväksi. On myös mahdollista, että analysointitiimi kohtaa jäsentelyvaiheessa asioita ja kysymyksiä, joita he eivät ole alkuvaiheessa huomioineet. Mahdollisia uusia asioita ja kysymyksiä tulee arvioida ja priorisoida tutkimusprojektin kokonaistavoitetta vasten sekä tarkastella niitä systemaattisesti myöhemmissä datan käsittelyn vaiheissa. Meriliikenteessä toimivan ekspertin yhteen lyhyeen toiminnan hetkeen sijoittuvaa toimintaa jäseneltäessä jäsentely voisi olla lyhenneltynä ja pääpiirteittäin seuraavan kaltainen:

TAULUKKO 3. Mukailten: Lyhennelmä ekspertin toiminnan jäsentelystä (Crandall ym., 2006, s. 116)

Tiedon tyyppi	Sisältö
Tiedot omasta aluksesta	"35 500 bruttorekisteritonna" "Syväys 7,1 m" "Pituus 182 m
Alkutiedot vieraasta aluksesta	"Taitaa olla juuri reivannut purjeensa" "Yleensä tuollaisissa ei ole radiota" "Perämööttori on varsin pieni"
Intuitio	"Useimmiten väistää"
Toiminta	"Ei varmaan kovin kokenut kippari" "Jonkun täytyy nyt heti yrittää ottaa radioyhteys, ja jos sen jälkeen..."
Vihje -> Väistää	"Yrittääkö virittää keulapurjetta, jotta..."

Vihje -> Ei väistä  
Aikaan liittyvä tekijät

"Kukaan ei ole käynyt kannella hetkeen"  
"Miksi ei yritetty radioyhteyttä aiemmin"  
"Kauanko pysähtyminen kestää tästä  
nopeudesta?"

---

Crandall ym. (2006, s. 116-117) mainitsevat myös, että jos tutkittava data koostuu sekä tarkkaillun ja havainnoidun että haastatteluista saatujen tietojen yhdistelmästä, arvioidaan tietoja samalta pohjalta. Tiedon analysointi on siten riippumatonta tiedonhankinnan menetelmistä.

#### 4.6.5 Merkityksien etsiminen

Crandall ym. (2006, s. 117-118) tuovat esiin sen, että analysointiprosessissa on kohta, jossa fokus siirtyy yksittäisten tallenteiden arvioinnista koko tutkimusdatan yleiseen luonnehdintaan. Merkityksen etsimisen kannalta keskeinen kysymys on, minkälaisen "tarinan" tutkimusdata sisältää. Tässä vaiheessa on tärkeää paikallistaa datasta merkittävät löydöt ja oivallukset. Tämä toteutetaan järjestelmällisesti arvioimalla, tulevatko tutkimusdatan osissa havaitut yksittäiset konseptit ja suhteet yhdenmukaisesti esiin myös laajemmin koko tutkimusdatassa. Crandall ym. (2006, s. 117) ehdottavatkin esimerkiksi seuraavia toimenpiteitä laajemman kokonaiskuvan muodostamiseksi:

- *Datan osien yhdistäminen ja yhtenäistäminen:* Voidaan toteuttaa organisoimalla listat, kategoriat ja datan koodaus yleisluontoisemmiksi joukoiksi, kuten esimerkiksi vaikeat päätökset sekä niihin liittyvät vihjeet ja strategiat sisältäviksi taulukoiksi.
- *Säännönmukaisuuksien kuvaaminen:* Tunnistetaan datasta mallit, teemat tai vihjeet. Voidaan esimerkiksi luetteloida kriittiset vihjeet.
- *Puuttuvien asioiden tunnistaminen:* Paikallistetaan aukkokohdat ja poikkeavuudet vastakkain asettamalla ja vertailemalla eri datan osia keskenään. Voidaan esimerkiksi havaita, että jotkin kriittiset tiedot jaetaankin työtilanteessa epätasaisesti eri toimijoille, vaikka kaikki tarvitsisivat tiedot.
- *Eri ryhmien välisten samanlaisuuksien ja erilaisuuksien arviointi:* Asetetaan esimerkiksi taidoiltaan erilaiset ryhmät tai toisistaan poikkeavat työasetelmat vastakkain.
- *Tilastollisten analyysien esittäminen:* Esimerkiksi ryhmien sekä niiden keskinäisten erojen ja suhteiden empiirinen arviointi.

Merkitysten löytämisen vaihe tuo tutkimukseen mukaan tutkimusdataa koskevat yleisemmän tason löydökset ja tulkinnat, jotka kattavat laajemmin myös yksittäiset taltioidut tutkimusdatan osat ja mahdollistavat datan pohjalta luotavat representaatiot. Tässä analyysin vaiheessa on tavoitteena tunnistaa datasta keskeiset kysymykset, aiheet ja teemat sekä seurata niiden muodostamia merki-

tysten ketjuja. Alla on esimerkki tutkittavaan tilanteeseen liittyvästä, kriittisiä vihjeitä kuvaavasta taulukosta.

TAULUKKO 4. Mukailten: Tutkittavaan tilanteeseen liittyvät kriittiset vihjeet (Crandall ym., 2006, s. 118)

Vihje	Kuvaus
Vieraan aluksen liikkeet	Alussa: etsii selvästi tuulen suuntaa. Taitaa pyrkiä kääntymään aaltojen suuntaiseen asemaan, ei kannattaisi. Törmäyskurssilla: Liikettä on niin vähän, että peräsin ei pysty ohjaamaan alusta. Pyrkii koko ajan kääntymään paapuurin suuntaan. Mahtaako yrittää edestä ohi eikä käännäkään takaisin?
Vieraan aluksen kuljettajan taidot	Hänen pitäisi etsiä sivutuulta tai myötäistä, mutta kääntää heti vauhdin saatuaan suoraan piihin. Miksi ei seuraa windexin näyttämää tuulta?
Oman aluksen asema	Alussa: Meillä on liikkumavaraa koko väylän leveydeltä. Törmäyskurssilla: Ehkä väylä antaa myöten sen verran, että mahdumme perän puolelta ohi.
Ajoitus	Alussa: Osaisiko joku arvioida kauanko kahden solmun nopeudella kestää väylän ylitys? Kauan Meripelastukselta kestää olla paikalla? Törmäyskurssilla: Pysähtymisestä pitää päättää nyt, muuten emme ehdi pysähtyä ajoissa.

#### 4.6.6 Löytöjen uudelleenkuvaukset

Crandall ym. (2006) kertovat kognitiivisen tehtävänälyysin tulosten kulminoituvan merkittävien löytöjen ja keskeisten merkitysten kuvaamiseen ja kommunikointiin. Alkuvaiheessa representaatiot ovat enemmän datavetoisia, kun taas analyysin myöhemmissä vaiheissa ne alkavat eriytyä tarkoista datatallenteista enemmän merkityksien ohjaamiksi. Tehtyjen löytöjen representaatiot on mahdollisesti tarkoitus kommunikoida tutkimusryhmän ulkopuolelle, esimerkiksi asiakkaille ja muille tutkijoille. Löytöjen

uudelleenkuvaamisen tarkoituksena on tuoda esiin tutkimusdatan sisältämät merkitykset. Nyt esiteltävän menetelmän tärkein tehtävä on saada selville tutkittavassa työtilanteessa toimivien eksperttien, sekä eksplisiittinen että implisiittinen ajattelu, heidän mentaaliset representaationsa tutkittavasta tilanteesta.

Crandall ym. (2006) mukaan tutkittaviin tilanteisiin liittyviä huomioita voidaan käyttää korostamaan työsuorituksiin liittyviä kognitiivisia näkökulmia ja paljastamaan ikään kuin ”tarina tarinan takana”. Tutkittavien henkilöiden muodostamat representaatiot pitävät sisällään sekä tilanteeseen liittyvän kronologian että kontekstin, joten ne välittävät henkilön tosielämän kokemuksen ja sen kuinka tapahtuvat näyttäytyvät tutkittavan henkilön näkökulmasta.

Mentaalisen representaation muotoja voi olla useita erilaisia ja niitä voidaan muodostaa monista eri näkökulmista. Menetelmässä esitellään kaksi mentaalisen representaation muotoa eli *narratiivit* ja *kronologiat*. Crandall ym. (2006, 122) esittävät lisäksi datan järjestelyn yhtenä representaation muotona ja se kuvataan tutkimusdatan yhdistelyä kuvaavassa kappaleessa. *Narratiivit* kuvaavat erityisiä tilanteita sekä korostavat kognitiivista näkökulmaa sisältäen kronologian ja kontekstin. *Kronologiat* uudelleenkuvaavat ajallisia tapahtumia ja kognitiivisten prosessien vaiheita.

## Narratiivit

Crandall ym. (2006, s. 121) kuvaamaa esimerkkiä mukaillen narratiivinen representaatio voisi näyttää esimerkiksi seuraavanlaiselta:

1. *Huomio*: Törmäyskurssilla oleva purjealus käyttäytyi ennustamattomasti.
  - 1.1. *Tieto*: Aluksessa on todennäköisesti vain kuljettaja.
  - 1.2. *Tieto*: Useimmiten kyseisen kokoisissa aluksissa ei ole pakollisena varusteena radiota ja merkinannot perustuvat lähinnä käsimerkkeihin.
    - 1.2.1. *Tieto*: Tyypillisessä tapauksessa pienemmän aluksen kuljettaja tietää isomman aluksen olevan hidasliikkeinen sekä pysähtymisen tai väylältä poikkeamisen olevan sille haasteellista. Nyt pienempi alus poikkesi useimpien vastaavien alusten manöövereistä.
2. *Huomio*: Kun olin antamassa komennon aluksemme pysäyttämistä ja purjealuksen peräpuolelta ohittamisesta väylän rajoissa, purjealuksen kuljettaja alkoi nostaa keulapurjetta.
  - 2.1. *Tieto*: Purjealus alkoi nostaa nopeutta ja saada ohjattavuutta.
    - 2.1.1. *Tieto*: Purjealus ei kuitenkaan myötäisestä huolimatta kääntynyt pois väylältä, vaan lähti ylittämään sitä.
      - 2.1.1.1. *Tieto*: Pohdin edelleen pysähtymisen mahdollisuutta.
  - 2.2. *Tieto*: Purjealus sai riittävästi nopeutta ja piti suuntansa ylittääkseen väylän ennen mahdollista törmäystilannetta.
    - 2.2.1. *Tieto*: Pysähtymiskäskyä ei annettu.
    - 2.2.2. *Tieto*: Tein ilmoituksen Merivartiostolle holtittomasti käyttäytyvästä purjealuksesta.
    - 2.2.3.

## Kronologiat

Crandall ym. (2006, s. 120-122) kuvaavat kronologiat representaatioiksi, jotka kuvaavat tapahtumasarjoja. Ne kertovat siitä, kuinka kontekstissa tapahtuu muutoksia ja kuinka aika vaikuttaa suoritukseen kognitiivisesta näkökulmasta. Crandall ym. (2006, s. 122) kuvaamaa esimerkkiä mukailien kronologinen representaatio laivan satamaan tuloon liittyen voisi näyttää esimerkiksi seuraavalaiselta:

TAULUKKO 5. Mukailien: Kronologinen representaatio (Crandall ym., 2006, s. 122)

Perämies (sillalla)	Aika	Kansimies (laivan peräosassa)
Alkaa peruuttaa pitkäksi menneen lähestymisen takia	13.12	
	13.13	On jo laskenut köyden satamatyöntekijälle laiturille (ei vielä pollarissa).
Aloittaa peruuttamisen	13.14	Radiopuhelimeen tulee toimintahäiriö ja köysi joutunut veteen
	13.15	Alkaa kelata köyttä ylös, jotta se ei mene potkureihin
Saa tiedon köyden aiheuttamasta riskistä potkureille ja katkaisee vedon	13.16	Vapauttaa vinssin, jotta potkureihin ajautunut köysi ei vahingoittaisi potkureita.
	13.17	Välittää kannelta laiturialueella olevalle satamatyöntekijälle tietoa tilanteesta, jonka satamamies radiopuhelimitse ilmoittaa perämiehelle (köysi ajautunut potkureihin)
Antaa käskyn ankkurien laskemisesta	13.19	Saa toiselta kansimiehellä lainaksi radiopuhelimen ja voi kommunikoida sillalle suoraan
Tilaa hinaajan	13.31	

### 4.6.7 Tutkimusdatan yhdistely (Haastattelut, protokolla-analyysi, ajattelu-luonnokset ja lokidata)

Crandall ym. (2006, s. 122-124) mainitsevat datan järjestelyn mahdollistavan representaation, jossa datan osia voidaan vertailla huomioiden kaikki kategoriat yhdessä. Datan järjestelyä voidaan käyttää työkalua datan



yhdistämisessä ja yhtenäistämässä. Dataa järjestelemällä yhdistetään useat tutkimusdatan osat yhtenäiseksi tutkittavaan tilanteeseen liittyväksi representaatioksi. Alla, *taulukossa 6* on Crandall ym. (2006, s. 123) esimerkin mukainen, mutta muokattu ja sovellettu esimerkki päätöksentekoon liittyvän datan järjestämisestä. Se osoittaa useista eri lähteistä kootusti päätöksenteon avainkohdat ja niihin vaikuttavat tekijät. Dataa järjestelemällä muodostettu, tutkittavaan tilanteeseen liittyvä representaatio painottaa suorituskykyyn vaikuttavien haasteiden, informaation, strategian ja virheiden osuutta ja merkitystä.

Crandall ym. (2006, s. 124) pitävät datan järjestelyä erityisen hyödyllisenä työkaluna, koska se mahdollistaa tiedon organisoinnin eri yhdistämisen ja yhtenäistämisen tasoilla. Esimerkiksi päätöksentekoon vaatimuksiin liittyvää taulukointia voidaan käyttää yksilöllisemmän datan yhdistämisestä ja arvioinnista aina yleistettävämpien löydösten kuvaamiseen. Dataa järjestelemällä voidaan tuoda esiin kokonaiskuva tutkittavasta tilanteesta, mutta sisältäen kokonaiskuvan muodostumiseen vaikuttavat indikaattorit ja trendit. Tällaisella joustavalla tiedon formaatilla voidaan välittää erilaisia näkökulmia dataan sekä havaita se, kuinka eri kontekstin oleelliset osat linkittyvät kognitiivisen suorituskyvyn osiin.

TAULUKKO 6. Mukailen: Päätöksenteon organisointi (Crandall ym., 2006, s. 123)

Vaihe	Haaste	Informaatio	Strategia/ Käytäntö	Mahdolliset virheet
Ensihavainto mahdollisesta törmäyskurssista	Liian myöhäinen reagointi/päätöksiin vaikuttavien tekijöiden havaitseminen.	Tutka/visuaalinen havainnointi/ohjeistus	Tottumuksen välttäminen ja oleminen tuuditautumatta siihen, kuinka vastaava tilanne useimmiten selviää	Liian itsenäinen päätöksenteko
Törmäyskurssille ajautuminen	Toisen aluksen aikeiden ja liikkeiden ennustaminen	Visuaalinen havainnointi/kollegojen havainnot/ohjeistus	Kaikkien mahdollisten signaaleja muodostavien viestintätapojen hyödyntäminen vieraan aluksen kanssa. Aktiivinen sisäinen kommunikointi oman miehistön kanssa. Nopea päätöksenteko aluksen pysäyttäminen.	Viivyttely
Viivyttelystä seurannut hätätilanne ja toteutumassa oleva törmäyskurssi	Riskit minimoivan toiminnan ylläpitäminen, kun aluksen asema, nopeus ja suunta eivät enää mahdollista täydellistä	Visuaalinen havainnointi/kollegojen havainnot/ohjeistus/	Oman aluksen etenemisen välitön pysäyttäminen. Väylän turvarajojen hyödyntäminen. Visuaalisten ja äänellisten signaalinen	Päätöksenteon hitaus/virhearviot vieraan aluksen aikeista

	tilanteesta selviämistä.		aktiivinen käyttö vierasta alusta kohtaan. Pelastustehtävään varautuminen ja Rannikkovartioston paikalle hälyttäminen	
Pelastustehtävään varautuminen	Kommunikoinnin ajantasaisuus ja selkeys miehistön kesken sekä toiminnan tehokas organisointi	Miehistön radiopuhelinliikenne/ tutka/visuaalinen havainnointi/Rannikkovartiosto	Käyttöön mieluummin maksimaalinen kuin vajaatehoinen pelastusprotokolla. Ensihoitoon varautuminen. Tiukka viestintäkäytännöissä pysyminen. Rannikkovartioston ajan tasalla pitäminen.	Hätäiset päätökset/ viestinnän käytännöistä luistaminen

Menetelmässä datan järjestely tuo yhteen haastatteluista, protokolla-analyysistä sekä tapauskohtaisesti ajatteluluonnoksista ja mahdollisesti myös järjestelmien lokeista saadut datat. Jos menetelmää käytetään enemmän ihmisen ja älykkään teknologian vuorovaikutuksen suunnitteluun, painotus on enemmän ajatteluluonnoksien kautta saadussa datassa. Jos tutkittava tilanne on aikakriittinen, on mahdollista hyödyntää esimerkiksi eri järjestelmien lokidataa tarkentavana osana tulosten muodostamisessa. Tulosten muodostamisen ja datan yhdistelyn tavat mukailevat kohdealueen toimijan ja tutkijaosapuolen menettelytapoja, mutta tuloksien esittämisen tapa riippuu myös tulosten soveltajan, esimerkiksi ulkopuolisen, älykästä teknologiaa kehittävän tahon toimintatavoista ja työskentelyperinteestä.

#### 4.6.8 Tulosten laadun arviointi

Tulosten pohjalta laaditut uudet käytännöt tai esimerkiksi älykästä teknologiaa hyödyntävät järjestelmät toimintansa laadun myötä osoittavat tutkitun tiedon laadun. Kuitenkin tuotantoon asti siirtyneet, tutkimustuloksien mahdollisista virheistä aiheutuvat toiminnan ongelmat tuottavat ylimääräisiä kuluja, hitautta ja tehottomuutta. Menetelmässä tuloksien laatua ehdotetaan arvioitavan eksperttien lausuntojen lisäksi simulointimenetelmiä hyödyntämällä. Meister (1995, s. 203-204) toteaa kaikkien ihmisten toteuttavan simulointia kaiken aikaa. Kun lapset leikkivät, he simuloivat aikuisten toimintaa ja näyttelijät simuloivat käsikirjoituksessa kuvattua henkilöä. Simulointi jakautuu kahteen osaan eli realismiin tai tarkkuuteen ja toisaalta kattavuuteen edustamansa järjestelmän osalta.

Erilaiset simulointimenetelmät ovat usein varsinaisia kohdealueelle suoraan ja välittömästi tehtäviä muutoksia edullisempi tapa varmistua tulosten laadusta. Klinger, Andriole, Militello, Adelman ja Klein (1993) kuvaavat simulaation hyödyntämistä AWACS-tutkalentokoneiden käyttöliittymien laatuun liittyvässä tutkimuksessa. Järjestelmien käyttäjien päätöksentekoprosesseja

mahdollisesti parantavat tulokset simuloitiin ennen kuin niitä sovellettiin käytäntöön. Tällaisen toimintatavan todettiin olevan suhteellisen edullista. Esimerkiksi ilmailu-, meri- ja monella muulla alalla käytössä olevat simulaattorit tarjoavat hyvän mahdollisuuden tulosten testaamiseen lähes autenttista vastavassa tilanteessa.

Davis, Eisenhardt ja Bingham (2007, s. 482) kuvaavat vaiheittaisten teorioiden kehittämiseen tarkoitettujen simulointimenetelmien käytön. Samaa mallia voi soveltuvin osin ja suppeammin käyttää myös muun simuloinnin suunnitteluun. Simuloinnin ensimmäinen vaihe on alkuperäisen tutkimuskysymyksen tarkastelu siitä näkökulmasta, että mitkä asiat ovat simuloinnin kannalta relevantteja. Seuraavassa vaiheessa tuloksista tulee muodostaa malli, joka antaa tutkituille asioille loogisen rakenteen ja oletukset. Tämän jälkeen tulee valita tutkimuskysymykseen ja oletuksiin nähden sopiva simuloinnin tapa. Tutkielmassa esiteltävässä menetelmässä ensisijaisena ehdotuksena on sellaisen simuloinnin tavan valitseminen, jossa simulaatio muistuttaa mahdollisimman paljon aluksi tutkittua kohdealuetta ja työtilannetta, mutta sisältää tutkimuksen myötä esitetyt muutokset. Jokaisessa simuloinnin vaiheessa on tärkeää tehdä yhteistyötä kohdealueen asiantuntijoiden, eksperttien kanssa. Davis ym. (2007, 482) ehdottavat seuraavaksi vaiheeksi laskennallisen representaation ja algoritmien muodostamista. Algoritmit voidaan käsittää erilaisina ohjattuina prosesseina, joiden mukaisesti simulaation tulee edetä ja miten se loogisesti toimii. Algoritmien toimivuus tilanteessa tulee testata. Viimeisessä vaiheessa simuloinnin tuloksia verrataan tutkimuksessa empiirisesti muodostettuun tutkimustietoon. Vertailu joko vahvistaa tai kyseenalaistaa empiirisesti saadut löydökset. Simuloinnin tulokset voivat mahdollisesti myös muodostaa tarpeen uudelle työtilanteeseen ja kohdealueeseen liittyvälle tutkimukselle.

Simulointia voidaan käyttää hyödyksi myös niin, että tutkimuksen tuloksista eristetään jokin erityisen kiinnostava ongelmakohta (joka toistuu usein) ja luodaan siitä erillinen, tutkittavasta tilanteesta irrotettu, simuloitavissa oleva ja laboratoriossa toteutettava tutkimusasetelma. Laboratoriototeutus voidaan analysoida esimerkiksi protokolla-analyysin avulla ja menetelmän mahdollisuuksia voidaan hyödyntää tällaisen osatutkimuksen läpiviemisessä samalla tavalla kuin laajemmankin tutkimuksen toteuttamisessa.

## 5 AINEISTOANALYYSI

Tässä kappaleessa kuvataan tutkielmassa aiemmin esitellyn menetelmän soveltamista käytäntöön. Aineistona käytetään erään älylaivakehitykseen liittyvän projektin alkuvaiheessa kerättyä haastatteludataa. Projekti ei pelkästään keskity älylaivojen kehittämiseen, vaan tutkii myös logistiikkaan ja sen toimijoihin liittyvää ekosysteemiä, jossa toiminnat olisivat osittain autonomisoituja. Haastateltu henkilö on merikapteeni.

Aineistoa tarkastellaan sekä teknologian suunnittelussa sovellettavan Life-Based Design -mallin (Saariluoma, Cañas & Leikas, 2016) että tutkielmassa kuvatun menetelmän näkökulmista siten, että lopulta aineisto pyritään muotoilemaan tuotesuunnittelun käytäntöihin sopivaksi niin pitkälle kuin se aineiston pohjalta on mahdollista. Edellisillä ei ole tarkoitus osoittaa aineistoa tarkoituksensa sopimattomaksi tai sen keruuta väärin toteutetuksi, vaan tarkoitus on tarjota vaihtoehtoinen lähestymistapa suunnitella teknologiaa ja laatia sitä varten vaatimusmäärittelyjä.

Älylaivakehityksessä ja autonomisten järjestelmien toiminnoissa eräs tärkeä tutkimuksen kohde on se, milloin, missä tilanteessa ja miksi ihmisen tulisi ottaa autonominen järjestelmä takaisin hallintaansa. Älylaivojen osalta takaisin hallintaan ottaminen todennäköisesti tehdään erillisen etähallintakeskuksen avulla. Aineiston läpikäymisen alkuvaiheessa selvisi, että aineisto soveltuisi useista eri kehittämiskohteista parhaiten sen tutkimiseen, mitä vaatimuksia etäohjauskeskuksen navigointi- ja ohjausominaisuuksille tulisi asettaa. Tarkoitus on tarjota meriliikennealan ekspertin ajattelun pohjalta lisävihjeitä etäohjauskeskuksen avulla toteutettavien navigointi- ja ohjaustoimintojen vaatimusmäärittelyn laatimiseen.

## 5.1 Ontologiat

Tutkielmassa esitellyn menetelmän avulla on tarkoitus kerätä tietoa erilaisissa työtilanteissa toimivien ihmisten ajattelun sisällöistä ja kuvata niitä tutkimustyötä hyödyntävien tahojen näkökulmista. Tie ajattelun sisältöjen eksplikoimiseen löytyy ihmisen tutkittavaan tilanteeseen liittyviä mentaalaisia representaatioita tutkimalla. Mentaalisten representaatioiden kautta tavoitetaan tilanteen ja tapahtuman ontologinen luonne eli se, minkälaisia sisältöjä ajattelussa ilmenee, minkälaisia suhteita ajattelun osien välillä on sekä mitä roolia ja näkökulmaa kukin ajattelun osan tutkittavalla hetkellä ajattelijalle itselleen edustaa.

Kotkavirta, Mattila ja Nyysönen (1994) mukaan ihmisillä on käsitys siitä, mitä asioita ympäristössä on olemassa. Lisäksi heillä on enemmän tai vähemmän todenmukainen käsitys näiden asioiden luonteesta, ominaisuuksista ja niiden olemassaolon vaikutuksesta ympäristöönsä ja siinä toimiville ihmisille. Tällaisessa ontologisesti tulkittavassa ympäristössä toimivalla ihmisellä tai itse toiminnalla on erilaisia pyrkimyksiä ja päämääriä. Päämäärät voivat sisältyä itse toimintaan, kuten siihen miten itse toiminta toteutetaan esimerkiksi eettisesti ja laadullisesti. Toiminnan päämäärät voivat olla myös toimintaan nähden ulkoisia, kuten vaikka leikkuupuimurin valmistaminen. Leikkuupuimurin valmistamisen tavoitteena ei ole itse leikkuupuimurin valmistaminen, vaan valmistaa väline puimisen helpottamiseksi ja tehostamiseksi.

Tutkittavassa työtilanteessa toimivan henkilön toimintaan liittyvän ajattelun sisällöt eli mentaalisten representaatioiden kautta ilmenevät käsitykset siitä, mitä on olemassa, voidaan jaotella usealla eri tavalla. Kotkavirta ym. (1994) jatkaa, että henkilön aistimat ja kokemat, ajatteluun vaikuttavat asiat ja kohteet voidaan hahmottaa sen mukaan, ovatko ne luonteeltaan muuttuvia vai muuttumattomia. Lisäksi muuttumattomat asiat voidaan jakaa edelleen sen mukaan, ovatko ne erillisiä vai ei-erillisiä.

Laivan komentosillalta havainnoidessa ympäristössä oleva muuttumaton ja erillinen asia voisi olla edempänä merellä näkyvä erikoisen muotoinen luoto tai jonkin tietyn valmistajan valmistama, tietyt tunnusomaiset piirteet ja ominaisuudet omaava ruori. Erikoisen muotoinen luoto tai tunnusomaiset piirteet käsittävä ruori ovat tunnistettavasti erilaisia kuin muut luodot tai muiden valmistajien valmistamat ruorit. Toisaalta, molemmista löytyy yleistettäviä ja yhteisiä universaaleja piirteitä, joka tekevät niistä ei-erillisiä. Kaikki maailman luodot hahmotetaan sen mukaan, että ne ovat saaria pienempiä ja osittain vedenpinnan yläpuolella ja kaikki maailman ruorit perustuvat siihen, että niitä liikuttamalla vaikutetaan laivan etenemisen suuntaan.

Lisäksi Kotkavirta ym. (1994) mainitsee, että ympäristön kohteita voidaan jaotella sen mukaan, että ne ovat luonteeltaan muuttuvia ja autonomisia, mutta myös sen mukaan, että ne ovat muuttuvia ja niiden toimintaan voidaan vaikuttaa. Laivan komentosillalla havaittavasta ympäristöstä voidaan löytää kohteita, jotka ovat luonteeltaan muuttuvia ja autonomisia, mutta myös sellaisia, jotka ovat muuttuvia ja joiden käyttäytymiseen voidaan vaikuttaa ja joita voidaan

ohjata. Muuttuva ja autonominen kohde on esimerkiksi vallitseva säätila. Se vaihtelee ja siihen ei voi vaikuttaa. Muuttuvia asioita, joihin voidaan vaikuttaa, ovat esimerkiksi laivan kurssi, lähtöaika satamasta ja miehistön vahvuus kulloisenkin tarpeen mukaan.

Kotkavirta ym. (1994) kuvaa ihmisen toiminnassa ilmenevän ja ajattelun kautta esiin tulevan käsitteen eli "syyn". Hän esittelee ne Aristoteleen syihin liittyvän jaottelun mukaisesti, joka on: muutosyy, päämääräsyy, vaikuttava syy ja ainesyy. Muutosyitä ovat esimerkiksi suunnitelmat ja päämääräsyitä muun muassa käyttötarkoitukset, kuten asuminen. Vaikuttavia syitä ovat esimerkiksi työ, kuten rungon pystytys tai sähkötyöt sekä ainesyitä voivat olla rakennusmateriaalit, kuten puu, lasi ja muovi.

Koska ihminen on toiminnassaan tavoitteellinen ja usein pyrkii työssään ja monilta muiltakin osin elämässään jossain määrin rationaaliseen, järkiperäiseen toimintaan, on hänellä siten useimmiten jokin syy toimia haluamallaan tavalla tai yhtäläillä ympäröivä toiminta johtuu joistain syistä. Laiva voi pysähtyä keskelle merta ja mikäli se on matalalla merialueella, voidaan se lisäksi ankkuroida. Kapteenin tekemä päätös oli toimintaan vaikuttava syy. Aineelliset syyt vaikuttavat siihen, miten jotain asiaa käytetään ja minkälaiset seuraukset ovat mahdollisia. Laivan konemestari voi parantaa moottorin voittoa öljyllä, mutta ei vedellä. Aineelliset ominaisuudet ovat syynä siihen, miksi toinen aine on toista parempi johonkin käyttötarkoitukseen. Muutosyiden mukaan perämies voi ajattelussaan tehdä eron lastiruumassa olevan kontin ja yhdistelmäajoneuvon perävaunun välillä. Niiden havaittavat piirteet ovat erilaisia ja nämä erot ovat syitä siihen, miksi toista sanotaan kontiksi ja toista perävaunuksi sekä siihen, miksi niiden käyttötavat poikkeavat toisistaan. Erilaisilla asioilla on erilaisia päämääriä ja ne ovat syitä joidenkin asioiden olemassaololle, niillä on jokin tarkoitus. Komentosillan korkealle sijoittamisen päämääräsyy on mahdollistaa hyvä näkyvyys. Laivan olemassaolon päämääräsyy on erilaisten asioiden, kuten esineiden ja ihmisten siirtäminen paikasta toiseen vesitse.

Ihminen ei välttämättä jaottele ajatteluaan ja toimintaansa tietoisesti edellä kuvattuihin kategorioihin, mutta kaiken olevaisen yksityiskohtaisemman ja yleistettävän perusluonteen mukaisesti voidaan edellisten mukaan kuitenkin analysoida ajattelun sisältöjä. Työtilanteessa toimiessa voi olla tärkeä tietää, miksi jokin laite toimii kuten se toimii, mitä sen käytöllä tavoitellaan, miksi se on suunniteltu sellaiseksi kuin se on ja miten sen käyttö vaikuttaa kohteeseensa. Voi myös olla tärkeää ymmärtää jonkin laitteen käytön yleistettävät piirteet eli se miten kyseiset laitteet lähes aina toimivat. Aiemmin laivaa ohjanneelle henkilölle ei tarvitse opettaa, että käännettäessä ruoria vasemmalle, peräsin kääntää laivan useimmiten paapuuriin. Toisaalta eri laivoissa voi olla hieman erilaisen tuntuman tarjoavat ruorit ja perämieheltä voi kulua hetki ennen kuin hän tottuu uudentyyppiseen ruoriin. On myös tärkeää hahmottaa mikä ero on kiinteällä esteellä ja kanavan portilla eli ymmärtää, että toinen on staattinen ja paikallaan, mutta toisen kautta voi mahdollisesti kulkea, ja sen toiminnan tila voi vaihdella sekä siihen voi mahdollisesti myös vaikuttaa.

## 5.2 Life-Based Design

Saariluoma ym. (2016) kuvaama Life-Based Design -malli lähtee liikkeelle ajatuksesta, jossa ihminen ja ihmisen elämästä lähtevät tarpeet ovat suunnittelun keskiössä. Niiden ymmärtämisen kautta saadaan tuotua esiin vaatimukset, joiden pohjalta erilaisia teknologioita tulisi kehittää. Yhtäläillä kuin ihmisen elämä sijoittuu erilaisiin, osittain päällekkäisiin konteksteihin, elämänalueisiin ja elämänmuotoihin, se myös muuttuu. Teini-ikäisen nuoren pojan tarpeet ja elämänmuoto ovat todennäköisesti hyvin erilaisia kuin hänen keski-ikäisten vanhempiensa tarpeet ja elämänmuoto. Vaikka teknologia suunniteltaisiin useampien eri ikäryhmien käyttöön, tulisi sen suunnittelussa huomioida sen erilaiset käyttäjät tarpeineen. Teknologiat vaikuttavat ihmisten elämään ja voivat muuttaa myös elämässä ilmeneviä tarpeita, mutta lopulta kuitenkin teknologioiden tulisi olla ihmistä varten eikä ihmisen teknologioita varten.

Saariluoma ym. (2016) mukaan lähestyttäessä Life-Based Design -mallin mukaista ontologiaa ja teknologian suunnitteluprosesseja, on tarpeen ensin ymmärtää ihmisen toimintaa ja sen taustalla vaikuttavia, elämänmuotoon liittyviä sääntöjä. Ymmärryksen saavuttamiseksi, tulee ihmisen toiminta ensin jakaa toiminnan pääkomponentteihin. Niitä ovat: Tavoite, toimija, väline, kohde ja konteksti. Tällainen toiminnan pääkomponentteihin jako toteutuu samantyyppisenä useissa erilaisissa toiminnoissa.

Laivan perämiehellä voi olla tavoitteena pitää laivan kurssi ja ajonopeus mahdollisimman taloudellisena. Yhtäläillä kirjakaupan myyjällä on tavoitteena myydä mahdollisimman paljon ja tuottavasti asiakkaiden haluamia kirjoja. Toisessa tapauksessa toimija on laivan perämies ja toisessa kirjakaupan myyjä. Heidän toiminnassaan käyttämät välineet ovat hyvin erilaiset, mutta yhteistä on se, että molemmat tarvitsevat tavoitteidensa saavuttamiseen välineen tai välineitä. Perämiehen toiminnan kohteena on laiva ja kirjamyymälällä asiakkaat. Myös heidän toimintansa kontekstit ovat hyvin erilaiset, mutta molemmissa tapauksessa toiminnan säännöt ja tarpeet määrittyvät kontekstin mukaisesti. Kontekstin ymmärtäminen on ajattelun sisältöjen, ontologioiden ja mentaalisten representaatioiden selvittämisen kannalta tärkeää.

Saariluoma ym. (2016) mukaan ihmisten toimintaa ohjaavat, elämänmuotoon liittyvät säännöt kumpuavat ihmisen elämään sisältyvistä faktoista ja arvoista. Faktoja voivat esimerkiksi olla ikä, sukupuoli, siviilisääty, terveydentila, elintaso, talouden koko, uskonto, kansallisuus, koulutus ja työhistoria. Faktat mahdollistavat ihmisen jokapäiväisen elämän kontekstin ja siitä nousevien tarpeiden ymmärtämisen. Ihmisen toiminta ohjautuu myös erilaisten arvojen mukaan. Arvojen kautta tulevat esiin ihmisen yksilön tai ryhmän tavoitteet, odotukset, velvoitteet sekä käsitykset kauneudesta ja hyvyydestä. Arvot myös vaikuttavat ihmisten käyttäytymiseen, tavoitteiden asettamiseen, valintoihin ja asenteisiin. Kehitettävän teknologian suunnittelun tulisi tukea ihmisille tärkeitä ja arvokkaita asioita.

Saariluoma ym. (2016) tuovat esiin, että ihmisen elämänmuodosta kumpuavien, sääntöjä seuraavien toimintojen sekä faktojen ja arvojen analysoinnin jälkeen voidaan alkaa pohtia suunniteltavan teknologian roolia kyseisessä elämänmuodossa. Voidaankin kysyä, kuinka elämänmuotoon liittyviä tietoja voidaan käyttää teknisen välineen suunnittelussa ja näin myös auttamaan ihmistä olemaan osallinen valitsemassaan elämänmuodossa. Tähän liittyvä tärkeä kysymys on, miten teknologiaa voidaan käyttää hyödyksi ja minkä takia. Suunnitteluideoiden muotoutuminen alkaa ihmisen elämänmuodon, sen faktojen ja arvojen varaan rakentuneiden sääntöjen analysoinnista ja ymmärtämisestä, jotta lopulta teknologian tukemien toimintojen kehittämiseen.

Suunnittelutyössä on hyvin tärkeää osata kysyä tarpeiden kartoittamiseksi oikeita kysymyksiä. Suunnittelun oikeaan suuntaan ohjaamiseksi, järjestelmän tarpeisiin kohdentumisen ja järjestelmää koskevan vaatimusmäärittelyn tekemiseksi tarvitaan tieto järjestelmän käyttöaluetta ja käyttäjää koskevasta ontologiasta. Ontologia vastaa lopulta kysymyksiin, mitä on olemassa, mitä ominaisuuksia olemassa olevalla on ja mikä on edellisten suhde ja merkitys sekä keskenään että kokonaisuuden kannalta. Lisäksi voidaan kysyä, minkä takia jokin on ja mihin sen avulla pyritään. Vaatimusmäärittelyn laatimisessa on siten tärkeä kysyä "mitä on, minkä takia ja miksi?".

Saariluoma ym. (2016) mukaan ontologisesta näkökulmasta HTI-suunnittelu ja innovointiprosessit ryhmittyvät neljän, toisiinsa nähden enemmän tai vähemmän riippumattoman suunnittelukysymyksen ympärille. Mihin kohtaan ihmisen toimintoja teknologia sijoittuu? Minkälaisia toiminnallisuuksia ja käyttöliittymiä tulisi suunnitella? Onko teknologian käyttö helppoa ja sujuvaa? Miten ihminen teknologian kokee ja mikä siinä on mieleistä? Edelliset kattavat seuraavat HTI-suunnittelun perustavaa laatua olevat kysymykset: Mihin teknologiaa käytetään? Miten sen on tarkoitus toimia ja miten sitä hallitaan? Miten se soveltuu käyttäjän taitoihin ja valmiuksiin? Miten se tuottaa motivoivan tunnekokemuksen?

Saariluoma ym. (2016) mainitsevat, että Mihin teknologiaa käytetään - suunnittelukysymyksen kautta pyritään määrittelemään teknologian käyttäjän elämänmuoto sekä siihen liittyvät säännölliset toiminnot, faktat ja arvot. Lisäksi sen avulla analysoidaan teknologian soveltuvuutta ihmisen elämään. Kysymyksen, "Miten teknologian on tarkoitus toimia ja miten sitä hallitaan?", avulla selvitetään, käyttöliittymien osia, järjestelmän tavoitetiloja ja niitä koskevia toiminnallisuuksia, tapahtumakulkuihin liittyviä tavoitteita ja välitavoitteita, dialogeja, vuorovaikutuselementtejä sekä hallintakäyttöliittymiä ja lisäksi käyttöliittymäarkkitehtuuria koskevia ontologioita. Kysymys, "Miten teknologia soveltuu käyttäjän taitoihin ja valmiuksiin?", tutkii järjestelmän käyttöä ja käyttöliittymää käyttäjän toiminnan näkökulmista eli se etsii vastauksia siihen, miten käyttäjä prosessoi havaintoinformaatiota, mitkä ovat hänen motoriset toimintansa, kuinka hän käyttää työmuistiaan, kuinka hän oppii ja muistaa järjestelmän toiminnot sekä ymmärtää järjestelmän viestit. Lisäksi kysymyksen avulla tutkitaan sitä, miten hän valitsee eri toimintoja ja tehtäviä sekä mitä ovat monimutkaiset ja odottamattomat tavat käsitellä toimintoja. Life Based Design -



malli toimii tutkielmassa esiteltävän menetelmän testaamisen teoreettisena viitekehyksenä, jonka mukaan aineistoa jaetaan osiin ja analysoidaan.

### 5.3 Aineiston tarkastelu

Aineistona toimivaa taltioitua merikapteenin haastattelua tarkastellaan tutkielmassa esitellyn menetelmän näkökulmista. Tarkastelun sisällön suhteen teoreettisena viitekehyksenä toimii Life-Based Design -malli. Lisäksi aineisto pyritään saattamaan Ulrich ja Eppingerin (1995) kuvaaman tuotteen suunnittelun ja kehittämisen käytäntöihin soveltuvaksi niiltä osin kuin se aineiston puolesta on mahdollista. Aineiston kautta pyritään muodostamaan vaatimusmäärittelyn pääpiirteet laivan ohjaamiseksi ja navigoimiseksi etähallintakeskuksesta käsin.

Aineiston suuren koon vuoksi sen liittäminen osaksi tätä tutkielmaa ei ole mielekäästä, vaan se voidaan sen oikeuksien omistajan suostumuksella tarvittaessa toimittaa sitä tarvitsevalle henkilölle sähköisessä muodossa. Aineisto on projektin alkuvaiheeseen sijoittuva alustavan haastattelun taltiointi ja selvästi muodoltaan ei-jäsenneily. Crandall, Klein ja Hoffman (2006) mainitsevat jäsenneilyjen haastattelujen olevan yleisin kognitiivisessa tehtävänälyysissä käytetty tiedonhankinnan menetelmä. Jäsentely tekee haastatteluista tehokkaita ja sen avulla säästetään aikaa. Lisäksi ne auttavat saamaan esiin tietoa ongelmista ja aiheista, jotka saattavat muissa menetelmissä jäädä huomiotta. Eskola (1981) puhuu systemaattisesta havainnoinnista ja haastattelusta, jonka eduksi hän mainitsee vakiintuneiden normien selvittämisessä sen, että se on menetelmänä siihen riittävä, mutta kuitenkin tehoton. Aineiston tarkoitus on selvittää merimiesten työskentelyn vakiintuneita tapoja ja normeja.

Tutkielmassa esiteltävä menetelmä kuitenkin suosii haastatteluissa etukäteen suunniteltua ja jäsenneilyä haastattelutapaa, jossa lisäksi fokusryhmän avulla kysymysten oikein kohdentuminen ja toimivuus testataan etukäteen. Menetelmän näkökulmasta haastattelu olisi voinut edetä johdonmukaisemmin ja kunkin kysymysten aihepiirin sisällä mahdollisimman kattavasti sen eri näkökulmia selvittäen.

Life-Based Design -mallin (Saariluoma ym. 2016) neljää suunnittelukysymystä vasten tietoa tarjoavien vastausten tai vastausten osien kappalemääräinen jakautuminen on seuraava:

- Mihin kohtaan ihmisen toimintoja teknologia sijoittuu?  
151 kpl.
- Minkälaisia toiminnallisuuksia ja käyttöliittymiä tulisi suunnitella?  
30 kpl.
- Onko teknologian käyttö helppoa ja sujuvaa?  
8 kpl.
- Miten ihminen teknologian kokee ja mikä siinä on mieleistä?  
30 kpl.

Aineistosta on selvästi edellisten peruskysymysten mukaisen jakautumisen perusteella pääteltävissä, että kysymys teknologian sijoittumisesta ihmisen toimintoihin saa korostuneesti huomiota, lähes 70 prosenttia kaikista vastauksista. Haastattelun suunnittelijalla ja toteuttajalla ei ollut tarkoitus toteuttaa haastattelua Life-Based Design -mallin mukaan, mutta mallin hyödyntämistä voidaan suositella, koska se tarjoaa nykyaikaisen ja ihmislähtöisen lähestymistavan teknologian suunnitteluprosesseihin. Jos haastattelu olisi ollut Life-Based Design -mallin mukaan jäsenelty, voisi vastauksista saada muodostettua kattavamman yleiskuvan siitä, miten kapteeni työssään teknologian kokee. Suunnittelutyössä on tärkeää kysyä tarpeiden kartoittamiseksi oikeita kysymyksiä. Erityisesti kannattaa kysyä kysymyksiä muodossa: miksi, mitä varten ja mistä syystä. Niiden avulla päästään lähemmäksi toimintojen taustalla olevia tarkoituksia, perusteita ja syitä – mentaalisia representaatioita, ontologista näkökulmaa ja ajattelun sisältöjä.

Life-Based Design -mallissa (Saariluoma ym. 2016) yksi tavoitteista on pyrkiä määrittelemään teknologian käyttäjän elämänmuoto sekä siihen liittyvät säännölliset toiminnot, faktat ja arvot. Näihin kysymyksiin aineisto tarjoaa eniten vastauksia. Alla oleva taulukko 7 kuvaa haastatteluissa esiin tulleita, haastateltavaan liittyviä perustietoja.

TAULUKKO 7. Haastateltavan perustiedot

<b>Aihealue</b>	<b>Tiedot</b>
Koulutus	merikapteeni (ylempi jatkotutkinto, Rauma) Master of Marine Technology (Rauma) Merenkulun hallinto (lakisopimusasiat)
Työkokemus	15 vuotta
Uran eteneminen	Ammattikoulu harjoittelija pursimies Perämiestasot Päällikkyys Konsultointia (kontribuutiona suunnittelun käytännön näkökulmat) Koulutuksen suunnittelu Ollut noin 30 laivalla
Työskennellyt	Kahdessa saksalaisvarustamossa Konttifeeder Itämerellä Ro-ro Irtolastialus

	Maailmanlaajuisessa liikenteessä Isoin alus 7500 tonnia
Motivoi työhön	Haastavuus Onnistumiset
Työn luonne päällystössä	Päälliköllä kontti-, tankki- ja Ro-ro- aluksilla hyvin pitkälle samanlaista. Laivatyyppistä lähes aina riippumatta pitää toteuttaa samat tehtävät (matkaa valmistelevat ja satamaa varten tehtävät paperityöt ja suunnittelutehtävät).
Arvot	Vastuu kaikesta on tärkeintä Ihmisten, laivan ja lastin turvallisuus tärkeää Aikataulussa pysyminen on tärkeää
Haasteet	Kokee vaikeaksi hahmottaa kapteenin tehtäviin liittyvät, vaihtelevat odotuk- set

Yksi menetelmässä ehdotetuista tiedonkeruun menetelmistä on protokolla-analyysi, jossa työtilanteessa toimivan henkilön ääneenajattelu taltioidaan mahdollisimman kattavasti. Protokolla-analyysin hyödyntäminen projektin myöhemmissä vaiheissa todennäköisesti parantaisi aineiston laatua ja auttaisi vastaamaan tutkimuksen kannalta tärkeisiin kysymyksiin yksityiskohtaisemmin. Muun muassa Bainbridge ja Sanderson (1995) kuvaavat datan valmistele-  
miseksi analyysiä varten tavan, jolla protokollasta ilmenevä yleinen rakenne voidaan tunnistaa. He ehdottavat kolmea tapaa, jolla dataa protokolla-analyysillä kerättyä dataa voidaan tarkastella. Niitä ovat: Yleisten toiminnan vaiheiden etsiminen koko taltioinnista, toimintakokonaisuuksien etsiminen kaikesta toiminnasta ja materiaalin jakaminen toimintakokonaisuudessa peräkkäisiksi vaiheiksi, joissa kukin vaihe edustaa erillistä ajatusta tai toimintaa. Life-Based Design -mallin soveltamiseksi, esiteltävän menetelmän laajemmin sovel-  
tamiseksi ja vaatimusmäärittelyn riittävällä tasolla laatimiseksi, protokolla-analyysin (menetelmän osana) hyödyntäminen on hyvin perusteltua.

Menetelmän kognitiivisen tehtävänäalyysin osuus muodostuu osista, joita ovat datan valmistelu, datan jäsentely, merkityksien etsiminen sekä löytöjen uudelleenkuvaaminen. Datat jäsentelyn vaiheessa data pilkotaan erillisiin osiin, varmistutaan sen luotettavuudesta, sitä tarkastellaan syvällisemmin ja siitä pyritään tunnistamaan osia ja mahdollisia ongelmakohtia. Datasta voidaan myös muodostaa listoja ja lajitteluja. Datat jäsentely ja pilkkominen tässä tapauksessa toteutetaan kahdesta eri näkökulmasta samanaikaisesti. Ensimmäinen osiin ja-

kamisen kriteeri on Life-Based Design -mallin neljä suunnittelukysymystä ja toisaalta Ulrich ja Eppingerin (1995) tuotteen vaatimusmäärittelyyn pyrkivän toteutustavan mukailu. Näin toimimalla siirrytään joustavasti myös löytöjen uudelleenkuvaamisen vaiheeseen.

Ulrich ja Eppinger (1995) mainitsevat raakadatasta etsittävien asiakkaan tarpeiden ja niiden myötä vaatimusmäärittelyjen löytämiseksi seuraavanlaisen lähestymistavan aineistoon:

- Pyritään muuttamaan kysymykset "kuinka?" muotoon "mikä, mitä?":
  - o *Miksi ette ole laittaneet suojuksia akun napojen ympärille*
    - *Väärin: Ruuvioääntimen akun navat peitetään liukuvalla muovisuojuksella*
    - *Oikein: Ruuvioääntimen akku on suojattu oikosuluilta*
- Täsmällisyys:
  - o *Pudotan ruuvioääntimen jatkuvasti*
    - *Väärin: Ruuvioääntimen on vahvatekoinen*
    - *Oikein: Ruuvioääntimen toimii normaalisti pudottamisenkin jälkeen*
- Positiivinen, ei negatiivinen muoto:
  - o *Ei ole väliä, jos sataa, minun täytyy työskennellä ulkotiloissa*
    - *Väärin: Ruuvioääntimen ei voi käyttää sateella*
    - *Oikein: Ruuvioääntimen toimii normaalisti sateella*
- Kuvaa tuotteen ominaisuuksia:
  - o *Haluaisin ladata akun auton tupakansytyttimestä*
    - *Väärin: Auton tupakansytytintä voi ladata ruuvioääntimen akun*
    - *Oikein: Ruuvioääntimen akun voi ladata tupakansytyttimen kautta*
- Vältä sanoja "täytyisi" ja "pitäisi"
  - o *Minä vihaan sitä, kun en tiedä paljonko akkukäyttöisten laitteideni akkua on jäljellä.*
    - *Väärin: Ruuvioääntimen pitäisi tarjota tieto akun varaustasosta*
    - *Oikein: Ruuvioääntimen tarjoaa tiedon akun varaustasosta*

Alla olevassa taulukossa data on jaettu osiin Life-Based Design -mallin suunnittelukysymysten mukaan, mutta jaottelussa on myös huomioitu Ulrich ja Eppingerin (1995) kuvaamaa jaottelua. Lisäksi tutkittavan henkilön puhemuotoiset lauseet on lyhennetty ja pelkistetty niin, että niiden asiasisältö on kuitenkin säilynyt. Jaottelu perustuu kysymykseen siitä, minkälaisia vaatimuksia autonominen laivan etähallintakeskukselle tulisi ohjaamisen ja navigoinnin osalta määrittellä.

---

**TAULUKKO 8. Osiin jaettu aineisto (ohjaamisen ja navigoinnin vaatimukset)**


---

**Mihin kohtaan ihmisen toimintoja teknologia sijoittuu?**
**Mihin teknologiaa käytetään**


---

**Kuvaus**
**Tarve**


---

**Säännölliset toiminnot**


---

-

**Faktat**


---

Päällikön ja yliperämiehen työn kannalta koneistomonitorointi on tärkeä järjestelmä

ROC-asema (Remote Operating Centre) tarjoaa ohjaamisen tueksi tietoa koneiston tilasta

Päällikön ja yliperämiehen työn kannalta lastauksen suunnittelu (Cargo Planning), jolla varmistetaan laivan vakaus, on tärkeä järjestelmä

ROC-asema tarjoaa ohjaamisen tueksi tietoa laivan vakaudesta

Hyvin toimiva Cargo Computer -ohjelmisto auttaa runkorasitusten selvittämisessä

ROC-asema auttaa ohjaajaa pysymään tietoisena rungon rasituksista

Päällikön henkilökohtaiset valinnat toimintatavoissa näkyvät muun muassa polttoainekulutuksessa

ROC-asema tuo ohjaajalle tiedon hänen ajotapaansa seuraavasta polttoainekulutuksesta

Avunsaanti ongelmatilanteissa vaihtelee

ROC-asema tarjoaa ohjaamiseen ja navigointiin liittyvissä ongelmatilanteissa helpon mahdollisuuden avunsaantiin.

Vaikka teknologiaa vikatilanteessa jäisi pois käytöstä, periaatteessa niin kauan kuin laivan eteneminen onnistuu ja ohjaus on mahdollista, laivaa on vielä mahdollista hallita.

ROC-asema mahdollistaa ohjaamisen vielä tilanteessa, jossa suurin osa ohjaamista tukevista järjestelmistä on pois toiminnasta

---

**Arvot**


---

Vastuu kaikesta on tärkeintä

ROC-asema tukee ohjauksen ja navigoinnin osalta kokonaisvastuun ottamista.

Ihmisten, laivan ja lastin turvallisuus on tärkeää

ROC-asema tukee ohjauksen ja navigoinnin osalta ihmisten, laivan ja lastin turvallisuutta

Aikataulussa pysyminen on tärkeää

ROC-asema ohjaa ja opastaa ohjaajaa

	aikataulussa pysymisessä
Viranomaismääräykset rajaavat työtä, mutta myös käytäntö määrittelee toimintatapoja	ROC-asema auttaa ohjaajaa olemaan tekemänsä käytönnöntyön lisäksi tietoinen ohjaamiseen ja navigointiin liittyvistä viranomaismääräyksistä.
Täytyy tiedostaa olosuhteiden (esimerkiksi merenkäynti) vaihtelun takia tehtyjen muutosten vaikutus turvallisuuteen ja kaupallisiin tavoitteisiin.	ROC-asema auttaa ohjaajaa tiedostamaan olosuhteiden vaihtelun takia tehtyjen muutosten vaikutukset turvallisuuteen ja kaupallisiin tavoitteisiin
Laivoilla ei toimita demokraattisesti eikä edes voidakaan, vaan toimitaan hierarkkisesti	Siinä määrin kuin ROC-asemalla työskentely noudattaa perinteisten laivojen hierarkkista komentoketjua, tulee aseman auttaa ohjaajaa olemaan tietoinen ohjauksen ja navigoinnin osalta hierarkian vaikutuksista toimintaan.
Jos yliperämies huomaa virheellistä tai vääränlaista toimintaa, hän voi siitä kuitenkin mainita päällikölle. Päätös asiasta on kuitenkin päälliköllä	Mikäli muut ohjaamiseen ja navigointiin osallistuvat tahot havaitsevat virheellistä toimintaa, tukee ROC-asema tällaiseen toimintaan liittyvää kommunikointia
Aina ei ole mahdollista seurata tarkasti toimintaohjeistuksia	ROC-asema mahdollistaa joustot toimintaohjeistuksien seuraamisessa
Joissain varustamoissa (muun muassa eräässä saksalaisessa varustamossa) on erityisesti sellainen henki, että virheistä halutaan oppia	ROC-asema helpottaa virheiden jälkikäteen havaitsemista
AIS-järjestelmä (Automatic Identification System) auttaa muiden laivojen liikkeiden ennustamisessa, mutta siitä huolimatta voidaan joutua toimimaan meriliikennesääntöjen vastaisesti, jotta vältetään törmäyksiltä	ROC-aseman kautta käytettävä AIS-järjestelmä auttaa muiden laivojen liikkeiden ennustamisessa.

---

### **Teknologian soveltuvuus ihmisen elämään**

---

Vaikka standardit, IMO ja viranomaiset rajaavat esimerkiksi tutkan toiminta-	ROC-asema mahdollistaa käyttäjäkohtaisesti säädettävät tutkan toiminnalli-
--	--

taa, valmistajien välillä on merkittäviä eroja	suudet ja vähentää valmistajien välisen eroavaisuuksien merkitystä.
Kuinka ihmisellekin haasteelliset havainnointit avomerellä onnistuvat autonomiselta järjestelmältä	ROC-asema tarjoaa vähintään samat mahdollisuudet havainnointiin kuin laivalla olisi mahdollista.
Kohtaamistilanteessa merellä ei välttämättä tarvita kommunikaatioita laivojen välillä, kun seurataan meriliikenteen sääntöjä, mutta ongelmat syntyvät siinä kohdassa, kun niitä sääntöjä ei noudateta	ROC-asema mahdollistaa ohjaamisen ja navigoinnin kohtaamistilanteissa, joissa osapuolet eivät noudata meriliikennesääntöjä.
<b><i>Minkälaisia toiminnallisuuksia ja käyttöliittymiä tulisi suunnitella? Miten sen on tarkoitus toimia ja miten sitä hallitaan?</i></b>	
<b>Kuvaus</b>	<b>Tarve</b>
<b>Käyttöliittymien osat</b>	
-	
<b>Järjestelmän tavoitetilat</b>	
Toiminnallisuudet	
AIS-järjestelmä (Automatic Identification System) on tutkaa nopeampi kuvaamaan ja ennakoimaan muiden laivojen liikkeitä kuin tutka	ROC-asema mahdollistaa kokonaisvaltaisen AIS-järjestelmän käytön
Tapahtumakulkuihin liittyvät tavoitteet	
-	
Tapahtumakulkuihin liittyvät välitavoitteet	
-	
Dialogit	
Suomalaisissa laivoissa kommunikoin haasteet voivat näkyä siinä, että merenkävijät eivät tunne toisiaan niin hyvin, että apua voisi pyytää.	ROC-asema auttaa pitämään yhteyttä muihin laivoihin ja vesillä liikkujiin haastavissa ohjaamisessa ja navigointiin liittyvissä tilanteissa
<b>Vuorovaikutuselementit</b>	
Vuorovaikutuksessa useita toisistaan vahvasti poikkeavia eri käytäntöjä Ohjaamisen ja navigoinnin osalta Hallintakäyttöliittymät	ROC-asema auttaa minimoimaan toisistaan poikkeavien vuorovaikutustilanteiden muodostumista
Jos sillalla joku haluaa käyttää tutkaa Relative motion -tilassa ja joku ei ole	ROC-asema mahdollistaa tutkan käytön eri käyttötiloissa

siihen tilaan tottunut, joutuu hän opettelemaan kokonaan uuden toimintatavat

Joissain tutkissa on trackball ja kolme painiketta, kun taas toisissa tietokoneen näppäimistö eli käyttöliittymien erilaisuus eri laivoissa aiheuttaa käytettävyysongelmia ja uuden opettelusta.

ROC-asema mahdollistaa tutkan käyttöön liittyen käyttäjäkohtaisten käyttöliittymien asettamisen.

---

käyttöliittymäarkkitehtuuria koskevat ontologiat

---

-

---

*Onko teknologian käyttö helppoa ja sujuvaa?  
Miten se soveltuu käyttäjän taitoihin ja valmiuksiin?*

---

**Kuvaus**

**Tarve**

---

**Miten käyttäjä prosessoi havaintoinformaatiota**

Pitkän rauhallisen etenemisen jälkeen äkillisiin tilanteisiin reagoiminen vaatii nopean vireystilan muutoksen

ROC-asema tasoittaa vireystilan vaihtelun aiheuttamaa haittaa toiminnassa

---

**Mitkä ovat hänen motoriset toimintansa**

-

---

**Kuinka hän käyttää työmuistiaan**

-

---

**Kuinka hän oppii ja muistaa järjestelmän toiminnot**

Laitteistoja joutuu uudessa laivassa opiskelemaan, vaikka ne olisivat jollain tasolla tuttuja aiemmilta laivoilta

ROC-asema helpottaa ja nopeuttaa sellaisten navigointiin ja ohjaukseen liittyvien järjestelmien käyttöönottoa, joiden käytöstä ohjaajalla on kulunut pidempi aika.

---

**Kuinka hän ymmärtää järjestelmän viestit**

Oheistukset vaihtelevia ja välillä riittämättömiä

ROC-asema tarjoaa navigointiin ja ohjaamiseen liittyen kattavat ja yhdenmukaiset ohjeistukset

---

**Miten hän valitsee eri toimintoja ja tehtäviä**

Käyttäjät eivät aina ymmärrä mihin järjestelmät pystyvät ja mitä ne mahdollistavat

ROC-asema tuo ohjaajalle esiin erilaiset mahdolliset toiminta- ja käyttötavat

---



---

**Mitkä ovat monimutkaiset ja odottamattomat tavat käsitellä toimintoja**


---

Samana varustamon sisällä eri kapteenit saattavat käyttää samoja laitteita hyvin eri tavoilla	ROC-aseman mahdollistamat käyttötavat ovat personoitavissa ja joustavia
---	---

---



---

**Miten ihminen teknologian kokee ja mikä siinä on mieleistä?**


---

Kuvaus	Tarve
Samassa laivueessa olevien laivojen toimintojen samankaltaisuus helpottaa laivasta toiseen siirtymistä.	ROC-asema mahdollistaa etäohjauksessa olevien laivojen navigoinnissa ja ohjaamisessa yhdenmukaiset toiminnot
Joskus teknologiasta tehdään tarpeettoman monimutkaista	ROC-aseman toiminnot ovat selkeitä
Miten vastuun kokeminen etätyöskentelyssä saadaan samalle tasolle kuin nykyisessä tilanteessa	ROC-asema auttaa ohjaajan vastuuntunnon säilyttämisessä
Etätyöskentelyssä kapteenille siirrettävän tarvittavan tiedon määrä on valtava	ROC-asema välittää ohjaajalle vain tarvittavan määrän tietoa.

---

Edellä kuvatun datan luotettavuuden arviointi on haasteellista, koska esitetyt kysymykset tulisi arvioida yhteistyössä useamman eri meriliikenne-ekspertin kanssa. Menetelmässä ehdotetaan käytettäväksi fokusryhmähaastatteluja kysymysten kohdistuvuuden arvioimiseksi. Arvioimisella varmistuttaisiin siitä, että kysymykset ovat kohdealueeseen soveltuvia ja sen myötä myös tarjoavat luotettavampia ja kattavampia, mutta joissain kohdissa myös tarkentuneita vastauksia. On kuitenkin huomioitava, että haastattelu oli alkuvaiheen kartoittava haastattelu ja silloin aineistoon ei voi kohdistaa samanlaisia odotuksia kuin voidaan osoittaa myöhempien vaiheiden syvällisemmille haastatteluille. Menetelmän ja Life Based Design -mallin soveltamien osalta vastauksen luotettavuudesta ei voida varmistua. Datan jäsentelyn vaiheeseen kuuluva mahdollisten ongelmakohtien tunnistaminen osoittaa, että esimerkiksi kohta ”Miten ihminen teknologian kokee ja mikä siinä on mieleistä?” jää varsin vaatimattomaksi. Aineistoa ei alun alkaen ollut kuitenkaan kerätty Life Based Design -mallin mukaisilla tavoilla, joten tätä ongelmaa ei voida ajatella kritiikkinä itse aineistoa kohtaan, vaan enemmänkin vihjeenä ja ehdotuksena jatkohaastatteluiden toteuttamiseen. Life Based Design -mallin (Saariluoma ym. 2016) valossa aineisto ei vastaa seuraaviin suunnittelukysymyksiin:

- Mihin kohtaan ihmisen toimintoja teknologia sijoittuu?
  - o Säännölliset toiminnot

- Minkälaisia toiminnallisuuksia ja käyttöliittymiä tulisi suunnitella?
  - o Käyttöliittymien osat
  - o Tapahtumakulkuihin liittyvät tavoitteet
  - o Tapahtumakulkuihin liittyvät välitavoitteet
  - o Käyttöliittymäarkkitehtuuria koskevat ontologiat
- Onko teknologian käyttö helppoa ja sujuvaa?
  - o Mitkä ovat käyttäjän motoriset toiminnot
  - o Kuinka hän käyttää työmuistiaan

On kuitenkin huomioitava, että haastattelun toteuttajalla oli haastatteluun eri lähestymistapa kuin nyt esiteltävässä menetelmässä ehdotetaan ja miten Life Based Design -malliin mukaisesti meneteltäisiin sekä mitä Ulrich ja Eppinger (1995) esittävät tavaksi tehdä vaatimusmäärittely. Tarkoitus ei ole asettaa suoraa kritiikkiä aineistoa kohtaan, vaan tarjota edellisistä näkökulmista siihen tutkimuksen laatua mahdollistava tutkimusmenetelmä, ihmislähtöinen suunnittelu teoreettiseksi malliksi ja selkeä toimintatapa vaatimusmäärittelyn toteuttamiseksi.

Menetelmän seuraava vaihe on merkityksien merkitysten etsimisen vaihe, jossa pyritään löytämään keskeisiä kysymyksiä, aiheita ja uusia seikkoja. Haasteena uusien seikkojen löytämisessä on se, että datan tarkastelussa ei tässä kohden ole käytettävissä riittävää asiantuntija-apua, jolloin yleiset kohdealueen seikat eivät ole tiedossa, ja näin ollen uusien seikkojen esiin tulemistä on vaikea havaita. Tämä korostaa menetelmässä ehdotettua tutkimusprojektin alkuvaiheen tiivistä yhteistyötä tutkijoiden ja asiantuntijoiden välillä.

On kuitenkin mahdollista merkitysten etsimisen vaiheen mukaisesti jakaa aineisto kategorioihin ja asetella se järjestykseen. Järjestykseen asettaminen ja kategorisointi mukailevat Ulrich ja Eppingerin (1995) ehdotusta ryhmitellä väittämät samanlaisuuden mukaan. Heidän ehdottamansa hierarkioihin jakaminen toteutuu tältä osin, mutta siihen kuuluva tärkeysjärjestyksien määrittely on mahdotonta toteuttaa, koska haastatteluaineisto ei tarjoa siihen mahdollisuutta ja asioiden tärkeysjärjestyksiä ei juurikaan käsitelty. Merkitykset etsitään jaotteleamalla vastaukset niihin liittyvän teknologian, tapahtuman tai toiminnon mukaisesti, mutta osoittaen kutakin koskevan tarpeen. Tarpeiden esiin saaminen on vaatimusmäärittelyn laatimisessa välttämätön vaihe.

#### TAULUKKO 9 Jaoteltu aineisto ja jaottelun mukaiset tarpeet

##### *Jaottelu teknologioiden ja tapahtumien sekä toimintojen mukaan*

Koneisto	ROC-asema tarjoaa ohjaamisen tueksi tietoa koneiston tilasta
Lasti	ROC-asema tarjoaa ohjaamisen tueksi tietoa laivan vakaudesta
	ROC-asema auttaa ohjaajaa pysymään tietoisena rungon rasituksista

Polttoaineenkulutus	ROC-asema tuo ohjaajalle tiedon hän ajotapaansa seuraavasta polttoaineenkulutuksesta
Avunsaanti	ROC-asema tarjoaa ohjaamiseen ja navigointiin liittyvissä ongelmatilanteissa helpon mahdollisuuden avunsaantiin
Vikatilanteet	ROC-asema mahdollistaa ohjaamisen vielä tilanteessa, jossa suurin osa ohjaamista tukevista järjestelmistä on pois toiminnasta
Vastuu	ROC-asema tukee ohjauksen ja navigoinnin osalta kokonaisvastuun ottamista  ROC-asema auttaa ohjaajan vastuuntunnon säilyttämisessä
Turvallisuus	ROC-asema tukee ohjauksen ja navigoinnin osalta ihmisten, laivan ja lastin turvallisuutta  ROC-asema auttaa ohjaajaa tiedostamaan olosuhteiden vaihtelun takia tehysten muutosten vaikutukset turvallisuuteen ja kaupallisiin tavoitteisiin.
Aikataulut	ROC-asema ohjaa ja opastaa ohjaajaa aikataulussa pysymisessä
Säädökset ja määräykset	ROC-asema auttaa ohjaajaa olemaan tekemänsä käytännön lisäksi tietoinen ohjaamiseen ja navigointiin liittyvistä viranomaismääräyksistä  ROC-asema mahdollistaa joustot toimintaohjeistuksien seuraamisessa  ROC-asema mahdollistaa ohjaamisen ja navigoinnin kohtaamistilanteissa, joissa osapuolet eivät noudata

	meriliikennesääntöjä
Komentoketju	Siinä määrin kuin ROC-asemalla työskentely noudattaa perinteisten laivojen hierarkkista komentoketjua, tulee aseman auttaa ohjaajaa oleman tietoinen ohjauksen ja navigoinnin osalta hierarkian vaikutuksista toimintaan
Kommunikointi	<p>Mikäli muut ohjaamiseen ja navigointiin osallistuvat tahot havaitsevat virheellistä toimintaa, tukee ROC-asema tällaiseen toimintaan liittyvää kommunikointia</p> <p>ROC-asema auttaa pitämään yhteyttä muihin laivoihin ja vesillä liikkujiin haastavissa ohjaamiseen ja navigointiin liittyvissä tilanteissa Ohjaamisen ja navigoinnin osalta</p> <p>ROC-asema auttaa minimoimaan toisistaan poikkeavien vuorovaikutustilanteiden muodostumista</p>
Työssäoppiminen	ROC-asema helpottaa virheiden jälkikäteen havaitsemista
AIS	<p>ROC-aseman kautta käytettävä AIS-järjestelmä auttaa muiden laivojen liikkeiden ennustamisessa.</p> <p>ROC-asema mahdollistaa kokonaisvaltaisen AIS-järjestelmän käytön</p>
Tutkat	<p>ROC-asema mahdollistaa käyttäjäkohtaisesti säädettävät tutkan toiminnallisuudet ja vähentää valmistajien välisten eroavaisuuksien merkitystä.</p> <p>ROC-asema mahdollistaa tutkan</p>

---

	<p>käytön eri käyttötiloissa</p> <p>ROC-asema mahdollistaa tutkan käyttöön liittyen käyttäjäkohtaisten käyttöliittymien asettamisen.</p> <p>ROC-asema mahdollistaa etäohjauksessa olevien laivojen navigoinnissa ja ohjaamisessa yhdenmukaiset toiminnot</p> <p>ROC-aseman toiminnot ovat selkeitä</p>
Havainnointi	<p>ROC-asema tarjoaa vähintään samat mahdollisuudet havainnointiin kuin laivalla olisi mahdollista.</p> <p>ROC-asema selkeyttää sekä yksi- että monikanavaisen informaation samanaikaista käsittelyä</p> <p>ROC-asema tasoittaa vireystilan vaihtelun aiheuttamaa häiriötä toiminnassa</p> <p>ROC-asema välittää ohjaajalle vain tarvittavan määrän tietoa</p>
Käyttötapojen omaksuminen	<p>ROC-asema helpottaa ja nopeuttaa sellaisten navigointiin ja ohjaukseen liittyvien järjestelmien käyttöönottoa, joiden käytöstä ohjaajalla on kulunut pidempi aika.</p> <p>ROC-asema tarjoaa navigointiin ja ohjaamiseen liittyen kattavat ja yhdenmukaiset ohjeistukset</p> <p>ROC-asema tuo ohjaajalle esiin erilaiset mahdolliset toiminta- ja käyttötavat</p> <p>ROC-aseman mahdollistamat käyttötavat ovat personoitavissa ja joustavia</p>

---

Menetelmässä sovellettavan kognitiivisen tehtäväanalyysin viimeinen vaihe on tutkittujen asioiden viestiminen, esittäminen ja uudelleenkuvaaminen. Siihen voidaan käyttää erilaisia kaavioita ja karttoja sekä aika- ja tapahtumajanoja. Life Based Design -malli on suunnittelun apuväline ihmisen ja teknologian välisen vuorovaikutuksen tutkimiseen. Koska aineistoon liittyvä projekti pyrkii kehittämään autonomisiin teknologioihin liittyviä järjestelmiä, olisi mielekästä kuvata aineiston tuloksia vaatimusmäärittelyn kautta. Siihen tämän tyyppinen tutkimus lopulta tähtää – tarjoamaan avun ja tiedot järjestelmän teknisille toteuttajille. Koska tutkimusaineisto on lähinnä alkuvaiheen haastatteluja ja selvitystyötä, vaatimusmäärittelyn kuvaaminen on mahdotonta.

Ulrich ja Eppingerin (1995) mukaan kehittämisen kohteena olevan tuotteen ja siihen liittyvien asiakastarpeiden listaamisen tulisi jatkua vaatimusten tarkempana määrittelynä. Tarkempi määrittely heidän mukaansa tarkoittaa mitattavuuden mahdollistamista, kilpailevien verrattavien tietojen keräämistä, ideaalisti ja marginaalisesti hyväksyttävien kohdearvojen asettamista sekä tulosten ja prosessin reflektointia.

Ulrich ja Eppinger (1995) mukaan vaatimusmäärittelyssä tulisi kukin mittari numeroida, kertoa mihin tarpeisiin mittayksikkö kohdistuu, kuvata mittari ja sen tärkeys sekä siihen liittyvä mittayksikkö. He kuvaavat mittareita muun muassa seuraavasti:

TAULUKKO 10 Lyhennetty lista mittareista (Ulrich & Eppinger, 1995)

Mittari nro.	Tarpeet	Mittari	Tärkeys	Mittayksikkö
1	1,3	Pudotuksen vaimennus ohjaustangossa	3	dB
2	2,6	Jousen esijännitys	3	N
3	1,3	Monster-pyörien maksimipaino	5	g
4	...	...	...	...

Seuraavassa vaiheessa Ulrich ja Eppingerin (1995) mukaan tarpeet ja mittarit tulisi yhdistää. Esimerkiksi ohjaustangon pudotukseen liittyvä mittari voidaan yhdistää tarpeisiin "Vähentää käsiin kohdistuvaa tärinää" ja "Mahdollistaa nopeat laskut epätasaisilla radoilla". Jousen esijännitykseen liittyvä mittari voitaisiin yhdistää tarpeeseen "Mahdollistaa helpon kulkemisen hidaskulkuisessa ja vaikeassa maastossa".

Nyt läpikäyty aineisto ei mahdollista edellä kuvattujen mittareiden muodostamista ja niihin liittyvien tarpeiden kuvaamista eikä siten myöskään menetelmän tietojen uudelleenkuvaamisen vaihe ole mahdollista toteuttaa. Aineiston, sen suppeuden ja pääpiirteisyyden pohjalta on mahdoton laatia vaatimusmäärittelyä autonomisen laivan etäohjauskeskuksen ohjaamiseen ja navigointiin liittyvien toimintojen kehittämiseksi.

Crandall ym. (2006) mukaan kognitiivisen tehtäväanalyysin (osa menetelmää) valmisteluvaiheessa tulisi arvioida datan riittävyys ja tarkkuus. Vaikka kyse oli alkuvaiheen haastattelusta, olisivat vastaukset mahdollisesti tarjonneet tarkempia tietoja, jos datan tarkkuutta olisi suunniteltu etukäteen enemmän. Hän myös ehdottaa analysointitiimin käyttämistä seuraavien asioiden selvittämiseen:

- Mihin kysymyksiin datasta haetaan vastauksia ja miten tiedonhaku toteutetaan
- Mikä on datan analysoinnin suhteen lähestymistapa ja fokus.
- Miten datan läpikäyminen jaetaan tiimin kesken.
- Mitä dataa voidaan mahdollisesti jättää huomiotta.
- Päätteläänkö pienempää datajoukkoa syvällisesti tutkimalla, että miten lähestytään isompaa datajoukkoa.
- Miten analyysivaihe dokumentoidaan.

Aineiston perusteella vastauksia haettiin kysymykseen, "minkälainen yleisesti on merikapteenin työympäristö ja työkuulttuuri". Lähestymistapa datan analysointiin ei ole tiedossa. Tutkielmassa esiteltävä menetelmä, Life Based Design -malli sekä Ulrich ja Eppingerin (1995) vaatimusmäärittelyn toteutustavat sopisivat luontevaksi jatkoksi aineiston analysointiin. Aineistossa oli melko paljon keskustelua, jota ei voitu suoraan käyttää aineistona. Toki niiden kautta voisi vielä uudelleen tutkimalla saada joitain lisätietoja johonkin tutkimuskysymykseen osaan liittyen. Kognitiivisen tehtäväanalyysin käytössä jatkotutkimuksissa sekä jo aineistonkeruuvaiheessa olisi suositeltavaa huomioda Crandallin ym. (2006) ehdottama säännönmukaisuuksien etsiminen kognitiivisessa tehtäväanalyysissä. Niitä voidaan etsiä seuraavan listan mukaan ja haastateltavan vastauksia analysoimalla:

- Mitä hän tekee ja aistii
- Mitä hän ajattelee
- Mitä hän ihmettelee tai mistä hän on huolissaan.
- Mitä tietoa hän etsii ja mistä
- Odotukset ja toiveet
- Päätöksenteko
- Ongelmanratkaisu
- Havaintovihjeet
- Poikkeuksien havaitseminen

Aineistosta tuli esiin, että tietoa oli melko kattavasti kerätty edellä kuvattujen kysymysten mukaisesti, vaikkakin painotukset jakautuivat datassa hieman epätasaisesti. Esimerkiksi aisti-informaation käsittely sai melko vähän huomiota, kuten myös havaintovihjeet. Toisaalta, tiedon etsimistä, ihmettelyn aiheita ja huolissaan olemista sekä tiedon etsimistä, odotuksia ja toiveita sekä ongelmanratkaisua ja päätöksentekoa käsiteltiin monipuolisesti, vaikkakaan ei kovin sy-

vällisesti. Puutteet syvällisyydessä ovat kuitenkin selitettävissä sillä, että kyseessä oli alkuvaiheen alustava haastattelu.

Jos nyt läpikäydyn aineiston kaltaisiin, myöhempiin tutkimuksiin liittyvää haastattelutekniikkaa ja kysymyksiä halutaan kehittää ja tarkentaa, menetelmän mukaan niitä voidaan testata seuraavan Willis ja Lesserin (1999) kysymyksiä arvioivien kohtien mukaan:

- Lukeminen: pystyykö haastattelija lukemaan kysymyksen samalla tavalla kaikille eri vastaajille.
- Ohjeistukset: Etsi ohjeistuksista, esittelyistä ja selityksistä virheitä vastaajan näkökulmasta
- Selkeys: tunnista mahdolliset tutkittavalle henkilölle kommunikoitaviin tarkoitukseen tai merkityksiin liittyvät ongelmat.
- Oletukset: Päätele mahdolliset oletuksiin tai taustalla olevaan logiikkaan liittyvät ongelmat.
- Tiedot ja muisti: tarkista onko vastaajalla ongelmia asiantuntemukseen tai muistamiseen liittyen.
- Arkaluontoisuus ja ennakkoasenteet: arvioi kysymyksiä arkaluontoisuuden, sanamuotojen ja ennakkoasenteiden näkökulmista.
- Vastauskategoriat: arvioi taltioitavan vastausvalikoiman laajuuden sopivuus.
- Muut ongelmat: ne ongelmat, jotka eivät tulleet tässä esille

Sen todentaminen, että olisivatko kaikki aineiston kysymykset voitu lukea samoin kaikille eri vastaajille, on ilman lisätutkimusta mahdotonta arvioida. Näin kuitenkin menetelmän puitteissa kuuluisi tehdä. Haastattelija ei varsinaisesti etsinyt vastaajan näkökulmasta virheitä, mutta kysyi usein tarkentavia kysymyksiä. Kysymykset olisivat yleisesti ottaen voineet olla selkeämpiä ja myös sisältää vähemmän oletuksia. Esimerkiksi seuraava kysymys, *Niin no reeferit on erikseen tiettenkin, kaikki (-) ja näin*, on hieman epäselvä ja sisältää oletuksen. Haastateltavan puheista tuli selkeästi ilmi hänen asiantuntemuksensa eikä arkaluontoisuutta tai ennakkoasenteita ilmennyt niin paljon, että se olisi tuottanut aineistoon ongelmia. Vastausvalikoiman laajuuden sopivuuden arviointi vaatii perusteellista haastatteluaineiston suunnittelua ja suunnitteluvaiheen sisällöstä ei ole tarkkoja tietoja.

Newell ja Simon (1972) käyttivät ongelmanratkaisuun liittyvässä tutkimustyössään hyödyksi muun muassa protokolla-analyysiä. Se tarjoaa yhden lisätutkimuksen keinovalikoimaan. Sen avulla voidaan taltioitua ääneiden ajattelua analysoimalla saada muodostettua melko tarkkojakin kuvauksia tutkittavaan tilanteeseen osallistuvan henkilön ajattelusta. Nyt analysoidun haastatteluaineiston jälkeen tulisi mahdollisesti suunnitella erilaisia ääneiden ajatteluun perustuvia tutkimustilanteita. Niiden kautta hieman avoimeksi jääneet Life Based Design -mallin mukaiset suunnittelukysymykset saisivat mahdollisesti lisätarkennuksia, erityisesti käyttöliittymiin ja järjestelmän toimintoihin liittyvien ihmisen ajattelun sisältöjen osalta.



Stewart, Shamdasani ja Rook (2009) mukaan fokusryhmähaastattelut so- pivat erityisen hyvin laadullisten samanlaisuuksien ja eroavaisuuksien selvittä- miseen. Tästä syystä ne on otettu mukaan esiteltävään menetelmään, jotta haas- tattelukysymysten laadusta voidaan varmistua ja lisäksi löytää erilaisten kysy- mystapojen välillä ilmenevät semanttisen merkityserot. Tutkimus, johon tutkit- tu aineisto liittyy, voisi saada lisävarmuutta myöhempiin ja tarkempiin sekä syvällisempiin haastatteluihin hyödyntämällä fokusryhmiä kysymysten laadin- nassa. Lisäksi Greenberg, Carpendale, Marquardt ja Buxton (2011) kertovat esimerkiksi ajatusluonnoksia käytetyn apuna muun muassa kommunikoinnin ja käyttäjäkokemuksen kehittämisessä. Menetelmän osana se tarjoaisi nyt kuva- tun tutkimushaastattelun jatkotutkimuksiin yhden tavan tutkia Life Based De- sign -mallin käyttäjäkokemukseen liittyviä kysymyksiä.

## 5.4 Johtopäätökset

Läpikäydyn aineiston sisältö tarjoaa pääpiirteisiä ja yleisiä tietoja kohdealueella toimivan ekspertin (merikapteeni) ajattelusta työtehtävässään. Aineisto valaisee Life Based Design -mallin mukaisten suunnittelukysymysten kautta saatavaa kohdeympäristöön liittyvää ontologiaa, mutta jää monilta osin silti puutteelli- seksi, erityisesti havaintoinformaation käsittelyyn ja käyttöliittymien soveltu- vuuteen liittyviltä osilta. Menetelmän osana toteutettava, huolellisesti valmistel- tu protokolla-analyysi tarjoaisi lisätutkimukseen toimivan ja ongelmakenttää avaavan ja tarkentavan apuvälineen.

Lisäksi verrattuna menetelmän ehdottamaan tapaan valmistella kysymyk- set ja taata niiden laatu, aineiston kysymykset ja niitä seuraavat vastaukset oli- vat jossain määrin jäsentymättömästi muodostettuja. On kuitenkin huomioitava, että aineisto on tarkoitettu alkuvaiheen kartoitusten tekemiseen ja aineistoon ei tältä osin voida kohdistaa painokasta kritiikkiä tai arvostelua. Tarkoitus on en- nemminkin ehdottaa tapoja toteuttaa tutkimusta tästä eteenpäin.

Aineiston keräämisen suunnitellut henkilö ei ollut suunnitellut kysymys- patteria Life Based Design -mallin mukaisesti eikä sitä voida oletusarvoisesti odottaakaan. Silti mallin soveltamista tutkimuksen suunnittelussa sekä ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksen selvittämisessä suositellaan. Etähallintakes- kuksen, laivan ohjaamiseen ja navigointiin liittyvien toimintojen vaatimusmää- rittelyiden laatiminen tähän mennessä kerätyn aineiston pohjalta on mahdoton- ta. Menetelmä kykenee osoittamaan tarpeellisuutensa aineiston keräämisen ja analysoinnin suhteen. Kuitenkin tulevat tutkimukselliset hankkeet ja projektit auttavat myös hiomaan menetelmästä vielä toimivamman.

## 6 YHTEENVETO

Tutkielman alkuosissa kuvattiin joitain menetelmän käytön kannalta oleellisia kognitiotieteen käsitteitä, termistöä ja ajattelumalleja. Sen jälkeen kuvattiin menetelmä ja tavat, joilla niitä voidaan soveltaa tutkimustyössä. Menetelmän yleisiin kuvauksiin suuntaviivoja ja periaatteista on soveltavin osin haettu alan kirjallisuudesta (Hirsjärvi & Hurme 2015; Bower ja Clapper 1989; Chi 2014; Ericsson, Krampe & Tesch-Römer 1993).

Yhteenveto toimii sekä aiemmin esitellyn menetelmän kuvauksen tiivistelmänä ja lyhennelmänä että yhteenvetona menetelmän rakenteesta ja käytöstä. Se on siis alkuosaltaan menetelmän rakennetta kuvaava abstraktio. Menetelmän taustalla olevat teoreettinen pohja ja liitännä kognitiotieteen tutkimusperinteesen esiteltiin varsinaisessa menetelmän teoreettisessa kuvauksessa. Yhteenvetodon alkuosan jälkeen kuvattavat esimerkit ovat lyhyitä otteita kuhunkin tutkimuksen vaiheeseen sopivasta toimintatavasta. Kokonaisen tutkimuksen kuvaaminen tarkasti alusta loppuun asti ei olisi mielekäästä. Esimerkit keskittyvät enimmäkseen meriliikenteessä kohdattavien tilanteiden tutkimiseen siitä näkökulmasta, että tarkoituksena on tutkia laivan miehistön toimintaa, ajattelua ja ajattelun sisältöjä. Esimerkissä kuvattavan tutkimuksen tulosten myötä voitaisiin muun muassa saada lisävihjeitä siitä, milloin ihmisen tulisi puuttua autonomisen järjestelmän toimintaan ja mistä syystä.

Menetelmä soveltuu monissa erilaisissa työtilanteissa toimivien henkilöiden ajattelun sisältöjen eksplikoimiseen. Tällaisia tutkittavia työtilanteita voisivat esimerkiksi olla,

- kaivinkoneen kuljettaminen liukasta ja savista rinnettä pitkin onnistuneesti ja onnettomuusriskit minimoiden
- pelastushenkilöstön toteuttama savusukellus kerrostaloasunnossa
- pitkäkestoisesta tietyömaasta johtuvien poikkeavien liikennejärjestelyjen laadun ja turvallisuuden parantaminen
- konttialusten lastaamiseen tarkoitettun autonomisen järjestelmän kehittäminen

- ja ensiapupoliklinikan avustavien järjestelmien kehittäminen ja osittainen autonomisointi hoidon laadun parantamiseksi
- autonomisen laivaliikenteen suunnittelu.

Edelliset olivat vain muutamia esimerkkejä niistä aloista ja työtilanteista, joissa toimivien ihmisten ajattelun sisältöjä voidaan menetelmällä tutkia. Menetelmän on tarkoitus olla mahdollisimman universaali, monikäyttöinen ja joustava. Menetelmän osien järjestystä voidaan tarvittaessa muuttaa tutkimuksen tarpeiden ja luonteen mukaan. Lisäksi tiedonkeräämiseen liittyviä osia voidaan jättää käyttämästä, jos ne eivät tutkimuksen toteuttamisen kannalta vaikuta mielekkäältä.

## 6.1 Ajattelun ja toiminnan erittely

Menetelmää käytettäessä on ensiarvoisen tärkeää ymmärtää joitain ajattelun ja toiminnan suhteeseen liittyviä seikkoja. Ihmisen toiminta on tarkoitushakuista. Automatisoituneissa toiminnoissa ihminen ei välttämättä tiedosta tai sanoita toimintansa tavoitteita. Ei-automatisoituneessa toiminnassa tavoitteet ovat eksplisiittisempiä ja toimijoilla paremmin tiedossa. Toiminnan taustalla vaikuttavat erilaiset kognitiiviset prosessit ja ajattelu sekä lopulta ajattelun sisällöt. Toiminta ohjaa tai vähintään vaikuttaa ihmisen ajatteluun eli erilaisten ärsykkeiden pohjalta hän mielensä malleja ja skeemoja hyödyntäen rakentaa tilanteisiin liittyviä mentaalisia representaatioita. Mentaaliset representaatiot ovat symbolien joukkoja, jossa symbolit ovat sekä keskinäisissä suhteissa toisiinsa, mutta ovat myös eräänlaisia linkkejä lyhytkestoisessa muistissa olevien ajattelun osien ja pitkäkestoiseen muistiin taltioituneiden, opittujen asioiden välillä.

Vaikka toiminta vaikuttaa ihmisen ajatteluun kulloisellakin hetkellä, myös toiminta muuttaa suuntiaan ja luonnettaan ihmisen ajattelun pohjalta toteutuvan käyttäytymisen seurauksena. Ajattelu ja toiminta ovat keskenään jatkuvasa vuorovaikutuksessa Ajattelun ja toiminnan rooleja sivutaan yhteenvedon rakennekuvauksessa meriliikenne-esimerkin eri osissa.

## 6.2 Menetelmän rakenne

Tässä kappaleessa kuvataan menetelmän rakenne abstraktilla tasolla, eräänlaisena skriptinä, jota seuraamalla tutkimuksen etenemistä ja toteuttamista voidaan hallita. Tarkemmat sisällöt eri kohdissa kuvattuihin asioihin löytyvät tutkielmassa aiemmin kuvatusta, teoreettisemmasta menetelmäkuvauksesta tai yhtäläillä tätä rakennekuvausta seuraavista esimerkeistä. Menetelmän rakenne on seuraavanlainen:

- Tutkimus- ja ongelma-alueen rajaus

*Määritellään,*

- ongelma tai tarve, johon tutkimus kohdistuu
- minkälainen tutkimuksen lopputuloksen tulisi olla
- minkälaiset ihmiset voivat kertoa tutkittavasta aiheesta
- minkä tyyppisestä eksperttiydestä tai kognitiosta halutaan saada tietoa
- minkä tyyppiset tilanteet kertovat eniten tutkittavasta aiheesta.

- Haastattelut

*Tiedonkeruumenetelmä*

*Kerää dataa pääasiassa kvalitatiiviseen käyttöön*

*Pyrkii saamaan selville ihmisen ajattelua, johonkin toimintaan liittyen.*

*Sisältää vaiheet:*

- Tutkittavien henkilöiden valinta ja määrä (fokusryhmään)  
*Fokusryhmän avulla arvioidaan eksperttien haastatteluja varten suunnitteleminen kysymysten relevanttius ja oikeellisuus tutkimuskysymystä ja -asetelmaa vasten.*  
*Ryhmän jäsenten valinnassa tulisi huomioida,*
  - osaamistasovaatimukset
  - kokemus tutkimuskysymykseen nähden
  - hierarkioiden vaikutus (minimoidaan tai joissain tapauksissa maksimoidaan)
  - kulttuuriset tekijät ja vaikutukset
  - tehokkuus vastaan hyödyt (ryhmän koko)
- Virheiden havaitseminen ja kysymysten korjaaminen (fokusryhmän avulla)  
*Osallistujilta toivottavat näkökulmat:*
  - Lukeminen: *pystyykö haastattelija haastattelutilanteessa lukemaan kysymyksen samalla tavalla kaikille eri vastaajille.*
  - Ohjeistukset: *Etsi ohjeistuksista, esittelyistä ja selityksistä virheitä vastaajan näkökulmasta.*
  - Selkeys: *tunnista mahdolliset tutkittavalle henkilölle kommunikotaviin tarkoitukseen tai merkityksiin liittyvät ongelmat.*
  - Oletukset: *Päättele mahdolliset oletuksiin tai taustalla olevaan logiikkaan liittyvät ongelmat.*
  - Tiedot ja muisti: *tarkista onko vastaajalla ongelmia asiantuntemukseen tai muistamiseen liittyen.*
  - Arkaluontoisuus ja ennakoasenteet: *arvioi kysymyksiä arkaluontoisuuden, sanamuotojen ja ennakoasenteiden näkökulmista.*
  - Vastauskategoriat: *arvioi taltioitavan vastausvalikoiman laajuuden sopivuus.*
  - Muut ongelmat: *ne ongelmat, jotka eivät olleet mukana edellä esitetyissä ongelmakategorioissa.*

- Haastattelun toteuttaminen (eksperteillem)

*Haastattelijan tulee pyrkiä saamaan vastauksiin täsmennyksiä seuraavien näkökulmien pohjalta:*

- Ymmärtäminen/tulkinta: *kysytään tarkemmin esimerkiksi, mitä jokin termi tarkoittaa*
- Omin sanoin kertominen: *pyydetään haastateltavaa toistamaan kysymys hänen omin sanoin*
- Luotettavuuden arviointi: *kysytään onko haastattelijaa aivan varma jostain asiasta*
- Mieleenpalauttaminen: *pyydetään haastateltavaa palauttamaan mieleensä jokin kysymykseen liittyvä aiempi tapahtuma tai asia*
- Täsmäntäminen: *Kysytään haastateltavalta lisäperusteluja vastaukseensa*
- Yleiset kysymykset: *Kysytään esimerkiksi sitä, kuinka haastateltava päätyi vastaukseensa tai minkälaista kysymykseen vastaaminen oli (helppoa/vaikeaa) ja mistä syystä. Voidaan myös kysyä syytä vastaamisessa epäröintiin.*

- Protokolla-analyysi

*on sekä tiedonkeruun että analysoinnin menetelmä.*

*Yhdistää toisiinsa kiinteästi sekä toiminnan että siihen liittyvän ajattelun.*

*Analysoi, ryhmittelee ja lajittelee ajattelua muun muassa toiminnan, toiminnan välineen ja kohteen sekä kontekstin ominaisuuksien ja toistuvuuden perusteella.*

- Tutkijan tulisi muun muassa huomioida,
  - tuleeko verbalisointi mahdollisesti häiritsemään tutkittavan tehtävän suorittamista
  - vaikuttaako työssä normaalisti vallitseva puhumattomuus verbalisoinnin mahdollisuuksiin
  - korreloiko verbalisointi riittävästi kognitiivisten prosessien kanssa
  - vaikuttaako mahdollinen tehtävän suorittamisen kiireellisyys protokollan laatuun
  - vääristääkö sosiaalinen tilanne verbalisoinnin toteuttamista (odotettu käyttäytyminen)
  - miten mahdollisesti rajallinen sanavarasto vaikuttaa tutkimustilanteen onnistumiseen
  - ja liittyykö tutkittavaan tilanteeseen esimerkiksi sellaisia laitteistojen käytön verbalisointiin liittyviä haasteita, joissa verbalisointi onnistuu vasta kun tilanteeseen liittyy ongelmanratkaisua.
- Tehtävätilanteen suunnittelu ja verbaalisen protokollan kerääminen (toteuttaminen liittyy vahvasti toimintaan):
  - Suunnitellaan yhdessä tutkimusryhmään kuuluvien eksperttien ja tutkijoiden kanssa

- Tutkittavan henkilö ajattelee ääneen kaikki tutkittavassa tilanteessa ja toiminnassa ilmenevät ajatuksensa
    - Taltioidaan videoaineistoksi
  - Protokolladatan valmistelu analyysiä varten (lähestyy ajattelua toiminnan näkökulmasta):
 

*Tutkimusryhmän tutkijoiden ja eksperttien tulee aloittaa datan valmistelu,*

    - yleisten toiminnan vaiheiden etsimisellä koko taltioinnista
    - etsimällä kaikista toiminnan vaiheista toimintakokonaisuuksia
    - jakamalla materiaali jokaisessa toimintakokonaisuudessa peräkkäisiksi vaiheiksi, jossa jokainen niistä edustaa erillistä ajatusta tai toimintaa.

*Toiminnan vaiheiden, siihen liittyvien kokonaisuuksien etsiminen ja ryhmittely riippuu tutkittavasta alueesta, mutta se voi sisältää esimerkiksi,*

    - sosiaalisia suhteita
    - ajanilmaisuja
    - asioiden luokkia
    - mittayksiköitä

Lisäksi kerätylle datalle tehdään,

    - transkriptio
    - koodaus (parantaa tilastointia ja yleistettävyyttä)
  - Oikeellisen ja hyödyllisen informaation löytäminen
    - Aukkojen etsiminen protokollasta ja niiden täyttäminen esimerkiksi aineistoa yhdistelemällä ja koko aineistoa tarkastelemalla.
    - Erotettava toisistaan koodaus ja analysointi
  - Sisältöanalyysi, sekvenssianalyysi ja analyysi mallien avulla (keskittyy pääasiassa ajatteluun ja sen sisältöihin, verraten niitä kuitenkin toimintaan)
    - Sisältöanalyysissä lasketaan sanojen tai sisältöelementtien frekvenssejä
    - Sekvenssianalyysi perustuu työskentelyn ja ajattelun vaiheiden tunnistamiseen ja analysointiin
    - Mallit ovat joko kaavioita tai laskennallisia malleja (ACT/Soar)
- Ajatusluonnokset (Collaborative sketching)
 

*Intuiitiivinen ideointi- ja tiedonkeruumenetelmä*

*Menetelmänä ajattelukeskeinen*

*Käytetään, kun tutkittava ongelma on pystytty määrittelemään*

*Kehitetään suunnitteluongelmista graafisia representaatioita*

  - Tutkimusasetelman suunnittelu
 

*Suunnittelussa tulisi huomioida, että*

- luonnosteluun valittavat henkilöt edustavat tutkimuskysymykseen vastaamisen kannalta sopivaa ryhmää
- tutkimuskysymyksen oikeanlainen ja tarkka kommunikointi tutkittaville henkilöille on onnistumisen perusedellytys
- osallistuvien henkilöiden määrä pysyy siinä määrin kohtuullisena, että koko proseduurin läpikäynti ei muodostu osallistujille liian raskaaksi.
- Jälkikeskustelun rungon suunnittelussa tulisi huomioida,
  - mistä syistä luonnostelijat kussakin kohdassa päätyivät valitsemiinsa muutoksiin
  - minkälaiset aiemmat oppimistilanteet ja kokemukset mahdollisesti ovat johtaneet luonnostelijoiden tekemiin valintoihin
  - mitä virheitä tai puutteita he kokivat korjaavansa saamiinsa luonnoksia parannellessaan
  - mikä kunkin mielestä omissa luonnoksissa on huonompaa tai parempaa kuin muiden luonnoksissa
- Proseduuuri
  - *Luonnostelun aikana,*
  - jokaiselle luonnostelijalle jaetaan kaksi paperiarkkia
  - ensimmäisen vaiheen kesto on 10 minuuttia
  - kierroksen ensimmäisen vaiheen aikana henkilö A tekee oman luonnoksensa.
  - seuraavien peräkkäisten vaiheiden kesto on 7,5 minuuttia (luonnostelun ohjaaja jakaa paperit kussakin vaiheessa, jotta luonnostelija ei tiedä kuka hänen saamansa luonnoksen on tehnyt tai kuka sen tekemiseen on aiemmin osallistunut)
  - kierroksen toisen vaiheen kohdalla henkilö B tekee sekä oman luonnoksensa että korjaa henkilön A luonnosta.
  - seuraavien vaiheiden aikana kukin seuraavista luonnostelijoista saa vuorollaan kaksi luonnosta, joista molempia hän halutessaan muuttaa
  - luonnostelun aloittanut henkilö A ei saa takaisin itse alussa aloittamaansa luonnosta, vaan hän korjaa vain yhden eli sen luonnoksen, johon hän ei vielä ole tehnyt muutoksia.

*Luonnostelukierroksen jälkeen luonnoksia vertaillaan ja kommentoidaan yhdessä. Keskustelutilaisuus taltioidaan osaksi tutkimuksen kokonaisaineistoa.*

- Kognitiivinen tehtäväanalyysi  
*Sisältää sekä tiedonkeruun että analyysin vaiheet. Tiedonkeruuosat kuvattiin alkuvaiheessa.*  
*Keskittyä ajattelun analysointiin ja kuvaamiseen*

*Tutkii ajattelua jossain tehtäväympäristössä eli sen kautta ajattelu ja toiminta linkittyvät toisiinsa*

- Analysointia toteutettaessa dataa tulisi tarkastella kokonaisuutta ajatellen seuraavista näkökulmista:
  - Tulisi pyrkiä löytämään asioita, jotka poikkeavat ennakkoon oletetuista.
  - Tulisi pyrkiä löytämään asioita, jotka aiemmin eivät olleet tiedossa.
  - Miten datan avulla voidaan ymmärtää jokin ilmiö erilaila kuin aiemmin.
  - Tarkoitus on analysoida dataa pintaa syvemältä.
  - Dataa tulisi tarkastella vähemmän itsestään selvistä näkökulmista.

- Valmistelu
  - tavoitteensa on mahdollistaa siirtyminen epäformaalista ja intuitiivisesta tutkimusprosessista jäseneltyyn vaiheeseen
  - suoritetaan haastatteluihin ja havainnointeihin liittyvän datan valmistelu ja analysointitiimin muodostaminen.
  - datataltioinnit viimeistellään ja niitä tarkastellaan alustavasti
  - arvioidaan kaiken kerätyn datan riittävyys ja tarkkuus
  - datasta mahdollisesti löytyneitä aukkoja pyritään tutkimukseen sopivin keinoin täyttämään
  - varmistetaan siitä, että kaikki aiemmin kerätty data esitetään johdonmukaisesti (merkitään selvästi ja tunnistettavasti ja kirjoitetaan puhtaaksi akronyymit avaten)

*Analysointitiimin tulee löytää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:*

- Mihin kysymyksiin datasta haetaan vastauksia.
  - Mikä on datan analysoinnin suhteen lähestymistapa ja fokus.
  - Miten datan läpikäyminen jaetaan tiimin kesken.
  - Mitä dataa voidaan mahdollisesti jättää huomiotta.
  - Päätelläänkö pienempää datajoukkoa syvällisesti tutkimalla, että miten lähestytään isompaa datajoukkoa.
  - Miten analyysivaihe dokumentoidaan.
- Datan jäsentely (lähestyy ajattelun ymmärtämistä)

*Datan jäsentelyssä on tarkoitus alkaa ymmärtää datan yleistä rakennetta ja aloitetaan sen organisointi. Jotta tämä on mahdollista, tulee analysointitiimin,*

- pilkkoa data erillisiin osiin
- tarkastella datan eri osia
- varmistua datan luotettavuudesta.
- eritellä ongelmakohtat
- muodostaa datasta mahdollisesti listoja, lajitteluja, koodauksia, luetteloita, frekvenssejä ja tilastollisia kuvauksia.



*Datan osien tunnistamisella auttavat seuraavat kysymykset:*

- Mihin tutkittava henkilö kohdistaa huomionsa ja minkä hän jättää huomiotta?
- Mitä hän tekee ja aistii?
- Mitä hän ajattelee?
- Mitä hän ihmettelee tai mistä hän on huolissaan?
- Mitä tietoa hän etsii ja mistä?

*Datan osien tunnistamista voidaan jatkaa seuraavan jaottelun mukaisesti:*

- Mitkä ovat toimintaympäristöön ja kontekstiin liittyviä ärsykejä ja tai havaintovihjeitä?
- Mitkä asiat toimintaympäristössä ovat staattisia ja mitkä muuttuvia?
- Ketkä tai mitkä ovat toimintaympäristössä olevia toimijoita?
- Mikä heidän roolinsa on toiminnan näkökulmasta?
- Mitä heidän työvälineensä ja niiden merkitykset ovat?
- Mikä heidän toimintansa kohde on?

*Dataa voidaan jäsentää luokittelemalla tai luetteloimalla se,*

- listoiksi
  - lajitelmiiksi
  - kategorioiksi
- tunnistamalla erikseen jokainen vaihe eri tekijöiden pohjalta, joita voivat muun muassa olla:*
- odotukset ja toiveet
  - päätöksenteko
  - ongelmanratkaisu
  - poikkeuksien havaitseminen

○ Merkityksien etsiminen

*Keskittyy vahvasti ajatteluun (jossain toiminnassa)*

- Tavoitellaan keskeisten kysymysten, aiheiden ja merkityksistä juontuvien uusien seikkojen tunnistamista.
- Dataa jäsenellään, yhdistetään sekä sen osia vertaillaan ja etsitään niiden välistä kontrastia.
- Merkityksien etsimisen vaiheessa on mahdollista luoda esimerkkejä, kategorioita, teemoja, erotteluja sekä esiintyvyyteen ja määriin liittyviä järjestykseen asettamisia.
- Analysointiprosessin fokus siirtyy yksittäisten tallenteiden arvioinnista koko tutkimusdatan yleiseen luonnehdintaan

*Paikallistetaan datasta merkittävät löydöt ja oivallukset ja arvioidaan, tulevatko tutkimusdatan osissa havaitut yksittäiset konseptit ja suhteet yhdenmukaisesti esiin myös laajemmin koko tutkimusdatassa*

*Merkityksen etsimisen vaiheita ovat:*

- Datan osien yhdistäminen ja yhtenäistäminen: *Voidaan toteuttaa organisoimalla listat, kategoriat ja datan koodaus yleis-*

*luontoisemmiksi joukoiksi, kuten esimerkiksi vaikeat päätökset sekä niihin liittyvät vihjeet ja strategiat sisältäviksi taulukoiksi.*

- *Säännönmukaisuuksien kuvaaminen: Tunnistetaan datasta mallit, teemat tai vihjeet. Voidaan esimerkiksi luetteloida kriittiset vihjeet.*
  - *Puuttuvien asioiden tunnistaminen: Paikallistetaan aukko kohdat ja poikkeavuudet vastakkain asettamalla ja vertailemalla eri datan osia keskenään. Voidaan esimerkiksi havaita, että jotkin kriittiset tiedot jaetaankin työtilanteessa epätasaisesti eri toimijoille, vaikka kaikki tarvitsisivat tiedot.*
  - *Eri ryhmien välisten samanlaisuuksien ja erilaisuuksien arviointi: Asetetaan esimerkiksi taidoiltaan erilaiset ryhmät tai toisistaan poikkeavat työasetelmat vastakkain.*
  - *Tilastollisten analyysien esittäminen: Esimerkiksi ryhmien sekä niiden keskinäisten erojen ja suhteiden empiirinen arviointi.*
- *Löytöjen uudelleen kuvaukset:*  
*Tavoitteena on tehdä löydettyt asioiden merkitykset näkyviksi ja tuoda esiin datasta löydettyjen asioiden kulku (ja ajattelun sisältö).*  
*Mentaalisina representaatioina narratiivit ja kronologiat*
- *Narratiivit esittävät ajattelun sisältävät tapahtumat järjestyksessä sen mukaan, miten ne vaiheina erottuvat toisistaan, ikään kuin tarinana*
  - *Kronologiat ovat representaatioita, joissa tapahtumat ja niiden muutokset kuvataan aikajanalla*
- *Tutkimusdatan yhdistely (Haastattelut, protokolla-analyysi, ajatteluluonnokset ja lokidata)*  
*Tutkimusdatan yhdistelyn vaiheessa data sekä yhdistetään että yhdistetään jostain tai joistain valitusta näkökulmasta (esimerkiksi päätöksenteko).*  
*Kaikki tutkimuksen data on käytettävissä*  
*Datan järjestely ja taulukointi,*
- *osoittaa päätöksenteon avainkohdat ja niihin vaikuttavat tekijät*
  - *painottaa suorituskyyyn vaikuttavien haasteiden, informaation, strategian ja virheiden osuutta ja merkitystä*
  - *mahdollistaa yksilöllisemmän datan yhdistämisen ja arvioinnin*
  - *mahdollistaa yleistettävempien löydösten kuvaamiseen*
  - *tuo esiin kokonaiskuvan tutkittavasta tilanteesta, mutta sisältäen*
  - *voi välittää erilaisia näkökulmia dataan*
  - *voi auttaa havaitsemaan havaita sen, kuinka eri kontekstin oleelliset osat linkittyvät kognitiivisen suorituskyyyn osiin.*

- Tulosten laadun arviointi:
  - Arviointi lepää pitkälle eksperttien osaamisen varassa
  - Voidaan toteuttaa simuloimalla tutkimuksen tuloksia  
*Simuloidaan eri henkilöiden kanssa kuin tutkimusvaiheessa*  
*Jos toteutetaan simulaatio,*
    - Ennen simuloitavaa tutkimustilannetta tutkittavat henkilöt ohjeistetaan toimimaan tutkimuksen tulosten mukaisella tavalla
    - Verrataan tutkimuksen aiempien vaiheiden toimintaa ja nyt uusilla ohjeilla toteutettavaa toimintaa.
    - Tilanne tulee toistaa useita kertoja eri eksperttien kanssa.
    - Jos tilanteessa toimimisen seuraukset ovat alkutilanteen vastaavia parempia, ovat tulokset uutta tietoa tarjoavia.
    - Jos tilanteessa toimimisen seuraukset ovat alkutilanteen vastaavia heikompia, tarjoavat tulokset uutta tietoa, mutta sitä ei välttämättä voida soveltaa käytäntöön.
    - Kahdessa edellisessä tilanteessa tulee kuitenkin esiin eksperttien mentaalisten representaatioiden ja ajattelun sisältöjen soveltuvuus tilanteeseen eli ne joko paljastavat ajatteluriskejä tai parempia toimintamalleja
- Tulokset tutkimuskysymyksen valossa
  - Jos aiemmassa vaiheessa on todettu, että tutkimus on tuonut uutta tietoa kohdealueella toimimiseen ja eksperttien ajattelun sisältöihin liittyen,
    - tarkastellaan lopputulosta tutkimuskysymystä vasten.
    - Jos tutkimukseen on liittynyt hypoteesi, se joko vahvistuu tai heikkenee, ja voi myös kuvata kohdealueella toimimiseen liittyvää ajattelua ja sen sisältöjä
    - Jos tutkimuksessa ei ollut hypoteesia, on tulos kuvaus kohdealueella toimimiseen liittyvästä ajattelusta ja sen sisällöistä

Seuraavissa kappaleissa kuvataan menetelmän soveltamisen proseduurit meriliikenteeseen liittyvän esimerkin avulla. Esimerkeissä kuvataan kuhunkin vaiheeseen liittyen sen oleelliset kohdat ja vaiheet. Esimerkeistä huolimatta

yhteenvedo pyrkii olemaan astetta abstraktimpi ja pääpiirteisempi esitys menetelmästä kuin aiemman Menetelmä-osan kuvaus on.

Seuraavissa esimerkeissä on käytetty tarkkuuden ja realismin mahdollistamiseksi hyödyksi Trafin (2017) meriliikenneonnettomuuksiin liittyvien tutkimusraporttien onnettomuuskuvauksia, mutta esimerkit eivät silti datan arvojen puolesta tarkasti vastaa tosielämässä toteutuneita tapauksia. Seuraavaksi esiteltävä tutkimus on lähtenyt liikkeelle tarpeesta tutkia sellaisessa tilanteessa toimivan ekspertin ajattelun sisältöjä, jossa laiva on vaarassa joutua pohjakosketukseen. Tutkimuksen suunnitteluun, yhdessä tutkijaosapuolen kanssa osallistuu kolme meriliikennealan eksperttia. He ovat työurallaan olleet mukana tilanteessa, jossa laiva on saanut pohjakosketuksen. Heidän kanssaan suunnitellaan haastatteluissa käytettävät kysymykset, mahdollisesti simuloinnin esiasetukset, ajatteluluonnostelun lähtötilanne ja tavoitteet. Lisäksi heidän kanssaan käydään läpi protokolla-analyysin analyysivaihe ja he osallistuvat vuoroillaan myös fokusryhmäkeskusteluihin keskustelun statistin roolissa keskustelujen vetäjän (tutkija) rinnalla. Myös tulosten arvioinnissa ja mahdollisesti siihen liittyvän uuden simuloinnin suunnittelussa ja toteuttamisessa heillä on tärkeä roolinsa.

Muiden meriliikennealan eksperttien osallistumista tarvitaan tutkittavan henkilön ominaisuudessa fokusryhmähaastatteluissa, haastatteluissa, simulaattorityöskentelyssä ja siihen liittyvässä äänenajattelussa (protokolla-analyysi) sekä ajatusluonnostelussa ja tulosten arvioinnissa.

### 6.3 Tutkimus- ja ongelma-alueen rajaus

Tutkimus- ja ongelma-alueen rajaus -kappale, aiempi menetelmän teoreettinen kuvaus ja tämä osa perustuvat soveltuvin osin Crandall, Klein ja Hoffmanin (2006) kirjallisuudessa esiin tulleisiin ideoihin ja näkemyksiin. Tutkimus toteutetaan ensisijaisesti kvalitatiivisena tutkimuksena, mutta niin, että osaa aineistosta voidaan tarvittaessa tarkastella myös kvantitatiivisesta näkökulmasta. Kaikki tutkimuksen eri vaiheissa syntyvät aineistot nimetään kuvaavasti ja yhdenmuotoisesti, ja kaikkia aineistoja voidaan käyttää tulosten muodostamisessa hyödyksi. Aluksi tulee määritellä,

- ongelma tai tarve, johon tutkimus kohdistuu
- minkälainen tutkimuksen lopputuloksen tulisi olla
- minkälaiset ihmiset voivat kertoa tutkittavasta aiheesta
- minkä tyyppisestä eksperttiydestä tai kognitiosta halutaan saada tietoa
- ja minkä tyyppiset tilanteet kertovat eniten tutkittavasta aiheesta.

Esimerkkitapauksessa edelliset määritellään ja rajataan seuraavasti:

- *Ongelma tai tarve, johon tutkimus kohdistuu:* Kuinka hallitaan onnistuneesti (ilman karilleajoa tai pohjakosketusta) tilanne, jossa muun meriliikenteen aiheuttaman häiriön takia 70-110 metriä pitkä, syväyksel-

tään 5,5-7,0 metrinen ja brutoltaan 3900-4200-tonninen rahtialus joutuu tekemään käännöksen, joka on säteeltään merkittävästi alle suositellun (5 x aluksen pituus) olosuhteissa, joissa voimakas tuuli ja aallokko painavat laivaa voimakkaasti epäedulliseen suuntaan.

- *Lopputulokset:* Älykkään ja autonomisen teknologian kehittämiseksi tarvittavien, tilanteeseen liittyvän ajattelun sisältöjen esiin saaminen siitä näkökulmasta, että milloin ihmisen tulisi ottaa alus ohjaukseensa ja mistä syystä. Lisäksi tulisi saada tiedot sen määrittelyyn, että mitkä ovat autonomiselle laitteelle asetettavat vaatimukset kuvatussa ongelmatilanteessa.
- *Minkälaiset ihmiset voivat kertoa tutkittavasta aiheesta:* Edellä kuvatun tyyppisessä aluksessa toimivat tai kuvatunlaisessa tilanteessa aiemmin olleet eksperttitasoiset päällystön jäsenet.
- *Minkä tyyppisestä eksperttiydestä tai kognitioista halutaan saada tietoa:* Halutaan saada tietoa sellaisesta eksperttiydestä, johon liittyvät mentaaliset representaatiot sisältävät sellaisten ajatusrakenteiden sisältöjä, joiden avulla voidaan muodostaa paras mahdollinen kuva taidokkaan henkilön toiminnasta kuvatussa tilanteessa. Halutaan lisäksi saada selville tutkittavien henkilöiden tilanteessa hyödyntämä implisiittinen ajattelu, joka mahdollisesti tarjoaa lisävihjeitä sekä taidokkaan toiminnan taustalla vaikuttavasta ajattelusta että tilanteessa toimimisen kannalta parhaan mahdollisen mallin luomisessa. Lisäksi halutaan saada tietoa siitä, minkälaisia tulisi autonomisen järjestelmän toimintojen ja käyttöliittymän olla kuvatunlaisessa tilanteessa
- *Minkä tyyppiset tilanteet kertovat eniten tutkittavasta aiheesta:* Simulaattorissa edellä kuvattujen määritysten ja rajausten pohjalta luodut simuloitujen tilanteet sekä mahdolliset tutkittavan henkilön aiemmin tosielämässä kokemat vastaavat tilanteet.

## 6.4 Haastattelut

Haastattelut koostuvat eri vaiheista, joita ovat tutkittavien henkilöiden valinta ja määrä, virheiden havaitseminen ja kysymysten korjaaminen sekä haastattelun toteuttaminen. Nämä eri vaiheet ja niiden käyttö menetelmässä perustuvat sovelletusti yhdistelmään alan kirjallisuudesta (Kitzinger 1995; Crandall, Klein & Hoffman 2006; Willis 2005; Greenbaum 1998; Basch 1987; Oppenheimin 1966; Grovesin 1991; Willis & Lesser 1999) löytyviä hyviä toimintatapoja. Haastattelu on tiedonkeruutekniikka, joka muodostuu seuraavista osista: tutkittavien henkilöiden valinta ja määrä, kysymysten testauksen suunnittelu, virheiden havaitseminen ja kysymysten korjaaminen sekä haastattelujen toteuttaminen. Haastattelujen toteuttaminen koostuu kahdesta eri osasta eli haastattelussa käytettävien kysymysten testauksesta fokusryhmän kanssa ja varsinaisista haastatteluista eksperttien kanssa. Varsinaisissa haastatteluissa käytettävät kysymykset ovat alun alkaen valittujen, tutkimuskysymyksen kannalta riittävän osaamisen

omaavien eksperttien laatimia. Ekspertit laativat tutkittavaan tilanteeseen liittyvät kysymykset yhdessä tutkijoiden kanssa pyrkien kohdistamaan kysymysten sisällöt mahdollisimman hyvin, toisaalta tutkimusalueella toimimisen kannalta relevantteihin ja ajattelua esiintuoviin kohtiin ja toisaalta tutkimuskysymyksen mahdollisimman kattavasti huomioiviin seikkoihin. Tutkimuksen tulosten kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että haastatteluissa läpikäytävät kysymykset ovat kohdealueeseen ja tutkimuskysymykseen nähden relevantteja ja mahdollisimman hyvin ajattelun sisältöjen esiin saamista mahdollistavia.

#### **6.4.1 Tutkittavien henkilöiden valinta ja määrä**

Tutkimus- ja ongelma-alueen rajauksessa on sovittu, että tutkitaan sitä, kuinka hallitaan onnistuneesti (ilman karilleajoja tai pohjakosketusta) tilanne, jossa muun meriliikenteen aiheuttaman häiriön takia 70-110 metriä pitkä, syväykseltään 5,5-7,0 metrinen ja brutoltaan 3900-4200-tonninen rahtialus joutuu tekemään käännöksen, joka on säteeltään merkittävästi alle suositellun (5 x aluksen pituus) olosuhteissa, joissa voimakas tuuli ja aallokko painavat laivaa voimakkaasti epäedulliseen suuntaan. Lisäksi on todettu hyväksi, että edellä kuvatun tyyppisessä aluksessa toimivat tai kuvatulaisessa tilanteessa aiemmin olleet eksperttitasoiset päällystön jäsenet ovat sopivia henkilöitä tutkimukseen. On myös huomioitava, että meriliikenne on kansainvälinen ala ja sillä toimivat henkilöt voivat edustaa useita erilaisia kulttuureja ja kansallisuuksia, jotka tuovat mukanaan niiden vaikutukset sekä ajatteluun että toimintaan. Jotta haastatteluissa esitettävien kysymysten käytettävyys muodostuisi riittävän laajaksi, on osan fokusryhmään osallistuvien henkilöiden kansallisuuksista hyvä olla jokin muu kuin tutkimukset toteuttajatahon kotimaa.

Lisäksi sillä, että fokusryhmähaastattelujen osallistujamäärät ovat suuret, saavutetaan parempi lopputuloksen laatu ja parannetaan mahdollisuuksia saada esiin kaikki mahdolliset läpikäytäviin kysymyksiin liittyvät puutteet ja virheet. Toisaalta liian isot ryhmäkoot aiheuttavat sen, että puhe aika yhden henkilön osalta jää vähäiseksi. Tämän suhteen tehdään kompromissi. Haastateltavia ryhmiä on kolme, mutta jokaisessa on maksimissaan kuusi henkeä. Pyritään lisäksi rekrytoimaan toiminta-alueelle tyyppillisissä hierarkioissa mahdollisimman samantasoisia henkilöitä, ja mielellään mahdollisimman monia samoista työyhteisöistä. Näin tehden ehkäistään valta-asemien vaikutukset ja toisaalta vapautetaan ilmapiiriä sekä mahdollistetaan työyhteisön dynamiikan positiiviset vaikutukset ryhmähaastattelutilanteessa. Näiden pohjalta valitaan fokusryhmiin henkilöt seuraavien kriteerien pohjalta:

- homogeeniset ryhmät hierarkian, taitotason ja tutkittavaan alueeseen liittyvän kokemuksen osalta
- heterogeeninen ryhmä kulttuurien ja kansallisuuksien osalta
- mahdollisimman moni osallistujista samoista työyhteisöistä, mutta ei pelkästään silti yhdeltä toimijalta

Fokusryhmään valinnassa tulee yleisesti huomioida ainakin:

- osaamistasovaatimukset
- kokemus tutkimuskysymykseen nähden
- hierarkioiden vaikutus (minimoidaan tai joissain tapauksissa maksimoidaan)
- kulttuuriset tekijät ja vaikutukset
- tehokkuus vastaan hyödyt (ryhmän koko)

Jokainen tutkimusryhmä voi luonnollisesti itse lisätä tai poistaa fokusryhmää koskevia kriteerejä oman tutkimusalueensa edellytysten mukaisesti, mutta edelliset muodostavat kriteeristön rungon.

#### 6.4.2 Virheiden havaitseminen ja kysymysten korjaaminen

Eksperttien kohdealueen tutkimiseksi laatimien kysymysten käytettävyyttä arvioidaan fokusryhmäkeskustelujen avulla. Keskusteluja pidetään kolme kappaletta kolmelle eri ryhmälle (esimerkissä 6 henkeä yhdessä ryhmässä). Kysymykset käydään kussakin ryhmässä yhdessä läpi ja niiden kuvaavuutta, ymmärrettävyyttä ja soveltuvuutta arvioidaan ryhmän kesken. Haastattelijan kanssa keskusteluja vetää, lähinnä statistin roolissa ekspertti, joka ymmärtää aihealueeseen kuuluvat asiat. Keskustelun vetäjä (tutkija) pyrkii ohjaamaan keskustelua niin, että siihen osallistuvat henkilöt toisivat kysymyksiin liittyvissä puheenvuoroissaan esiin mielipiteensä seuraavista näkökulmista:

- *Lukeminen*: pystyykö haastattelija haastattelutilanteessa lukemaan kysymyksen samalla tavalla kaikille eri vastaajille.
- *Ohjeistukset*: Etsi ohjeistuksista, esittelyistä ja selityksistä virheitä vastaajan näkökulmasta.
- *Selkeys* : tunnista mahdolliset tutkittavalle henkilölle kommunikoitaviin tarkoituseriin tai merkityksiin liittyvät ongelmat.
- *Oletukset*: Päättele mahdolliset oletuksiin tai taustalla olevaan logiikkaan liittyvät ongelmat.
- *Tiedot ja muisti*: tarkista onko vastaajalla ongelmia asiantuntemukseen tai muistamiseen liittyen.
- *Arkaluontoisuus ja ennakoasenteet*: arvioi kysymyksiä arkaluontoisuuden, sanamuotojen ja ennakoasenteiden näkökulmista.
- *Vastauskategoriat*: arvioi taltioitavan vastausvalikoiman laajuuden sopivuus.
- *Muut ongelmat*: ne ongelmat, jotka eivät olleet mukana edellä esitetyissä ongelmakategorioissa.

Fokusryhmäkeskusteluissa esiin tulleita, haastattelukysymyksiin liittyviä ongelmia ja korjaustarpeita:

- *Lukeminen:* Joissain kulttuureissa päällystö ja kansimiehistö ovat niin vähän keskenään tekemisissä lepoajoilla, että jotkut miehistön dynamiikkaan ja henkilösuhteisiin liittyvät kysymykset eivät olleet relevantteja (jopa monikulttuurisessa miehistössä).
  - o *Muutos:* jätä nämä kysymykset pois tai muotoile ne uudelleen tai laadi uudet, kulttuuriset erot huomioivat kysymykset.
- *Ohjeistukset:* Haastattelun alustuksessa ei kuvattu riittävän tarkasti muiden miehistön jäsenten rooleja. Kommentoijaksi jäi joiltain osin epäselväksi. Oletettavasti roolit ovat kysymyksen laatineelle henkilölle niin selkeitä, että hän ei huomannut kuvata niitä riittävän tarkasti.
  - o *Muutos:* Kuvaa haastattelun kysymysten lähtötilannetta kuvaava alustus roolien osalta tarkemmin.
- *Selkeys:* Tutkaruudun tarkkailu tarkoittaa toisille keskittynyttä, vain tarkkailun käsittävää toimintaa ja toisille se tarkoittaa asian mielessäpitämistä ja hetkittäistä ruudulla olevan tilanteen tarkastamista.
  - o *Muutos:* Tehtävä tarkennuksia intensiteettiä ja ajankäyttöä kuvaaviin kysymyksiin.
- *Oletukset:* Kysymykset olettavat kaikkien haastateltavien työympäristöissä satamien läheisyydessä olleen aina mahdollisuus hinaaja-avun käyttöön.
  - o *Muutos:* Tee tarkentavia lisäkysymyksiä sellaisten tilanteiden ajattelun selvittämiseksi, joissa ei ole ollut mahdollisuutta hinaaja-avun käyttöön.
- *Tiedot ja muisti:* Asiantuntemuksen tai osaamisen puutteiden vaikutusta kysymysten ymmärtämiseksi ei havaittu.
- *Arkaluontoisuus ja ennakoasenteet:* Yhdessä kysymyksessä toimijan oletettiin automaattisesti tarkistavan kaikuluotaimen kuvaaman informaation, vaikka kysymyksellä oli tarkoitus selvittää, tarkistaako henkilö informaation vai ei.
  - o *Muutos:* Muutetaan kysymyksen rakenne tarkoituksenmukaisemmaksi.
- *Vastauskategoriat:* Mahdollisen vastausvalikoiman arvioidaan kattavan tutkimuksen kannalta riittävän määrän kategorioita ja olevan tarpeeksi laaja.
- *Muut ongelmat:* Huomattiin tarve lepoaikoihin liittyvälle lisäkysymykselle.
  - o *Muutos:* Kehitettiin kysymys, *oliko haastateltavaan liittyvää, riittämätön lepoaika kaikkien miehistön jäsenten tiedossa.* Kysymys muotoiltiin fokusryhmään statistina osallistuvan ekspertin, tuktijan ja fokusryhmäläisten yhteistyönä sekä myös sen sopivuus arvioitiin yhdessä.

Fokusryhmässä testattuja, arvioituja ja korjattuja kysymyksiä voidaan käyttää seuraavassa vaiheessa eli eksperttien kanssa läpikäytävissä haastatteluissa.



### 6.4.3 Haastattelun toteuttaminen

Kun kysymykset on fokusryhmähaastattelujen avulla testattu ja todettu käyttökelpoisiksi, voidaan aloittaa kahdenkeskiset haastattelut eksperttien kanssa. Haastatteluihin osallistuvien eksperttien lukumäärää ei voi yksiselitteisesti määrittellä, koska se riippuu tutkimuksen kohdealueen luonteesta ja myös haastateltaviksi saatavien eksperttien määrästä. Haastateltavien eksperttien kokemuksen ja osaamisen tulisi täyttää kokonaan tutkimukseen osallistuviin henkilöihin suunnitteluvaiheessa liittyvät kriteerit. Yleisenä sääntönä voidaan ajatella, että mitä useampaa eksperttia haastatellaan, sitä kattavampi aineistokokonaisuus saadaan muodostettua. Haastattelijan tulee kysymysten esittämisen lisäksi rohkaista haastateltavaa henkilöä vapaaseen keskusteluun, sillä kaikki koko tutkimuksen aikana kerättävä tutkimusaineisto taltioidaan ja on myöhemmin tuloksia muodostettaessa käytettävissä. Haastattelijan tulee tarpeen mukaan pyytää vastauksiin täsmennyksiä seuraavan mallin mukaisesti:

- Ymmärtäminen/tulkinta: kysytään tarkemmin esimerkiksi, mitä jokin termi tarkoittaa
  - o "Mitä laivatutkaan liittyvä JRC tarkoittaa?"
  - o "Mitä käytännössä merikartan leimaaminen tarkoittaa?"
- Omin sanoin kertominen: pyydetään haastateltavaa toistamaan kysymys hänen omin sanoin
- Luotettavuuden arviointi: kysytään onko haastattelija aivan varma jostain asiasta
  - o "Olitko tosiaan ollut jo 10 minuuttia yksin kannella?"
  - o "Et siis nähnyt paapuurissa linjaloistoa lainkaan?"
- Mieleenpalauttaminen: pyydetään haastateltavaa palauttamaan mieleensä jokin kysymykseen liittyvä aiempi tapahtuma tai asia
  - o "Kummalla puolella viittaa siviilialus oli, laivan ja viitan välissä vai viitan toisella puolella?"
- Täsmittäminen: Kysytään haastateltavalta lisäperusteluja vastaukseensa
  - o "Voitko tarkentaa, oliko kyseisessä aluksessa tutkaheijastin?"
  - o "Mistä päättelit hyrräkompassin menneen epäkuuntoon?"
- Yleiset kysymykset: kysytään esimerkiksi sitä, kuinka haastateltava päätyi vastaukseensa tai minkälaista kysymykseen vastaaminen oli (helppoa/vaikeaa) ja mistä syystä. Voidaan myös kysyä syytä vastauksissa epäröintiin.
  - o "Mistä tiesit siinä olevan karin, vaikka sitä ei ole merkitty karttaan eikä siinä ole edes viittaa?"
  - o "Mistä tiesit, että sinun tulee ottaa ruorilla 5 astetta vasemmalle, vaikka kurssi oli kohdallaan?"

## 6.5 Protokolla-analyysi

Protokolla-analyysi muodostuu useasta eri vaiheesta, joiden soveltaminen osana tässä tutkielmassa esiteltävää menetelmää perustuu soveltuvin osin alan kirjallisuudesta (Newell & Simon 1972; Ericsson & Simon 1984; Bainbridge & Sanders 1995; Kuipers & Kassirer 1984; Kuusela & Pallab2000) löytyneisiin hyviin vihjeisiin ja protokolla-analyysin toteuttamisen yleisesti tunnettuihin periaatteisiin. Protokolla-analyysin avulla voidaan tutkia ja päätellä ihmisen kognitiivisia prosesseja, kuten syitä henkilön tekemille päätöksille ja valinnoille sekä tuotua esiin henkilön ajatteluun vaikuttavat tiedonkäsittelyprosessit. Menetelmä toteutetaan (verbalisoinnin) ääneenajattelun kautta siten, että tutkittava henkilö puhuu kaikki mieleensä tulevat ajatukset ääneen koko tutkittavan tehtävän ajan.

Protokolla-analyysin avulla toteutettava tiedonkerääminen voidaan suorittaa luonnollisessa tapahtumaympäristössä, laboratorio-olosuhteissa (kontrolloidut kokeet) tai simulaattorissa. Ennen protokolla-analyysin toteuttamisessa tulee arvioida onko suunniteltu toteuttamisen tarkkuus relevantti muodostettavan aineiston laatuvaatimuksen suhteen. Lisäksi protokolla-analyysin toteuttajan tulee pohtia,

- tuleeko verbalisointi mahdollisesti häiritsemään tutkittavan tehtävän suorittamista
- vaikuttaako työssä normaalisti vallitseva puhumattomuus verbalisoinnin mahdollisuuksiin
- korreloiko verbalisointi riittävästi kognitiivisten prosessien kanssa
- vaikuttaako mahdollinen tehtävän suorittamisen kiireellisyys protokollan laatuun
- vääristääkö sosiaalinen tilanne verbalisoinnin toteuttamista (odotettu käyttäytyminen)
- miten mahdollisesti rajallinen sanavarasto vaikuttaa tutkimustilanteen onnistumiseen
- ja liittyykö tutkittavaan tilanteeseen esimerkiksi sellaisia laitteistojen käytön verbalisointiin liittyviä haasteita, joissa verbalisointi onnistuu vasta kun tilanteeseen liittyy ongelmanratkaisua.

### 6.5.1 Tehtävätilanteen suunnittelu ja verbaalisen protokollan kerääminen

Tutkimukseen liitettävän ja protokolla-analyysin avulla tutkittavan tehtävätilanteen tulee tarkoituksenmukaisella tavalla mahdollistaa tutkimuskysymykseen vastaaminen ja noudattaa tutkimuksen rajauksia. Tutkimusryhmään osallistuvien eksperttien ja tutkijoiden yhdessä laatima tutkimusasetelma merilii-kenne-esimerkin mukaisesti voisi olla seuraava:

- Toteutetaan laivasimulaattorissa, koska tutkittavan tilanteen vaatiman aidon olosuhteen rakentaminen on kohtuuttoman kallista ja myös vaarallista.
- Tutkitaan sellaisessa tilanteessa toimivan ekspertin ajattelun sisältöjä, jossa laiva on vaarassa joutua pohjakosketukseen.
- Kuinka hallitaan onnistuneesti (ilman karilleajoa tai pohjakosketusta) tilanne, jossa muun meriliikenteen aiheuttaman häiriön takia 93 metriä pitkä, syväykseltään 6,61 metrinen ja brutoltaan 4010-tonninen rahi-alus joutuu tekemään käännöksen, joka on säteeltään merkittävästi alle suositellun (5 x aluksen pituus) olosuhteissa, joissa voimakas tuuli ja aallokko painavat laivaa voimakkaasti epäedulliseen suuntaan.
- Lähtötilanne simulaattorissa:
  - o Väylän syvyys 6,8 metriä.
  - o Väylä tarkasti itä-länsisuunnassa, jossa tutkittavassa kohdassa lännenpuoleisella osalla käännös kahden saaren välistä suoraan pohjoiseen.
  - o Laivan kulkusuunta väylän mukaisesti länteen ja käännöksen jälkeen pohjoiseen.
  - o Idästä puhaltavan tuulen nopeus kovan tuulen ja myrskytuulen väliltä eli 18-22 m/s.
  - o Aallokon suunta poikkeaa noin 45 astetta tuulen suunnasta ja sen tulosuunta on kaakko. Merkitsevä aallonkorkeus on 2,4 m.
  - o Tutkittava henkilö toimii päällikkönä ja hänen lisäkseen vahdissa olevat henkilöt ovat perämies, konemestari ja kansimies.
  - o Laivan navigointilaitteet: kaksi tutkaa, tutkan näyttölaite, hyrärakompassi, magneetikompassi, kaikuluotain, kaksi GPS-laitetta ja automaattiohjaus.
  - o Aloitustilanne:
    - Kompassisuunta on 267, suunta pohjan suhteen 267,4 ja nopeus pohjan suhteen 12,8 solmua.
    - Laivan suunta ja sijainti väylän suhteen on vaihdellut eli on ilmennyt mutkailua.
    - Laiva on joutunut tekemään voimakkaan väistöliikkeen väylän oikealla puolella olleen suurehkon siviilialuksen liikkeiden takia (ei radioyhteyttä, äänimerkinantoja käytetty).
    - Suoraan pakan suunnassa on väylämerkki, joka tulisi kiertää väylän puolelta.
    - Väylämerkin kohdalla kurssin tulisi lähestyä pohjoista ja saarten väliä.

Protokolla kerätään siten, että tutkittavaa henkilöä pyydetään ajattelemaan äänen kaikki tehtävän suorittamisen aikana mieleen tulevat ajatukset. Jos tutkija huomaa, että tutkittava henkilö mahdollisesti jättää ajatuksiaan verbalisoimatta, tulee hänen kysyä mahdollisia tarkennuksia. Tutkijan tulee kuitenkin välttää tilanteeseen puuttumista, jotta tutkittava tilanne säilyy mahdollisimman autent-

tisena. Videotallioitu aineisto tulee transkriptioida eli kirjoittaa kaikki tutkittavan henkilön puhe tekstiksi niin, että kirjoitusasu vastaa puhetta äännetasolla.

### 6.5.2 Protokolladatan valmistelu analyysiä varten

Kerätty aineisto valmistellaan analysointia varten niin, että siitä tunnistetaan yleinen protokollan rakenne, se jaetaan tarkoituksenmukaisiin osiin sekä siitä päätellään mentaalisten aktiviteettien rakenne ja siinä käytetään muodollista kuvailevaa kieltä. Protokollan yleinen rakenne voidaan tunnistaa useilla eri tavoilla, joita voisivat olla (meriliikenne-esimerkin mukaisesti):

- Yleisten toiminnan vaiheiden etsiminen koko taltioinnista, kuten *pidä kurssi, vähennä nopeutta, lisää nopeutta, aloita käännös* jne.
- Etsimällä kaikista toiminnan vaiheista toimintakokonaisuuksia, kuten *tarkkaile kompassisuuntaa ja nopeuden lisäämisen yhteydessä, tarkkaile kaikuluotainta väylän reunaan lähestyttäessä* jne.
- Jakamalla materiaali jokaisessa toimintakokonaisuudessa peräkkäisiksi vaiheiksi, jossa jokainen niistä edustaa erillistä ajatusta tai toimintaa (esimerkki alla).

Materiaali voidaan jakaa tarkoituksenmukaisiin osiin sen mukaan, että osat sisältävät erillisen mentaalisen prosessin. *Ilmaisu, Kallistelu on epätavallisen voimaksasta, vaikka aaltojen suunta on vastainen ja tuulee lähes kohtisuoraan, joten on ehkä paras korjata kurssia 5 astetta vasempaan*, voidaan kirjoittaa muotoon:

1. *Kallistelu on epätavallisen voimaksasta*
2. *vaikka aaltojen suunta on vastainen*
3. *ja tuulee lähes kohtisuoraan*
4. *joten on ehkä paras korjata kurssia 5 astetta vasempaan*

Mentaalisia aktiviteetteja voidaan päätellä ryhmittelemällä lauseita semanttisen sisällön, kuten pronominiinien ristiviittausten tai toisiinsa kuuluvien asioiden mukaan. Näiden pohjalta on myös mahdollista hallita aineistoa tilastollisesta näkökulmasta eli esimerkiksi etsimällä eri asioiden luokkien tai muuttujien esiintyvyyttä. Toiminnan vaiheiden, siihen liittyvien kokonaisuuksien etsiminen ja ryhmittely riippuu tutkittavasta alueesta. Esimerkkejä ryhmittelystä ja niihin liittyvästä koodaustavasta:

- Sosiaalisissa suhteissa: *Tuntee X:n ja tuntee Y:n* tai *missä X ja Y*. X ja Y edustavat tiettyä tutkittavan henkilön ilmaisemaa tiedon luokkaa.
- Ajanilmaisuuksissa: *Keskimääräinen kesto on 1 tunti ja 30 minuuttia*, voidaan esittää muodossa *muuttuja-arvo* eli *KESTO 1.30*.
- Luokat ja mittayksiköt:

- a. Nopeus tällä hetkellä on 16 solmua sopii malliin muuttujarvo eli NOPEUS 16.
- b. Meillä täytyy olla 5 solmun nopeus ennen kuin voimme aloittaa käännöksen suuntaan 186, voidaan muuttujien avulla asettaa muotoon: Kun MUUTTUJA:lla on ARVO, silloin TOIMINTA aiheuttaa MUUTTUJA:lle ARVO:n eli Kun NOPEUS 5, aloitetaan KÄÄNNÖS ja SUUNTA 186.

### 6.5.3 Oikeellisen ja hyödyllisen informaation löytäminen

Tutkittavan henkilön verbalisoinnissa olevia aukkoja voidaan paikata ja konstruoida aineistosta tutkimuksessa käytettävää materiaalia. Tutkittava henkilö voi olla verbalisoinut asioita, jotka väistämättä ovat seurausta ei-verbalisoidusta ajattelusta. Eksplisiittisistä ilmauksista voidaan päätellä taustalla vaikuttavia ajattelun mekanismeja. On kuitenkin huomioitava, että koodaus ja analyysi eivät ole sama asia. Esimerkiksi,

yhdistämällä rivit (5-10),

5. lue VAIHE PITUUS
- 6-8. lue VAIHE AIKA ALUSSA
10. AIKA JÄLJELLÄ = X

ja rivit (12-14),

- (5.) 12. lue VAIHE PITUUS
- (6-8.) lue VAIHE AIKA ALUSSA  
lue aika nyt
13. AIKA TOISTASEKSI = aika nyt - aika alussa
- (10.) 14. AIKA JÄLJELLÄ = vaihe pituus - aika toistaiseksi

mahdollistetaan se, että toisaalla toteutunut verbalisoitu ajattelu kuvaa toisaalla toteutunutta verbalisoimatonta ajattelua. Rivien 12-13. perusteella voidaan päätellä, mitä henkilö ajatteli kohdissa 5-10.

### 6.5.4 Sisältöanalyysi, sekvenssianalyysi ja analyysi mallien avulla

Sisältöanalyysi toteutetaan valittujen sanojen tai koodauskategorioiden frekvenssejä laskemalla. Voidaan esimerkiksi laskea kuinka usein koodatussa aineistossa esiintyy sana *ruorikulma*. Voidaan myös laskea fraasien ryhmittelyjen määriä. Esimerkiksi voitaisiin laskea fraasien ryhmät, jotka on koodattu sanan *tarkkailu tai kääntöliike* alle. Lisäksi sisältöä voidaan analysoida ajankäytön suhteen, kun tutkittava henkilö suoritti kategoriaan *kääntöliike* liittyvä asioita.

Sekvenssianalyysit perustuvat työskentelyn ja ajattelun vaiheiden analysointiin. Protokollan jaksottaisuuden analysoinnin voi kuvata analysoimalla protokollan rakennetta, jonka tutkittava henkilö ilmaisee enemmän implisiittisesti kuin eksplisiittisesti. Toimintaympäristöä ja taltiointia tutkimalla, jaksojen aineistosta etsiminen voidaan (aineistosta riippuen) toteuttaa joko fraasien

joukkoja tai yksittäisiä, usein esiintyviä fraaseja tunnistamalla. Saattaa näyttää siltä, että käyttäytymistä A seuraa käyttäytyminen B tai käyttäytyminen C, mutta yksittäinen aikaisemman ajattelun ulottuvuus voikin antaa vihjeen, milloin A:sta seuraa B ja milloin siitä seuraa C. Esimerkiksi voi olla, että vasemmalta edestä kohdattava aallokko saa tutkittavan henkilön muuttamaan ruorikulmaa välillä 5 ja välillä taas 7 astetta vasemmalle. Vaikka tutkittava henkilö ei olisi asiaa verbalisoinut, voidaan aiempia vaiheita tutkimalla päätellä, että jos tämänkokoisessa aallokossa ruorikulmaa käännetään 7 astetta vasemmalle, on tuullut tilanteeseen nähden keskimääräistä voimakkaammin paapuurin suunnasta.

Mallien avulla tehtävissä analyyseissä on kaksi keskeistä mallintamisen tapaa eli kaavioiden avulla tehtävä mallinnus ja laskennalliset mallit. Kaaviot ovat kvalitatiivinen tekniikka, jota käytetään protokollan sisällön, rakenteen ja vaiheiden kuvaamiseen. Protokolla-analyysiin pohjautuvissa laskennallisissa malleissa ideana on analysoida protokolla sellaisella tarkkuudella, että tutkittavan henkilön tehtävään liittyvän käyttäytymisen pohjalta voidaan rakentaa tietokoneohjelma.

## 6.6 Ajatusluonnokset (Collaborative sketching)

Ajatusluonnokset ovat yhteistyöpohjaisia intuitiivisia ideointimenetelmiä (*C-Sketch-menetelmä*). Siinä suunnitteluongelmista kehitetään graafisia representatioita. Menetelmä soveltuu käytettäväksi siinä vaiheessa, kun ongelma on jo pystytty määrittelemään. Suunnittelijat työskentelevät itsenäisesti kehittäen ehdottamastaan ongelmanratkaisusta ajatusluonnoksen etukäteen määritellyn ajan sisällä. Jokaisen suunnitteluvaiheen jälkeen luonnos siirretään seuraavalle suunnittelijalle. Kukin suunnittelija voi lisätä, muokata ja poistaa luonnoksesta osia, mutta hän ei saa poistaa koko luonnosta. Näin tehden kaikki luonnokset kulkevat vaiheittain koko suunnittelutiimin läpi. Jokainen suunnittelija lisää oman osansa luonnokseen. Lopputuloksena syntyy joukko ratkaisuehdotuksia. Luonnostelun lopuksi pidetään keskustelutilaisuus ja tutkittavat henkilöt myös täyttävät tutkimukseen liittyvän kysymyskaavakkeen. Ajatteluluonnosten soveltaminen nyt esiteltävään menetelmään perustuu alan kirjallisuudessa (Shah, Vargas-Hernandez, Summers & Kulkarni 2001; Shah, Kulkarni ja Vargas-Hernandez 2000; White, Wood & Jensen 2012) esitettyihin seikkoihin ja suositteluihin toteutustapoihin.

### 6.6.1 Tutkimusasetelman suunnittelu

Ajatteluluonnostelussa varioidaan suunnitteluongelman monimutkaisuudesta riippuen kahta muuttujaa, yksittäiselle osallistujalle varattua aikaa ja osallistujien määrää. Tutkimusasetelman suunnittelussa tulisi huomioida että,

- luonnosteluun valittavat henkilöt edustavat tutkimuskysymykseen vastaamisen kannalta sopivaa ryhmää
- tutkimuskysymyksen oikeanlainen ja tarkka kommunikointi tutkittaville henkilöille on onnistumisen perusedellytys
- osallistuvien henkilöiden määrä pysyy siinä määrin kohtuullisena, että koko proseduurin läpikäynti ei muodostu osallistujille liian raskaaksi.

Luonnostelun päätteeksi pidetään taltioitava keskustelutilaisuus, jossa osallistujat voivat arvioida toistensa luonnoksia ja perustella omia valintojaan. Lisäksi tehtävän suunnitteluun osallistuneet ekspertit ja tutkijat laativat kysymyssarjan, jonka avulla luonnosteluun osallistuneet henkilöt vastaavat laatijoiden tärkeiksi kokemuksiin kysymyksiin omin sanoin. Myös kyselyn tulokset siirtyvät osaksi tutkimuksen aineistokokonaisuutta. Suunnitteluun osallistuvien eksperttien ja tutkijoiden on hyvä muodostaa keskustelun runko, jotta varmistetaan oikeanlaisen tiedon esiin saaminen. Myös kysymyskaavakkeen laatimisessa kannattaa huomioida tutkimukseen liittyvät yleiset, mahdollisesti kaikkia osallistujia koskevat tietämykseen ja taitoihin liittyvät seikat tutkimuskysymyksen ja tutkimuksen laadun takaamisen näkökulmista. Keskustelutilaisuuden runkoa suunniteltaessa kannattaa huomioida muun muassa se,

- mistä syistä luonnostelijat kussakin kohdassa päätyivät valitsemiinsa muutoksiin
- minkälaiset aiemmat oppimistilanteet ja kokemukset mahdollisesti ovat johtaneet luonnostelijoiden tekemiin valintoihin
- mitä virheitä tai puutteita he kokivat korjaavansa saamiaan luonnoksia parannellessaan
- mikä kunkin mielestä omissa luonnoksissa on huonompaa tai parempaa kuin muiden luonnoksissa

Meriliikenne-esimerkissä yhtenä tutkimuskysymyksen osana oli seuraava tutkimukseen liittyvä tavoite: *Lisäksi halutaan saada tietoa siitä, minkälaisia tulisi autonomisen järjestelmän toimintojen ja käyttöliittymän olla kuvatuunlaisessa tilanteessa.* Lisäksi tutkimuksen ongelma ja tarve määriteltiin: *Kuinka hallitaan onnistuneesti (ilman karilleajoja tai pohjakosketusta) tilanne, jossa muun meriliikenteen aiheuttaman häiriön takia 70-110 metriä pitkä, syvyykseltään 5,5-7,0 metrinen ja brutoltaan 3900-4200-tonninen rahtialus joutuu tekemään käännöksen, joka on säteeltään merkittävästi alle suositellun (5 x aluksen pituus) olosuhteissa, joissa voimakas tuuli ja aallokko painavat laivaa voimakkaasti epäedulliseen suuntaan.* Luonnosteluun osallistuvien eksperttien tehtävänä on luonnostella sellainen käyttöliittymä ja toiminnallisuus, jonka käytön he kokisivat olevan tehokasta ja helppoa, jos he joutuisivat ottamaan kuvatussa tilanteessa aluksen etäkäyttöliittymän avulla takaisin hallintaansa.

## 6.6.2 Proseduuri

Luonnostelu toteutetaan niin että,

- jokaiselle luonnostelijalle jaetaan kaksi paperiarkkia
- ensimmäisen vaiheen kesto on 10 minuuttia
- kierroksen ensimmäisen vaiheen aikana henkilö A tekee oman luonnoksensa.
- seuraavien peräkkäisten vaiheiden kesto on 7,5 minuuttia (luonnostelun ohjaaja jakaa paperit kussakin vaiheessa, jotta luonnostelija ei tiedä kuka hänen saamansa luonnoksen on tehnyt tai kuka sen tekemiseen on aiemmin osallistunut)
- kierroksen toisen vaiheen kohdalla henkilö B tekee sekä oman luonnoksensa että korjaa henkilön A luonnosta.
- seuraavien vaiheiden aikana kukin seuraavista luonnostelijoista saa vuorollaan kaksi luonnosta, joista molempia hän halutesaan muuttaa
- luonnostelun aloittanut henkilö A ei saa takaisin itse alussa aloittamaansa luonnosta, vaan hän korjaa vain yhden eli sen luonnoksen, johon hän ei vielä ole tehnyt muutoksia.

Luonnostelukierroksen jälkeen luonnoksia vertaillaan ja kommentoidaan yhdessä. Meriliikenne-esimerkissä lopullisissa luonnoksissa voisi olla esimerkiksi seuraavia piirteitä:

- Näyttö, josta näkee välittömästi aluksen aiemmin kulkeman reitin ja,
  - a. sen hetkisen sijainnin GPS-näytöltä sekä kaikkien laivan muiden navigointilaitteiden tiedot
  - b. laivan fysiikalle mahdolliset tulevat reittivaihtoehdot (muuttuvat, jos ohjausparametreja muutetaan)
- Sillan ikkunoita simuloivat näytöt, joista näkyy reaaliaikainen kuva oikeasta tilanteesta vuorokaudenajasta riippumatta (lisäksi majakoiden, loistojen, linjamerkkien ja muiden vastaavien valot vahvennettuna)
- Ohjaimien tulisi muistuttaa mahdollisimman paljon laivan oikeita ohjaimia.

Sekä itse luonnoksia että sen jälkeen käydyn keskustelun taltiointia käytetään yhtenä osana tutkimuksen aineistokokonaisuudessa.



## 6.7 Kognitiivinen tehtäväanalyysi

Kognitiivisen tehtäväanalyysin soveltaminen osana nyt esiteltävää menetelmää perustuu suurimmalta osin alan kirjallisuudessa (Crandall, Klein & Hoffmanin 2006; Meister 1995; Klinger, Andriole, Militello, Adelman & Klein 1993; Davis, Eisenhardt & Bingham 2007; Schraagen, Chipman & Shalin 2000) kerrottuihin peruseriaatteisiin ja näkökulmiin. Kognitiivinen tehtäväanalyysi on väline tehtävien analysointiin kognitiivisesta näkökulmasta. Se muodostuu seuraavista osista: tiedonhankinta, tiedon analysointi ja tiedon esittäminen. Aiemmassa vaiheessa on suoritettu tiedonhankinta haastattelujen, protokolla-analyysin ja ajatteluluonnosten sekä näihin liittyvien keskustelujen avulla. Lisäksi simulaattori ja muut käytetyt teknologiat tarjoavat mahdollisesti lokitietoa tarkennuksi- en tekemiseksi.

Analysointi tässä yhteydessä tarkoittaa tutkittavan datan pilkkomista osiin, jotta voidaan ymmärtää siihen kuuluvat kokonaisuuden osat sekä niiden väliset suhteet. Kognitiivinen tehtäväanalyysi analyttinen osuus muodostuu seuraavista vaiheista:

- Valmistelu
- Datan jäsentely
- Merkityksien etsiminen
- Löytöjen uudelleenkuvaukset
- Tutkimusdatan yhdistely (Haastattelut, protokolla-analyysi, ajattelu- luonnokset ja lokidata)

Analysointia toteutettaessa dataa tulisi tarkastella kokonaisuutta ajatellen seuraavista näkökulmista:

- Tulisi pyrkiä löytämään asioita, jotka poikkeavat ennakkoon oletetuista.
- Tulisi pyrkiä löytämään asioita, jotka aiemmin eivät olleet tiedossa.
- Miten datan avulla voidaan ymmärtää jokin ilmiö erilalla kuin aiemmin.
- Tarkoitus on analysoida dataa pintaa syvemältä.
- Dataa tulisi tarkastella vähemmän itsestään selvistä näkökulmista.

### 6.7.1 Valmistelu

Tässä kappaleessa kuvataan valmisteluun liittyvät eri vaiheet periaatetasolla. Valmisteluvaiheessa,

- tavoitteensa on mahdollistaa siirtyminen epäformaalista ja intuitiivisesta tutkimusprosessista jäseneltyyn vaiheeseen
- suoritetaan haastatteluihin ja havainnointeihin liittyvän datan valmistelu ja analysointitiimin muodostaminen.
- datataltioinnit viimeistellään ja niitä tarkastellaan alustavasti
- arvioidaan kaiken kerätyn datan riittävyys ja tarkkuus

- datasta mahdollisesti löytyneitä aukkoja pyritään tutkimukseen sopivin keinoin täyttämään
- varmistutaan siitä, että kaikki aiemmin kerätty data esitetään johdonmukaisesti (merkitään selvästi ja tunnistettavasti ja kirjoitetaan puhtaaksi akronyymit avaten).

Analysointitiimin muodostavat sekä tutkijat että tutkimuksen suunnitteluvaiheessa mukana olleet ekspertit. Eksperttejä voidaan tarvittaessa ottaa mukaan lisää. Analysointitiimin tulee löytää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Mihin kysymyksiin datasta haetaan vastauksia.
- Mikä on datan analysoinnin suhteen lähestymistapa ja fokus.
- Miten datan läpikäyminen jaetaan tiimin kesken.
- Mitä dataa voidaan mahdollisesti jättää huomiotta.
- Päätelläänkö pienempää datajoukkoa syvällisesti tutkimalla, että miten lähestytään isompaa datajoukkoa.
- Miten analyysivaihe dokumentoidaan.

Kun tiimille on selvää mihin ja millä fokuksella vastauksia haetaan, mikä on työnjako, minkälainen data ei ole tarpeellista, mitkä ovat yleistämiskäytännöt ja dokumentoinnin tavat, tulee data järjestää sovitulla tavalla, mahdollisimman yhdenmukaiseen ja hallittavaan muotoon (nimeämiset, tittelöinti, dokumenttipohjat ja tiedonsiirron tavat). Valmisteluprosessin jälkeen siirrytään kohti systemaattista ja jäsenneltyä analysointiprosessia.

## 6.7.2 Datan jäsentely

Datan jäsentelyssä on tarkoitus alkaa ymmärtää datan yleistä rakennetta ja aloitetaan sen organisointi. Jotta tämä on mahdollista, tulee analysointitiimin,

- pilkkoa data erillisiin osiin
- tarkastella datan eri osia
- varmistua datan luotettavuudesta.
- eritellä ongelmakohdat
- muodostaa datasta mahdollisesti listoja, lajitteluja, koodauksia, luetteiloita, frekvenssejä ja tilastollisia kuvauksia.

Jotta dataa voidaan eri tavoin organisoida ja ymmärtää, täytyy se jakaa yksityiskohtaisempiin osiin. Se tapahtuu datan osien tunnistamisella, jossa auttavat seuraavat kysymykset:

- Mihin tutkittava henkilö kohdistaa huomionsa ja minkä hän jättää huomiotta?
- Mitä hän tekee ja aistii?
- Mitä hän ajattelee?

- Mitä hän ihmettelee tai mistä hän on huolissaan?
- Mitä tietoa hän etsii ja mistä?

Vaikka kyseessä olisi haastatteluilla, protokolla-analyysillä, ajatteluluonnoston keskustelulla tai jollain muulla tutkimukseen kuuluvalla tavalla kerätty data-aineisto, voidaan edellisen vaiheen valmistelun jälkeen dataa tarkastella yhtenäisenä aineistona. Datan osien tunnistamista voidaan edellisten esimerkkien lisäksi jatkaa myös seuraavan jaottelun mukaisesti:

- Mitkä ovat toimintaympäristöön ja kontekstiin liittyviä ärsykeitä ja tai havaintovihjeitä?
- Mitkä asiat toimintaympäristössä ovat staattisia ja mitkä muuttuvia?
- Ketkä tai mitkä ovat toimintaympäristössä olevia toimijoita?
- Mikä heidän roolinsa on toiminnan näkökulmasta?
- Mitä heidän työvälineensä ja niiden merkitykset ovat?
- Mikä heidän toimintansa kohde on?

Datan osien tunnistamisen myötä esiin saadut tutkittavan henkilön kognitiot ja toiminnan konteksti mahdollistavat datan tarkastelun tutkimuskysymystä vasten. Dataa voidaan nyt systemaattisesti jäsentää luokittelemalla tai luetteloimalla se listoiksi, lajitelmiksi tai kategorioiksi tunnistamalla erikseen jokainen vaihe eri tekijöiden pohjalta, joita voivat muun muassa olla:

- odotukset ja toiveet
- päätöksenteko
- ongelmanratkaisu
- poikkeuksien havaitseminen

Jäsentelyvaiheessa ei vielä ole tarkoitus sovittaa löydettyjä asioita yhteen, vaan datan sisältämän informaation tekeminen näkyväksi. Meriliikenteessä toimivan ekspertin yhteen tutkittavan toiminnan hetkeen sijoittuvaa toimintaa jäsentellessä jäsentely voisi olla lyhenneltynä olla seuraavanlainen:

TAULUKKO 11. Esimerkki: Ekspertin toiminnan jäsentely

Tiedon tyyppi	Sisältö
Tiedot omasta aluksesta	Pituus 93 metriä Syväys 6,61 metriä brutto 4010 tonnia
Tiedot navigointilaitteista	kaksi tutkaa tutkan näyttölaite hyrräkompassi magneettikompassi kaikuluotain kaksi GPS-laitetta automaattiohjaus

Vahdissa	päällikkö (tutkittava itse) perämies konemestari kansimies
Staattiset alkutiedot toimintaympäristöstä	Väylän syvyys 6,8 metriä Idästä puhaltavan tuulen nopeus kovan tuulen ja myrskytuulen väliltä eli 18-22 m/s. Aallokon suunta poikkeaa noin 45 astetta tuulen suunnasta ja sen tulosuunta on kaakko. Merkitsevä aallonkorkeus on 2,4 m
Vaihtelevat ympäristöön liittyvät tiedot	"Kompassisuunta on taitaa tällä hetkellä olla 267" "ja suunta pohjan suhteen 267,4" "Nopeus pohjan suhteen on näemmä 12,8 solmua" "Mutkittelua liikaa, on vaikea vakauttaa" "Ihan suoraan pakan suunnassa on nyt tuo väylämerkki" "Ollaan jo väylän reunalla" "Ruorikulmaa vasemmalle liian vähän"
Poikkeuksien havaitseminen	"Viitan kiertäminen väylän puolelta voi aiheuttaa törmäämisen"
Intuitio	"Ei voi antaa osua viittaaan" "Viittaaan osuminen voi aiheuttaa ohjauslaitteiden rikkoutumisen"
Päätöksenteko Toiminta	"Pakko kiertää väärältä puolelta" "Otan paapuurin, ettei osu" "Ruorikulma hetkeksi kokonaan vasemmalle"
Vihje -> ajaudutaan liian ulos	"Viitta sivuutettiin ja se jäi tyyrpuuriin, mutta ollaan liian poikittain väylällä ja vauhtia on..."
Vihje -> ei ajauduta liian ulos Odotukset ja toiveet	"Lähti jo kääntymään" "Jos linjamerkki tulee nyt näkyviin, niin ei ajauduttu liian ulos ja käännös ei menekään pitkäksi" "Linjamerkki jäi liian taakse ja ollaan ulkona, toivottavasti ei tule pohjakosketusta"
Aikaan liittyvä tekijät	"Olisiko käännös pitänyt aloittaa aiemmin?"

Kun tiedot on saatu jäsenneiltyä ja jaettua osiin, voidaan aloittaa merkityksien etsimisen vaihe.

### 6.7.3 Merkityksien etsiminen

Merkitysten etsimisen vaiheessa tavoitellaan keskeisten kysymysten, aiheiden ja merkityksistä juontuvien uusien seikkojen tunnistamista. Dataa jäsenellään, yhdistetään sekä sen osia vertaillaan ja etsitään niiden välistä kontrastia. Merkityksien etsimisen vaiheessa on mahdollista luoda esimerkkejä, kategorioita, teemoja, erotteluja sekä esiintyvyyteen ja määriin liittyviä järjestykseen asettamisia. Analysointiprosessin fokus siirtyy yksittäisten tallenteiden arvioinnista koko tutkimusdatan yleiseen luonnehdintaan. Tässä vaiheessa on tärkeää paikallistaa datasta merkittävät löydöt ja oivallukset ja lisäksi arvioida, tulevatko tutkimusdatan osissa havaitut yksittäiset konseptit ja suhteet yhdenmukaisesti esiin myös laajemmin koko tutkimusdatassa.

- *Datan osien yhdistäminen ja yhtenäistäminen:* Voidaan toteuttaa organisoimalla listat, kategoriat ja datan koodaus yleisluontoisemmiksi joukoiksi, kuten esimerkiksi vaikeat päätökset sekä niihin liittyvät vihjeet ja strategiat sisältäviksi taulukoiksi.
- *Säännönmukaisuuksien kuvaaminen:* Tunnistetaan datasta mallit, teemat tai vihjeet. Voidaan esimerkiksi luetteloida kriittiset vihjeet.
- *Puuttuvien asioiden tunnistaminen:* Paikallistetaan aukkokohdat ja poikkeavuudet vastakkain asettamalla ja vertailemalla eri datan osia keskenään. Voidaan esimerkiksi havaita, että jotkin kriittiset tiedot jaetaankin työtilanteessa epätasaisesti eri toimijoille, vaikka kaikki tarvitsisivat tiedot.
- *Eri ryhmien välisten samanlaisuuksien ja erilaisuuksien arviointi:* Asetetaan esimerkiksi taidoiltaan erilaiset ryhmät tai toisistaan poikkeavat työasetelmat vastakkain.
- *Tilastollisten analyysien esittäminen:* Esimerkiksi ryhmien sekä niiden keskinäisten erojen ja suhteiden empiirinen arviointi.

Merkitysten löytämisen vaiheessa on tavoitteena tunnistaa tutkittavien henkilöiden ajattelun sisältöjä paljastavasta datasta keskeiset kysymykset, aiheet ja teemat sekä seurata niiden muodostamia merkitysten ketjuja. Alla on lyhyt esimerkinomainen otos tilanteeseen liittyvästä, kriittisiä vihjeitä kuvaavasta taulukosta. Vihjeisiin liittyvät kuvaukset muodostavat keskenään merkityksien ketjuja.

TAULUKKO 12. Esimerkki: Tilanteeseen liittyvät kriittiset vihjeet

Vihje	Kuvaus
Oman aluksen liikkeet	<i>Alussa:</i> ”Kurssi on suoraan kohti viittaa” ”Keinuu aika voimakkaasti sivuaallokon takia (viittaa väistettäessä)” ”Sivumyötäinen tuuli vaikeuttaa kurssin pitämistä ja kurssi vaihtelee liikaa”

---

Asema väylään nähden	<p><i>Viitan sivuuttamisen jälkeen:</i>  "Käännetään nopeasti tyyrpuuriin isolla ruorikulmalla"  "Käännös on liian hidaski ja menee liian pitkäksi ennen käännöstä"  <i>Alussa:</i>  "Ollaan vielä juuri ja juuri väylällä, mutta kurssi on aivan liikaa ulos"</p>
Havainnot ympäristöstä	<p><i>Viitan sivuuttamisen jälkeen:</i>  "Ollaan ihan liikaa vasemmalla ja ulkona"  <i>Alussa:</i>  "Viitta on liian lähellä"  <i>Viitan sivuuttamisen jälkeen:</i>  "Viitta reilusti takana ja tyyrpuurissa"  "Pohjoissuuntaisen osan linjanmerkit jo nyt kohdalla ja linjassa, taitaa mennä käännös pitkäksi"  "Kompassineulan kääntyy hitaasti"</p>
Ajoitus	<p><i>Alussa:</i>  "Ei taida ehtiä enää kiertää väylän puolelta"  <i>Viitan sivuuttamisen jälkeen:</i>  "Olisi pitänyt alkaa heti alussa hidastaa"  "Ei ehdi kääntyä ennen matalaa"</p>

---

#### 6.7.4 Löytöjen uudelleenkuvaukset

Viimeisessä eli löytöjen uudelleenkuvaamisen vaiheessa tavoitteena on tehdä löydetyt asioiden merkitykset näkyviksi ja tuoda esiin datasta löydettyjen asioiden (ja ajattelun sisältö) kulku. Tässä vaiheessa löydetyt ja tutkitut asiat viestitetään, esitetään ja uudelleenkuvaataan. Edelliset voidaan muun muassa toteuttaa tapahtumakuvausten ja tapahtumiin liittyvien huomioiden, kaavioiden, karttojen, taulukoiden ja konseptikarttojen sekä aika- ja tapahtumajanojen avulla. Menetelmässä esitellään kaksi mentaalisen representaation muotoa eli *narratiivit* ja *kronologiat*.

##### Narratiivit

Ote meriliikenne-esimerkkiin liittyvästä narratiivisesta representaatiosta voisi näyttää seuraavanlaiselta:

1. *Huomio:* Väylämerkki oli heti suoraan edessä.
  - 1.1. *Tieto:* Jos sen yrittää kiertää väylän puolelta, se voi osua alukseen ja vaurioittaa ohjaislaitteita.
  - 1.2. *Tieto:* Jos sen yrittää kiertää väärältä puolelta, voidaan joutua liian ulos väylältä.

2. *Huomio:* Päätettyäni kiertää väylämerkin väärältä puolelta, se jäi tyyrpuuriin ja taakse.
  - 2.1. *Tieto:* Aluksen sijainti on väylän ulkopuolella
  - 2.2. *Tieto:* Tarvitaan välittömästi jyrkkä käänös täydellä ruorikulmalla oikealle.
3. *Huomio:* Pohjoissuunnan linjamerkit olivat jo kohdalla ja aluksen kurssi oli edelleen lännen ja luoteen välissä sekä nopeus noin 5 solmua.
  - 3.1. *Tieto:* Käänös menee pitkäksi ja ajaudumme lisää ulos väylältä
  - 3.2. *Tieto:* Kaarresäde on alukselle muutenkin hieman liian pieni (pitää olla 5 kertaa aluksen pituus)
4. *Huomio:* Kaikuluotain näytti pohjan olevan liian lähellä.
  - 4.1. *Tieto:* Pohjakosketus on todennäköistä.
5. *Huomio:* Nopeutta alettiin heti laskea nollaan.
  - 5.1. *Tieto:* Nopeus laskee liian hitaasti
  - 5.2. *Tieto:* Ohjaaminen tulee epävakaa
6. *Huomio:* Laivan runko alkoi tärähtää.
  - 6.1. *Tieto:* Pohjakosketus
  - 6.2. *Tieto:* Alus alkoi pysähtyä

### Kronologiat

Kronologiat ovat representaatioita, jotka kuvaavat tapahtumasarjoja. Ne kertovat siitä, kuinka kontekstissa tapahtuu muutoksia ja kuinka aika vaikuttaa suoritukseen kognitiivisesta näkökulmasta. Ote meriliikenne-esimerkkiin liittyvästä narratiivisesta kronologiasta voisi näyttää seuraavanlaiselta:

TAULUKKO 13. Esimerkki: Narratiivinen kronologia

Kapteeni (sillalla)	Aika	Perämies
Alkaa kääntää isolla ruorikulmalla vasemmalle välttääkseen väylämerkkiin törmäämisen	23.01	
	23.02	Ilmoittaa kapteenille etäisyyden merkkiin olevan peräosan kohdalla noin 5 metriä
Aloittaa väylän pohjoissuuntaiselle osuudelle kääntämisen	23.03	Ilmoittaa merkin jääneen taakse
Alkaa laskea nopeutta pohjakosketusvaaran takia	23.04	Ilmoittaa kaikuluotaimen lukemat
Havaitsee ensimmäisen tärähdyksen	23.06	Havaitsee ensimmäisen tärähdyksen
	23.07	Ilmoittaa kannelle vaarasta ja että mahdollisuuksien mukaan

		varautuvat ankkurointiin.
Alus lähes pysähtynyt, tekee päätöksen ankkuroinnista	23.10	Antaa kannelle käskyn ankkuroinnista
Määrää turvallisuuteen ja tilanteen selvittämiseen liittyvät proseduurit aloitettaviksi	23.12	

### 6.7.5 Tutkimusdatan yhdistely (Haastattelut, protokolla-analyysi, ajattelu-luonnokset ja lokidata)

Datan järjestelyä voidaan käyttää työkalua datan yhdistämisessä ja yhtenäistämässä. Dataa järjestelemällä yhdistetään useat tutkimusdatan osat yhtenäiseksi tutkittavaan tilanteeseen liittyväksi representaatioksi. Datan järjestely mahdollistaa tiedon organisoinnin eri yhdistämisen ja yhtenäistämisen tasoilla. Alla on meriliikenne-esimerkkiin sovellettu ote datan järjestelystä. Datan järjestely ja taulukointi,

- osoittaa päätöksenteon avainkohdat ja niihin vaikuttavat tekijät
- painottaa suorituskyykyyn vaikuttavien haasteiden, informaation, strategian ja virheiden osuutta ja merkitystä
- mahdollistaa yksilöllisemmän datan yhdistämisen ja arvioinnin
- mahdollistaa yleistettävempien löydösten kuvaamiseen
- tuo esiin kokonaiskuvan tutkittavasta tilanteesta, mutta sisältäen
- voi välittää erilaisia näkökulmia dataan
- voi auttaa havaitsemaan havaita sen, kuinka eri kontekstin oleelliset osat linkittyvät kognitiivisen suorituskyykyyn osiin.

TAULUKKO 14. Esimerkki: päätöksenteon organisointi

Vaihe	Haaste	Informaatio	Strategia/ Käytäntö	Mahdolliset virheet
Ensihavainto mahdollisesta väylämerkkiin törmäämisestä	Liian myöhäinen reagointi ja päätöksiin vaikuttavien tekijöiden punnitseminen	Visuaalinen havainnointi/ päällystön jäsenet	Luottamus väylän reuna-alueiden syvyytilanteen edullisuuteen/kokemuksen ohjaama arvio pienimmät vauriot aiheuttavasta toimintatavasta	Etäisyyden, käännöksen ja nopeuden välisten suhteiden virhearvio
Väylältä ulos ajautuminen	Takaisin väylälle pääseminen epäsuotuisan kurssin, nopeuden ja sääolosuhteen takia	Visuaalinen havainnointi/ navigoinnin apuvälineet/ koko miehistö	Kaikuluotaintilanteen seuraaminen/aktiivinen kommunikointi miehistön kanssa/oikeasuuntainen ja maksimaalinen ohjauslaitteiden käyttö	Kiireisestä tilanteesta johtuvat väärät päätökset/viivytys
Väylämerkkiin törmäämisen estämisestä seurannut pohjakosketuksen riski	Parhaiden toimintatapojen valinta epäedullisten seurausten minimoimiseksi	Visuaalinen havainnointi/ navigoinnin apuvälineet/ koko miehistö	Oman aluksen etenemisen välitön pysäyttäminen	Pohjakosketukseen ajautuminen



Toimenpiteet pohjakosketuksen hetkellä	Ajantasainen miehistön välinen kommunikaatio/Aineellisten ja henkeen kohdistuvien vahinkojen minimoiminen	Aluksen liikkeiden fyysinen aistiminen/Miehistön radiopuhelinliikenne/tutka/visuaalinen havainnointi/Rannikko-vartiosto	Turvallisuuskäytäntöjen huolellinen toteuttaminen ja yhteistyö viranomaisten kanssa	Tilanteen vakavuuteen liittyvät virhearviot
--	---	---	---	---

Ajatteluluonnostelun tuloksia (laivan etähallintajärjestelmän käyttöliittymä) voidaan vertailla analyysin ja tutkimusdatan yhdistelyn sisältöihin. Ajatteluluonnostelun tulosten ja luonnostelua seuranneen keskustelun anti eksperttien arvioinnin pohjalta voisi esimerkiksi olla alla kuvatun listan mukainen. Järjestelmän, jolla autonomisesti toimiva alus otetaan etähallintaan, käyttöliittymän ja toimintojen tulisi toimia niin että,

- se näyttää ennen etähallinnan aloittamista tilannetta edeltävät navigointitiedot, laivan reitin karttanäytöllä ja tosielämän kuvan 360 asteen videokuvana (esimerkiksi VR-lasit) etähallintaa suorittavan henkilön haluamalta ajanjaksolta
- ohjauslaitteiden tulisi olla mahdollisimman intuitiivisia, selkeitä ja helposti käytettäviä
- reaaliaikaisen kuvan kohdalla ympäristössä olevia elementtejä, kuten saaret, vieraat alukset ja merimerkit korostettaisiin selkeyden lisäämiseksi
- järjestelmä kykenisi antamaan mahdollisimman fysiologisen, jopa haptisen vasteen tilannetajun parantamiseksi.
- kommunikointi muiden toimijoiden (viranomaiset, muiden alusten miehistöt ja pelastusalan toimijat) kanssa tulisi olla yhtä välitöntä ja mutkatonta ja ajantasaista kuin se olisi alukseltakin käsin.

Kun tarkastellaan edellistä, päätöksenteon organisointia kuvaavaa taulukkoa, voidaan huomata, että pohjakosketuksen hetkellä yhtenä informaation osana on *aluksen liikkeiden aistiminen*. Tämä kertoo siitä, että tutkittavan henkilön tilanteesta muodostama mentaalinen representaatio sisältää ympäristön muutosten ja fyysisten ärsykkeiden yhdessä aiheuttaman aisti-informaation herättämiä ajattelun osia, jotka taas vuorovaikuttavat henkilön menneisyydessä muodostuneiden, tilanteessa toimimisen kannalta merkityksellisten skeemojen ja mallien kanssa. Aisti-informaatio ja skeemat yhdessä luovat merkityksiä, joiden pohjalta henkilö pyrkii kohti toiminnan tavoitetta – muodostamansa mentaalisen representaation pohjalta.

Tutkimuksen muiden osien, kuten protokolla-analyysin ja kognitiivisen tehtäväanalyysin analysointivaiheen tuottamat tulokset tukevat yllä olevassa listassa kuvattuja, etähallintajärjestelmälle asetettavien vaatimusten luonnetta. Tutkitussa tilanteessa toimimiseen liittyvässä päätöksenteossa tärkeät informaation osat ovat osittain samansuuntaisia kuin etähallintajärjestelmän vaatimuksessa kuvattiin. Etähallintajärjestelmään toivotut, edeltäviä toiminnan vaiheita

kuvaavat toiminnot ovat linjassa taulukossa kuvattujen, sekä eri päätöksenteon vaiheisiin liittyvien haasteiden että strategioiden ja virheriskien kanssa.

#### 6.7.6 Tulosten laadun arviointi

Tutkimuksen tulosten laadun arviointi on pitkälle tutkimusryhmään kuuluvien eksperttien asiantuntemuksen ja tutkijaosapuolen edustajien tietämyksen varassa. Ekspertit voivat oman kokemuksensa pohjalta päätellä, vaikuttavatko tutkimuksen tulokset relevanteilta ja tutkimuskysymykseen vastaavilta. On myös mahdollista rakentaa uusi, alkuperäistä vastaava tutkimustilanne ja -asetelma, jossa toiminnan parametreja tutkimuksen tulosten mukaisiksi säätämällä voidaan useiden toistojen jälkeen todeta tulosten korreloivuus todellisuuden kanssa eli muuttaako uusi toimintatapa toiminnan suuntaa tulosten osoittamalla tavalla.

On lisäksi suositeltavaa tutkia tulosten laatua ottamalla arviointiin mukaan eri henkilöitä kuin tutkimukseen on aiemmin osallistunut. Tutkimusta on yleensä suunnittelemassa ja määrittelemässä sekä tuloksia arvioimassa ekspertit, mutta eri ekspertit toimivat tutkittavina henkilöinä. Jos päädytään tulosten mukaisen tilanteen simulointiin, on suositeltavaa ottaa siihen mukaan ekspertejä, jotka eivät olleet aiemmin mukana simuloidun kokeen suorittamisessa tutkittavina henkilöinä. Näin minimoidaan itse tutkimusasetelmaan liittyvä oppiminen ja siihen liittyvää ajattelua seuraava toimintojen automatisoituminen, mikä saattaisi vääristää tutkimusten tulosten laadun arviointia.

Meriliikenne-esimerkissä suositeltava laadun varmistamisen tapa olisi seuraava:

- Asetetaan laivasimulaattoriin tutkimuksen tulosten (mahdollisesti paremmat toimintatavat eksperttien ajatteluun pohjautuen) mukainen tilanne pienellä varioinnilla.
- Ennen simuloitavaa tutkimustilannetta tutkittavat henkilöt ohjeistetaan toimimaan tutkimuksen tulosten mukaisella tavalla
- Verrataan tutkimuksen aiempien vaiheiden toimintaa ja nyt uusilla ohjeilla toteutettavaa toimintaa.
- Tilanne tulee toistaa useita kertoja eri eksperttien kanssa.
- Jos tilanteessa toimimisen seuraukset ovat alkutilanteen vastaavia parempia, ovat tulokset uutta tietoa tarjoavia.
- Jos tilanteessa toimimisen seuraukset ovat alkutilanteen vastaavia heikompiä, tarjoavat tulokset uutta tietoa, mutta sitä ei välttämättä voida soveltaa käytäntöön.
- Kahdessa edellisessä tilanteessa tulee kuitenkin esiin eksperttien mentaalisten representaatioiden ja ajattelun sisältöjen soveltuvuus tilanteeseen eli ne joko paljastavat ajatteluriskejä tai parempia toimintamalleja.

### 6.7.7 Tulokset tutkimuskysymyksen valossa

Tutkimuksen tulosten laatu on edellisessä vaiheessa todettu hyväksi ja tutkitun tilanteen kannalta koherenteiksi. Tulosten pohjalta voidaan määritellä tilanteessa oikein toimimisen tavat, mutta ennen kaikkea tilanteessa hyödynnettävään älykkääseen ja autonomiseen teknologiaan liittyvät vaatimukset. Haluttiin selvittää, kuinka hallitaan onnistuneesti (ilman karilleajoa tai pohjakosketusta) tilanne, jossa muun meriliikenteen aiheuttaman häiriön takia 70-110 metriä pitkä, syväykseltään 5,5-7,0 metrinen ja brutoltaan 3900-4200-tonninen rahtialus joutuu tekemään käännöksen, joka on säteeltään merkittävästi alle suositellun (5 x aluksen pituus) olosuhteissa, joissa voimakas tuuli ja aallokko painavat laivaa voimakkaasti epäedulliseen suuntaan. Lisäksi lopputuloksen suhteen tavoitteeksi asetettiin älykkään ja autonomisen teknologian kehittämiseksi tarvittavien, tilanteeseen liittyvän ajattelun sisältöjen esiin saaminen siitä näkökulmasta, että milloin ihmisen tulisi ottaa alus ohjaukseensa ja mistä syystä. Lisäksi tulisi saada tiedot sen määrittelyyn, että mitkä ovat autonomiselle laitteelle asetettavat vaatimukset kuvatussa ongelmatilanteessa.

Tutkimuksen kaikkien tulosten valossa ja eksperttien ajattelun sisältöihin pohjautuen, voidaan pohjakosketustilanteeseen ajautumisen nähdä johtuneen navigointivirheestä. Alus väisti väylällä olevaa siviilialusta, josta seurasi viivytely eli alus ajautui liian lähelle väylämerkkiä ja joutui kiertämään sen mahdollisten ohjauslaitteivaurioiden välttämiseksi väylän ulkopuolelta. Siitä seurasi käännöksen kohdalla liian matalalle merialueelle ajautuminen ja pohjakosketus.

Oikea toimintatapa tilanteessa olisi ollut vierasaluksen kohtaamisen jälkeen välitön ja merkittävä vauhdin alentaminen sekä voimakkaammin, myös keulapotkuria käyttämällä tehty käännös väylän pohjoiseen suuntautuvaa osaa kohti. Nopeutta oli liikaa väylällä pysymisen mahdollistamiseksi. Tällaista toimintatapaa tulisi soveltaa kyseessä olevassa tilanteessa, mutta sen pohjalta myös määrittyvät sekä autonomisen järjestelmän vaatimukset että etähallintajärjestelmän toiminnoilta odotettavat ominaisuudet. Autonomisen aluksen toimintoja suunniteltaessa, kuvatuslaisissa tilanteissa toimimisessa vaadittuja ominaisuuksia voisivat muun muassa olla:

- *Optimointi:* Kullakin ajanhetkellä aluksen kurssin ja nopeuden seurauksena syntyvien reittivaihtoehtojen laskeminen ja optimoiminen, turvallisuus- ja tehokkuusnäkökulmat huomioiden.
- *Turvallisuus:* Henkeen tai materiaan kohdistuvien riskien ilmetessä, aluksen eteneminen tulisi keskeyttää välittömästi ennalta määriteltyjen ennakoivien turvarajojen ja -aikojen sisällä.
- *Toiminta:* Nopeuden laskun jälkeen, jos autonominen järjestelmä, aluksen ominaisuudet huomioiden ja reittivaihtojen optimoinnin pohjalta arvioi jatkamisen olevan mahdollista, se ilmoittaa etäohjauksesta vastaavalle taholle poikkeustilanteesta, mutta jatkaa etenemistä autonomisesti. Jos järjestelmä ei ennakoivat turvarajat huomioivan reittilaskennan jälkeen pysty laskemaan turvallista uutta reittiä ja kurssia, siirtyy

järjestelmän käyttö, aiemmin kuvatut vaatimukset täyttävän etäohjausjärjestelmän piiriin.

Sekä tutkielman teoreettiset osuudet että menetelmäkuvaukset ovat pyrkineet tarjoamaan avaimet eksperttien ajattelun sisältöjen eksplikoimiseen. Menetelmä pyrkii olemaan monikäyttöinen ja universaali siten, että sitä voidaan käyttää mahdollisimman laajasti eri kohdealueilla, eri työtehtävissä työskentelevien henkilöiden kohdealueeseen liittyvän ajattelun tutkimiseen.

Autonomisen teknologian tutkimisen näkökulmista menetelmä pyrkii yleisesti auttamaan seuraaviin kysymyksiin vastaamisessa: Miten ihminen kokee vuorovaikutuksen älykkään teknologian kanssa, mitä ihminen voi antaa älykkäälle teknologialle ja mitä taas ihminen voi siltä saada, milloin autonominen järjestelmä tulisi siirtää ihmisen ohjaamaksi sekä mistä syystä näin tulisi tehdä. Myös tutkielman empiirinen osa, aineistoanalyysi osoitti menetelmän soveltuvuuden ajattelun tutkimiseen, osana autonomisten järjestelmien vaatimusmäärittelyjen laatimista, teoreettisen viitekehyksen tai mallin käytön rinnalla.

## LÄHTEET

- Aarts, H., Verplanken, B., & Knippenberg, A. (1998). Predicting behavior from actions in the past: Repeated decision making or a matter of habit?. *Journal of Applied Social Psychology*, 28(15), 1355-1374.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. (1993). Problem solving and learning. *American Psychologist*, 48(1), 35-44.
- Bagozzi, R. P., & Dholakia, U. M. (2005). Three roles of past experience in goal setting and goal striving. Teoksessa B. Tillman, & S. Haberstroh (toim.), *The routines of decision making* (s. 21-38). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bainbridge, L., & Sanderson, P. (1995). Verbal protocol analysis. Teoksessa J. R. Wilson, & E. N. Corlett (toim.), *Evaluation of Human work, 2<sup>nd</sup> Edition* (s. 169-201). Philadelphia, Pa: Taylor & Francis.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptions of perceptual symbols. *Behavioral and brain sciences*, 22(4), 637-660.
- Basch, C. E. (1987). Focus group interview: an underutilized research technique for improving theory and practice in health education. *Health education quarterly*, 14(4), 411-448.
- Bellman, R. (1978). *An introduction to artificial intelligence: Can computers think?*. Boston, MA: Thomson Course Technology.
- Bless, H., & Igou, E. R. (2005). Mood and the use of general knowledge structures in judgment and decision making. Teoksessa B. Tillman, & S. Haberstroh (toim.), *The routines of decision making* (s. 193-210). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bower, G. H., & Clapper, J. P. (1989). Experimental methods in cognitive science. Teoksessa M. I. Posner (toim.), *Foundations of cognitive science* (s. 245-300). Cambridge, MA: The MIT press.
- Bratman, M. (1987). *Intention, plans, and practical reason*. Stanford, CA, United States: Center for the Study of Language and Information.
- Charniak, E., & McDermott, D. (1985). *Introduction to artificial intelligence*. Boston, MA, United States: Addison-Wesley.
- Chi, M. T. (2014). *The nature of expertise*. New York, NY: Psychology Press.
- CMO, Adobe. (2010). *15 Mind-Blowing Stats About Artificial Intelligence*. Lainattu 28.11.2017, saatavilla:  
<http://www.cmo.com/features/articles/2017/8/24/15-mindblowing-stats-about-artificial-intelligence-dmexco.html#gs.6D=VDig>
- Craft, B., & Cairns, P. (2009). Sketching sketching: outlines of a collaborative design method. *Proceedings of the 23rd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Celebrating People and Technology*, 65-72.

- Crandall, B., Klein, G. A., & Hoffman, R. R. (2006). *Working minds: A practitioner's guide to cognitive task analysis*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Cummins, R. (1996). *Representations, targets, and attitudes*. Cambridge, MA: The MIT press.
- Davis, J. P., Eisenhardt, K. M., & Bingham, C. B. (2007). Developing theory through simulation methods. *Academy of Management Review*, 32(2), 480-499.
- Ericsson, K. A. (1996). The acquisition of Expert Performance. Teoksessa K. A. Ericsson (toim.), *The road to excellence* (s. 1-50). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1984). *Protocol analysis: Verbal reports as data*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Eskola, A. (1981). *Sosiologian tutkimusmenetelmät 2*. Porvoo: Werner Söderström.
- Facione, N. C., & Facione, P. A. (2006). The cognitive structuring of patient delay in breast cancer. *Social science & medicine*, 63(12), 3137-3149.
- Gaudine, A., & Thorne, L. (2001). Emotion and ethical decision-making in organizations. *Journal of Business Ethics*, 31(2), 175-187.
- Gentner, D., & Smith, L. A. (2013). Analogical learning and reasoning. Teoksessa D. Reisberg (toim.), *The Oxford handbook of cognitive psychology* (s. 668-681). Oxford, New York, NY: Oxford University Press.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive psychology*, 15(1), 1-38.
- Goswami, U. (1986). Children's use of analogy in learning to read: A developmental study. *Journal of experimental child psychology*, 42(1), 73-83.
- Greenbaum, T. L. (1998). *The handbook for focus group research*. London : Sage Publications, Ltd.
- Greenberg, S., Carpendale, S., Marquardt, N., & Buxton, B. (2011). *Sketching user experiences: The workbook*. Amsterdam: Elsevier.
- Greenwald, A. G. (1988). *Levels of representation*. Seattle, WA: University of Washington.
- Groves, R. M. (2011). Measurement Error Across Disciplines. Teoksessa P. Biemer, R. M. Groves, L. E. Lyberg, N. A. Mathiowetz, & S. Sudman (toim.), *Measurement errors in surveys* (s. 1-25). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Haggard, P. (2005). Conscious intention and motor cognition. *Trends in cognitive sciences*, 9(6), 290-295.
- Hatsopoulos, N. G., & Hatsopoulos, G. N. (1999). The role of tacit knowledge in management. Teoksessa R. J. Sternberg, & J. A. Horvath (toim.), *Tacit knowledge in professional practice: Researcher and practitioner perspectives* (s. 141-152). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Haugeland, J. (1985). *Artificial Intelligence The Very Idea*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Higuchi, S., Watanuki, S., & Yasukouchi, A. (2001). Effects of reduction in arousal level caused by long-lasting task on CNV. *Applied Human Science*, 16(1), 29-34.
- Hirsjärvi, S., & Hurme, H. (2015). *Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Gaudeamus.
- Hogan, M. J., & Stein, Z. (2010). Structuring thought: An examination of four methods. Teoksessa D. A. Contreras (toim.), *Psychology Of Thinking* (s. 65-96). New York, NY: Nova.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. (1996). *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Jacoby, L. L., Toth, J. P., & Yonelinas, A. P. (1993). Separating conscious and unconscious influences of memory: Measuring recollection. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122(2), 139.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. London: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1989). Mental Models. Teoksessa M. I. Posner (toim.), *Foundations of cognitive science* (s. 469-499). Cambridge, MA: MIT press.
- Johnson-Laird, P. N. (2013). The mental models perspective. Teoksessa D. Reisberg (toim.), *The Oxford handbook of cognitive psychology* (s. 650-667). Oxford, New York, NY: Oxford University Press.
- Kahneman, D., & Frederick, S. (2002). Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment. Teoksessa T. Gilovich, D. Griffin, & D. Kahneman (toim.), *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment* (s. 49-81). New York, NY: Cambridge University Press.
- Kitzinger, J. (1995). Qualitative research. Introducing focus groups. *PMC: British medical journal*, 311(7000), 299-302.
- Klinger, D. W., Andriole, S. J., Militello, L. G., Adelman, L., & Klein, G. (1993). *Designing for performance: A cognitive systems engineering approach to modifying an AWACS human computer interface*. Fairborn, OH: Klein Associates Inc.
- Kotkavirta, J., Mattila, A., & Nyysönen, S. (1994). *Ajatus: opettajan materiaali. Johdatus filosofiaan*. Porvoo: Weilin+Göös.
- Kuipers, B., & Kassirer, J. P. (1984). Causal reasoning in medicine: analysis of a protocol. *Cognitive Science*, 8(4), 363-385.
- Kurzweil, R., Richter, R., & Schneider, M. L. (1990). *The age of intelligent machines*. Cambridge, MA: MIT press.
- Kuusela, H., & Pallab, P. (2000). A comparison of concurrent and retrospective verbal protocol analysis. *The American journal of psychology*, 113(3), 387-404.
- Liao, C. M., & Masters, R. S. (2001). Analogy learning: A means to implicit motor learning. *Journal of sports sciences*, 19(5), 307-319.
- Linde, L., & Bergströme, M. (1992). The effect of one night without sleep on problem-solving and immediate recall. *Psychological research*, 54(2), 127-136.
- Mathews, R. C., Buss, R. R., Stanley, W. B., Blanchard-Fields, F., Cho, J. R., & Druhan, B. (1989). Role of implicit and explicit processes in learning from

- examples: A synergistic effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(6), 1083-1100.
- McNamara, T. P. (1986). Mental representations of spatial relations. *Cognitive psychology*, 18(1), 87-121.
- Meister, D. (1995). Simulation and modelling. Verbal protocol analysis. Teoksessa J. R. Wilson, & E. N. Corlett (toim.), *Evaluation of Human work, 2<sup>nd</sup> Edition* (s. 169-201). Philadelphia, Pa: Taylor & Francis.
- Neill, T. M., Gero, J. S., & Warren, J. (1998). Understanding conceptual electronic design using protocol analysis. *Research in Engineering Design*, 10(3), 129-140.
- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Newell, A., Rosenbloom, P. S., & Laird, J. E. (1989). Symbolic architectures for cognition. Teoksessa M. I. Posner (toim.), *Foundations of cognitive science* (s. 93-131). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Russell, S., & Norvig, P. (1996). *Artificial intelligence: A modern approach*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on Mental Models. Teoksessa D. Gentner, & A. L. Stevens (toim.), *Mental models*, (s. 7-14). London: Lawrence Erlbaum associates.
- Nummenmaa, L. (2015). Tutkijan pöydältä: Tunteet, järki ja päätöksenteko. *OP:n talouslehti*, 3, 39.
- Oppenheim, A. N. (1966). *Attitude measurement*. New York, NY: Basic Book, Inc.
- Patel, V. L., Kaufman, D. R., & Magder, S. A. (1996). The acquisition of medical expertise in complex dynamic environments. Teoksessa K. A. Ericsson (toim.), *The road to excellence* (s. 127-165). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Putnam, H. (1960). Minds and machines. Teoksessa S. Hook (toim.), *Dimensions of Mind: A Symposium*. New York, NY: New York University Press.
- Pylyshyn, Z. W. (1989). Computing in cognitive science. Teoksessa M. I. Posner (toim.), *Foundations of cognitive science* (s. 49-91). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, (3). 257-266.
- Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of experimental psychology: General*, 118(3), 219-235.
- Rescorla, M. (2015). *Stanford Encyclopedia of Philosophy: The computational theory of mind*. Lainattu 22.11.2017, saatavilla: <https://plato.stanford.edu/entries/computational-mind/>
- Rich, E., & Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence (second edition)*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.



- Savitsky, K., Epley, N., & Gilovich, T. (2001). Do others judge us as harshly as we think? Overestimating the impact of our failures, shortcomings, and mishaps. *Journal of personality and social psychology*, 81(1), 44-56.
- Saariluoma, P. (2003). *Ajattelu työelämässä: erehdyksistä mahdollisuuksiin*. Porvoo: WSOY.
- Saariluoma, P., Cañas, J. J., & Leikas, J. (2016). *Designing for Life: A Human Perspective on Technology Development*. New York, NY: Springer.
- Schaafstal, A., Schraagen, J. M., & Van Berl, M. (2000). Cognitive task analysis and innovation of training: The case of structured troubleshooting. *Human Factors*, 42(1), 75-86.
- Schoenberger, E. (1991). The Coprorate Interview as a Research Methhod in Economic Geography. *The Professional Geographer*, 43(2), 180-189.
- Schraagen, J. M., Chipman, S. F., & Shalin, V. L. (2000). Introduction to Cognitive Task Analysis. Teoksessa J. M. Schraagen, S. F. Chipman, & V. L. Shalin (toim.), *Cognitive task analysis* (s 3-23). New York, NY: Psychology Press.
- Seamster, T. L., & Redding, R. E. (2017). *Applied cognitive task analysis in aviation*. New York, NY: Routledge.
- Shah, J. J. (1993). *Method 5-1-4 G-A variation on method 635, MAE, 540 Class Notes*. Tempe, AZ: Arizona State University.
- Shah, J., Kulkarni, S., & Vargas-Hernandez, N. (2000). Evaluation of Idea Generation Methods for Conceptual Design: Effectiveness Metrics and Design of Experiments. *Journal of Mechanical Design*, 122(4), 377-384.
- Shah, J. J., Vargas-Hernandez, N. O. E., Summers, J. D., & Kulkarni, S. (2001). Collaborative Sketching (C-Sketch) - An idea generation technique for engineering design. *The Journal of Creative Behavior*, 35(3), 168-198.
- Shanks, D. R. (2003). Attention and awareness in "implicit" sequence learning. Teoksessa L. Jiménez (toim.), *Attention and Implicit Learning: Advances in Consciousness Research* (s. 11-42). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Singley, M. K., & Anderson, J. R. (1989). *The transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sternberg, R. J. (1999). What do we know about tacit knowledge? Making the tacit become explicit. Teoksessa R. J. Sternberg, & J. A. Horvath (toim.), *Tacit knowledge in professional practice: Researcher and practitioner perspectives* (s. 231-236). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Stewart, D. W., Shamdasani, P. N., & Rook, D. W. (2009). *The SAGE Handbook of Applied Social Research Methods*. Los Angeles, CA: SAGE Publications, Inc.
- Sun, R., Merrill, E., & Peterson, T. (1998). A bottom-up model of skill learning. *Proceedings of 20th cognitive science society conference*, 1037-1042.
- Sun, R., Slusarz, P., & Terry, C. (2005). The interaction of the explicit and the implicit in skill learning: a dual-process approach. *Psychological review*, 112(1), 159-192.
- Trafi, Liikenteen turvallisuusvirasto. (2017). *MS FORTE, pohjakosketus Kotkan edustalla 7.4.2008*. Lainattu 29.11.2017, saatavilla:

- [http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/2008/d42008m\\_tutkintaselostus/d42008m\\_tutkintaselostus.pdf](http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/2008/d42008m_tutkintaselostus/d42008m_tutkintaselostus.pdf)
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (1995). *Product design and development*. New York, NY: The McGraw-Hill, Inc.
- Van Santen, W., Jonker, C., & Wijngaards, N. (2009). Crisis decision making through a shared integrative negotiation mental model. *International Journal of Emergency Management*, 6(3-4), 342-355.
- Wallach, D., & Lebiere, C. (2003). Implicit and explicit learning in a unified architecture of cognition. Teoksessa L. Jiménez (toim.), *Attention and Implicit Learning: Advances in Consciousness Research* (s. 215-252). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- White, C., Wood, K., & Jensen, D. (2012). From brainstorming to C-sketch to principles of historical innovators: ideation techniques to enhance student creativity. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(5), 12-25.
- Willis, G. B. (2005). *Cognitive interviewing: A tool for improving questionnaire design*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc.
- Willis, G. B., & Lessler, J. (1999). *The BRFSS-QAS: A guide for systematically evaluating survey question wording*. Rockville, MD: Research Triangle Institute.
- Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence (Third edition)*. Boston, MA, United States: Addison-Wesley.