

Concept D/D käsitekaavion analyysi eri tieteenalojen näkökulmista

Tomi Tolvanen
Pro Gradu-tutkielma
Tampereen Yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Tammikuu 2002

Tampereen yliopisto

Tietojenkäsittelytieteiden laitos

Tolvanen, Tomi :

Concept D/D käsitekaavion analyysi eri tieteenalojen näkökulmista

Pro gradu tutkielma

Tammikuu 2002

Tiivistelmä

Tutkielmassa analysoidaan käsitteellisen mallintamisen intensionaalista lähestymistapaa käyttävän Concept D-käsitteidenkuvauskielen graafista esityskieltä, Concept D/D:tä filosofian, kognitiotieteiden ja organisaationaalisen oppimisen näkökulmista. Tutkimuskysymyksenä ovat:

- Mitä vahvuuksia valittujen filosofian, kognitiotieteen ja organisaationaalisen oppimisen teorioiden avulla havaitaan Concept D/D:n käytössä?
- Mitä heikkouksia valittujen filosofian, kognitiotieteen ja organisaationaalisen oppimisen teorioiden avulla havaitaan Concept D/D:n käytössä?
- Mitä uusia näkökulmia voidaan Concept D/D:n tarkasteluun luoda filosofian, kognitiotieteen ja organisaationaalisen oppimisen teorioiden avulla?

Tutkielmassa havaitaan, että Concept D/D tukee monilta osin ihmisen psykologisia ominaisuuksia. Concept D/D havaitaan myös käyttökelpoiseksi viestinnän työkaluksi organisaationaalisen oppimisen tukemisessa.

1	Johdanto	7
1.1	Tutkimuskysymys.....	8
1.2	Valittujen tieteenalojen perustelu ja esittely	9
1.2.1	Filosofia: tutkielman lähtökohdat ja perustyökalut.....	10
1.2.2	Kognitiotiede: väline yksilön ja Concept D/D:n välisen suhteen tarkasteluun	10
1.2.3	Organisaationaalinen oppiminen: Concept D/D:n käyttökelpoisuuden kriteerit.....	12
1.2.4	Käsitteellinen mallintaminen: Concept D:n lähtökohta	13
1.3	Pois jätettyjen tieteenalojen perustelu.....	13
1.3.1	Tietämyksen hallinta	13
1.3.2	Tiedotusoppi - viestintäteoria.....	14
1.3.3	Ohjelmistotuotannon prosesseja koskeva teoria	14
1.3.4	Formaali logiikka ja joukko-oppi.....	14
1.4	Tutkielman rakenteesta.....	15
2	Eri tieteenaloista valittujen teorioiden esittely.....	17
2.1	Filosofiasta valittujen teorioiden esittely	17
2.1.1	Näkökulma	18
2.1.2	Ennako-oletukset	19
2.1.3	Ontologia – oppi olevasta	19
2.2	Kognitiotieteestä valittujen teorioiden esittely.....	20
2.2.1	Mentaali representaatio: yksilön sisäinen malli maailmasta	20
2.2.2	Mentaalin representaation purku Saariluoman esittelemiin alueisiin.....	22
2.2.3	Muisti: ajattelun väline.....	25
2.2.4	Ajattelu: ihmismielen tyypilliset toiminnot.....	31
2.3	Organisaationaalisesta oppimisesta valittujen teorioiden esittely.....	34
2.3.1	Organisaation ominaisuudet – yksilö vai yhteisö?.....	36
2.3.2	Organisaation oppimisen välineet – arvioiva kysely	36
2.3.3	Organisaation oppimisen indikaattorit.....	41
2.3.4	Organisaationaalisen oppimisen välineet ja indikaattorit yhdistettynä	44
2.4	Käsitteellisen mallintamisen esittely	45
2.4.1	Formaalius ja jäsentely käsitteellisessä mallintamisessa	45
2.4.2	Käsitteellisen mallintamisen ontologinen perusta.....	45
3	Concept D käsitekaavion esittely	47
3.1	Concept D:n ontologinen perusta – jako olioihin ja relaatioihin	48

3.1.1	Erilaiset oliot.....	48
3.1.2	Erilaiset relaatiot	50
3.2	Intensio ja ekstensio Concept D:ssä	53
3.3	Concept D:n näkökulmat.....	53
3.4	Hierarkia Concept D:ssä	54
4	Concept D/D käsittekaavion analyysi valittujen tieteenalojen näkökulmista...55	
4.1	Filosofian näkökulma	55
4.1.1	Concept D:n kyky huomioida näkökulmia.....	55
4.1.2	Concept D:n kyky paljastaa ennakko-oletuksia	55
4.1.3	Concept D:n ontologia	56
4.1.4	Concept D ja mallintajan ontologia	56
4.2	Kognitiotieteen näkökulma	57
4.2.1	Mentaali representaatio	57
4.2.2	Concept D ja muistia käsittelevät teoriat.....	58
4.2.3	Concept D ja ajattelun teoriat	59
4.3	Organisaationaalisen oppimisen näkökulma.....	65
4.3.1	Concept D/D:n kyky tukea arvioivaa kyselyä.....	65
4.3.2	Organisaationaalisen oppimisen indikaattorit.....	68
4.4	Concept D:hen vaikuttavat käytännön ominaisuudet	72
4.4.1	Concept D:n muunnettavuus	72
4.4.2	Concept D:n ongelmia	73
4.4.3	Concept D:n kilpailevat mallinnuskielet	74
4.4.4	Concept D:n esitystapa.....	74
4.4.5	Concept D:n sovellusalueet	75
5	Yhteenveto.....	78
5.1	Filosofian löydökset	78
5.2	Kognitiotieteen löydökset	78
5.3	Organisaationaalisen oppimisen löydökset.....	79
5.4	Käytännön löydökset.....	80
6	Loppukeskustelu	81
6.1	Itsekritiikki	81
6.2	Positiiviset löydökset.....	83
6.3	Jatkoehdotuksia	83

7 Viiteluettelo	86
-----------------------	----

Termistö

Tutkimuksessa pyritään käyttämään tässä määriteltyä termistöä. Lähdekirjallisuudessa osa termistöstä on epämääräistä tai merkitykseltään vaihtelevaa, joten yksittäisten lähteiden käyttämät termit pyritään muuntamaan tässä mainittujen termien määritelmien mukaisiksi. Muussa tapauksessa termin kohdalla pyritään mainitsemaan sen määritelmä.

Concept D Intensionaaliseen lähestymistapaan perustuva käsitteellinen mallinnuskieli. Kieltä käytetään mallintamaan kohdealueeseen liittyvä tietämys. [Kangassalo 1990, s.3].

Concept D/D

Concept D käsitteellisen mallinnuskielen graafinen kuvauskieli käsiterakenteiden esittämistä varten. [Kangassalo 1990, s.3].

Kohdealue Universe of discourse (UoD). Reaalimaailman se osa, josta mallintamisessa ollaan kiinnostuneita ja joka mallintamisen tarkoituksen kannalta on oleellinen. [Van Griethuysen].

Termi Käsitteeseen viittaava kielellisellä tasolla käytetty nimi.

Data Ilman tulkintaa oleva havainto. Olio, jota voidaan siirtää tai tuottaa viestien avulla [Dictionary of philosophy]. Asian säännönmukainen esitys viestittävässä tai käsittelykelpoisessa muodossa [ATK-sanakirja 1996].

Informaatio Datan ihmiselle tuottama mielle tai merkitys [ATK-sanakirja 1996].

Ennako-oletus

(presupposition) Uskomus, jota pidetään itsestäänselvytenä tai ymmärrettynä, kun väitetään jotain [Dictionary of philosophy]. Ennako-oletuksella ja ontologisella sitoutumisella on myös vahva yhteys: ennako-oletukset perustuvat osittain ontologisiin sitoutumisiin.

Teoria

Malli todellisuudesta. Tässä tutkielmassa käytetään termiä "teoria" väljemmässä kuin matemaattisten tieteiden käyttämässä merkityksessä. Teorian ei tarvitse olla täydellinen, formaali tai loogisesti todistettu. Teorialla viitataan tässä tutkielmassa eräänlaisiin abstrakteihin "pienoismalleihin", oikeasta todellisuudesta tehtyihin yksinkertaistettuihin jäljitelmiin, joiden tarkoitus on auttaa jonkin päämäärän saavuttamisessa. Tällaisia päämääriä voivat olla esimerkiksi todellisuuden tulevien tapahtumien ennustaminen mallin kuvaaman alueen osalta tai todellisuuden tiettyjen asioiden havainnollistaminen tai tarkastelu.

1 Johdanto

Useat vakiintuneet mallinnuskielet, kuten UML tai ER, käyttävät ekstensionaalista lähestymistapaa. Käsitteiden kuvauskieli Concept D poikkeaa mallintamisessa vakiintuneista kielistä intensionaalisen lähestymistapansa johdosta. Concept D on vielä kehitysasteella. Intensionaalinen lähestymistapa on kuitenkin vartenotettava vaihtoehto käsitteellisessä mallintamisessa [Kangassalo 2001], joten tarkempi tutkimus on paikallaan. Kielellä on tehty lyhyitä kokeiluja käytännön tilanteissa ja opetuksessa, joissa sen on havaittu olevan usein tavallista kirjoitettua kieltä kompaktimpaa ja selkeämpää [Kangassalo & Aalto]. Vahvuudeksi on myös havaittu Concept D:n kyky pakottaa mallintaja ajattelemaan tarkemmin käyttämiään käsitteitä. [Kangassalo & Aalto], [Kangassalo 2001]. Kokeilujen pienimuotoisuuden lisäksi tehtyjä havaintoja häiritsee näitä havaintoja selittävien teorioiden puute.

Hannu Kangassalo on varsinainen Concept D:n kehittäjä ja hänen tuotantaan voi tarkistaa tutkielman viiteluettelosta. Kangassalon Concept D:tä edeltänyttä pohdintaa voi lukea artikkelista [Kangassalo 1982]. Kangassalon artikkelissa [Kangassalo 1992] esitellään Concept D:n perusidea sekä Concept D:hen liittyvät oleellisimmat kirjallisuuslähteet. Raili Kaupin käsitekalkulus (concept calculus) on vaikuttanut Concept D:n teoriaan [Niinimäki 2000]. Kaupin työt perustuvat formaaliin logiikkaan ja matematiikkaan eikä näitä tutkita tarkemmin tässä tutkielmassa. Muuta Concept D:hen liittyvää tutkimusta edustaa esimerkiksi Kristiina Kankaan tutkielma [Kangas 1990], jossa tutkitaan Concept D-kaavion sommittelua. Tero Toivola on vertaillut Concept D:tä ja ER-mallia [Toivola 2001]. Marko Niinimäki on vertaillut ekstensioon ja intensioon perustuvaa käsitteellistä mallintamista yleisemmällä tasolla [Niinimäki 2000].

Tutkielmassa analysoin Concept D-kielen graafista käsitteiden kuvauskieltä, Concept D/D:tä filosofian, kognitiotieteen ja organisaationaalisen oppimisen

tieteenalueista valittujen teorioiden¹ avulla. Analyysin avulla pyrin selvittämään Concept D/D:n soveltuvuutta yrityksen ohjelmistokehitysprosessissa käytettäväksi työkaluksi. Tällä ankkuroin tutkielmani teorian johonkin konkreettisempaan ja samalla pyrin selvittämään Concept D:n elinkelpoisuuden muiden tietojärjestelmien suunnittelussa käytettävien mallinnuskielten joukossa.

Filosofian näkökulmasta havaitsen, että Concept D tukee hyvin erilaisia mallinnettavia näkökulmia ja sitä kautta ontologisia sitoutumisia, mutta itse Concept D-kielen käyttämät ontologiset sitoutumiset eivät ole eksplisiittisesti esillä. Kun tarkastellaan kognitiotieteen näkökulmasta, tuo tutkielma esiin Concept D/D:n ihmisystävällisiä ominaisuuksia. Organisaationaalisen oppimisen näkökulmasta tarkasteltaessa ei Concept D yksin riitä oppivan organisaation luomiseen, mutta sitä voidaan käyttää hyvänä välineenä eräiden oppivan organisaation ominaisuuksien tavoittelussa.

1.1 Tutkimuskysymys

Tutkielman tavoitteena on tarjota Concept D/D-nimisen graafisen käsitteiden kuvauskielen käytännönläheinen tarkastelu käyttäen filosofian, kognitiotieteen ja organisaationaalisen oppimisen näkökulmia. Näiden valittujen näkökulmien avulla pyritään rakentamaan laajempi perusta Concept D/D:lle.

Samalla pyritään löytämään uusia käytännön sovelluksia, joihin Concept D/D soveltuu normaalia, aikaisempaa käytäntöä, paremmaksi työkaluksi. Kriteereinä uusille sovelluskeinoille ovat

- tehokkuus
- helppokäyttöisyys.

¹ Tutkielmassani käytän termiä "teoria" matemaattisten tieteiden käyttämää merkitystä väljemässä merkityksessä. Teorian merkitys on määritelty tarkemmin muiden termien määrittelyn yhteydessä kohdassa termistö.

Kriteereiden täyttymistä arvioidaan tutkielmassa käytettyjen eri tieteenaloista valittujen teorioiden pohjalta. Vaikka käytännön sovellukset voivat toimia muissakin tilanteissa, on tutkielman kohdealueeksi rajattu ohjelmistokehitykseen osallistuva organisaatio. Tällä rajauksella pyritään hillitsemään tutkielman laajuutta.

Tutkimuskysymyksiä:

- Mitä vahvuuksia valittujen filosofian, kognitiotieteen ja organisaationaalisen oppimisen teorioiden avulla havaitaan Concept D/D:n käytössä?
- Mitä heikkouksia valittujen filosofian, kognitiotieteen ja organisaationaalisen oppimisen teorioiden avulla havaitaan Concept D/D:n käytössä?
- Mitä uusia näkökulmia voidaan Concept D/D:n tarkasteluun luoda filosofian, kognitiotieteen ja organisaationaalisen oppimisen teorioiden avulla?

Kohdealue: Ohjelmistokehitykseen osallistuva organisaatio.

Vaikutusalue: Ohjelmistokehitysohjelma.

Koska tutkielma on jo muutenkin varsin laaja, sisältäen useampia tieteenaloja, ei ohjelmistokehitysohjelman eri malleja ole sisällytetty tähän työhön. Tutkielman sovittaminen johonkin ohjelmistokehitysohjelman malliin on niin suuri työ, että se on kokonaan uuden tutkimuksen aihe.

1.2 Valittujen tieteenalojen perustelu ja esittely

Tässä kohdassa kuvataan lyhyesti eri tieteenalat, joista valittiin tutkielmaan teorioita, sekä perustellaan näiden teorioiden valinta. Perusteluissa pyritään luomaan eri tieteenalojen välille yhteys niin, että tieteenalat toimivat pohjateorianäkökulmilla toisille tieteenaloille, johtaen lopulta tutkielman kannalta keskeiseen tieteen osa-alueeseen: käsitteelliseen mallintamiseen.

Eri tieteenalojen läpikäyntijärjestys on valittu konstruktivisen oppimisteorian oletusten mukaisesti. Näiden oletusten mukaan uuden oppiminen pohjautuu aikaisemmin opittuun tietoon. Vaikka tutkielma laaditaan suurelta osin iteratiivisesti, ei konstruktivisen oppimisteorian mukaan ole johdonmukaista viitata aikaisemmissa kohdissa asioihin, joita ei vielä ole käyty läpi, jos lukijan ei oleteta lukevan tutkielmaa myöskin iteratiivisesti, useaan kertaan. Tämän johdosta 2-luvussa käsitellään tieteenaloja kronologisesti pyrkien välttämään mahdollisuuksien mukaan viittauksia muihin, kuin jo läpi käytyihin asioihin.

1.2.1 Filosofia: tutkielman lähtökohdat ja perustyökalut

Filosofia toimii kaiken tieteen lähtökohtana ja on myös käsitteellisen mallintamisen oleellinen osa ontologian ja epistemologian alueilla. Muun muassa ontologisista oletuksista muodostuva, filosofiassa käytetty käsite ennako-oletus on uskomus, jota pidetään usein itsestäänselvytenä. Tutkimuksissa käytetyt ennako-oletukset eivät usein ole tiedon klassisen määritelmän täyttäviä. Ennako-oletuksia on kuitenkin välttämätöntä tuoda esille, jos halutaan saada useamman yksilön edes osittain samankaltaista tulkintaa tutkielman tuloksista.

1.2.2 Kognitiotiede: väline yksilön ja Concept D/D:n välisen suhteen tarkasteluun

Kognitiotieteestä, joka tutkii ihmisen tietoisuutta, esimerkiksi henkisen suorituskyvyn, ajattelun, mentaalisen representaation ja oppimisen näkökulmista, löytyy hyviä välineitä yksilön tietoisuuden tarkasteluun. Kognitiotiede monitieteisenä tieteenalana yhdistelee monia muita tieteenaloja, jotka pyrkivät selittämään joiltakin osin ihmisen tietoisuuden ilmiöitä [Tekoälyn ensyklopedia, s.53]. Kognitiotiede antaa hyvän ja monipuolisen yleisnäkemyksen ihmisen tietoisuuteen liittyvistä teorioista ja havainnoista.

Kognitiotieteestä ei ole suoraa siltaa niin sanottuihin koviin luonnontieteisiin, kuten neurofysiologiaan, eikä tätä kautta myöskään biologiaan. Vielä ei ole pystytty selittämään tyydyttävästi kognitiotieteen käsittelemien olioiden ja neurofysiologian fyysisten olioiden suhdetta. Näiden tieteiden välillä katsotaankin olevan ontologisten oletusten ristiriita, koska ne ovat sitoutuneet erilaisiin olemassa oleviin asioihin [Saariluoma et al., s.81]. Kognitiotiede on valittu tähän tutkielmaan selittämään yksilön toimintaa, koska yksilöllä on tässä tutkielmassa keskeinen rooli **osana organisaatiota ja suhteessa käsitteelliseen mallintamiseen.**

1.2.2.1 Yksilö osana organisaatiota

Tietämyksen käsittelyssä ja hallinnassa subjekti on aina ihminen. Kone pystyy käsittelemään vain dataa, ihminen on ainoa, joka pystyy tietämään asioita - toisin sanoen antamaan tulkinnan datalle. Organisaationaalisessa oppimisessa huomautetaan, että organisaationkin oppiminen tapahtuu aina yksilöiden kautta. Yksilö saa organisaatiolle tärkeitä ideoita ja organisaation oppiminen seuraa useiden yksilöiden yhteisestä oppimisesta [Crossan et al.]. Lisäksi organisaatio koostuu aina yksilöistä, riippumatta siitä, onko organisaatio enemmänkin kuin yksilöiden summa. Näitä seikkoja pidetään eräinä tämän tutkielman ennakkoletuksina. Jotta voitaisiin ymmärtää organisaatiota, pyritään tässä tutkielmassa purkamaan organisaatiota pienempiin osiin. Organisaation hierarkkista rakennetta riittävän tarkasti tutkittaessa päädytään yksilöön, eli yhteen yksittäiseen työntekijään.

1.2.2.2 Yksilön suhde käsitteelliseen mallintamiseen

Olisi ollut mahdollista tehdä tämä tutkielma ainoastaan käsitteellisen mallintamisen ja formaalin logiikan näkökulmasta. Käsitteellinen mallintaminen liittyy kuitenkin aina ihmiseen. Mallintamisen oleellisin funktio on auttaa ihmisen toimintaa. Tällöin ei voida uskottavasti vakuuttaa, että olisi tutkittu mallintamista

kattavasti, jos ei tutustuta ollenkaan mallintamisen ainakin toiseen osapuoleen – ihmiseen. Ihminen mallintaa ihmistä varten, vaikka konetta saatetaankin käyttää mallintamisvälineenä. Koneet eivät käytä käsitteitä eivätkä mallinna samalla tavoin kuin ihminen.

1.2.3 Organisaationaalinen oppiminen: Concept D/D:n käyttökelpoisuuden kriteerit

Organisaationaalinen oppiminen liittyy oleellisesti tutkimuksen aiheeseen, koska tutkimuksen kohdealue on organisaatio. Tutkielman vaikutusalueeseen eli tuotekehitysprosessiin liittyy oleellisesti organisaation oppiminen erilaisten teknologioiden, ratkaisumallien, dokumentaation ja aikaisemman kokemuksen osalta. Työntekijät omaksuvat uusia teknologioita ja ratkaisumalleja esimerkiksi järjestettyjen koulutustilaisuuksien kautta. Työntekijät pysyvät ajan tasalla projektin etenemisestä ja projektin sisällöstä seuraamalla dokumentaatiota. Työntekijät ovat luultavasti aikaisemmin kokeneet henkilökohtaisesti tilanteita, jotka muistuttavat nykyisen projektin ongelmia, jolloin aikaisemman tilanteen synnyttämää kokemusta voidaan yrittää siirtää myös muille työntekijöille. Nämä kaikki ovat osa organisaationaalista oppimista tai edellyttävät sitä. Organisaationaalisesta oppimisesta valittuja teorioita pidetäänkin Concept D/D:n yksinä käyttökelpoisuuden kriteereinä tutkittaessa sen soveltuvuutta erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Concept D:tä voidaan tarkastella myös monien muiden kriteerien kannalta. Tero Toivola on tarkastellut Concept D:tä normaalin ohjelmistokehitysprosessin suunnittelu- ja ylläpitovaiheiden edellyttämien kriteerien kannalta [Toivola 2001, s.77]. Tämä tutkielma pyrkii omalta osaltaan täydentämään Toivolan tarkastelua käyttäen muunlaisia kriteereitä. Tämän takia tähän tutkielmaan valittiin kriteerit organisaationaalisen oppimisen näkökulmasta.

1.2.4 Käsitteellinen mallintaminen: Concept D:n lähtökohta

Käsitteellisen mallintamisen alue on mukana teorioillaan, koska alueen teoria on pohjana myös Concept D:ssä. Concept D on eräs käsitteellinen mallinnuskieli ja Concept D/D on Concept D:n pohjalta tehty käsitteiden graafinen esityskieli. Monet tutkielmassa käytetyt artikkelit ovat tutkimusalueeltaan käsitteellistä mallintamista käsitteleviä [Boman et al. 1997], [Guarino1998], [Gärdenfors], [Kangassalo 1988], [Palomäki 1994], joskin ne tutkivat aluetta eri näkökulmista. Käsitteellisen mallintamisen alueelle vaikuttaa yleisesti olevan ominaista tietojenkäsittelytieteestä tuttujen formaalin logiikan ja esitystavan käyttö filosofian ja kognitiotieteen käsittelemien asioiden kuvauksessa ja tarkastelussa. Näin käsitteellinen mallintaminen antaa omalla vuorollaan uuden mahdollisen näkökulman kognitiotieteen ja filosofian ongelmien tarkasteluun. Tämän tutkielman aluepiirissä keskitytään tarkastelemaan ainoastaan käsitteellistä mallintamista kognitiotieteen ja filosofian näkökulmasta jättäen formaali, matemaattinen näkökulma pois.

1.3 Pois jätettyjen tieteenalojen perustelu

Valittujen tieteenalojen lisäksi on monia muitakin alueita, jotka tarjoaisivat tutkimusongelmaan erilaisia teorioita ja näkökulmia. Ajan ja voimien rajallisuuden vuoksi ei tähän tutkielmaan kuitenkaan ole voitu ottaa huomioon kaikkia mahdollisia tarjolla olevia teorioita. Loppukeskustelussa tarkastellaan myös poisjätettyjen tieteenalojen tarjoamia uusia tutkimusnäkökulmia. Seuraavassa on perusteltu oleellisimmin asiaan liittyvien tieteenalojen pois jättämistä.

1.3.1 Tietämyksen hallinta

Tietämyksen hallinnasta itsestään on jo tehty paljon tutkimusta ja teorioita. Tämä tutkielma on omalla tavallaan yksi tietämyksen hallinnan näkökulma, josta voi olla mahdollista kehittää uusi teoria. Tutkimuksen tarkoitus ei ole jatkaa tietämyksen hallinnan muiden teorioiden tutkimusta, vaan luoda uusi näkökulma: käsitteellisen

mallintamisen soveltuvuus osana tietämyksen hallintaa. Käytössä olevat resurssit rajoittavat tämän tutkielman laajuutta niin, etten voi yhdistää tietämyksen hallinnan teorioita valitsemiini tieteenaloihin, vaikka tämä muuten olisikin mahdollista. Tämän tutkielman tuloksien vertailu muihin tietämyksen hallinnan teorioihin ja tutkimuksiin on kokonaan uuden tutkielman laajuinen työ.

1.3.2 Tiedotusoppi - viestintäteoria

Suuri osa projektissa työskentelystä on viestintää. Kahden ihmisen välisessä keskustelussa, saati sitten useammalle ihmiselle tarkoitetussa viestissä, on monta kohtaa, jossa asiat voivat ”mennä pieleen” (väärinkäsitysten syntyminen). Näitä pulmia ei kuitenkaan pohdita suoraan viestintään liittyvien teorioiden pohjalta. Pulmat käydään läpi osittain muiden tieteenalojen teorioissa, kuten esimerkiksi filosofian ilmi tuomissa ontologisissa oletuksissa, sekä tätä pohjana käytävässä käsitteellisessä mallintamisessa. Kognitiotiede tuo myös omat näkökulmansa viestinnän ilmiöistä.

1.3.3 Ohjelmistotuotannon prosesseja koskeva teoria

Erilaisia ohjelmistotuotannon prosesseja kuvaavia malleja on lukuisia ja niiden esittely tämän tutkielman yhteydessä tekisi tutkielmasta liian laajan. Esitän tutkielman tulokset sitoutumatta mihinkään ohjelmistotekniikan tai ohjelmointimenetelmän malliin. Näitä erilaisia malleja on tarjolla monia [Tekoälyn ensyklopedia, s.35], joten kukin voi valita mallin oman tarpeensa mukaan ja pohtia tutkielmassani esittämiäni yleisten sovellusalueiden käyttökelpoisuutta valitsemisissaan malleissa.

1.3.4 Formaali logiikka ja joukko-oppi

Käsitteellistä mallintamista on tutkittu varsin paljon formaalin logiikan ja joukko-opin näkökulmista. Tämä on varsin ymmärrettävää, koska logiikka ja joukko-oppi sopivat erittäin hyvin yhteen tietokoneiden kanssa. Kuitenkin käsitteellisessä

mallintamisessa on tavallisesti mukana ihminenkin. Tällöin seuraa ongelmia, jos käytetään ainoastaan näitä tietokoneiden kanssa hyvin yhteensopivia matemaattisia tieteenaloja kuvaamaan myös ihmisen osa-aluetta käsitteellisessä mallintamisessa. Kognitiotieteen tuoma käytännön kokemus ihmisen ajattelusta paljastaa, että ihmisen ajattelu ei aina ole täysin loogista (kohta: 2.2.4).

Esimerkiksi Stefano Mizzaro [Mizzaro 2000] esittää ihmisen tietämystä koskevan teorian käyttäen joukko-oppia ja formaalia logiikkaa. Teoriassa kuvataan agentin tietämys eräänlaisena tilakoneena, jonka tila, eli tietämys tietyllä hetkellä muuttuu joko agentin saaman uuden datan tai aikaisemman tietämyksen omatoimisen prosessoinnin avulla. Mizzaro käyttää tästä tilakoneesta nimeä **tietämystila** (knowledge state, KS). Tietämystila koostuu **tietämysalkioista** (knowledge item, KI). Tämä määritellään joukko-opin ja logiikan avulla. Mizzaro pitää ennakkoletuksena, että ihmisen ajattelu on aina täysin loogista. Näin Mizzaron esittämä teoria on ristiriidassa kognitiotieteestä saatujen löydösten kanssa.

Yleisesti logiikka saattaa olla tehokas työkalu itse tutkimuksen teossa tai koneiden rakentamisessa. On kuitenkin syytä muistaa, että looginen ajattelu ei ole aina ihmisen arkiajattelua, vaan ainoastaan ideaali, jota kohden joissakin tapauksissa pyritään.

1.4 Tutkielman rakenteesta

Luvussa 2 käydään pääpiireittäin läpi kustakin tieteenalasta valitut teoriat. Luvussa 3 esitellään lyhyesti tutkielman kohteeksi valittu käsitteellisen mallintamisen kuvauskieli: Concept D/D. Luvussa 4 tutkitaan Concept D/D:tä käyden sen ominaisuuksia läpi valittujen teorioiden näkökulmista. Samassa luvussa esitellään Concept D/D:n uusia mahdollisia käytännön sovelluksia. Luvussa 5 esitetään yhteenveto tutkielman löydöksistä ja luvussa 6 luetellaan tutkielman heikkoudet ja vahvuudet, sekä esitellään tutkielman synnyttämiä jatkotutkimuksen aiheita.

Tutkielman otsikot on jäsennellyt niin, että otsikoiden tasoista näkee koko tutkielman rakenteen. Ajatuksena on, että lukija tarkkailee tekstin lukemisen lisäksi sisällysluetteloa nähdäkseen lukemansa kohdan suhteen tutkielman muihin kohtiin. Jäsentelyn takia joissakin kohdissa voi olla niukasti tekstiä. Tutkielman muotoon liittyvän valinnan tein kuitenkin tietoisesti, koska otsikoiden organisointi helpottaa joidenkin teorioiden mukaan oppimista [Hilgard 2000, s.294]. Otsikoiden organisoinnilla hyödynnän myös käsitteellisen mallintamisen yhteydessä esiteltyä tasojen hierarkiaa, joka helpottaa kokonaisuuden hahmottamista (kohta: 3.4). Työmuistin rajallisuuden huomioimiseksi (kohta: 2.2.3.1.1) olen pyrkinyt rajoittamaan kuhunkin lukuun tai kohtaan sisältyvien kohtien määrän mieltämisyksiköiden rajoituksen mukaisesti 7+-2 kohtaan. Tämä tarkoittaa, että pyrin huomioimaan läpi käymäni teorian jo oman tutkielmani rakenteessa.

Johtuen tutkielman rakenteesta, on otsikoiden muodostama hierarkia joiltakin osin normaalia syvempi. Tästä syystä tutkielmia varten suositellun jaon lukuihin, kohtiin ja alakohtiin sijasta käytän ainoastaan käsitteitä **luku** ja **kohta**. Luku käsitettä käytän normaalisti, mutta kohdilla viittaan kaikkiin luvun eri tasoihin otsikoihin. Oletan alakohtien käsitteen tarkoituksen olevan ainoastaan ohjata kirjoittajaa käyttämään korkeintaan kolmen tason syvyisiä otsikkohierarkioita. Tämä kuitenkin rikkoisi tutkielmani tarkoituksenmukaisen rakenteen ja pakottaisi tietyn tason otsikoiden määrän epäoptimaaliseksi hahmottamisen kannalta. Normaalia syvempää rakennetta perustelen lisäksi sillä, että tutkielmani sisältää useiden eri tieteenalojen teorioita ja näiden teorioiden jäsentely ei onnistuisi vain kolmea otsikkotasoa käyttäen ilman, että saman luvun kohtia tulisi muistin rajoitusten kannalta liian suuri määrä. Tutkielmaani voisikin verrata kokoelmateokseen, jossa käydään läpi useiden eri kirjoittajien artikkeleita.

2 Eri tieteenaloista valittujen teorioiden esittely

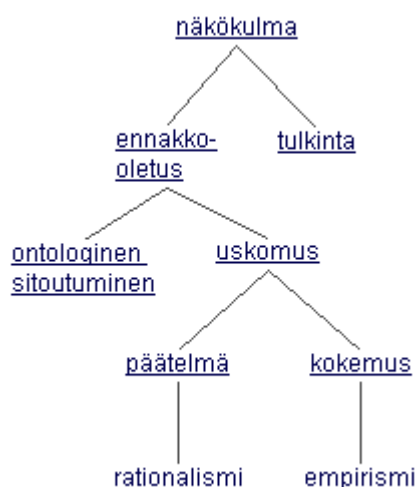
Tässä luvussa käydään läpi ne valittujen tieteenalojen teoriat, joita käytetään näkökulmina tutkimuskysymyksessä. Tutkielmani tarkoituksena on esitellä muutamia eri tieteenaloista valittuja teorioita, joilla voidaan siirtyä tietystä tieteen alueesta toiseen, ja rakentaa samalla vanhan teorian päälle uutta. Teorioiden valinta perustuu rationaaliseen ja empiiriseen tutkimustapaan. Teorioiden valinnan kriteereinä ovat teorioiden **uskottavuus** sekä **keskinäinen yhteensopivuus**. Uskottavuudella tarkoitan teorian taustalla esitettyä empiiristä todistusaineistoa. Tällä pyritään siihen, että teorian avulla luotu ennustus toteutuisi mahdollisimman todennäköisesti. Uskottavuutta luo myös teorian takana oleva auktoriteetti kuten esimerkiksi kirjoittajan esiintyminen muussa alan kirjallisuudessa tai kirjoittajan tuotannon määrä. Keskinäinen yhteensopivuus tarkoittaa, että olen valinnut vain niitä teorioita, jotka ovat mielestäni käyttökelpoisia käsitteellisen mallintamisen analyysissä ja jotka eivät ole ristiriidassa keskenään.

Tässä vaiheessa on aiheellista huomauttaa, että valitsemani teoriat ovat vain todellisuudesta laadittuja malleja. Vaikka todellisuuden tiettyjä osa-alueita olisikin vain yksi, samasta osa-alueesta laadittuja malleja on todennäköisesti useampia. Tämän johdosta valitsemillani teorioilla on varmasti myös vaihtoehtoisia teorioita kilpailijoina.

2.1 Filosofiasta valittujen teorioiden esittely

Ennako-oletukset ja **ontologia** ovat filosofiasta valittuja oleellisia käsitteitä käsitteellisen mallintamisen analysoinnissa. Nämä kaksi aluetta ovat oleellisia myös kaikissa tutkimuksissa ja teorioissa, vaikkei niitä eksplisiittisesti mainittaisikaan, koska ne vaikuttavat tutkimuksen kulkuun ja lopputulokseen. Tässä tutkielmassa käytetty käsite **näkökulma** rakentuu ennako-oletuksista ja ontologisista sitoutumisista. Ennako-oletukset sisältävät ontologisten

sitoutumisten lisäksi uskomuksia. Uskomuksia ei kuitenkaan käsitellä tässä tutkielmassa, koska tällöin jouduttaisiin vaikeiden epistemologian kysymysten pariin tiedon ja uskomusten rajasta². Kuva 1 esittää näkökulmaa purettuna auki ennakko-oletuksiin ja tulkintoihin. Näkökulmat, ennakko-oletukset ja tulkinnat selitetään seuraavissa kohdissa.



Kuva 1: Näkökulman rakenne

2.1.1 Näkökulma

Näkökulma tarkoittaa ennakko-oletuksiin, esimerkiksi jonkin teorian ontologisiin sitoutumisiin perustuvaa tulkintaa. Tulkinta tarkoittaa kognitiotieteessä mentaalien representaation rakentumista, jossa uuden informaation ja vanhan olemassa olevan tiedon avulla muodostetaan uutta tietoa. Yleisemmin ilmaistuna näkökulma tarkoittaa tapaa, jolla yksilö toimii ja ottaa vastaan uutta informaatiota. Yksilöiden näkökulmien väliset erot voidaan selittää kognitiotieteessä yksilön mentaalien representaation rakentumisen avulla (kohta: 2.2.1).

² Näkökulman kaaviossa (Kuva 1) esitetty uskomus tarkoittaa tässä yhteydessä myös tietoa ottamatta kantaa tiedon totuudellisuuteen.

2.1.2 Ennakko-oletukset

Ennakko-oletukset ovat uskomuksia, joita pidetään itsestään selvinä [Dictionary of philosophy, "presupposition"]. Ennakko-oletuksilla tarkoitetaan tässä tutkielmassa jotain uskomusta tai teoriaa, jonka perusteella toimitaan tai aletaan luoda uusia teorioita. Ennakko-oletuksia ovat esimerkiksi erilaiset ontologiset, olemassa olevaa käsittelevät uskomukset tai teoriat. Muita ennakko-oletuksia ovat tietoteorian eri epistemologian määritelmät - esimerkiksi tässä tutkielmassa käytetyn tiedon ja tietämyksen osalta. Ennakko-oletukset ovat välttämättömiä, koska kaikki tutkimus on sidottava johonkin: puhuttuun kieleen, olemassa olevaan materiaaliin, joihinkin teorioihin jne.. Jokaisen empiirisen tutkimuksen on valittava jonkinlaiset ennakko-oletukset. Esimerkiksi havainnoinnin suhteen voidaan valinta tehdä tietoisesti tai tiedostamatta. Voidaan pitää itsestäänselvyytenä, että kaikki nähty seuraa suoraan silmän verkkokalvon kohdistuneesta ärsykkeestä. Tämä osoittautuu kuitenkin kyseenalaiseksi, kun koehenkilö saadaan näkemään kuvia silmän ja aivojen välille istutetun elektrodin välityksellä.

2.1.3 Ontologia – oppi olevasta

Ontologia tutkii, mitä on olemassa. Tietyn teorian **ontologinen sitoutuminen** tarkoittaa niiden olioiden valintaa, joita teoria olettaa olevan olemassa [Dictionary of philosophy, "ontological commitment"]. Jokaisella yksilöllä ja teorialla on omat ontologiset sitoutumisensa. Näitä sitoutumisia voi olla erilaisten tasojen suhteen: luonnontieteiden käyttämien fyysisten olentojen lisäksi voi olla hyvinkin abstrakteja tasoja, kuten sosiaaliset olennot, jotka sijoittuvat sosiaaliselle tasolle. Esimerkkinä aineellisen tason olennoista voi olla materian rakentuminen eri teorioiden mukaan: ajan myötä materia on rakentunut milloin tulesta, vedestä, maasta ja ilmasta, milloin atomeista ja molekyyleistä. Eri teoriat ovat näin olleet sitoutuneita erilaisten asioiden olemassaoloon.

Esitän, että mitä abstraktimman tason ontologisesta sitoutumisesta on kyse, sitä enemmän sitoutuminen vaihtelee eri yksilöiden kesken. Tämä johtuu siitä, että tällöin ontologiset sitoutumiset perustuvat enemmän vaihtoehtoisiin teorioihin, kuin faktoina pidettyihin kaikkien hyväksymiin teorioihin, kuten esimerkiksi luonnontieteissä. Ontologioiden teoria selittää omalta osaltaan kommunikaatiossa esiintyviä ongelmia. Osapuolet käyttävät samoja termejä, mutta eivät välttämättä tarkoita samoja asioita, koska heillä voi olla erilaisia ontologisia sitoutumisia.

2.2 Kognitiotieteestä valittujen teorioiden esittely

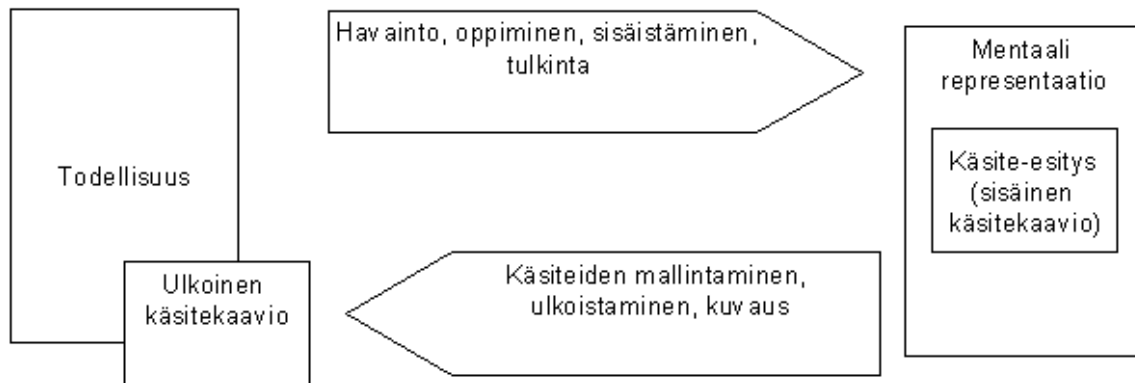
Tässä kohdassa tutkitaan ihmisen sisäistä maailmaa mentaalien representaation, muistin ja erilaisten ajattelutoimintojen näkökulmista. **Mentaali representaatio** kuvaa ihmisen erilaisten vaiheiden kautta syntyvää sisäistä mallia maailmasta. **Muisti** on se varasto, johon mentaali representaatio tallentuu vaihtelevalla menestyksellä. Muistia käytetään myös mentaalien representaation rakentamisessa. **Ajattelu** on mentaalia representaatiota ja muistia käyttävää toimintaa. Ajattelun monet ominaisuudet johtuvatkin juuri muistin ja mentaalien representaation ominaisuuksista. Mentaalia representaatiota, muistia ja ajattelua käytetään tutkielmassa selittämään ulkoisen Concept D/D käsitestruktuurin ja ihmisen sisäisen maailman välistä yhteyttä.

2.2.1 Mentaali representaatio: yksilön sisäinen malli maailmasta

Mentaali representaatio on yksi kognitiotieteiden keskeinen tutkimuskohde [Saariluoma et al.]. Mentaali representaatio [Tekoälyn ensyklopedia, s.40], josta käytetään myös termiä "muistiedustus" [Tekoälyn ensyklopedia, s.40] tai "tietoesitys" [Saariluoma et al.], tarkoittaa yksilön sisäistä mallia ulkoisesta todellisuudesta.

Mentaalin representaation etuna on sen korkea abstraktiotaso monissa teorioissa – se ei liity suoraan mihinkään materiaaliseen teoriaan, eikä sitä voida tämän takia väittää vääräksi. Vastaavasti sama abstraktio toimii heikkoutena, kun yritetään luoda kokonaisvaltaista mallia, joka sisältää sekä kognitiotieteiden käsittelemän alueen, että neurofysiologiset mallit. Mentaali representaatio on kuitenkin erittäin käyttökelpoinen väline ihmisen ajattelua koskevien teorioiden yhdistävänä tekijänä. Valitsenkin mentaalin representaation tutkielmaani teoreettisena oliona, jota käytetään työkaluna.

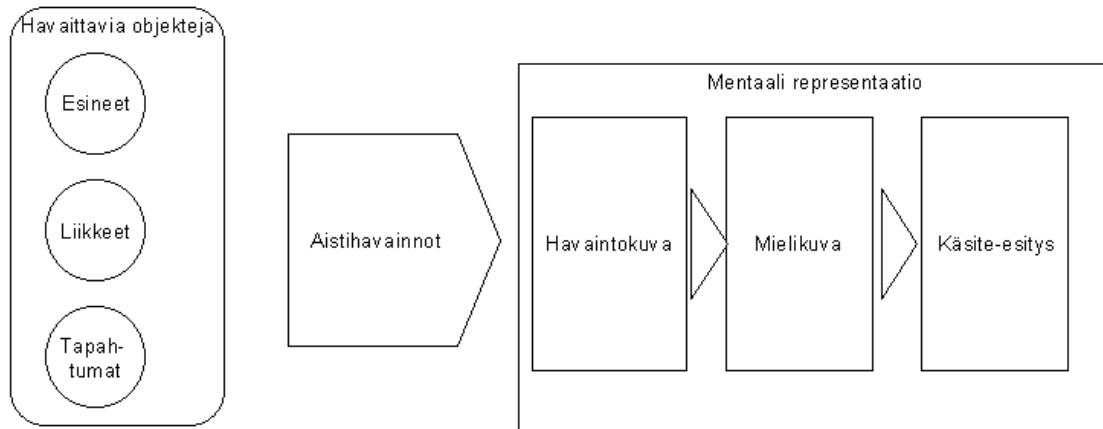
Organisaatiossa esiintyy useita erillisiä ja jaettuja representaatioita. Erillisillä representaatioilla tarkoitetaan eri ihmisten keskenään erilaisia näkemyksiä. Jonkun tiedon alueella kaikki yrityksen työntekijät voivat omata saman, jaetun representaation, kuten yleisesti kailotettu yrityksen toimintaperiaate, jonka ainakin toivotaan olevan kaikilla jaettu. Toisen, henkilökohtaisemman tiedon alueella voi taas esiintyä erilaisia yksilöllisiä representaatioita johtuen yksilön henkilökohtaisista mielipiteistä [Saariluoma et al.]. On tärkeää ymmärtää, että representaatiot vaihtelevat eri yksilöiden ja myös ajankohdan suhteen. Käsitteellisen mallintamisen kannalta on mietittävä, minkälaisen mentaalin representaation tietty käsitekaavio luo eri henkilöille. Tämä voidaan luokitella oppimistapahtumaksi: henkilö muuttaa toimintaansa uuden käsitteellisen mallin johdosta. Pohdittavaa on myös toiseen suuntaan mentäessä: miten henkilön mentaali representaatio ”heijastetaan ulkoisesti käsitteellisessä mallissa”. Tässä tutkielmassa tutkin kognitiotieteiden avulla liikennettä mentaalin representaation ja ulkoisen käsitteellisen mallin välillä, jota kuva (Kuva 2) hahmottelee. Tästä kuvassa (Kuva 2) esitetystä liikenteestä voidaan käyttää erilaisia termejä riippuen tieteenalasta ja teoriasta: tiedon kulku, siirto, oppiminen, sisäistäminen, viestintä, kommunikaatio, mallintaminen jne.. Jatkossa termillä representaatio tarkoitetaan mentaalia representaatiota, jollei toisin mainita.



Kuva 2: Mentaalin representaation ja sisäisen käsite-esityksen suhde

2.2.2 Mentaalin representaation purku Saariluoman esittelemiin alueisiin

Tässä tutkielmassa mentaali representaatio puretaan osiin käyttäen Saariluoman esittelemiä käsitteitä. Nämä käsitteet ovat jo aikaisemmin kehiteltyjä, mutta Saariluoma tarjoaa niistä hyvän yhteenvedon esimerkiksi kirjoissa [Saariluoma 1990] ja [Saariluoma et al., luku "Tiedonkäsittelyn tasot"]. Mentaali representaatio, josta Saariluoma käyttää termiä tietoesitys, voidaan jakaa alustavasti kolmeen tiedon tasoon: **havaintokuva**, **mielikuva** ja **käsite-esitys** [Saariluoma 1990]. Nämä kolme tiedon tasoa (Kuva 3) esitellään seuraavissa kohdissa.



Kuva 3: Mentaalin representaation muodostuminen

Mentaalia representaatiota voidaan jakaa muunlaisiinkin osiin. Esimerkiksi Peter Gärdenfors esittää käsitteellisen tason olevan konnektionistisen verkon ja symbolisen tason yhdistävä taso kuvattaessa tietämystä [Gärdenfors]. Tämän teorian ensisijainen käyttötarkoitus on kuitenkin keinotekoisien tietosysteemien kuvauksessa [Gärdenfors, s.12], eikä se näin ole omiaan ihmisen tietämystä tutkittaessa.

2.2.2.1 Havaintokuva

Havaintokuva on välittömästi aistien avulla havaittavasta ympäristöstä muodostuva kuva [Saariluoma 1990, s.40]. Havaintokuvaa jäsennellään ajallisten ja avaruudellisten suhteiden mukaan. Havaittavissa olevia objekteja ovat esimerkiksi esineet, liikkeet ja tapahtumat (Kuva 3). Havaintokuva ei kuitenkaan sisällä tarkempi tulkintoja. Havaintokuva ei vielä tunnista epämääräistä ohi vilahtavaa objektia poliisiautoksi eikä se myöskään sisällä mitään kuvaa suljetun oven takana olevasta huoneesta tai muusta kolmiulotteisesta pinnasta, joka ei osu suoraan näkökenttään. On oleellista muistaa, että havaintokuva ei tarkoita vain näköaistista saatavaa informaatiota. Yhtä hyvin havaintokuvaan kuuluu vatsanpohjassa oleva korventava tunne, sireenin ääni tai mikä tahansa muu aistihavainto näköaistin lisäksi tai sijasta.

2.2.2.2 Mielikuva

Mielikuva on havaintokuvasta seuraava tietoesityksen taso [Saariluoma 1990, s.69]. Mielikuva voi sisältää suorasta havaintoesityksestä puuttuvaa tietoa. Mielikuva voidaan irrottaa tilanteesta, vaikkakin se on sidottu aisteihin. Voimme esimerkiksi avata oven ja katsoa huoneen sisälle, jonka jälkeen taas oven sulkeuduttua voimme muodostaa mielikuvan oven takana olevasta huoneesta. Mielikuvaan sisältyy huomattavasti havaintoesitystä enemmän muistin hyödyntämistä ja tulkinnan tekoa. Voimme muodostaa ohi vilahtaneesta sinivalkoisesta ja ulvovasta objektista poliisiauton mielikuvan, koska olemme aikaisemmin kokeneet riittävässä määrin samankaltaisen tilanteen. Voimme pyöritellä silmiemme edessä kuutiota, jonka jokainen sivu on erivärinen ja pystymme muodostamaan mielikuvan kuution jokaisesta erivärisestä sivusta, vaikka havaintokuvaan voi sisältyä informaatiota enintään kolmesta sivusta tietyllä hetkellä (olettaen, että kuutio ei ole huomattavasti silmiemme väliä pienempi ja kuutiota ei pidetä aivan nenän kärjessä, jolloin voi olla mahdollista nähdä eri silmillä kuution vastakkaiset puolet). Mielikuvan on havaittu käyttävän osittain samoja resursseja kuin havaintokuvan. Tämä on päätelty suorituksen huonontumisesta, kun koehenkilön on pitänyt suorittaa yhtäaikaisesti sekä havainnointi- että mielikuvatehtäviä. Samanlaista ilmiötä ei ollut havaittavissa, jos tehtävät olivat erillisiä resursseja kuormittavia.

2.2.2.3 Käsite-esitys

Käsite-esitys liittyy havaintokuvan mielikuvaakin tarkempaan semanttiseen yhteyteen. Kognitiotieteissä käsitteet ovat monimutkaisia representaatiojärjestelmiä, jotka liittävät toisiinsa joukon ilmiöitä. Näin voidaan liittää esimerkiksi tekoihin seuraukset. [Saariluoma 1990, s.65]. Käsitteet ovat oleellisin ihmisen toimintaa ohjaava representaation muoto. Käsitteet mahdollistavat ihmisen valikoivan ja suunnitelmallisen toiminnan. Uusien

tilanteiden yhdistäminen aikaisempaan elämäkokemukseen tapahtuu käsitteiden luokittelun avulla: tilanne tai asia voidaan luokitella samankaltaiseksi, kuin jokin aikaisempi käsite-esitys. Ratkaisumallien teoriassa juuri ongelmatilanteen ja opitun käsite-esityksistä koostuvan ratkaisumallin samankaltaisuus aktivoi tietyn ratkaisumallin, jonka mukaan ihminen toimii. [Saariluoma 1990, s.99].

Käsitteeseen voi liittyä suurikin joukko mielikuvia. Mielikuvat ovat aina riippuvaisia yksilön elämäkokemuksesta [Saariluoma 1990]. Mielikuvat olivat sidottuja aisteihin ja aisteihin sidotun ei voida olettaa olevan muuta kuin kokemusperäistä tietoa. Tämä aiheuttaa sen, että yksilön käsitteet ovat kognitiotieteen määritelmän mukaan aina yksilökohtaisia. Seuraakin käsitteen ongelma: onko useammalla ihmisellä mahdollista olla samoja käsitteitä? Kun käsitteet toimivat yhtenä ajattelun oleellisimpana osana, voi käsitteen ongelmaa laajentaa koskemaan ihmisen ajattelua: onko kahden ihmisen mahdollista ajatella samalla tavalla tai ymmärtää toistensa ajatuksia, jos heidän käsitteistönsä on aina erilainen, johtuen yksilöllisestä elämäkokemuksesta.

2.2.3 Muisti: ajattelun väline

Perustuen biologisten ominaisuuksien³ ja toiminnallisuuden jaotteluun, muisti voidaan jakaa perinteisesti kahteen osaan. Lyhytkestoiseen muistiin, eli työmuistiin ja pitkäkestoiseen muistiin [Hilgard 2000, s.268]. Uudemmissa tutkimuksissa on saatu vahvaa näyttöä työmuistin ja pitkäkestoisen muistin sijainnista aivon eri rakenteissa [Hilgard 2000, s.269]. Näillä kummallakin muistin tyypillä on omat ominaisuutensa ja käyttötapansa, jotka käydään seuraavissa kohdissa läpi. Muistien jaottelun myötä esitellään myös käsitteitä

³ Esimerkiksi muistinmenetystapausten tutkinta, joissa lyhytkestoisen muisti ilman pitkäkestoista muistia [Milner 1966] ja pitkäkestoisen muisti ilman lyhytkestoista muistia [Warrington & Shallice 1969].

(mieltämisyksikkö ja äsköisyyssefekt), joilla voidaan selittää joitakin havaittuja ihmisen ominaisuuksia.

Työmuistin ja pitkäkestoisen muistin lisäksi on myös muita jaotteluja, kuten sensorinen muisti, jota käytetään aistinhavaintojen yhteydessä ja eksplisiittinen sekä implisiittinen muisti. [Hilgard 2000, s.270]. Tässä tutkielmassa keskitytään eksplisiittiseen muistiin, eli tiedettyihin asioihin – ei implisiittiseen muistiin, eli opittuihin taitoihin.

2.2.3.1 Lyhytkestoinen muisti – työmuisti

Työmuisti on lyhytkestoinen aktiivinen tietovarasto, jossa kullakin hetkellä työstettävä tieto pidetään. Kaikki muistitiedon aktiivinen yhdistely ja luonti tapahtuu juuri työmuistissa, eikä pitkäkestoisessa muistissa. [Anderson 1983], [Hilgard 2000, s.270]. Tämän takia työmuisti on ehdottoman tärkeää.

2.2.3.1.1 Mieltämisyksiköiden kapasiteettirajoitus

Yksi ensimmäisistä muistia tutkineista, Ebbinghaus, tutki tavulistojen muistamista ja havaitsi, että yli seitsemän tavun oppiminen oli huomattavasti vaikeampaa, kuin kuuden ensimmäisen tavun [Ebbinghaus 1885]. Muistin jakaminen pitkäkestoiseen ja lyhytkestoiseen muistiin selittää tämän havainnon sillä, että oppimisen vaikeutuminen johtuu siirtymisestä toisen muistin piiriin: seitsemän tavua mahtui vielä työmuistiin, mutta sen ylittävän määrän oppiminen vaati tallentamista pitkäkestoiseen muistiin [Saariluoma 1990, s.127]. Myöhemmin työmuistin kapasiteettia on tutkittu lukuisilla erilaisilla testeillä. Näiden testien tuloksissa on havaittavana yhteinen piirre: luku seitsemän esiintyy suurimmassa osassa raja-arvona, jonka jälkeen suoritukset testeissä heikkenivät huomattavasti, tai muuttuivat virheelliseksi. Miller esittikin havaintojensa pohjalta muistiin liittyvien yksiköiden määräksi viidestä yhdeksään yksikköä [Miller 1956]. Myöhemmässä vaiheessa havaittiin kuitenkin, että jopa luku seitsemän oli liian

suuri. Usein päädyttiin lähemmäs neljän yksikön rajoitusta, riippuen testeissä käytettävästä materiaalista [Broadbent 1975]. Ilmeistä näille havainnoille on työmuistin erittäin rajallinen kapasiteetti. Riippuen materiaalista, työmuistiin mahtuu yleensä alle seitsemän asiaa. Nämä asiat voivat olla sanoja, kirjaimia, nuotteja tai vaikka seitsemän kääpiön nimet, kuten Broadbentin eräässä kokeessa. Näitä asioita kutsutaan monilla nimillä, riippuen tutkijasta ja teoriasta. Jatkossa käytän termiä **mieltämysyksikkö**, jolla viitataan työmuistissa tietyllä hetkellä olevaan erilliseen asiaan. Työmuistin kapasiteetti vaikuttaa suoraan kaikkeen ihmisen ajatteluun. Rajallisuus selittää esimerkiksi ihmisen päätöksenteossa esiintyvät virheet. Työmuistiin ei mahdu päätöksentekohetkellä kaikkia oleellisia asianhaaroja.

2.2.3.1.2 Äsköisyys efekti

Ebbinghaus ja myöhemmin Murdoc [Murdock 1962] havaitsivat työmuistissa myöskin ominaisuuden työstettävien asioiden suhteen: opetellun listan ensimmäinen ja viimeinen asia jäivät parhaiten mieleen. Tätä äsköisyys efektiä kutsuttua ilmiötä tutkittaessa havaittiin myöhemmin, että se oli hyvin altis häiriöille. Lisäksi havaittiin, että äsköisyys efekti saattoi esiintyä useille erityyppisille listoille kuten äänille, kuville tai kysymyksille erillisenä, mutta yhtäaikaisesti.

2.2.3.1.3 Valikoiva ajattelu

Johtuen osaksi työmuistin kapasiteettirajoituksesta, ihmisen ajattelun on aina oltava valikoivaa. Ihmisen tiedonkäsittelykapasiteetti ei usein riitä prosessoimaan lähellekään kaikkea oleellista tietoa. Kuitenkin ihminen on selvinnyt aikojen saatossa, joten hänen valintansa eivät voi olla täysin epäpäteviä. On havaittu, että ihminen ei valitse satunnaisesti prosessoitavaa tietoa, vaan käytössä on erittäin kehittynyt valintamekanismi, joka erottelee jo ennen työmuistin käyttöä pois suuren osan epäoleellisesta tiedosta. Valintamekanismista ei ole vielä

päästy yhteisiin tuloksiin [Saariluoma 1990, s.25], joten sen käsittely jätetään tutkielman ulkopuolelle.

2.2.3.2 Pitkäkestoinen muisti

Pitkäkestoinen muisti eroaa työmuistista muun muassa kapasiteettinsa osalta. Pitkäkestoisen muistin kapasiteetti on käytännössä rajaton. Sinne tallennetaan kaikki ihmisen elämän aikana oppimat asiat. Mentaalin representaation osalta pitkäkestoisen muistiin tallennetaan käsite-esitykset. Käytännössä suurin osa pitkäkestoisessa muistissa olevasta tiedosta voidaan sanoa olevan käsite-esityksiä, koska käsitteillä voidaan kuvata lähes mitä tahansa. Pitkäkestoinen muisti toimii työmuistin kanssa läheisessä yhteistyössä. Ihmisen ominaisuuksiin kuuluu, että hän kerää tietoa ympäristöstä, yhdistelee sitä aikaisemmin kokemaansa ja toimii sen mukaisesti. Tämä voidaan muistin jaon mukaisesti esittää niin, että ihminen kerää ympäristöstä tietoa, jota yhdistelee työmuistissaan pitkäaikaisesta muistista haetun tiedon kanssa ja toimii tämän tuloksen mukaisesti tallentaen mahdolliset uudet tuotokset pitkäkestoiseen muistiin. Pitkäkestoiseen muistiin tallennettu tieto vaikuttaa myös uuden tiedon valintaan. Uutta tietoa kerätään ja muokataan jo aikaisemmin opitun perusteella. [Saariluoma et al., s.39], [Hilgard 2000, s.276].

2.2.3.3 Pitkäkestoiseen muistiin tallentaminen

Ihmismielen tiedon tallentaminen ei ole analogista tietotekniikassa käytettävän termin ”tallentaminen” kanssa. Muistiin tallentaminen ei tapahdu kertaluontoisesti, eikä virheettä. Muistiin tallentamisen oletetaan perustuvan hermosolujen luomaan verkostoon. Tämä verkosto, kuten mikä tahansa muukin elävä kudus, muuttuu ja kuolee ajan myötä. Tämän johdosta tiedon tallentaminen vaatii toistoa, jotta verkostoon jäisi muistijälki. Toiston lisäksi on havaittu varsinkin uudessa kognitiotieteessä, että tallennettavan tiedon sitominen monesta kohtaa jo valmiina olevaan tietoon on myös tehokas tallennusmenetelmä. Tästä

havainnosta on laadittu muistiinpainamismenetelmiä, jotka perustuvat tiedon sitomiseen vanhaan opittuun tietoon. Myöskin laadukkaasta, syvällisemmästä oppimisesta puhuttaessa pyritään uutta opittavaa asiaa sitomaan vanhaan tietoon työstämällä ja muokkaamalla sitä. [Lonka et al.].

2.2.3.4 Ratkaisu työmuistin rajallisuudelle

Lyhytkestoisen muistin säälittävän pieni kapasiteetti ei onneksi kerro kaikkea. Ihminen on tästäkin rajoituksesta huolimatta kykenevä toimimaan suhteellisen menestyksekkäästi, vaikkakaan ei aina täysin rationaalisesti ja virheettömästi. Seuraavissa kohdissa selvitetään, kuinka tämä on mahdollista.

2.2.3.4.1 Mieltämisyksiköiden koon kasvattaminen ratkaisuna työmuistin rajallisuudelle

Eräs selitys piilee mieltämisyksiköissä. On havaittu, että työmuistiin mahtuu yleensä alle seitsemän mieltämisyksikköä riippuen yksiköiden laadusta. Ihmisen suoriutumisen kannalta iloinen uutinen on, että mieltämisyksiköiden koko ei ole vakio. [Saariluoma 1990, s.134], [Hilgard 2000, s.291]. On mahdollista laajentaa työmuistiin mahtuvaa tiedon määrää rakentamalla suurempikokoisia mieltämisyksiköitä. Esimerkiksi sekalaisten kirjainten käsittely tai muistaminen on vaikeaa, kun niiden lukumäärä ylittää kapasiteettirajoituksen. Kuitenkin on mahdollista muistaa hyvinkin pitkiä kirjainyhdistelmiä, mikäli nämä yhdistelmät muodostavat ymmärrettäviä sanoja. Jos taas sanat muodostavat kokonaisia lauseita tai virkkeitä, voidaan jo muistaa huomattavasti suurempi määrä näihin liittyviä kirjaimia. Tämän hierarkkisen idean avulla on mahdollista käsitellä huomattavan laajoja asiakokonaisuuksia työmuistin kapasiteettirajoitus kiertäen – irtonaisista asioista on vain muodostettava kokonaisuuksia, jonka jälkeen näitä kokonaisuuksia voidaan käsitellä työmuistissa erillisinä mieltämisyksiköinä sen sijaan, että yritetään käsitellä kokonaisuusien sisältäviä atomaarisia asioita omina mieltämisyksikköinä.

Edellytyksenä kokonaisuusien muodostamiselle on luonnollisesti se, että pitkäaikaiseen muistiin pystytään tallentamaan kokonaisuudet ennen kuin niitä yritetään käsitellä työmuistissa yksittäisinä mieltämysyksikköinä. Hierarkkisten kokonaisuusien etuna irtonaisiin asioihin verrattuna on jo pitkäkestoiseen muistiin tallentamisen tehokkuus. Kokonaisuudet luovat yhteyksiä jo aikaisemmin opittuihin käsitteisiin. Lisäksi käsitteiden rakentaminen kokonaisuudeksi vaatii käsitteiden prosessointia ja muokkausta, joka on tehokas oppimisen menetelmä [Lonka et al.].

2.2.3.4.2 Luokittelu ratkaisuna työmuistin rajallisuudelle

Ihmisellä on luontainen kyky luokitella eli kategorisoida kaikkea tietoa [Boman et al. 1997, s.39], [Hilgard 2000, s.320]. Luokittelu on osa edellisessä kohdassa esitettyä mieltämysyksiköiden rajoituksen kiertoa. Luokittelussa rakennetaan hierarkkisia rakenteita sijoittamalla tiettyyn luokkaan kuuluvat oliot tai luokat kyseisen luokan alle. Esimerkiksi eläinten luokka on jaettu hierarkkisen luokittelun avulla aliluokkiin: nisäkkäisiin, selkärangallisiin, lentäviin, vesieläimiin jne.. Tätä kykyä tai tarvetta kategorisoida voidaan valjastaa muistin tehokkaampaan hyödyntämiseen. Luomalla eri luokkia ja jakamalla ne eri hierarkkisiin tasoihin, voidaan käsitellä tietoa säilyttämällä työmuistissa vain tietyn hierarkkisen tason asioita. Luokkahierarkkiaa voidaan optimoida rajoittamalla samalla hierarkkisella tasolla olevien yksiköiden määrää mieltämysyksiköiden rajoituksen mukaisesti, jolloin asioita ei huku työmuistin rajallisuuden takia. Tämänkaltainen tiedon jäsentely toimii myös, kun halutaan tallentaa tietoa tehokkaammin pitkäkestoiseen muistiin [Hilgard 2000, s.294].

2.2.3.4.3 Luokittelun yhdistäminen abstrahoinnin kanssa ratkaisuna työmuistin rajallisuudelle

Luokittelua voidaan käyttää hyväksi myös yhdistämällä se abstrahoinnin kanssa. On varsin vaikeaa muistaa paikallaolijoista miestä, jolla oli silmälasit, yhtä itkevää lasta, naista hameessa, nuorta miestä jolla oli löysät farkut jne. Huomattavasti

helpompaa on muistaa, että paikalla oli kaksi avioparia, joilla kummallakin parilla oli kolme lasta. Vielä helpompaa on muistaa, että paikalla oli kymmenen ihmistä. Abstrahoimalla voidaan jättää turhat tai liian raskaat yksityiskohdat huomioimatta ja sijoittaa erillisiä olioita samaan luokkaan jolloin yksittäisten olioiden muistamisen sijasta voidaan muistaa vain kyseisen luokan olioiden lukumäärä.

2.2.4 Ajattelu: ihmismielen tyypilliset toiminnot

Tärkeimmät erilaiset tilanteet, joissa vaaditaan ajattelua, ovat luokittelu (kategorisointi), päätöksenteko, päättely ja ongelmanratkaisu [Saariluoma et al. S.109]. Näille eri tilanteille tyypillinen ajattelu tuo hyvin esille erilaisia ajattelun ominaisuuksia. On huomattava, että tässä luetellut ajattelua vaativat tilanteet ovat vain yksi ajattelun jaottelu. Ajatteluun liittyy muitakin toimintoja, kuten käsitteenmuodostus, jotka kuitenkin liittyvät osittain tässä esiteltyihin ajattelua vaativiin tilanteisiin.

2.2.4.1 Luokittelu

Luokittelussa ihminen yhdistää jonkin maailmassa olevan olion tiettyyn luokkaan käyttämiensä luokitteluperiaatteiden mukaan. Psykologiassa käsite viittaa tiettyyn luokkaan, mutta on kuitenkin huomattava, että tässä tutkielmassa käsitteet ovat laajemmassa merkityksessä. Käsitteet voivat viitata mihin tahansa oloon, vaikka olio ei olisi itse luokka tai sitä ei olisi luokiteltu.

Luokittelua tarvitaan, jotta ihminen pystyisi hallitsemaan maailmaansa. Jos jokainen maailmassa oleva olio olisi yksittäinen, loppuisi ihmisen suorituskyky nopeasti kesken. Suorituskyvyn loppuminen pystytään kiertämään luokittelemalla oliot, jolloin yksittäisten olioiden sijasta tarvitsee käsitellä vain luokkia. Tätä kutsutaan **kognitiiviseksi ekonomiaksi**. Toinen luokittelusta saatava etu on

ennustettavuus. Kun tiedetään, mihin luokkaan jokin olio kuuluu, voidaan ennustaa olion toimintaa luokan ominaisuuksien avulla.

[Hilgard 2000, s.320].

Luokitteluperiaatteita on havaittu useita, eikä luokittelu ole yksiselitteistä, vaan jopa niin monimutkaista, että joitakin luokittelussa käytettyjä ominaisuuksia ei ole voitu selittää. Tällöin luokkia sanotaan sumeiksi (fuzzy) [Hilgard 2000, s.321]. Luokittelun apuna käytettäviä teorioita käsitteen rakenteesta ovat esimerkiksi käsitteen ominaisuuksiin perustuva, prototyyppeihin perustuva, esimerkkeihin perustuva sekä teorioista rakentuva. Jokaisella näistäkin teorioista on kuitenkin omat heikkoutensa, eikä mikään yksittäinen teoria ole tämän takia kaikkeen luokitteluun sopiva. [Medin & Goldstone 1990, s.79].

2.2.4.2 Päätöksenteko

Päätöksenteolla tarkoitetaan tässä valinnan tekemistä kahden tai useamman vaihtoehdon välillä. Normatiivisen ja deskriptiivisen päätöksentekoteorian erolla voidaan selittää kiitettävästi tavallisen kuolevaisen ihmisen erehtyminen – ”inhimillinen erehdys”. **Normatiivinen**, matemaattiseen logiikkaan perustuva **päätöksenteon teoria** valitsee vaihtoehdon, joka on matemaattisesti kannattavin. Toisin sanoen loogisesti paras ja näin ollen myös ainoa rationaalinen vaihtoehto. **Deskriptiivinen päätöksenteon teoria** taas tarkkailee ihmistä psykologisesta näkökulmasta ja tutkii, kuinka päätöksiä oikeasti tehdään. Deskriptiivisen ja normatiivisen teorian erona on se, että tavallinen, käytännön tilanteessa oikea valinta ei välttämättä ole normatiivisesti tarkasteltuna oikea, eikä edes rationaalinen. Miksi ihminen sitten toimii normatiivisesta näkökulmasta tarkasteltuna tyhmästi, epärationaalisesti, tehden väriä valintoja, joissa ei ole mitään ”järkeä”, vaikka on itse luonut kaikki mahdolliset formaalit logiikat ja kaavat tulosten optimointiin? Tähän työmuistin teoria vastaa: työmuistin rajallisuus. Toisin sanoen mieltämysyksiköt: ihmisen yhtäaikainen tiedonkäsittelykapasiteetti ei yksinkertaisesti riitä loogisesti rationaalisen

päätöksen tekemiseen. Kun työmuisti ylikuormittuu, hukkuu tietoa, tiedonkäsittelyssä tulee virheitä, joudutaan yksinkertaistamaan päätöksentekoon vaikuttavia seikkoja, josta seuraa mahdollisia virhearviointeja. Ihmisen rajallinen muisti ei pysty käsittelemään kaikkia päätöksentekoon vaikuttavia seikkoja, jolloin seuraa loogisesti virheellinen tai epäoptimaalinen, mahdollisesti käytännössäkin toimimaton päätös [Saariluoma 1990, s.129]. Esitän, että tätä kutsutaan inhimilliseksi erehdykseksi.

2.2.4.3 Päättely

Päättelystä puhuttaessa tarkoitetaan formaalia logiikkaa eli käytännössä sitä, miten ihminen ratkaisee loogisia tehtäviä. Ohjelmointi on esimerkki tällaisesta toiminnasta. Tieteissä formaalin logiikan käyttö on selkeää ja sitä käytetään usein väitteiden todistamisessa. Oikeassa elämässä ja käytännön tilanteissa ei kuitenkaan käytetä formaalia logiikkaa, vaan toimitaan hyvinkin usein vasten sitä. Työmuistin rajallisuuden johdosta ihminen päättelee välillä väärin [Johnson-Laird 1991]. Kokeellisesti on havaittu, että mitä enemmän tarvitaan päätelyssä käytettäviä sääntöjä, sitä todennäköisemmin ihminen tekee virheen [Hilgard 2000, s.329].

Myös erilaiset loogiset illuusiot aiheuttavat epäloogisia päätelmiä. Loogisilla illuusioilla viitataan ihmisen taipumukseen tehdä välillä epärationaalisia loogisesti oikeista päätelmistä poikkeavia päätelmiä [Wason 1983]. Yleisemmin esimerkiksi Wason kuvaili näitä illuusioita ristiriitojen välttelyksi [Wason et al. 1977, s.121]. Evans on osoittanut, että loogiset kiellot vaikeuttavat päätelyä, koska ne lisäävät monimutkaisuutta [Evans 1982, s.128]. Päätelyssä käytettävät säännöt eivät ole myöskään asiayhteydestä vapaita, vaan logiikaltaan samanlaiset säännöt voivat tuottaa erilaisia tuloksia riippuen tilanteesta [Hilgard 2000, s.329].

Heuristiikalla tarkoitetaan lyhyitä, helposti sovellettavia sääntöjä, joita ihmiset käyttävät erilaisten ongelmien ratkaisussa. Heuristiikalle on ominaista, että ne

tuottavat usein käytännössä toimivia ratkaisuja, mutta eivät ole täysin loogisia. [Hilgard 2000, s.330]. Näin myös heuristiikat viittaavat ihmisen tapaan oikaista puhtaan logiikan sääntöjä. Esimerkiksi Kari Eloranta on käsitellyt heuristiikkoja syvällisemmin [Eloranta 1974].

2.2.4.4 Ongelmanratkaisu

Kun on saavutettava tavoite, johon välittömästi käytettävissä olevat keinot eivät riitä, on kyseessä ongelmanratkaisu. Tämä on ajattelun perustehtävistä monimutkaisin. Ongelmanratkaisu perustuu usein opituille ratkaisumalleille. Vanhoja ratkaisumalleja yhdistämällä voidaan ratkaista uusia ongelmia. Ihmisten väliset taitoerot voidaankin määritellä opittujen ratkaisumallien määrällä. Ratkaisumallien aktivointi tapahtuu usein analogioiden avulla. Henkilö huomaa, että ongelmatilanteessa on jotakin samaa, kuin aikaisemmin ratkaistussa ongelmatilanteessa. [Saariluoma 1990, s.133, s.153].

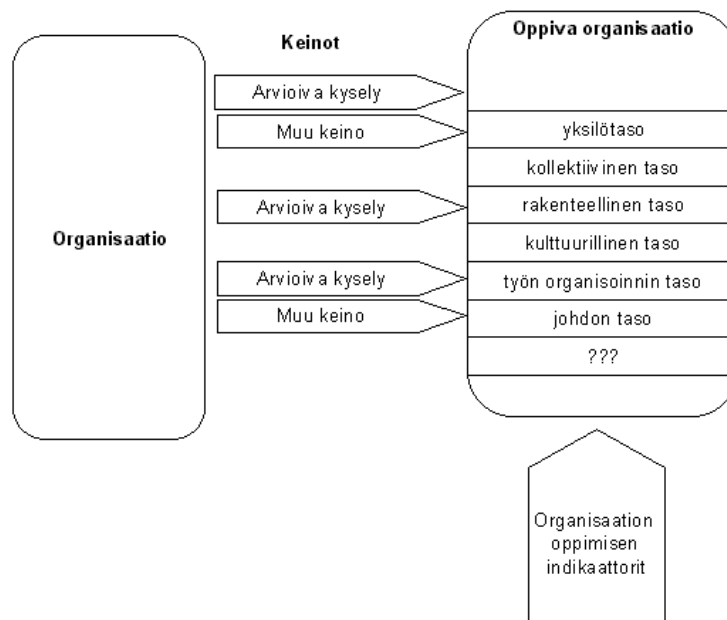
2.3 Organisaationaalista oppimisesta valittujen teorioiden esittely

Marleen Huysman arvioi organisaationaalista oppimista ja jaotteli kirjallisuutta erilaisiin ryhmiin kirjallisuuden painotuksen mukaan. Eräs näistä ryhmistä painottui organisaation tarpeeseen sopeutua ympäristöön ja ympäristön muutoksiin. Huysman perustelee tämän esittelemällä lukuisia eri lähteitä, jotka käyttävät tätä painotusta tutkimuksessaan. Hän jatkaa toteamalla: mitä suurempi ympäristön epävarmuus – sitä suurempi tarve organisaation oppimiselle. [Huysman, s.67].

Tietotekniikka-alan tuoreus ja organisaatioita ympäröivän teknologian nopea kehitys on suuri epävarmuustekijä. Kun ympäristöllä tarkoitetaan myöskin organisaation sisäistä teknologiaa, esimerkiksi ohjelmistokehityksen käyttämiä työkaluja, voidaan tehdä johtopäätös, jonka mukaan tietotekniikka-ala on eräs

kipeimmin mukautumiskykyä vaativista aloista. Tästä syntyy suuri kysyntä organisaationaaliseen oppimiselle.

Tutkielmaani valitut kaksi organisaationaaliseen oppimiseen liittyvää teoriaa ovat näkökulmiltaan erilaiset. Organisaation oppimisen välineenä toimiva arvioiva kysely on kuvaus keinoista, joilla organisaatiosta saadaan oppiva. Organisaation oppimisen indikaattorit taas mittaavat organisaation kykyä oppia. Oppimisen indikaattorit viittaavat osaan asioista, jotka ovat arvostettavia organisaation oppimisessa, kun taas arvioiva kysely on keino saavuttaa joitakin näitä ja muita asioita. Nämä kaksi erilaista näkökulmaa yhdistämällä oletan saavani yksittäistä näkökulmaa laajemman kuvauksen näistä tavoiteltavista oppivan organisaation asioista.



Kuva 4: Organisaationaalisen oppimisen keinot ja indikaattorit

Kuva 4 esittää kahden valitun teorian, arvioivan kyselyn ja oppivan organisaation indikaattorien eri näkökulmia organisaatioon. Kumpainenkin teoria viittaa oppivaan organisaatioon, mutta lähestymistapa on erilainen.

2.3.1 Organisaation ominaisuudet – yksilö vai yhteisö?

Huysman erottelee organisaationaalisen oppimisen tutkimuksen kahteen eri näkökulmaan. Yleisimmin organisaationaalista oppimista lähestytään yksilön näkökulmasta, mutta yksilön suhde sosiaaliseen systeemiin vaihtelee. Tämä vaihtelu perustuu joko näkökulmaan, että **yksilö on sosiaalisen systeeminä johdannainen**, tai vastakkaiseen näkökulmaan - **sosiaalinen systeemi on yksilöiden tekojen johdannainen**. [Huysman, s.65]. Nämä kaksi ontologisesti erilaista näkökulmaa vaihtelevat kirjallisuudessa, joten vältän sitoutumista kumpaankaan niistä.

2.3.2 Organisaation oppimisen välineet – arvioiva kysely

Preskill ja Torres [Preskill & Torres, s.93] esittelevät **arvioivan kyselyn** (evaluative enquiry) erääksi välineeksi oppivan organisaation rakentamisessa. Koska oppivan organisaation kehittäminen on myös eräs tämän tutkielman arvostama tavoite, on arvioivan kyselyn tukeminen suotavaa. Arvioiva kysely on kaksisuuntaista kommunikaatiota, jossa organisaation jäsenet arvioivat kriittisesti, jatkuvasti, ajatuksiaan ja puheitaan suhteessa työympäristöön. Arvioivan kyselyn ydinprosessit ovat

- kysymysten esittäminen
- arvojen, uskomusten sekä oletusten tunnistaminen ja haastaminen
- reflektio
- vuoropuhelu
- datan kerääminen, analysointi ja tulkinta
- toiminnan suunnittelu
- toteutus.

Seuraavissa kohdissa määrittelen ja perustelen arvioivan kyselyn ydinprosessit Preskillin ja Torresin kuvauksen mukaisesti. Lisäksi huomioin mahdolliset yhteydet aikaisemmin esiteltyihin teorioihin.

2.3.2.1 Kysymysten esittäminen

Kysymysten esittäminen on tehokas keino oppia ja saada syvällisempi ymmärrys. Kysymisen tarkoitus ei ole välttää vastauksia tai kritisoida, vaan hedelmällisessä muodossa kysymykset herättävät pohdinnan asioiden suhteen, joita ei ole aikaisemmin edes huomattu. Kysymykset voivat muuttaa henkilöiden ajattelua luovemmin kuin valmiit vastaukset. Konsultit ovat jo pitkään toimineet esittämällä kysymyksiä organisaation jäsenille. Vastaukset ovat tulleet organisaation jäseniltä, ei konsultilta. Tämä tarkoittaa sitä, että tietämys on organisaation sisällä, ei konsultilla. Konsulttia tarvitaankin vain kaivamaan organisaatiossa oleva tietämys esiin esittämällä sopivia kysymyksiä.

Tärkeitä kysymyksiä ovat sellaiset, joihin ei osata vastata. Näillä voidaan kartoittaa jäsenten osaamista sekä etsiä kriittisiä tai parannusta vaativia kohtia. Preskill ja Torres esittävät haastatteluidensa tuloksista, että ihmisillä on normaalisti taipumus puhua asioista, joista he ovat varmoja ja tietävät. Harvoin kukaan uskaltaa esittää kysymyksiä eli asioita, joista he eivät itse tiedä, vaikka juuri tämä on oppimisen kannalta hedelmällistä. Aikaisemmin esittelemiini teorioihin viitaten esitän tälle huomiolle vahvistuksen kognitiotieteen havainnoista ihmisen ajattelun suhteen (kohta: 2.2.4.3). Ihmisillä on välillä taipumus päätellä samaan tapaan välttäen ristiriitoja – kysymällä asioita, jotka ovat varmoja, jättäen kysymättä vaikeita kysymyksiä, jotka voisivat kumota aikaisemmat oletukset.

Preskillin ja Torresin perustelujen lisäksi tai vahvistukseksi esitän kysymysten esittämistä puoltavaksi seikaksi kognitiotieteissä havaittua rajallisuutta ihmisen muistikyvyyssä (kohdat: 2.2.3.1 ja 2.2.4). Koska yksittäiselle ihmiselle näyttää olevan luonnollista unohtaa asioita ja kyetä pohtimaan vain rajattua määrää seikkoja, on todennäköistä, että hän unohtaa, jättää pohtimatta tai tekee virhepäätelmän, jos huomioitavia asioita on paljon. Koska eri yksilöillä on vaihtelevat ajattelutavat ja käsite-esitykset, (kohdat: 2.1.3 ja 2.2.2) on näiden toisten yksilöiden kysymyksillä erittäin mahdollista löytää alkuperäisestä yksittäisen yksilön käsite-esityksestä unohtuneita asioita.

2.3.2.2 Arvojen, uskomusten sekä ennakko-oletusten tunnistaminen ja haastaminen

Usein sekaannukset johtuvat asioista, jotka ovat meidän mielestämme niin itsestäänselviä, että niitä ei tarvitse erikseen selittää. Tällöin olemme tekemisissä arvojen, uskomusten tai oletusten kanssa. Tarkemmin ottamatta kantaa näiden kolmen käsitteen sisältöön, Preskill ja Torres ilmaisevat näiden olevan ”niitä itsestään selvinä pidettyjä asioita, joiden mukaan me toimimme”. Filosofiasa ja kognitiotieteessä on kuvailtu samalla tavalla näitä kolmea käsitettä (tarkemmin kohdat: 2.1.2, 2.1.3, 2.2.2) joskin niiden nimitykset ovat vaihdelleet. Kuitenkin yhteistä näissä kaikissa on se, että tietyt valmiit, yksilöiden välillä erilaiset mallit vaikuttavat ajatteluun ja toimintaamme. Tämän johdosta myös ajattelu ja toimintamme on yksilöllistä. Tutkielmassa tähän ilmiöön viitataan jatkossa termillä ennakko-oletus, kuten jo aikaisemmissa kohdissa on tehty. Jos joudumme toimimaan keskenämme, on erittäin tarpeellista tunnistaa ominaisuudet, joiden mukaan toimimme ja ajattelemme. Haastamisen eli kyseenalaistamisen suhteen toimivat samat perustelut, jotka esiteltiin kysymysten esittämisestä. Eri yksilöiden rakentamat käsite-esitykset eivät ole täydellisiä, saati sitten identtisiä keskenään.

2.3.2.3 Reflektio

Reflektiolla yritetään ymmärtää omia kokemuksia tarkkailemalla omia tietoja, uskomuksia, oletuksia, toimintoja ja prosesseja. Tarkkailulla voi olla erilaisia kohteita: voidaan tarkkailla ongelman sisältöä, ongelman ratkaisuun liittyviä toimintoja tai ongelman määritteleviä oletuksia ja uskomuksia. Reflektiota voidaan harjoittaa myös itsensä ulkopuolelle. On hedelmällistä yrittää ymmärtää muiden yksittäisten ihmisten kokemuksia, tai tarkkailla niitä ryhmän tai organisaation näkökulmasta. Ongelmana reflektiossa on sen vaatima aika ja työ. Lyhyen tähtäimen hyödyn tavoittelemisessa reflektiota ei arvosteta, kun taas pitkän tähtäimen näkemyksissä reflektio on yksi tärkeä kehityksen väline.

2.3.2.4 Vuoropuhelu

Vuoropuhelun eli dialogin tarkoitus on tuoda esille eri osapuolten näkemykset ja kyvyt. Sen tarkoitus ei ole taivutella tai puolustaa mitään näkemystä, joten normaalisti käytössä olevien omien näkemysten puolustusmekanismien hillintä on tarpeellista. Onkin välttämätöntä hyväksyä ja arvostaa yksilöiden välisiä eroja näkemysten suhteen. Vaikka vuoropuhelun tarkoitus ei olekaan suoraan manipuloida toista osapuolta, on varsin todennäköistä, että osapuolet muuttavat näkemyksiään vuoropuhelun aikana valiten omiin näkemyksiinsä sopivat uuden tiedon palaset.

Vuoropuhelu voi tehdä eksplisiittiseksi aikaisemmin piilossa olleet virheelliset näkemykset, jolloin nämä voidaan korjata. Tästä, sekä osapuolten erilaisista näkemyksistä johtuen vuoropuhelu synnyttääkin helposti ristiriitoja sekä erimielisyyksiä. Tuhoisan kovapäisen väkäämisen siitä, kuka on oikeassa ja kuka väärässä sijasta, on parempi kehittää keinoja erimielisyyksien testaamiseksi ja ratkaisemiseksi. Eräs tällainen hyvä keino on esittää erimielisyyksien ilmaantuessa kysymykset ”Kuinka voimme kummatkin olla oikeassa?” sekä ”Kuinka voimme kumpainenkin nähdä saman ongelman eri tavalla?”. [Preskill & Torres, s.103].

Aikaisempiin teorioihin viitaten toimii vuoropuhelunkin pohjalla samat teoriat kuin arvioivan kyselyn muissakin tähänastisissa kohdissa. Filosofian sanoin vuoropuhelun tarkoitus on tuoda esille osapuolten väliset toisistaan poikkeavat ontologiset sitoutumiset (kohta: 2.1.3). Kognitiotiede perustelee subjektivismiin mukaista yksilöiden ontologisten sitoutumisten välistä eroa mentaalien representaation teoriolla, jonka mukaan yksilöt rakentavat omat mentaalit representaationsa oman yksilöllisen kokemuksensa pohjalta (kohta: 2.2.2).

2.3.2.5 Datan kerääminen, analysointi ja tulkinta

Tässä yhteydessä Preskill ja Torres määrittelevät **datan** kyselyn tuloksiksi. Data voi olla kvantitatiivista, kuten numeroita, prosentteja, aikoja, rästustehtävän vastauksia tai kvalitatiivista, kuten teksti, kuvat tai puhe. Datasta puuttuu tulkinta. **Informaatio** on datan ihmiselle tuottama mielle tai merkitys [Preskill & Torres, s.105], [ATK-sanakirja 1996].

Ryhmän työskennellessä jonkun tavoitteen saavuttamiseksi, havaitaan usein, että ryhmältä puuttuu tarvittavaa informaatiota. Usein on tarjolla paljon dataa. Ongelmana onkin, että tarjolla oleva data ei ole riittävän laadukasta kysymyksiin vastaamiseksi. On tarpeellista varmistaa, että ne, jotka tarvitsevat informaatiota, saavat tarvitsemansa nopeasti ja helposti. Tämän johdosta on tarpeellista tunnistaa tehokkaimmat keinot datan keräämiseksi. Vaikka konsultti pystyy tekemään tämän, on tärkeää, että kaikki organisaation jäsenet oppivat tunnistamaan tehokkaimmat keinot datan keruuseen. Tämä on yksi oppivan organisaation avainkysymys. Koska data on vain niin hyvää, kuin sen keräys ja tulkintatavat, on tärkeää, että kaikki jäsenet koulutetaan datan keruuta ja analysointia varten. Dokumentaation ja datan systemaattinen, suunniteltu ja täsmällinen keruu erottaa oikean arvioinnin satunnaisten kertomusten laatimisesta. Preskillin ja Torresin esitys datan keruun ja analysoinnin suhteen on varsin suppea, mutta en tarkenna heidän esitystään tässä tutkielmassa, koska alue olisi liian laaja.

2.3.2.6 Toiminnan suunnittelu

Arvioivan kyselyn keräämää informaatiota käytetään toiminnan suunnitteluun. Suunnittelu aloitetaan vasta sitten, kun uskotaan, että informaatiota on riittävästi toiminnan onnistumisen kannalta. Suunnitelma on laadittava niin, että sen toteuttajat sitoutuvat siihen yhtä hyvin, kuin suunnitelman alkuperäiset kehittäjät.

2.3.2.7 Toteutus

Toiminnan suunnittelun jälkeen suunnitelma toteutetaan. On tärkeää, että toteutuksen aikana arvioivan kyselyn muut prosessit toimivat koko ajan seuraten toteutuksen etenemistä. Jos toteutus onnistuu, arvioivasta kyselystä tulee osa organisaation toimintakäytäntöä.

2.3.3 Organisaation oppimisen indikaattorit

Finger ja Bürgin Brand [Finger & Bürgin Brand, s.150] esittelevät julkisen sektorin yrityksille listan yrityksen eri ulottuvuuksiin liittyvistä indikaattoreista, jotka kuvaavat yrityksen kykyä oppia. He esittävät, että nämä julkisen sektorin yrityksille esitetyt indikaattorit soveltuvat hyvin myös yksityisen sektorin yrityksille [Finger & Bürgin Brand, s.130]. Tällöin indikaattorit soveltuvat myös tämän tutkielman vaikutusalueeseen.

Huysmanin esittämään väitteeseen (kohta: 2.3) vedoten otan käyttöön Fingerin ja Bürgin Brandin indikaattorilistan. Käytän indikaattorilistaa soveltuvin osin käsitekaavion hyötyjen ja haittojen analysoinnissa. **Yrityksen oppimisen ulottuvuudet** ovat

- yksilöllinen kyky oppia
- kollektiivinen kyky oppia
- rakenteellinen kyky oppia
- kulttuurillinen kyky oppia
- organisaation kyky oppia työn organisoinnin seurauksena
- johdon kyky oppia ja tukea oppimista.

Seuraavissa kohdissa kuvaan tarkemmin eri ulottuvuuksiin liittyvien indikaattoreiden tässä tutkielmassa sovelletut osat, sekä esitän mahdolliset suhteet aikaisemmin esittelemiini teorioihin. Kunkin kohdan indikaattorit ovat numeroituja läpi käymisen helpottamiseksi.

2.3.3.1 Yksilöllinen kyky oppia

Yksilölliseen kykyyn oppia liittyy

1. kyky oppia uutta sekä kyky yhdistää uutta informaatiota vanhaan informaatioon
2. avoimuus
3. kyky asettua toisten ihmisten näkökulmiin
4. huomio ympäristöstä ja itsetarkkailun taito.

Toisten ihmisten näkökulmiin asettuminen liittyy filosofiassa esille tuotuihin käsitteisiin ontologia ja näkökulma. Pystyäkseen asettumaan toisen ihmisen näkökulmaan, on tiedettävä tämän näkökulman muodostavat ontologiset sitoutumiset. Oleellisena osana oppimisessa sekä uuden luomisesta toimii luova ajattelu, jossa voidaan soveltaa erilaisia ajattelumalleja: abstraktia, luovaa, analyyttistä tai jotain muuta ajattelumallia. Esimerkiksi Saariluoma on kirjoittanut luovasta ajattelusta kognitiotieteiden näkökulmasta [Saariluoma 1990].

2.3.3.2 Kollektiivinen kyky oppia

Osana kollektiivisessa oppimiskyvyssä ovat

1. ryhmätyöskentelytaito
2. kyky vuoropuheluun
3. kyky ratkaista ristiriitatilanteet tuloksellisesti
4. avuliaisuus
5. monimuotoisuus (vaihtelevat näkökulmat), joka on yksi ryhmän jäsenten muodostama rikkaus.

2.3.3.3 Rakenteellinen kyky oppia

Rakenteelliseen kykyyn oppia vaikuttavat

1. siirtyminen keskitetystä organisaatiosta hajautettuun hallintorakenteeseen
2. valtahierarkioiden tasoittaminen

3. pienet yksiköt
4. tiivis vuorovaikutus yksiköiden kesken.

2.3.3.4 Kulttuurillinen kyky oppia

Organisaation arvojen ja standardien on puollettava oppimista: toimintatapoihin on kuuluttava

1. kahden osapuolen välinen vuoropuhelu
2. avoimuus
3. kommunikaatio
4. keskinäisen kilpailun ja vertailun henki.

2.3.3.5 Organisaation kyky oppia työn organisoinnin seurauksena

Työn organisoinnista seuraavia organisaation oppimiskyvyn tekijöitä ovat

1. palautteen saamisen tarkkailu
2. itsekorjaavuus
3. käyttäjäystävällinen informaation muoto
4. työryhmät.

2.3.3.6 Johdon kyky oppia ja tukea oppimista

Johto toimii tärkeässä asemassa

1. palkitessaan tai rankaistessaan työntekijöiden toimia
2. toimiessaan työntekijöiden valmentajana.

Johdon pitää pystyä myös

3. kyseenalaistamaan vallitsevat käytännöt
4. hyväksymään kritiikkiä ja uusia vaihtoehtoja.

2.3.4 Organisaation oppimisen välineet ja indikaattorit yhdistettynä

Esitin arvioivan kyselyn yhdeksi oppivan organisaation luomisvälineeksi. Lisäksi kävin läpi indikaattorilistan, jolla voidaan arvioida organisaation oppimiskykyä. Lopuksi yhdistän välineen ja indikaattorin, jotta näemme miten nämä liittyvät toisiinsa. Taulukossa (Taulukko 1) on esitetty eri indikaattorien yhteys yksittäisiin arvioivan kyselyn prosesseihin. Taulukko on rakennettu niin, että mikäli oppimiskyvyn indikaattorin kuvauksessa on viitattu suoraan arvioivan kyselyn prosessiin, on soluun merkitty x. Mikäli viittaus ei ole suora, vaan pääteltävissä oleva, on soluun merkitty ?.

Huomautan taulukosta, että vaikka osa oppimiskyvyn indikaattoreista sisältäisi implisiittisesti arvioivan kyselyn prosesseja, olen merkinnyt yhteyden vain, jos tämä on mainittu olevan oppimiskyvyn indikaattorin tärkeä tekijä. Taulukon tarkoitus on antaa yleistä suuntaa oppimiskyvyn indikaattorien painotuksesta – ei vertailla sanatarkasti oppimiskyvyn indikaattorien ja arvioivan kyselyn prosessien kuvauksessa mainittuja termejä, koska termien merkitys voi vaihdella.

	arvioivan kyselyn prosessi	kysymysten esittäminen	arvojen, uskomusten, ennako-oletusten kyseenalaistamien	reflektio	vuoropuhelu	datan keräys, analysointi	toiminnan suunnittelu	toteutus
oppimiskyvyn indikaattori								
yksilöllinen	x	x	x			x	x	x
kollektiivinen	?	?	?	x		?	?	
rakenteellinen	?	?	?	?				
kulttuurillinen	?	?	?	x	?	?		
organisaationaalinen				x		x	x	x
johdon		x						

x = ilmaistu yhteys

? = implisiittinen yhteys

Taulukko 1: Oppimiskyvyn indikaattorien ja arvioivan kyselyprosessien yhtäläisyyksien vertailu

Taulukosta näemme arvioivan kyselyn prosessin painotuksen. Prosessit painottuvat yksilön toimintaan, joskin organisaation tasollakin oleva toiminta on tärkeää. Tästä voimme päätellä ennako-oletuksena olevan, että yksilö on olennaisin osa organisaationaalisessa oppimisessa. Tämä toimii yhtenä lisäsyynä tutkia yksilön toimintaa, eli ottaa tutkielmaan mukaan kognitiotieteiden näkökulma.

2.4 Käsitteellisen mallintamisen esittely

Luonnollisen kielen heikkouksia ovat kielellinen moniselitteisyys, jossa samalla termillä voi olla monia eri merkityksiä ja rakenteellinen moniselitteisyys, jossa kokonaisella lauseella voi olla monia eri merkityksiä. Lisäksi luonnollista kieltä häiritsee useiden samaa merkitystä ilmaisevien sanojen (synonyymit/lexical redundancy) sekä lauseiden (structural redundancy) joukko. [Boman et al. 1997, s.36-37]. Käsitteellisen mallintamisen avulla pyritään ratkaisemaan näitä ongelmia kuvaamalla kohdealuetta luonnollista kieltä tarkemmin.

2.4.1 Formaalius ja jäsentely käsitteellisessä mallintamisessa

Käsitteellistä mallintamista käytetään kuvaamaan kohdealuetta luonnollista kieltä tarkemmin. Luonnollisen kielen heikkoudet kierretään käsitteellisessä mallintamisessa formaalilla jäsennellyllä (structured) kielellä. Formaalisissa kielessä säännöt määrittelevät, mitkä lauseet ovat kieleen kuuluvia ja mitkä eivät kuulu kieleen. Kieli on jäsennellyä, strukturoitua, jos sillä voidaan kuvata reaali maailman asiantiloja vain yhdellä tai mahdollisimman harvoilla tavoilla. [Boman et al. 1997, s.48].

2.4.2 Käsitteellisen mallintamisen ontologinen perusta

Käytän käsitteellisen mallintamisen esittelyssä ontologiaa apuna (kohta: 2.1.3), koska tämän avulla voidaan tuoda eksplisiittisesti näkyviin käsitteellisen

mallintamisen pohjalla olevat ennakko-oletukset ja ontologiset sitoutumiset. Käsitteellinen mallintaminen tuo hyvin esille tietyn näkemyksen mukaiset todellisuuden rakentavat osaset ja näin se toimii myös itsekin tehokkaana ontologisena tutkimusvälineenä.

Olio⁴ on käsitteellisen mallintamisen käyttämä rakenne, jonka ympärille kaikki muu rakentuu. Olio edustaa mitä tahansa abstraktia tai materiaalista asiaa. Oliolla on **tunniste**, jonka avulla voidaan viitata tähän kyseiseen olioön. Tunnisteen lisäksi olioilla voi olla erilaisia **ominaisuuksia** (attribuutteja), jotka kuvaavat olion suhteita muihin olioihin. Jotta käsitteellinen mallintaminen olisi strukturoitua, tarvitaan **säännöt**, jotka määrittelevät kielellisten ilmauksien merkityksen yksiselitteisesti. [Boman et al. 1997, s.48].

Yllä oleva Bomanin ja kumppaneiden mallinnuksessa käytettävien käsitteiden määritelmä menee osittain liian yksityiskohtaiseksi, jotta se sopisi kuvailemaan muita erilaisia käsitteellisen mallintamisen muotoja. Esimerkiksi ER ja Concept D, jotka kummatkin ovat käsitteellisen mallintamisen kieliä, määrittelevät eri tavalla käyttämänsä rakenteet. Yhteistä kuitenkin on sitoutuminen olioihin ja niiden välisiin relaatioihin⁵. Vaihtelevaa taas on se, minkälaisia olioiden väliset relaatiot voivat olla. Tutkielmassani esittelen valitun Concept D-kielen, jossa tarkastelen tarkemmin, minkälaisia relaatioita olioilla voi juuri Concept D:n mukaan olla.

⁴ Oliolla ei tässä yhteydessä tarkoiteta olio-ohjelmoinnin käyttämään käsitettä (object), vaan yleisempää käsitettä (entity).

⁵ Voitaisiin myös sanoa, että on olemassa ainoastaan olioita: relaatiotkin ovat vain olioita, joiden ominaisuuteen kuuluu yhdistää useampia olioita (relaatiot ovat eräs olioiden alaryhmä). Tutkielmassani käytän kuitenkin helpomman ryhmittelyn takia kirjallisuudessa usein käytettyä tapaa, jossa oliot ja relaatiot ovat toisistaan eroavia asioita. [Boman et al. 1997] [Kangassalo 1990].

3 Concept D käsitekaavion esittely

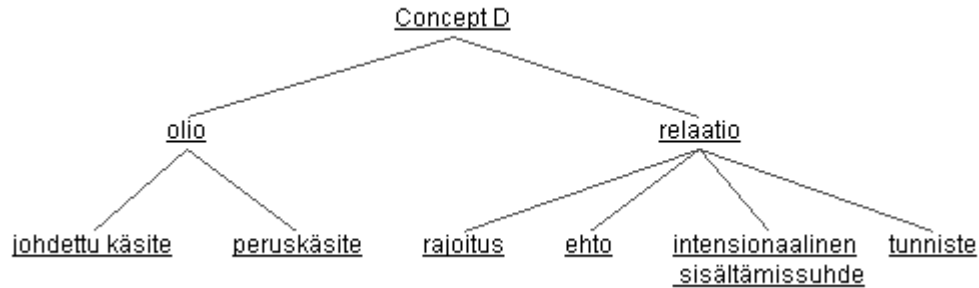
Concept D on Tampereen yliopistossa kehitetty käsitteellisen mallintamisen kuvauskieli. Kehittäjänä toiminut professori Hannu Kangassalo käyttää tätä kieltä käsitteellisen mallintamisen kursseilla ja kielestä on syntynyt jo jonkin verran materiaalia, mutta se ei ole vakiintunut ohjelmistokehityksen apuvälineeksi. Concept D:n tarkoitus on kuvata mallin tekijällä olevaa kohdealueen tietämystä.

Concept D-kielen käyttämä kuvauskieli, Concept D/D, on graafinen esitystapa Concept D-kielen mukaisista käsiterakenteista. Concept D käsitekaavio perustuu käsitteistä laadittuun syklittömään suunnattuun verkkoon. Rakenne on hierarkkinen ja määrittää näin käsitteiden välisiä suhteita. Jatkossa käytän Concept D:n käsitekaavion graafisesta esitystavasta sen lyhyempää nimeä Concept D/D.

Syy Concept D:n valintaan on sen poikkeavassa lähestymistavassa. Poiketen oliomallien ja esimerkiksi ER:n käyttämästä ekstensionaalista lähestymistavasta, Concept D käyttää käsitteiden määrittelyssä intensiota [Kangassalo 1990, s.4] [Niinimäki 2000]. Intensiolla määritellään käsitteiden sisäinen rakenne ottamatta välttämättä kantaa käsitteen ulkoisiin ilmentymiin. Intensio on Kangassalon mukaan osoittautunut melko tehokkaaksi keinoksi käsitteiden määrittelyssä [Kangassalo 2001]. Tällä hetkellä ei intensiota ole vielä juurikaan tutkittu käytettävyyden ja sitä kautta käytännön näkökulmasta. Poikkeuksena tästä on eräs käyttöliittymätutkimus, jossa tutkittiin käsitekaavion käyttöä oikeassa mallintamistilanteessa [Kangassalo & Aalto]. Tutkielmani pyrkii antamaan teoreettista pohjaa käytettävyyden näkökulmasta ja joitakin tutkimusparadigmoja, joita voidaan jatkossa tutkia empiirisesti ja esimerkiksi vertailla muihin mallinnuskieliin. Tutkielmassa ei ole oleellista kuvata uudestaan täydellisesti Concept D:tä tai sen käyttämää käsitekaavioformalismia (Concept D/D), vaan tarkempi kuvaus löytyy Concept D julkaisusta [Kangassalo 1990].

3.1 Concept D:n ontologinen perusta – jako olioihin ja relaatioihin

Esittelen Concept D/D:ssä käytettävät symbolit jaotellen ne yksinkertaistetusti **olioihin** ja niiden välisiin **relaatioihin**. Tällöin oletan Concept D:n sitoutuneen ontologisesti olioihin ja niiden välisiin relaatioihin. Alla oleva kuva (Kuva 5) havainnollistaa Concept D:hen liittyvien käsitteiden jaon.



Kuva 5: Tutkielmassa käytetty Concept D:n käsitteiden jaottelu

3.1.1 Erilaiset oliot

Olioita ovat **peruskäsite** ja **johdettu käsite**. Peruskäsite on hierarkkisen rakenteen alin käsite. Peruskäsitteen sisältöä ei määrittele enää mikään muu samaan käsitejärjestelmään kuuluva käsite. Johdettu käsite on käsite, jonka sisältämää tietämystä kuvataan yhden tai useamman muun johdetun käsitteen tai peruskäsitteen avulla. Epistemologisesta näkökulmasta katsoen käsite toimii Concept D:ssä ihmisen tietämyksen tietoteoreettisena primitiivinä. Tällöin käsite on pienin rakennuspalikka, josta ihmisen tieto koostuu. [Kangassalo & Aalto], [Kangassalo 1992].

3.1.1.1 Peruskäsite

Peruskäsite on käsite, jota ei kuvata muilla saman käsitejärjestelmän käsitteillä. Tämä tarkoittaa, että peruskäsitteen on merkittävä samaa asiaa kaikille käsiterakenteen käyttäjille, jotta muodostuva käsiterakenne tulkittaisiin oikein. Peruskäsite voidaan määrittellä esimerkiksi:

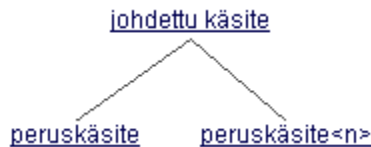
- Osoittamalla oliota tai esittämällä prosessi, jota käsite vastaa.

- Esittämällä halutun käsitteen luova prosessi.
- Sopimalla kielellisesti, mitä käsite tarkoittaa (Concept D:n käyttämä keino).

Käsitteen merkityksen sopiminen kielellisesti on ongelmallista, mikäli ajatellaan, että kielen käyttämät termit viittaavat myös käsitteisiin. Tässä tapauksessa voi syntyä loputon käsitteiden ketju. Käsitekaavion tekijän suuri ongelma onkin valita, mistä kohtaa käsitteiden ketju katkaistaan eli mitkä käsitteet valitaan peruskäsitteiksi niin, että kaikki käsiterakenteen käyttäjät tulkitsevat peruskäsitteet riittävän samankaltaisina.

Peruskäsitteellä voi olla seuraavat ominaisuudet:

- sanallinen kuvaus
- peruskäsitettä edustavien arvojen kuvaus (tyyppi, rajat,...)
- arvonmäärittämissuunnitelman kuvaus (miten käsitteen arvo rakentuu)
- operationalisointiproseduuri (käsitteen ilmentymän toteava proseduuri)
- havaintomalli (esimerkiksi kuva käsitteen ilmentymästä tai prototyypistä).

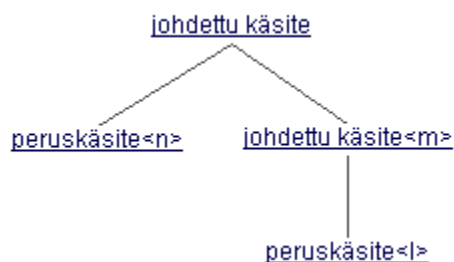


Kuva 6: Peruskäsite ja johdettu käsite

Oheisessa kuvassa (Kuva 6) on esimerkki peruskäsitteiden muodostamasta johdetusta käsitteestä.

3.1.1.2 Johdettu käsite

Johdettu käsite (Kuva 7) muodostetaan käsitejärjestelmän muista käsitteistä. Käsitejärjestelmän laatija valitsee itse, mitä käsitteitä käytetään johdetun käsitteen määrittelyssä. Tästä johtuen muodostuva käsiterakenne on laatijan oma näkemys kohdealueesta.



Kuva 7: Johdettu käsite

Yleisimmät johdetun käsitteen muodostamistavat ovat seuraavat:

- Kokoamalla: kootaan johdetun käsitteen määrittelevät käsitteet yhteen intensionaalisisällönsuhteella.
- Yleistämällä: muodostetaan johdettu käsite yleistämällä yhdestä tai useammasta käsitteestä.
- Muuntamalla: muodostetaan johdettu käsite kuvaamalla, kuinka tätä edustavat arvot muodostetaan määritteleviä käsitteitä kuvaavista arvoista.

Tarkemmin eri muodostamistavat on kuvattu Concept D materiaalissa [Kangassalo 1990, s.50].

3.1.2 Erilaiset relaatiot

Olioiden välisiä relaatioita on useita erilaisia. Tässä kuvataan yleisimmät. **Intensionaalinen sisältämissuhde**⁶ ilmaisee kahden käsitteen välisen suhteen. Käsitteen sisältämää tietämystä kuvataan toisen käsitteen avulla (johdettu käsite kuvataan peruskäsitteillä ja/tai muilla johdetuilla käsitteillä). Hierarkkisessa käsittekaaviossa tämä esitetään aina niin, että ylemmän käsitteen sisältämää tietämystä määrittävät alempana olevat käsitteet. Ehdot ja rajoitukset yhdistävät yhtä tai useampaa käsitettä. **Ehto** on totuusarvoinen ilmaus joka määrittää, voiko

tietty käsite kuuluu kyseiseen tilanteeseen. **Rajoitusta** käytetään rajaamaan käsitteiden mahdollisista ilmentymistä tietty haluttu osajoukko. Käsite toimii **tunnisteena**, mikäli sen ilmentymä yksilöi määriteltävän käsitteen ilmentymät. Määriteltävän käsitteen ilmentymän yksilöimiseen voidaan käyttää myös useita tunnisteita.

3.1.2.1 Intensionaalinen sisältämissuhde

Intensionaalinen sisältämissuhde yhdistää johdettuun käsitteeseen käsitteen. Tällöin kaaviossa ylempänä oleva käsite sisältää alempana olevien käsitteiden tietämyksen.

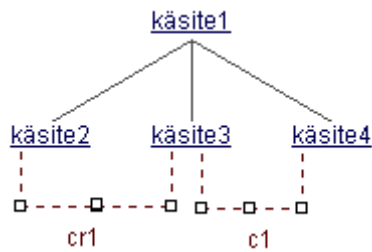


Kuva 8: Intensionaalinen sisältämissuhde

3.1.2.2 Ehdot ja rajoitukset

Ehto on totuusarvoinen ilmaus joka määrittää, voiko käsiterakenne olla tietyssä tilanteessa mahdollinen. **Rajoitusta** käytetään rajaamaan kohdealueen ne ilmiöt, jotka hyväksytään käsitteen ilmentymiksi. Ehtoja ja rajoituksia voidaan yhdistellä niin, että myös ehdollinen rajoitus on mahdollinen. [Kangassalo 1990, s.94]. Ehto merkitään kirjaimella c sekä indeksillä ja rajoitus vastaavasti kirjaimilla c_r ja indeksi (Kuva 9).

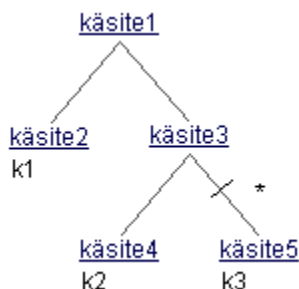
⁶ Intensionaalinen sisältämissuhde on korjattu ilmaus. Alkuperäisessä Concept D tekstissä käytetään virheellisesti termiä sisältymissuhde. [Kangassalo 2001].



Kuva 9: Ehdot ja rajoitukset

3.1.2.3 Tunniste

Tunnistetta käytetään erottamaan käsitteiden ilmentymät toisistaan. Johdetun käsitteen intensionaalisesti sisältämät, tunnisteena toimivat käsitteet yksilöivät myös muut johdetun käsitteen intensionaalisesti sisältämät käsitteet, jos ei sitä erikseen rajoiteta. Käsitteellä voi olla useita tunnisteita, jos käsitteen intensionaalisesti sisältävillä käsitteillä on omia tunnisteita. Johdetun käsitteen määrittelevää käsiterakennetta kutsutaan **tunnisteiden vaikutusalueeksi**. Käsitteen yksilöi kokonaisuudessaan kaikki ne tunnisteet, joiden vaikutusalueella kyseinen käsite on. Johdetun käsitteen tunnisteiden kuulumista tämän intensionaalisesti sisältämiin käsitteisiin voidaan rajoittaa **rajoitusmerkillä**, joka estää tunnisteiden sisällyksen käsiterakenteen hierarkiassa alempana olevaan käsitteeseen. Rajoitusmerkki voi rajoittaa yhden tai useiden tunnisteiden vaikutusaluetta. [Kangassalo 1990, s.146]. Tunniste merkitään k-kirjaimella, jonka perään annetaan tunnisteiden indeksi. Tunnisteiden katkaisu tapahtuu vetämällä intensionaalisen sisältämissuhteen katkaiseva viiva, jossa on katkaistavan tunnisteiden indeksimerkintä tai * joka tarkoittaa kaikkia tunnisteita (Kuva 10).



Kuva 10: Tunnisteet ja niiden katkaisu

3.2 Intensio ja ekstensio Concept D:ssä

Muun muassa ER:n käyttämä ekstensionaalinen olioiden kuvaustapa esittää minkälaisia luokkia ja luokan instansseja on olemassa. Concept D:n käyttämä intensionaalinen kuvaustapa määrittää ainoastaan käsitteiden sisältämän tietämyksen ottamatta kantaa siihen, minkälaisia instansseja eli luokkien ilmentymiä on olemassa tai voidaan luoda. [Kangassalo 1990, s.4]. Käytännössä tämä toimii Concept D:ssä niin, että johdettuun käsitteeseen sisältyvä tietämys määrittellään luettelemalla kaikki ne käsitteet ja niiden väliset suhteet, joiden sisältämä tietämys kuuluu johdettuun käsitteeseen.

3.3 Concept D:n näkökulmat

Intensionaalisen määrittelyn, joka määrittelee käsitteen yksilön omaamien muiden käsitteiden avulla, johdosta jokainen käsiterakenne on määrittelijän omaan tietämykseen perustuva. Toisin sanoen käsiterakenne perustuu määrittelijän omaan näkökulmaan (Kangassalo käyttää tässä yhteydessä termiä tarkastelukulma). Toisistaan poikkeavien näkökulmien mukaisesti laaditut käsiterakenteet saattavat vaikeuttaa käsiterakenteiden yhteensopivuutta synteesivaiheessa. Tällöin voidaan joutua muuttamaan yhdistettäviä käsiterakenteita. [Kangassalo 1990, s.5]. On hyvä havaita, että myös subjektivismiin (jokainen tulkitsee omasta näkökulmastaan) ja kognitiotieteiden ajattelun malliin perustuen (jokaisella omat kokemuksensa jotka luovat käsite-

esitykset) kaikilla muillakin mallinnustekniikoilla (OMT++) ja mallinnuskielillä (ER, UML) on aina käytössä jokin näkökulma, vaikka mallinnustekniikka ei tätä eksplisiittisesti toisikaan esille. Näin ollen Concept D on edullisessa asemassa muihin mallintamistekniikkoihin nähden, koska näkökulma on siinä keskeinen suunnittelun idea.

3.4 Hierarkia Concept D:ssä

Käsitteen määrittelevä käsiterakenne koostuu hierarkkisesti eri tasoista, jotka määrittävät asteittain tarkentaen ylempänä olevaa käsitettä. Tarkastelu voidaan rajoittaa tietylle tasolle kerrallaan, jolloin ei tarvitse hallita koko käsiterakenteen yksityiskohtia. [Kangassalo 1990, s.4]. Hierarkian alimmat käsitteet ovat peruskäsitteitä, joiden oletetaan olevan käsitekaavion tulkitusjälle selviä. Peruskäsitteitä voidaan kuitenkin vielä tarkentaa vapaalla kielellisellä kuvauksella [Kangassalo 1990, s.41].

Tietosysteemeissä esiintyy useita eri abstraktiotasoa, joista kukin sisältää omat käsitteensä [Kangassalo 1988, s.32]. Nämä tasot ovat abstraktion lisääntyessä

- fyysinen taso
- esitystaso
- tietorakennetaso
- käsitetaso.

Concept D-käsitekaavion etuna on se, että tällä pystytään kuvaamaan ylintä abstraktiotasoa eli käsitetasoa. [Kangassalo 1988, s.32]. Esimerkiksi ER ja UML kuvaavat yleisesti tietorakennetasoa. Korkeammankin abstraktiotason, käsitetason, kuvaaminen voi teoriassa olla ER:ssä ja UML:ssä mahdollista, joskin epäkäytännöllistä, koska nämä kaaviot ovat alunperin suunniteltu tietorakennetaso suunnittelua ja kuvaamista varten.

4 Concept D/D käsitekaavion analyysi valittujen tieteenalojen näkökulmista

Tässä luvussa analysoidaan Concept D/D käsitekaavio pienempiin osiin, joita kritisoidaan ja tutkitaan valittujen tieteenalojen teorioiden näkökulmista. On huomattavaa, että seuraavaksi viitataan sekä Concept D:hen - käsitteelliseen mallintamiskieleen, että Concept D/D:hen – Concept D:tä varten tehtyyn graafiseen kuvauskieleen. Vaikka tarkastelun kohteena on Concept D/D, ei voida välttää viittauksia Concept D:hen, koska se toimii Concept D/D:n pohjana.

4.1 Filosofian näkökulma

Filosofian ennako-oletukset, näkökulmat ja ontologiset sitoutumiset käsittelevät kaikki samaa subjektivismiin sitoutunutta ilmiötä - yksilöiden tai yksilöiden muodostamien ryhmien välisten näkökulmien eroa. Seuraavissa kohdissa jäsennellään Concept D:n ominaisuuksia näiden filosofisten käsitteiden avulla.

4.1.1 Concept D:n kyky huomioida näkökulmia

Concept D:n määrittely perustuu yksilön omaan näkökulmaan. Concept D:n teoria käsittelee eksplisiittisesti näkökulmia. Jokainen luotu käsitekaavio on tehty yhden näkökulman mukaan. Näkökulma ei kuitenkaan ole välttämättä yhden yksilön näkökulma, vaan se rakentuu määriteltävän käsitteen roolista muiden käsitteiden joukossa. [Kangassalo 1990, s.5].

4.1.2 Concept D:n kyky paljastaa ennako-oletuksia

Subjektivismiin ongelma ilmenee käsitekaavion peruskäsitteissä, joiden oletetaan olevan merkitykseltään riittävän samanlaisia jokaisen käsitekaavion käyttäjän tulkinnassa. Käsitekaavion laatijan vastuulle jää päätös siitä, kuinka tarkasti käsitteet pitää kuvata ja mitkä käsitteet jäävät peruskäsitteiksi. Käsitekaavion

laatijan työnä on tällöin valita peruskäsitteiksi ne käsitteet, joiden hän arvioi olevan kaikkien käsitekaavion käyttäjien tulkinnessa riittävän samanlaisia, jotta käsitekaavio tulkittaisiin riittävän yhdenmukaisesti.

4.1.3 Concept D:n ontologia

Tutkielmassa esiteltiin Concept D:n jaottelu olioihin ja olioiden välisiin relaatioihin (kohta: 3.1). Tämä hyvin yksinkertaistettu jaottelu ei kuitenkaan ole Concept D:n oma, vaan Concept D:n oma jaottelu on vaikeaselkoisempi. Ontologisesti Concept D on sitoutunut käsitteisiin ja käsitteiden välisiin relaatioihin, mutta käsitteiden väliset relaatiot ja käsitteet rakentavat elementit ovat monimuotoisia. Käsitteiden ontologisten sitoutumisten monimuotoisuus johtuu muun muassa käsitteiden yleisestikin hyvin vaikeasta ja vaihtelevasta määrittelystä. Käsitteen käsitteellä on monia hyvinkin erilaisia tulkintoja [Palomäki 1994, s.50], jotka ovat samalla erilaisia ontologisia sitoutumisia. Itse käsitteeseen liittyvien ontologisten kysymysten tutkiminen ei ole tämän tutkielman tutkimusaluetta, koska nämä kysymykset ovat liian laajoja.

4.1.4 Concept D ja mallintajan ontologia

Käsitteen esittely käsiterakenteessa on ontologinen sitoutuminen tietämyksen suhteen: mallintaja tunnustaa jonkin kohdealueessa olevan tietämysolion olemassaolon. Näin käsitekaavio tuo mallintajan ontologiset sitoutumiset eksplisiittisesti ilmi tietämyksen suhteen. Concept D ei kuitenkaan kuvaa kohdealueen olioita, vaan ainoastaan kohdealueeseen tietämystä [Kangassalo 1990, s.4]. Tämän takia ontologiset sitoutumiset kohdealueen muihin olioihin, kuin tietämykseen liittyviin, jäävät tekemättä. Toisaalta mallintamisen tarkoituskaan ei ole kuvata kaikkia kohdealueen olioita, vaan ainoastaan mallintamisen päämäärän saavuttamisen kannalta oleellisia olioita.

4.2 Kognitiotieteen näkökulma

Sekä kognitiotieteissä että käsitteellisessä mallintamisessa käytetään käsitteen termiä ja puhutaan käsitteiden muodostamista rakenteista. Jotkut käsitteellisen mallintamisen käyttämät ontologiset näkemykset käsitteen käsitteestä [Palomäki 1994, s.46] ovat hyvin pitkälle samanlaisia, kuin kognitiotieteessä ja psykologiassa.

4.2.1 Mentaali representaatio

Saariluoman esittämässä mentaalin representaation purussa havaintokuvaan, mielikuvaan ja käsite-esitykseen paljastui ennakko-oletus, jonka mukaan ihmisen ajattelu on ainakin osittain käsitteellistä. Silloin käsitteellinen mallintaminen kuvaa tämän ennakko-oletuksen mukaan juuri ihmisen ajattelua. Kognitiotieteen käyttämällä käsite-esityksellä ja käsitteellisen mallintamisen käsiterakenteella on paljon yhtäläisyyksiä, joskaan en väitä niiden olevan täysin samanlaisia. Kummallekin on ominaista käsitteiden muodostama verkko, jossa abstraktit oliot ovat yhteydessä toisiinsa. Olioiden nimenä kummankin tieteenalan kohdalla käytetään käsitettä. Olioiden välisten suhteiden nimi vaihtelee: kognitiotieteissä puhutaan muun muassa assosiaatiosta [Saariluoma 1990, s.26], kun taas tietojenkäsittelytieteissä puhutaan relaatioista tai esimerkiksi intensionaalisista sisältämissuhteista [Kangassalo 1990, s.4]. Kognitiotieteen käsitteisiin liittyy usein suuri joukko mielikuvia. Mielikuvat riippuvat suuresti yksilön elämäkokemuksesta, koska uudet mielikuvat rakentuvat uusista havaintokuvista ja aikaisemmin muodostuneista mielikuvista. Tämän perusteella yksilöiden kaikki käsitteet ovat yksilökohtaisia samalla tavalla kuin käsitteellinen mallintaminenkin olettaa. Näin kognitiotieteen käsitteillä ja käsitteellisen mallintamisen käyttämällä käsitteillä on yhtäläisyyksiä myös tämän suhteen.

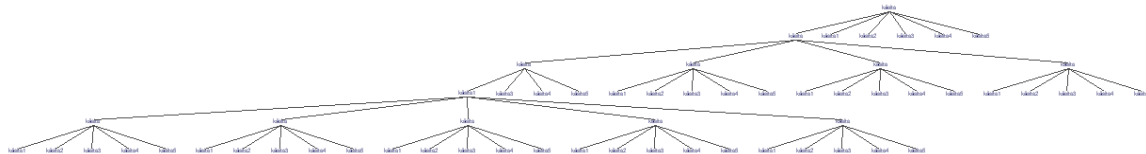
4.2.2 Concept D ja muistia käsittelevät teoriat

Ihmisen muistin toimintaan liittyy paljon teorioita, joiden avulla voidaan pohtia Concept D/D:n erilaisia ominaisuuksia. Seuraavissa kohdissa kuvaillaan Concept D/D:n ominaisuuksia käyttäen hyväksi työmuistin ja pitkäkestoisen muistin teorioita.

4.2.2.1 Työmuisti

Kognitiotieteessä havaittujen kokeiden perusteella työmuistin rajallisuutta pystyttiin kiertämään kasvattamalla mieltämisyksiköiden kokoa (kohta: 2.2.3.4). Concept D/D mahdollistaa tämän tarjoamalla käsitteiden hierarkkiset tasot. Käsitekennettä voidaan optimoida ihmisen työmuistille sopivammaksi jättämällä epäoleelliset määrittelevät käsitteet pois - sijoittamalla kullekin johdetulle käsitteelle mieltämisyksiköiden rajoituksen huomioiva määrä (7+-2) määritteleviä (intensionaalisessa sisältämissuhteessa olevia) käsitteitä. Näin käsitekaavion lukija voi keskittyä tiettyyn käsitteeseen, jonka määrittelyssä on käytetty työmuistiin mahtuva määrä muita käsitteitä.

Kuvassa (Kuva 11) on käsitekaavio, jonka jokaisen johdetun käsitteen määrittelyssä on käytetty korkeintaan viittä käsitettä. Näin jokaisen käsitteen tutkiminen irrallaan on helpompaa, koska käsitteeseen sisältyviä muita käsitteitä ei ole seuraavalla tasolla työmuistin rajoituksen suhteen liian suurta määrää.



Kuva 11: Mieltämisyksiköiden suhteen optimoitu käsitekennä

Käsitekaaviota luetaan aina ylhäältä alas [Kangassalo 1990, s.5]. Olettaen, että äsköisysefetti (kohta: 2.2.3.1.2) pätee tässäkin yhteydessä, muistaa käsitekennän lukija parhaiten ensimmäisen, eli ylimmän käsitteen ja viimeisen, eli etsimänsä käsitteen (viimeiseksi luettu käsite). Näin käsitekaavion lukijalla

vahvistuu joka lukukerralla yhteys käsitteen määrittelevän käsitteen (käsiterakenteen ylin käsite) ja jonkun määrittelevän käsitteen välillä.

Työmuistin teoriasta löytyy vastauksia myös tämän tutkielman ulkopuolelle. Kristiina Kangas pohtii Concept D-käsitekaavion sommittelua tutkivan tutkielmansa loppukeskustelussa [Kangas 1990, s.82], onko tarpeen kehittää sommittelualgoritmia, joka pystyy sommittelemaan yli 15:n määrittelevän käsitteen määrittelemiä johdettuja käsitteitä. Tutkielmassani esittämäni työmuistin rajoituksen (7+-2 mieltämisyksikköä) johdosta voin todeta, että normaalisti ei olisi suotavaa rakentaa johdettuja käsitteitä, joita määrittelee suoraan seuraavassa hierarkiatasossa rajoituksen ylittävä lukumäärä määritteleviä käsitteitä. Näin voin vastata Kankaalle: työmuistin rajallisuus huomioiden ei ole hyvä rakentaa edes 15:n määrittelevän käsitteen rakenteita.

4.2.2.2 Pitkäkestoinen muisti

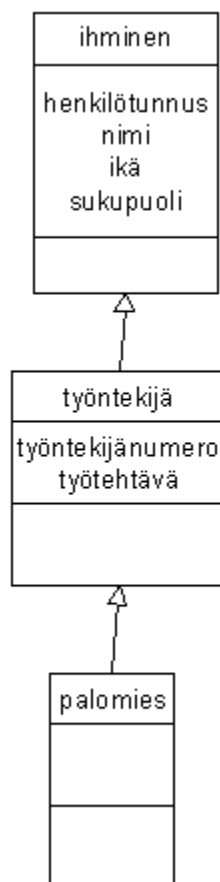
Käsitteellisen mallintamisen käyttämä käsitteellinen verkko tuo eksplisiittisesti esille käsitteiden väliset suhteet. Käsitteiden väliset suhteet liittävät käsitteet toisiinsa, joka auttaa käsitteiden tallentamisessa pitkäkestoiseen muistiin. Kuten kohdassa 2.2.3.3 mainittiin, tämä on tehokas muistiinpainamistekniikka. Jos mallinnettu käsiterakenne ajan myötä tallentuu käsitekaavion käyttäjän pitkäkestoiseen muistiin, voi käyttäjä käyttää kokonaista käsiterakennetta yhtenä mieltämisyksikkönä työmuistissaan ja näin työskennellä aikaisempaa laajempien käsiterakenteiden kanssa. Tällä pystytään kiertämään työmuistin mieltämisyksiköiden rajoitusta. (kohta: 2.2.3.4.1).

4.2.3 Concept D ja ajattelun teoriat

Käsitekaaviota käytetään perinteisesti kommunikoinnin ja suunnittelun apuvälineenä. Sekä kommunikoinnissa että suunnittelussa tarvitaan ajattelua ja seuraavissa kohdissa pohditaankin, kuinka Concept D voi tukea ajattelua.

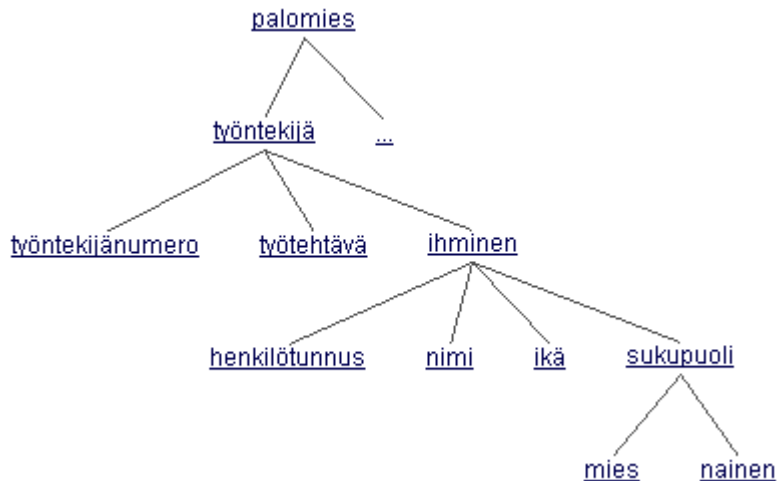
4.2.3.1 Luokittelu

Ihmiselle on luonnollista luokitella asioita. Luokittelu liittyy ekstensionaaliseen lähestymistapaan. Yksittäisistä olioista sanotaan, kuuluvatko ne johonkin luokkaan eli ovatko ne tietyn luokan instansseja. Esimerkkinä tästä on UML, joka määrittelee ekstensionaalisesti luokkien perinnän. Alla olevassa esimerkissä (Kuva 12) abstraktiotaso on ylhäällä korkeampi – ihminen on abstraktein luokka, kun taas palomies on kaavion konkreettisin luokka. Näin voimme jokaisesta ihmisen, työntekijän tai palomiehen instanssista sanoa, kuuluuko hän johonkin luokkaan: onko tämä olio ihminen, työntekijä tai palomies. Voimme myös sanoa kaaviosta, onko työntekijä ihminen tai onko palomies ihminen johtuen perinnän määritelmästä.



Kuva 12: UML ja luokittelu

Concept D:ssä, joka käyttää intensionaalista lähestymistapaa, ei luokittelua ole suoranaisesti olemassa, koska Concept D/D ei kuvaa olioiden instansseja [Kangassalo & Aalto, s.600], vaan ainoastaan käsitteitä ja käsitteiden välisiä suhteita ilman käsitteiden instansseja. Ekspansiivisen, ekstensionon perustuvan luokittelun puute sekä tätä kautta olioiden ilmentymien luokitteluun liittyvä ekstensioiden abstraktitasojen puuttuminen on eräs Concept D:n heikkouksista. Alla olevassa esimerkissä (Kuva 13) on kuvattu sama tapaus Concept D/D:llä, kuin edellisessä UML:ää havainnollistavassa esimerkissä. Tässä tapauksessa ei voida ottaa kantaa mistään olioiden instansseista eikä instanssien luokittelusta.



Kuva 13: Concept D ja luokittelun mahdottomuus

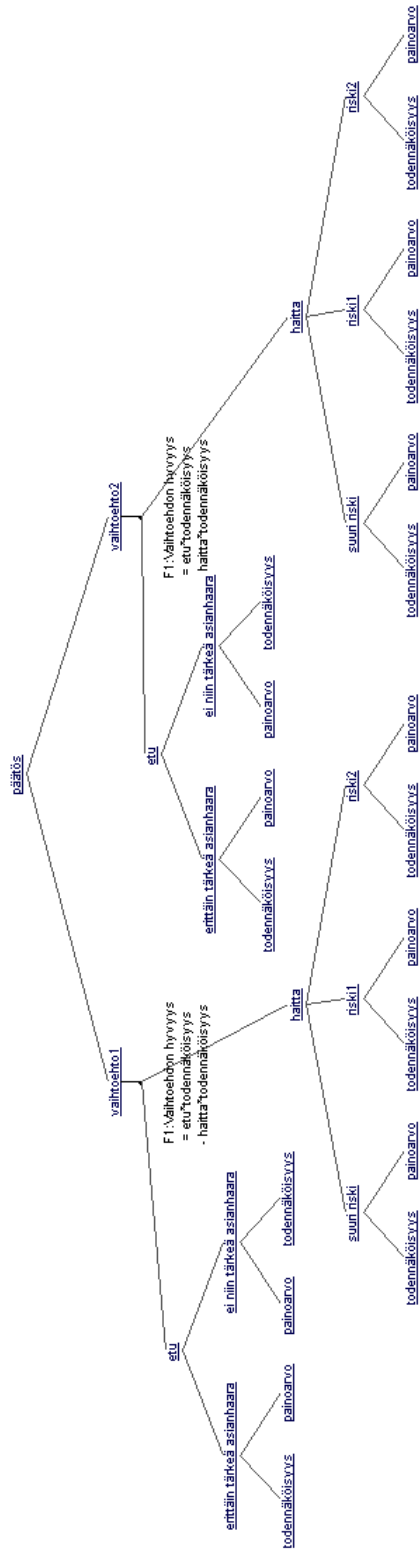
Yleisesti on huomautettava, että UML ja Concept D ovat sitoutuneet ontologisesti eri tavoin olioiden ja olioiden välisten relaatioiden määrittelyssä. Tästä syystä on vaikeata vertailla suoraan Concept D:n relaatiota (intensionaalinen sisältämissuhde) ja UML:n relaatiota (esimerkiksi periytymissuhde).

4.2.3.2 Päätöksenteko

Normatiivisen päätöksentekoteorian näkökulmasta tarkasteltuna ihminen suoriutui varsin heikosti valintojen teosta. Ongelmana esiintyi juuri työmuistin rajallisuus, jonka johdosta kaikkien vaihtoehtojen punnitseminen ei usein ollut mahdollista. (kohta: 2.2.4.2). Jos oletamme, että päätöksentekoon vaikuttavat

seikat ovat käsitteellisiä, voidaan ne mallintaa käsitekaaviossa. Tällöin voidaan kiertää työmuistin rajallisuus Concept D/D:n tarjoamin keinon, jotka esiteltiin edellisissä kohdissa (kohta: 4.2.2).

Seuraavassa kuvassa on esimerkki päätöksestä, jossa on kaksi vaihtoehtoa (Kuva 14). Concept D mahdollistaa eri vaihtoehtoihin sisältyvien etujen ja haittojen listaamisen visuaalisesti. Concept D:n määrittelyn mukaan olisi mahdollista määrittellä vaihtoehtoille funktio (esimerkissä nimellä F1), joka laskee kunkin vaihtoehdon ”hyvyyden”. Vaihtoehdon ”hyvyys” voidaan laskea kulloistenkin kriteerien mukaan esimerkiksi vaihtoehtoon liittyvien riskien todennäköisyyksien ja vakavuuksien avulla. Valitettavasti tämä ei ole kaavioeditorien kannalta mahdollista, koska tällä hetkellä ei ole toimivaa Concept D/D editoria, joka osaisi laskea funktioiden arvoja. Esimerkissä käy ilmi myös yksi Concept D/D:n tämänhetkisten editorien ongelma: suurten käsitekaavioiden visualisointi on epäkäytännöllistä, koska käsiterakenteilla on taipumus viedä paljon tilaa vaakatasossa. Ratkaisu tähän olisi esimerkiksi toteuttaa käsitteiden sommittelu pystysuuntaan tai viistoon vaakatasossa olevan tekstin sijasta. Kristiina Kangas [Kangas 1990] on tutkinut Concept D-käsitekaavion sommittelua tarkemmin. Kangas käyttää sommittelun kriteereinä monia kirjallisuudesta kerättyjä kriteerejä [Kangas 1990, s.2] ja esittelee sommittelutavan, jossa määriteltävän käsitteen ympärille sommitellaan määritteleviä käsitteitä joka suuntaan.



Kuva 14: Mallinnettu päätös

4.2.3.3 Päättely

Loogisen päätöksenteon lisäksi ihmisen vahvimpia puolia ei myöskään ollut looginen päättely. Tämäkin johtuu osittain työmuistin rajallisuudesta. Lisäongelmana oli ihmisen taipumus epäloogiseen toimintaan joissakin tilanteissa (kohta: 2.2.4.3). Päätelyn ongelmaan ehdotan samaa ratkaisua kuin päätöksenteon suhteen: Jos loogiset ja formaalit päättelytehtävät voidaan kuvata käsitteillä, voidaan ne kuvata myös Concept D/D:llä. Concept D/D on formaali ja jäsenelty kieli ja mikäli käsitekaavio voidaan rakentaa tietokoneella, voidaan looginen päättely antaa tietokoneen vastuulle, joka suoriutuu tästä huomattavasti ihmistä virheettömämmin. Valitettavasti käytännön sovellusta tämän suhteen rajoittaa seikka, että Concept D/D:lle ei ole kehitetty vielä valmiita yleisessä käytössä olevia editoreja (kohta: 4.4.2). Concept D/D:n yhdistäminen esimerkiksi predikaattilogiikkaan ei myöskään ole selvä, vaan tämä vaatii lisätutkimusta.

4.2.3.4 Ongelmanratkaisu

Ongelmanratkaisu on erittäin yleistä toimintaa ohjelmistoprojekteissa, koska niissä pyritään usein luomaan uutta, aikaisemmin tuntematonta. Ongelmia ja niiden ratkaisumalleja voi esiintyä näissä tilanteissa useilla eri tasoilla. Yhtenä varsin suorana analogiana esitän tietojärjestelmän toteutukseen liittyviä ongelmia, joita ratkaistaan suunnittelumallien avulla. Suunnittelumalli on erittäin samankaltainen ongelmanratkaisussa käytetyn ratkaisumallin kanssa: Ohjelmointiin liittyvä ongelma ratkaistaan valitsemalla sopivia suunnittelumalleja ja yhdistelemällä niistä uusi ratkaisumalli. Toinen korkeamman abstraktiotason ongelma voi esiintyä käsitteellisellä tasolla, jossa on suunniteltava tietojärjestelmän käsitteiden väliset suhteet. Ohjelmointiin liittyvän tason katson kuuluvan Kangassalon esittämään tietorakenteen tasoon (kohta: 3.4) – se ei ole yhtä korkean abstraktiotason asiaa kuin käsitteet, jotka eivät ota kantaa itse tietojärjestelmän toteutukseen.

Concept D/D ei sovellu hyvin toteutukseen liittyvän tietorakennetason mallintamiseen – sitä varten on olemassa esimerkiksi ER ja UML, jotka ovat suunniteltuja tämän tason tiedon kuvausta varten. Korkeamman abstraktiotason käsite rakenteen kuvaukseen Concept D/D on omiaan. Tällöinkin voidaan soveltaa ongelmanratkaisuun liittyvää mallia: ratkaistaan käsitteellinen suunnitteluongelma yhdistelemällä aikaisemmin opituista ratkaisumalleista uusi ratkaisumalli. Käsitteelliset ratkaisumallit voidaan kuvata käsittekaavion muodossa eli Concept D/D:llä ja uuden ratkaisumallin luominen on hyvin samankaltaista mallintamisprosessin synteessivaiheen kanssa [Kangassalo 1990, s.37]. Ratkaisumallin käsitteellisessä kuvaamisessa on poikkeuksena tilanteet, joissa ongelmanratkaisu koostuu prosesseista. Tällöin Concept D ei ole välttämättä tehokas työväline. Ongelmassa käytettävää ratkaisumallia voidaan käyttää samaan tapaan kuin päätöksenteossa.

4.3 Organisaationaalisen oppimisen näkökulma

Tässä kohdassa käydään läpi Concept D/D:n ominaisuuksia tutkien, miten ne tukevat organisaationaalisen oppimisen kohdassa esiteltyjä arvioivaa kyselyä ja organisaation oppimisen indikaattoreita. Arvioiva kysely ja organisaationaalisen oppimisen indikaattorit käydään kumpikin läpi omassa kohdassaan.

4.3.1 Concept D/D:n kyky tukea arvioivaa kyselyä

Seuraavissa kohdissa käyn läpi, miten Concept D/D voi tukea arvioivan kyselyn eri prosesseja (kohta: 2.3.2). Käyn jokaisessa kohdassa läpi yhden arvioivan kyselyn toiminnon vastaamalla, tukeeko Concept D/D sitä jollakin tavalla.

4.3.1.1 Kysymysten esittäminen

Arvioivassa kyselyssä kysymysten esittämisen tarkoitus on

1. oppia
2. saada syvällisempi ymmärrys

3. huomata ennen huomaamattomia asioita
4. kartoittaa osaamista
5. etsiä parannuksia vaativia kohtia.

Seuraavaksi selvitämme Concept D/D:n tarjoamat mahdollisuuden näiden vaatimusten täyttämiseksi:

1. Käsitekaavioiden laatiminen on konstruktivistista toimintaa, joka on monien oppimisteorioiden mukaan erittäin tehokasta oppimista. [Lonka et al.].
2. Käsitekaavion tekeminen paljasti joissakin tapauksissa, miten epäselviä ja vajavaisia työntekijöiden työssään käyttämät käsitteet olivat. [Kangassalo & Aalto]. Intensionaaliseen lähestymistavalle on ominaista kartoittaa tarkentaen askeleittain käsitteeseen sisältyvää tietämystä (kohta: 3.4).
3. Viitaten aikaisemmin esittämäni teoriaan ihmisen työmuistin rajallisesta suorituskyvystä ja Concept D/D:n siihen tarjoamasta ratkaisusta (kohdat: 2.2.3.4 ja 4.2.2.1), perustelen Concept D/D:n kykenevän tämänkin vaatimuksen täyttämiseen.
4. Kohtien 2 ja 3 vastausten mukaan myös tämä vaatimus täyttyy. Joskin henkilöiden osaamista koskevien käsitekaavioiden tekeminen pelkästään tämän kohdan täyttämiseksi voi olla kannattamatonta työtä.
5. Kohdat 2 ja 3 vastaavat myös tähän täyttäen vaatimuksen.

Yllä esitetyin perustein totean Concept D/D:n tukevan kysymysten esittämistä.

4.3.1.2 Arvojen, uskomusten sekä ennako-oletusten tunnistaminen ja haastaminen

Ennako-oletukset määrittävät, miten käsite rakentuu yksilön omasta näkökulmasta. Concept D/D kartoittaa käsitteeseen liittyvät muut käsitteet, jolloin joudutaan myöskin perustelemaan sisältyvien käsitteiden kuuluvuus. Perustelu tuo näin esille käytössä olevia ennako-oletuksia.

4.3.1.3 Reflektio

Reflektioon liittyy omien tai toisten tietojen, uskomusten, oletusten, toimintojen ja prosessien tarkkailu. Edellisen kohdan mukaan ennakko-oletusten tunnistaminen on mahdollista. Muiden kuin käsitteellisten asioiden tarkkailua Concept D/D ei pysty edistämään.

4.3.1.4 Vuoropuhelu

On havaittu, että Concept D/D:llä pystytään kehittämään kohtuullisella vaivalla informatiivisia, ymmärrettäviä ja erittäin kompakteja kuvauksia. Nämä kuvaukset ovat usein verbaalista kuvausta selvempiä. [Kangassalo & Aalto]. Kuvauksen ymmärrettävyyttä tukee myös Concept D/D:n muistin rajoituksia kiertävä ominaisuus (kohta: 4.2.2.1). Näin Concept D/D on erinomainen vuoropuhelun väline, kun halutaan vaihtaa yhteisiä käsitteellisiä näkemyksiä.

4.3.1.5 Datan kerääminen, analysointi ja tulkinta

Concept D:llä suunniteltu relaatiotietokanta voi toimia datan varastointivälineenä. Datan analysointi ja tulkinta tapahtuu sekä kaavion teko-, että lukemisvaiheessa. Huomioitavaa on kuitenkin se, että Concept D pystyy käsittelemään vain käsitteellisiä rakenteita, eikä esimerkiksi tiettyjä instansseja tai niiden arvoja – näitä käsitellään esimerkiksi tietokannan tasolla. Concept D/D on liian abstrakti väline kvantitatiivisen datan keräämiseen: se perustuu käsitteiden abstraktiotasoon, vaikka tässä kohdassa tietorakenteen abstraktiotaso olisi käytännöllinen (kohta: 3.4). Concept D/D ei itse sovellu datan keruuseen, mutta sillä voidaan suunnitella tietokanta, johon dataa kerätään [Niemi 1998]. Tällöin Concept D/D:n käsittekaavio voi olla erittäin tehokas keino datan analysoinnissa ja tulkinassa.

4.3.1.6 Toiminnan suunnittelu

Concept D kuvaa käsitteiden sisältämää tietoa – ei tietyn prosessin ekstensiota (tässä tapauksessa ajallisia arvoja). Prosessin käsitteellinen sisältö voidaan määrittellä Concept D:llä, mutta tällä hetkellä ei ole kokemusta Concept D:n soveltuvuudesta ajallisten suhteiden esittämisessä, joita toimintaan useimmiten liittyy. Ajalliset suhteet liittyvät ekstensioon, jonkin luokan instanssiin, esimerkiksi prosessin alkamis- ja loppumisajat. Varsinaisia arvoja ei kuvata Concept D/D:n käsittekaaviossa, vaan mahdollisesti tuotetussa relaatiotietokannassa, joka kuvaa käsitteiden mahdolliset instanssit (ekstension). Näin ei voida sanoa, että Concept D/D pystyisi auttamaan ainakaan yksin toiminnan suunnittelussa, jos tähän liittyy ajallisiin suhteisiin painottunut prosessien suunnittelu.

4.3.1.7 Toteutus

Toteutusvaiheessa on tärkeätä kerätä dataa, sekä analysoida ja tulkita sitä toteutuksen onnistumisen seurannassa. Tämä on oletettavasti järkevintä tehdä samoilla välineillä kuin datan muukin käsittely. Concept D ei tällöin riitä yksistään tähän tehtävään, koska datan keräys ja varastointi tapahtuu joidenkin muiden välineiden (esimerkiksi relaatiotietokanta yhdistettynä tietokannanhallintasysteemiin) kuin Concept D:n avulla.

4.3.2 Organisaationaalisen oppimisen indikaattorit

Seuraavissa kohdissa tutkin, miten Concept D/D pystyy tukemaan aikaisemmin esiteltyjä organisaation eri tasojen oppimiskyvyn indikaattoreita (kohta: 2.3.3). Indikaattorit kerrataan lyhyesti numeroituna, jonka jälkeen vastaan jokaiseen kohtaan erikseen tai yhdessä.

4.3.2.1 Yksilöllinen kyky oppia

Yksilöllisen oppimiskyvyn indikaattoreita ovat

1. kyky yhdistää uutta informaatiota vanhaan
2. avoimuus
3. kyky asettua toisten näkökulmiin
4. ympäristön ja itsensä tarkkailu.

Käyn indikaattorit läpi vastaamalla jokaiseen kohtaan:

1. Uuden informaation yhdistäminen vanhaan vaatii luovaa ajattelua. Tähän liittyy usein ongelmanratkaisu (kohta: 2.2.4.4), koska siinä ratkaistaan ongelma uuden ratkaisumallin avulla jota ei entuudestaan ole olemassa. Ongelmanratkaisua Concept D/D tukee työmuistin rajoitusten kiertämisessä ja jäsentelyssä (kohdat: 4.2.2.1 ja 4.2.3.4).
2. Concept D/D mahdollistaa tehokkaan kommunikaation (kohta: 4.3.1.4). Yksi mallintamisen avainidea oli siirtää sisäinen tietorakenne ulkoiseen muotoon.
3. Concept D/D edesauttaa ennako-oletusten tunnistamista (kohta: 4.3.1.2). Näkökulmat ovat Concept D:n pohjalla oleva idea ja jokainen käsitekaavio kuvaa juuri tietyn näkökulman (kohta: 4.1.1).
4. Concept D/D ei sovellu reflektioon muuten kuin ennako-oletusten tunnistamisessa (kohta: 4.3.1.3).

Neljäs kohta on ainoa, jota Concept D/D ei tue täysin.

4.3.2.2 Kollektiivinen kyky oppia

Kollektiivisen oppimiskyvyn indikaattoreita ovat

1. ryhmätyöskentelytaito
2. kyky vuoropuheluun
3. kyky ratkaista ristiriitatilanteita tuloksellisesti
4. avuliaisuus
5. monimuotoisuus.

Kun käydään nämä kohdat läpi Concept D/D:n kanssa, havaitaan:

1. Concept D/D voi tukea ryhmätyöskentelyä viestinnän välineenä, mutta se ei vaikuta henkilön sisäisiin ryhmätyöskentelytaitoihin.
2. Concept D/D tukee vuoropuhelua käsitteellisten näkemysten osalta (kohta: 4.3.1.4).
3. Ristiriitatilanteiden ratkaisussa voidaan käyttää osin ihmisen ajatteluun liittyviä teorioita. Concept D/D:tä voidaan käyttää tukemaan näitä teorioita (kohdat: 4.2.3.2 ja 4.2.3.4).
4. Avuliaisuus ei ole Concept D/D:n vaikutuspiirissä.
5. Concept D/D ei kykene luomaan eikä tukemaan työntekijöiden monimuotoisuutta, ainoastaan kuvaamaan sitä käsitteellisellä tasolla.

Yllä olevasta havaitaan, että Concept D/D tukee kollektiivisessa oppimisessa lähinnä kommunikaatioon liittyviä kohtia 2 ja 3.

4.3.2.3 Rakenteellinen kyky oppia

Rakenteellista oppimiskykyä edistävät

1. hajautettu organisaatio
2. tasoitetut valtahierarkiat
3. pienet yksiköt
4. yksiköiden tiivis vuorovaikutus.

Concept D/D ei tarjoa tukea rakenteellisella tasolla muuta kuin organisaation rakenteen käsitteellisessä kuvauksessa.

4.3.2.4 Kulttuurillinen kyky oppia

Organisaation standardeihin on kuuluttava oppimisen puoltamiseksi

1. vuoropuhelu
2. avoimuus
3. kommunikaatio
4. kilpailun ja vertailun henki.

Näistä Concept D/D tukee vuoropuhelua ja kommunikaatiota aikaisemmin esitellyin osin (kohta: 4.3.1.4). Sen sijaan kyseenalaistan itse kilpailun ja vertailun hengen tarpeellisuuden, koska ne ovat omiaan laskemaan motivaatiota ja tukemaan kilpailijoiden eli työtoverien kamppailusta.

4.3.2.5 Organisaation kyky oppia työn organisoimisen seurauksena

Työn järjestelyissä oppimista edesauttavat

1. saadun palautteen tarkkailu
2. itsekorjaavuus
3. käyttäjäystävällinen informaatio
4. työryhmät.

Näistä Concept D/D tukee kolmatta kohtaa tarjoamalla käsitteellisen informaation tehokkaan esitystavan (kohta: 4.3.1.4). Itsekorjaavuutta Concept D/D tukee käsitteellisen ajattelun osalta, koska käsittekaavion rakentamisella on taipumus paljastaa laatijan käsitteelliset virheet.

4.3.2.6 Johdon kyky oppia ja tukea oppimista

Johto vaikuttaa oppimisen edistämisen seuraavilta osin:

1. Palkitsee tai rankaisee toimintaa.
2. Toimii työntekijöiden valmentajana.
3. Kyseenalaistaa käytännöt.
4. Kestää kritiikkiä ja pohtii uusia vaihtoehtoja.

Concept D/D tukee kohtia seuraavasti:

1. Ei tue.
2. Ei tue.
3. Kyseenalaistaminen vaatii luovaa ajattelua joten Concept D/D tukee ajattelua tukevilta osin kyseenalaistamista (kohta: 4.2.3).

4. Uusien vaihtoehtojen arvioinnissa voidaan käyttää apuna käsitekaaviota, kuten kohdissa 4.2.3.2, 4.2.3.3 ja 4.2.3.4.

Näin Concept D/D tukee osittain näitä kohtia.

4.4 Concept D:hen vaikuttavat käytännön ominaisuudet

Concept D/D on kehitetty käsitteellistä mallintamista varten. Tämä ei kuitenkaan vielä rajaa niitä sovellusalueita, joissa Concept D/D:tä voidaan käyttää. Seuraavassa kuvaillaan muutamia esimerkkejä, miten Concept D/D:tä voidaan käyttää perustuen läpi käytyihin teorioihin. Nämä esimerkit ovat irrallaan ohjelmistokehitysprojektista, joten jokainen voi itse päättää, missä projektin vaiheissa esimerkit ovat hyödyllisiä.

4.4.1 Concept D:n muunnettavuus

Concept D soveltuu korkean abstraktionsa takia useampien sovellusalueiden kuvaukseen kuin matalamman abstraktiotason kielet, kuten UML tai ER. Vastaavasti Concept D:n heikkoutena joissakin tilanteissa esiintyy sen korkean abstraktion sisältävä intensionaalinen näkökulma ekstensionaalisen sijasta. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi olio-ohjelmointina toteutetun ohjelmiston tai tietokannan suunnittelu, joissa helpompaa voi olla suunnitella suoraan ekstensionaalisen lähestymistavan mukaisesti olioiden instanssit, jotka toteutetaan ohjelmointikielellä tai tietokannalla. En tarkoita tällä sitä, että olioiden tai tietokantojen suunnittelu olisi Concept D:llä mahdotonta, ainoastaan työläämpää kuin joillakin muilla kielillä – Concept D on formaali kieli ja sille on kehitetty esimerkiksi muunnosalgoritmeja jotka tuottavat suoraan relaatiotietokantoja [Niemi 1998]. Tämä tarkoittaa, että Concept D soveltuu myös relaatiotietokannan suunnitteluun samalla tavoin kuin tätä työtä varten tehty ER.

Concept D-kaavion muunto ER-kaavioksi on mahdollista, koska Concept D:n mukaisesta kaaviosta voidaan luoda relaatiotietokanta ja relaatiotietokannasta on

mahdollista luoda ER kaavio käänteissuunnittelulla (reverse-engineering). Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että Concept D:n ilmaisuvoima olisi samanlainen, kuin ER:n. Osa Concept D:n kuvaamista asioista voi hukkaa muunnettaessa toiseen muotoon, koska Concept D-kaavio voi sisältää enemmän informaatiota kuin ER-kaavio [Niemi 1998, s.322].

4.4.2 Concept D:n ongelmia

Concept D on kehitetty pitäen perustana formaalia kieltä. Taustalla olevat teoriat ovat matematiikan, tietojenkäsittelyn ja logiikan muodostamia. Valitettavasti käsitekaavion yksi käyttäjä on kuitenkin ihminen, joka ei aina toimi matematiikan eikä varsinkaan logiikan sääntöjen mukaisesti (kohta: 2.2.4). Tämän johdosta näen tarpeellisena myöskin ihmisen huomioimisen käsitekaavion kehittämisessä vieläkin valitettavan yleisen tietokone-ohjelma-vuorovaikutussuhteen lisäksi. Tutkielmani yksi idea onkin tarjota ihmisläheisempää teoriaa Concept D-kielen pohjalta ja tällä tavoin tehdä siitä ihmisystävällisempää.

Intensionaalinen sisältämissuhde, jonka esittelin alussa Concept D/D erityisenä vahvuutena ei ole täysin mutkaton. Intensionaalisen sisältämissuhteen abstraktius on ongelmallinen, koska ihmisellä on taipumus ajatella ekstensionaalisesti tiettyihin ilmentymiin viitaten. Asioiden muistamisen ja ymmärtämisenkin kannalta konkreettiset asiat ovat abstrakteja helpompia. Relaation "intensionaalinen sisältämissuhde" määrittely on myös erittäin vapaamuotoinen: käsitteen sisältämä tietämys. Tämä antaa tiettyä ilmaisun vapautta, mutta samalla muuttaa käytetyn relaation epämääräiseksi. Esimerkiksi muissa mallintamiskielissä käytetyt "is-a" (ekstensionon perustuvaa luokittelua) ja "has-a" (kooste, osien summa) relaatiot kuvaavat luokittelua ja koostetta. Concept D:n intensionaalinen sisältämissuhde yhdistää nämä kummatkin, jonka johdosta luokittelu ja koosteiden havaitseminen tämän Concept D:n relaation avulla ei ole mahdollista. Myös Marko Niinimäki on tehnyt samansuuntaisia havaintoja Concept D:n intensionaalisisestä sisältämissuhteesta [Niinimäki 2000].

Käytännön ongelmana Concept D:llä verrattuna muihin, esimerkiksi ER:ään tai UML:ään, ovat sen takana olevat voimat. Taustalla ei vielä ole suuria organisaatioita, jotka olisivat ottaneet Concept D:n omaksi työvälineekseen tai suosikikseen kuten esimerkiksi UML:n suhteen kävi [Schmuller, s.9]. Osasyynä tähän on varmasti kielen osittainen keskeneräisyys: kaikista Concept D-kielen osista (D/D, D/CS, D/CQL) ei ole tehty vielä editoreja tai edes valmiita määritelmiä. Concept D/D–kuvauskielestä on tehty muutamia editoreja eri käyttöjärjestelmille [Kangassalo 1992], mutta nämä ovat olleet keskeneräisiä tai editorien käyttämät systeemiarkkitehtuurit ovat vanhentuneet. Jotta Concept D saisi jalansijaa, kaipaisi tämä valmiita ohjelmia, jotka käyttäisivät Concept D-kieltä. Muuntomahdollisuus Concept D:n kuvauskielen ja muiden kuvauskielten välillä olisi varmasti yksi avaintekijä, jolla Concept D saisi jalkaa oven väliin. Lisäongelmana Concept D editorin käytön leviämislle näen tämänhetkisen Cosmos nimisen editorin käyttörajoitukset: käyttö kaupalliseen toimintaan on kielletty. Näin editoriin tutustuminen yrityksissä ei ole laillisesti mahdollista. Tämä ongelma olisi syytä ottaa huomioon kehitettäessä uusia kokeellisia editoreja, koska kaupallisilla voimilla on suuri vaikutus uuden teknologian leviämisessä.

4.4.3 Concept D:n kilpailevat mallinnuskielet

Concept D ei ole ainoa hierarkiaa hyväksi käyttävä käsitteellisen mallintamisen kieli. Kilpailijana esiintyy esimerkiksi EER, joka käyttää ekstensionaalista lähestymistapaa ja pystyy kuvaamaan jokseenkin samoja asioita [Niinimäki 2000]. Näiden kilpailijoiden arviointi tämän tutkielman yhteydessä on kuitenkin mahdotonta.

4.4.4 Concept D:n esitystapa

Concept D/D:n esitystapa sopii länsimaiseen käyttöön, koska luku tapahtuu ylhäältä alas. Esitystapa vie varsin paljon tilaa vaakatasossa ja varsinkin

monitorilla tämä vaikeuttaa isompien käsiterakenteiden käsittelyä. Tämän perusteella onkin suotavaa jalostaa esitystapaa. Yksi mahdollisuus on, että hierarkkisen verkon luku alkaa sivulta niin, että vasemmassa tai oikeassa reunassa onkin hierarkian ylin käsite. Kristiina Kangas [Kangas 1990] on esittänyt erään sommitteluidean, jossa määrittelevät käsitteet sommitellaan johdetun käsitteen ympärille. Concept D/D:n sommittelua on siis jo tutkittukin jossain määrin.

4.4.5 Concept D:n sovellusalueet

Koska Concept D/D:n ilmaisuvoima on melko suuri, voidaan sillä kuvata monia eri asioita. Periaatteessa voidaan kuvata mitä tahansa ihmisen mielessä olevaa asiaa, jos oletetaan ajattelun olevan käsitteellistä. Tähän perustuen Concept D/D:llä voidaan ”kalastella” paperille tai kaavioon kaikki ihmisen mielessä olevat asiat. Tämä onkin yksi Concept D/D:n vahvoja puolia: sen avulla voidaan tehdä luetteloja minkä tahansa asian tietämyksestä tarkentaen kuvausta asteittain. Concept D on havaittu olevan käytännössäkin tehokas keino tietämysrakenteiden kartoittamiseen. Suuria etuja ovat ajattelussa esiintyvien virheiden paljastuminen sekä esitystavan helppo luettavuus ja kompaktius. Haittapuolena mainitaan metodin työläys. [Kangassalo & Aalto]. Teoreettisesta näkökulmasta Concept D:n metodin on esitetty olevan hyvin paljon samankaltainen tieteellisen teorian kehityksen kanssa [Kangassalo 1988]. Seuraavissa kohdissa esittelemäni sovellukset ovat vain yleisiä esimerkkejä. Luonnollisesti ehdotan lisäksi Concept D:n normaalia käyttötarkoitusta tietosysteemien suunnittelussa ja kuvaamisessa (tietokannan tai ohjelmiston suunnittelu).

4.4.5.1 Termien selventäminen osapuolten välisessä kommunikaatiossa

Yhdeksi Concept D:n sovellusalueeksi ehdotan käytettävien termien selventämistä eri osapuolten välillä. Asiakkaan tai muun osapuolen kanssa vaatimusmäärittelyjä tehtäessä ilmenee usein suuriakin eroja kohdealueen

termien tulkinnan suhteen. Tämä voi johtua esimerkiksi osapuolten eri koulutuksesta, motiiveista, työkokemuksesta tai toimenkuvasta. Concept D:llä voidaan kuvata jokainen tärkeä käsite, johon termit viittaavat ja näin edesauttaa kaikkien osapuolten samankaltaista tulkintaa käytettyjen termien osalta. Tällä vähennetään väärinkäsitysten ja sitä kautta esimerkiksi väärin sopimuksien syntymistä.

4.4.5.2 Ideariihen kuvauskieli

Toinen ehdotus on Concept D/D:n käyttö ideariihi-tyylisessä työskentelyssä. Concept D:lle on ominaista lypsää ideoita. Listaamalla syntyneen idean sisältämät ajatukset (käsitteet) saadaan ne kuvattua ymmärrettävässä muodossa. Kognitiotieteiden esittelemän muistin rajoituksen kiertäminen (kohta: 2.2.3.4) on mahdollista Concept D käsitekaavion hierarkkisuuden avulla. Tätä kaivataan ideariihessäkin isompien kokonaisuuksien hallinnassa.

4.4.5.3 Optimoitu muistilista

Mikäli muistettavia asioita on paljon, ihmisen muisti ei pysty käsittelemään niitä hyvin. Tällöin muistettavien asioiden jäsentely hierarkioihin muistin rajoitukset huomioiden (kohta: 4.2.2.1) voi olla hyvä apukeino.

4.4.5.4 Kevennetty Concept D kuvauskielen versio

Vaikka Concept D:n kuvauskieli on esimerkiksi UML-kuvauskieltä yksinkertaisempi, sisältää Concept D:n määrittely myös varsin paljon sääntöjä. Esimerkkinä Concept D/D kielen määrittely, joka on hieman alle 180 sivua. [Kangassalo 1990]. Suuri osa säännöistä on laadittu, jotta kieli olisi formaalia ja mahdollisimman ilmaisuvoimaista. Kuitenkin joissakin käyttötarkoituksissa ei edellytetä formaalia kuvausta tai kaikkea ilmaisuvoimaa, vaan kevyempikin versio kielestä riittäisi. Ottaen huomioon Concept D:n tehokkuuden jäsentelyn apuvälineenä, soveltuu se myös muiden asioiden kuvaukseen yksinkertaisena

versiona. Concept D/D on kuitenkin sellaisenaan työläs opetella esimerkiksi pelkkää muistiinpanojen jäsentelyä varten.

5 Yhteenveto

Concept D/D tarjoaa monia hyviä, muita mallintamiskieliä ihmisläheisempiä ominaisuuksia, mutta on vielä keskeneräinen. Yleisesti ottaen Concept D on työläs työväline, mutta se tarjoaa tehokkaan keinon käsitteiden huolelliseen määrittelyyn [Kangassalo & Aalto]. Osa yksinkertaisista käsitteistä ei tarvitse Concept D:n tasoista määrittelyä, mutta jos käsitteiden määrittelyn on oltava luotettava, Concept D tarjoaa valmiin menetelmän, joka pakottaa miettimään käsitteitä tavallista perinpohjaisemmin. Seuraavissa kohdissa kuvaillaan tiivistetysti eri tieteenalojen näkökulmista tehdyt oleelliset havainnot.

5.1 Filosofian löydökset

Filosofian esiteltyjen teorioiden avulla havaittiin, ettei Concept D:nkään määrittelyssä ole eksplisiittisesti tuotu esille itse mallintamiskielen käyttämiä ontologisia sitoutumisia tai niiden perusteita. Puhutaan kyllä käsitteistä ja niihin liittyvistä suhteista sekä rajoituksista, mutta ei selvitetä, millä perusteilla nämä on valittu. Joihinkin muihin mallintamiskieliin verrattuna Concept D:llä on vahvuutena filosofian kannalta näkökulmien huomiointi, joka mainitaan eksplisiittisesti kielen määrittelyssä.

5.2 Kognitiotieteen löydökset

Tietojenkäsittelytiede ja kognitiotiede ovat hyvin läheisiä aloja. Tämä havaittiin myös tässä tutkielmassa. Concept D:n ennako-oletukset käsitteistä ovat hyvin samankaltaisia kuin kognitiotieteen käyttämät. Mikäli tutkielmassani esiteltyyn kognitiotieteessä vallitsevan näkemyksen ihmisen ajattelusta katsotaan olevan oikea, on käsitteellinen mallintaminen lähempänä (samankaltainen) ihmisen ajattelua, kuin mikään muu mallintamismetodi. Käytettävyyden näkökulmasta Concept D/D kiertää ihmisen muistin rajoituksia erittäin hyvin. Hierarkkisen rakenteen avulla voidaan ohittaa mieltämysyksiköiden rajoitukset. Johtuen

ihmisen työmuistin rajallisuudesta ja ihmisen ajattelun epäloogisuudesta, Concept D/D voi olla myös hyvä työkalu eri ajattelutilanteissa, joissa nämä puutteet on tarpeen kiertää.

5.3 Organisaationaalisen oppimisen löydökset

Kun sovitettiin Concept D:tä organisaatioon, valittiin lähtökohdaksi organisaationaalinen oppiminen, jonka oletettiin olevan yksi menestyvän tietotekniikkayrityksen avaintekijöistä. Organisaationaalisesta oppimisesta on tarjolla runsaasti erisuuntaisia teorioita. Kaksi tutkielmaan valittua teoriaa toivat kummatkin eri näkökulman, joskin näillä havaittiin olevan myös paljon yhteistä (kohta: 2.3.4). Kun käytiin Concept D/D läpi vertaillen sen tarjoamaa tukea kummankin teorian eri kohdille, havaittiin, että Concept D/D ei riitä yksin rakentamaan oppivaa organisaatiota. Tämä ei ollut mikään yllätys, koska Concept D:tä ei ole missään vaiheessa suunniteltukaan organisaationaalisen oppimisen välineeksi. Tästäkin huolimatta havaittiin sekä aikaisempien kokemusten pohjalta, että tutkielmassa tuotujen teorioiden pohjalta, että Concept D/D tukee hyvin kommunikaation liittyviä organisaationaalisen oppimisen ominaisuuksia. Suurin vahvuus oli virheellisten käsitteiden löytäminen kysymysten esittämisen, vuoropuhelun ja ennako-oletusten tunnistamisen avulla. Nämä prosessit tapahtuivat lähinnä yksilö- tai ryhmätasolla.

Alla oleva taulukko (Taulukko 2) on yhteenveto organisaationaalisen oppimisen ja Concept D/D:n vertailusta. Tarkastelun kohteena on oppimisen eri teorioiden kohdat, joita Concept D/D tukee käytännössä havaittuna tai esittelemieni teorioiden mukaan. Käytännön havainnot perustuvat tutkielmassa muutenkin käytettyyn raporttiin [Kangassalo & Aalto].

	Concept D/D tukee	
	tukee teorian mukaan	tukee havaintojen mukaan
arvioivan kyselyn prosessi		
kysymysten esittäminen	tukee	tukee
arvojen, uskomusten, ennakkooletusten kyseenalaistamien	tukee	tukee
reflektio	ei	ei
vuoropuhelu	tukee	tukee
datan keräys, analysointi, tulkinta	tukee analysointia ja tulkintaa	ei
toiminnan suunnittelu	ei	ei
toteutus	ei	ei
oppimiskyvyn indikaattori		
yksilöllinen	tukee lähes kokonaan	tukee osittain
kollektiivinen	tukee osittain	ei
rakenteellinen	ei	tukee rakenteen kuvaamista
kulttuurillinen	tukee osittain	tukee osittain
organisaationaalinen	tukee osittain	tukee osittain
johdon	tukee osittain	ei

Taulukko 2: Concept D:n tarjoama tuki organisaationaalisiselle oppimiselle

5.4 Käytännön löydökset

Concept D:n keskeneräisyys ilmenee parhaiten käytännön ongelmissa. Suurin ongelma on valmiiden Concept D/D:tä tukevien kaavioeditorien puute. Käsiterakenteiden teko paperille on usein erittäin työlästä, jonka lisäksi tietokone pystyy tarkistamaan parhaiten formaalit ja rakenteelliset vaatimukset. Tästä johtuen jotkut esittämäni käytännön sovellukset eivät ole käyttökelpoisia ennen kuin on tarjolla valmis Concept D/D-editori.

Vahvuutena Concept D/D:llä on ihmisen ajattelua tukevat ominaisuudet. Esitinkin muutamia käytännön sovelluksia, jotka hyödyntävät näitä ominaisuuksia. Itse Concept D:n ajattelutapa ja esitystapa ovat hyödyntämisen arvoisia myös muissakin sovellusalueissa kuin tietosysteemien suunnittelussa. Kun intensionaalista sisältämissuhdetta vielä selvennetään ja saadaan rakennettua toimiva Concept D/D-editori, käsitteiden sisällön viestintä ja tarkentaminen tulee olemaan helpompaa.

6 Loppukeskustelu

Loppukeskustelussa tarkastelen kriittisesti tutkielmani mahdollisia virheitä ja heikkouksia. Tuon myös esille mielestäni oleelliset ja hyvät löydökset. Tutkielman aikana syntyi suuri määrä lisäkysymyksiä ja esittelen niistä oleellisimmat jatkoehdotuksina, jotka voivat toimia vaikkapa uusien tutkielmien aiheina tuoden toivottavasti tarkennusta ja laajuutta tämän tutkielman tuloksiin.

6.1 Itsekritiikki

Vaikka pyrin huomioimaan eri tieteenalojen ennakko-oletukset ja ontologiset sitoutumiset, pystyn arvioimaan niiden oikeellisuutta vain osittain. Kognitiotieteen teoriat ovat vain yksi näkemys ihmisen ajattelusta. Tarjolla on monia muitakin teorioita. Valitsin kognitiotieteen, koska se lähteiden mukaan tarjosi monipuolisen poikkitieteellisen näkökulman ihmisen ajattelusta. Tämä osoittautuikin todeksi. Kognitiotieteen heikkoutena näen kuitenkin sen puutteellisen sillan luonnontieteisiin: empirismin avulla on kehitetty teoria siitä, miten ihminen ajattelee käsitteellisesti. Ei kuitenkaan ole olemassa mitään yksiselitteistä kuvausta ihmisen ajattelun ja aivojen hermoverkon välillä.

Organisaationaalinen oppiminen on hyvin laaja alue, johon en tutkielman aikana varmastikaan ehtinyt saada kokonaisvaltaista kuvaa. Kävin kuitenkin läpi useita teorioita, joista valitsin muihin käyttämiini ennakko-oletuksiin sopivimmat. Tämä sinänsä ei ole ongelma, kunhan vain lukija muistaa teorioiden olevan kuvaus todellisuudesta, työkalu – ei itse todellisuus.

Käsitteellisestä mallintamisesta olisi ollut tarjolla monia muitakin kieliä. Esitin perustelut juuri käyttämäni kielen puolesta, mutta ei ollut mahdollista selvittää, tarjosiko joku muu kieli samat tai jopa paremmat lähtökohdat. Tämän jätän suosiolla muiden tehtäväksi jatkoehdotuksen muodossa. Valitsemani mallinnuskieli on edelleen keskeneräinen, joten siinä piilee varmasti monia

ongelmia, mitä tässä en ole huomionnut tai löytänyt. Käsitteelliseen mallintamiseen ja myöskin Concept D:hen liittyy suuri joukko matemaattisia teorioita. Vaikka nämäkin ovat omalta osaltaan hyödyllisiä, valitsin tarkoituksella lähestymistavan, jossa käytetään enemmänkin humanistisia piirteitä, kuin abstraktin suljetun systeemin formaaleja menetelmiä. Matemaattisista näkökulmista on tutkimuskohdettani tarkasteltu jo entuudestaan, joten oletan tämän tutkielmani pystyvän tarjoamaan enemmän, kun käytän uutta näkökulmaa.

Yleisesti ottaen valitsemieni teorioiden määrä ei tuo oikeutta valitsemieni tieteenalojen laajuudelle. Jokainen tieteenala tai jopa teoria itsessään olisi ollut riittävän suuri temmelyskenttä normaalille tutkielmalle. Tutkielmani tavoite oli kuitenkin toimia yleisemmän tason tarkasteluna, eikä porautua mihinkään yksityiskohtaan. Tämä tavoite perustuu kokemukseen oikeasta elämästä, jossa päätöksiä ja tutkimuksia joudutaan tekemään enemmän resursseihin kuin tieteellisen teorian idealistisiin kriteereihin perustuen. Toisin sanoen minulla ei ollut enempää aikaa, eikä rahaa, kuin yliopiston lopputyöhön yleensä oli tarjolla. Tästä johtuen esimerkiksi kognitiotieteen viitteissä ei ole tutkittu kaikkia aikaisimpia alkuperäisiä kirjoituksia, joissa jokin asia tuotiin ensimmäistä kertaa esille. Tämä olisi vaatinut uuden vieraan kielen opetteluun sekä huomattavia rahallisia että ajallisia investointeja alkuperäisteosten löytämiseksi. Tässä kohden olen turvautunut Saariluoman auktoriteettiin, joka koostuu hänen kirjallisesta tuottavuudestaan, viittausten järjestelmällisyydestä sekä muilta saadusta tunnustuksesta.

Toinen resurssieni rajallisuudesta johtuva ongelma oli käytettyjen teorioiden kritiikin puute. Enhän voi arvioida niiden kykyä kuvata kokonaisuutta, ellen ole ensin tutustunut kokonaisuuteen. Aika ei riittänyt esimerkiksi kaiken kognitiotieteen kirjallisuuden läpi kahlaamiseen, eikä tutkielman tavoitteena ollutkaan psykologian professuurin, vaan filosofian maisterin tasoinen tietämys.

Ohjelmistokehitysprosessin kuvauksia on lukuisia, mutta en keskittynyt niihin tässä tutkielmassa, vaikka tutkimuksen vaikutusalue onkin ohjelmistokehitysprosessi. Pysin pohtimaan asioita huomioiden juuri ohjelmistokehitysprosessin näkökulman, mutta en käynyt teorioita läpi vertaillen niitä tiukasti jonkin tietyn ohjelmistokehitysprosessin vaiheisiin. Tällä päädyin toivottavasti yleispätevämpään tutkielmaan.

Kaikkiin esittelemiini kaavioihin kuuluu implisiittisesti tuntematon tekijä, mitä tutkielmassani ei ole huomattu. En kuitenkaan esityksen yksinkertaistamisen vuoksi piirtänyt jokaiseen kaavioon laatikkoa, jonka nimenä olisi "X" tai "?" viittaamassa tuntemattomaan tekijään.

6.2 Positiiviset löydökset

Tutkielman perusidea valita näinkin laajoja alueita erilaisiksi tarkastelukulmiksi oli uhkarohkea, mutta löytyi kuitenkin varsin selkeä suunta Concept D/D:n arviointiin: kognitiotieteestä löytyneet ihmisen ajatteluun ja muistiin liittyvät ominaisuudet toivat uusia näkökulmia Concept D/D:n tarkasteluun. Eräänä lähtökohtana ollut halu tuoda uutta ihmisläheisempää näkökulmaa käsitteelliseen mallintamiseen tuli perustelluksi tutkielman myötä. Tällainen ihmisläheinen näkökulma tuli vielä rakennettuakin psykologian ja kognitiotieteiden avulla.

6.3 Jatkoehdotuksia

Kuten aikaisemmin mainitsin, jätin tietämyksenhallinnan tarkoituksella pois valituista tieteenaloista, koska katson tutkielmani olevan eräs tietämyksenhallintaan liittyvä teoria. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, ettei olisi hyödyllistä vertailla esittämäni teoriaa muihin tarjolla oleviin tietämyksenhallinnan teorioihin.

Yksi avainidea, jonka perusteella valitsin Concept D:n tutkielmani kohteeksi oli sen jäsentelyä helpottava hierarkkinen verkkorakenne. Tämä voi soveltua moneen muuhunkin tiedon esittämiseen ja hakuun. Vielä keskeneräinen Concept D/CQ, käsitteellinen kyselykieli saattaisi olla eräs kehittynyt tulevaisuuden tiedonkäsittelyjärjestelmän osa. Voisikin olla hyödyllistä tutkia Concept D:n soveltuvuutta nimenomaan tiedon louhintaan (data-mining).

Tutkielmassani viittasin yhtäläisyyksiin käsitteellisen mallintamisen käsiterakenteen ja kognitiotieteen käsite-esityksen välillä. Tätä yhteyttä on vielä tarpeellista tutkia ja selvittää syvällisemmin, missä määrin nämä käsitteet ovat yhteneviä. Toinen tarkennusta kaipaava osa on kognitiotieteen ja neurofysiologian välinen puuttuva silta: pystytäänkö käsitteet tai ajattelu kuvaamaan ihmisen aivojen hermoverkossa?

Eräs syntynyt jatkotutkimuksen kohde on Concept D:n rakentaman syklittömän verkon muuntaminen muuhun muotoon, kuin relaatiotietokantaan. XML, jo valmiina oleva tekniikka, voisi olla yksi uusi tiedon esitysmuoto. XML:ää voidaan käyttää verkon yli selaimella tai siitä voidaan itse muotoilla haluttu esitystapa. Tämä on relaatiotietokantaa monipuolisempi esitystapa. Näin voisikin olla paikallaan kehittää XML:n tai SGML:n pohjalta käsitteellinen kuvauskieli: "CML", "Conceptual Markup Language". On huomattava, että XML-rakenne on puu, eikä syklitön verkko. Kuitenkin XML:n puurakennetta voidaan täydentää hyperlinkeillä, joten näiden avulla voidaan mahdollisesti luoda muut tarvittavat yhteydet elementtien (käsitteiden) välille. Robin Cover on kerännyt aiheesta artikkeleita [Cover 2001]. Hän näkee XML:n ongelmana sen painotuksen syntaksiin semantiikan sijasta [Cover 2001].

Concept D/D:n lisäksi on muita kuvauskieliä käsiterakenteiden kuvausta varten. Näiden vertailu keskenään voi tuoda perustavanlaisia eroja eri kielten välille. Kielten ontologiset sitoutumiset voidaan jakaa esimerkiksi seuraavanlaisiin tasoihin:

1. kuvauskielen esitysmuodon käyttämät oliot ja olioiden väliset suhteet
2. kuvauskielen kohdealueesta (myöskin epäsuorasti) mallintamat asiat
3. kuvauskielen mallintamisen ulkopuolella olevat, mutta kuvauskielen huomioimat asiat.

Esimerkkejä näistä kolmesta ontologisesta tasosta ovat seuraavat:

1. Concept D:n käyttämät graafiset objektit: alleviivatut tekstit, jotka kuvaavat käsitteitä tai katkoviivat, jotka kuvaavat rajoituksia.
2. Vaikka Concept D:n kaaviokielessä ei ole omaa graafista objektia yleistystä varten, on tämä (epäsuorasti) käytettävissä käyttämällä käsitteiden muodostaman kokonaisuuden rakennetta ja siihen mahdollisesti sisältyviä rajoituslauseita [Kangassalo 1990, s.64]. Muissa kielissä saattaa olla suoraan oma graafinen objektinsa yleistyksen kuvausta varten. Näin kaikki mallinnettavat asiat eivät ole suoraan esillä graafisessa esityksessä graafisten objektien muodossa.
3. Concept D ei mallinna näkökulmia, mutta se huomioi näkökulmien olemassaolon. Concept D on ontologisesti sitoutunut käsitteisiin, mutta ei luokkiin toisin, kuten esimerkiksi UML.

7 Viiteluettelo

[Anderson 1983]

Anderson, J., R., *The Architecture of Cognition*, Harvard University Press, Cambridge, 1983

[ATK-sanakirja 1996]

Tietotekniikan liitto ry:n sanastotoimikunta, *ATK-sanakirja, 8. Painos*, Gummerus Kirjapaino OY, Jyväskylä, 1996

[Boman et al. 1997]

Boman, M., Bubenko, J., Jr, Johannesson, P., Wangler, B., *Conceptual Modelling*, Prentice Hall, Great Britain, 1997

[Broadbent 1975]

Broadbent, D., E., *The magic number seven after fifteen years*, in Kennedy, R., Wilkes, A., (editors), *Studies in Long-Term Memory*, New York: Wiley, 1975

[Cover 2001]

Cover, R., *The XML Cover Pages, Conceptual Modeling and Markup Languages*, <http://xml.coverpages.org/conceptualModeling.html>, 26.11.2001

[Crossan et al.]

Crossan, M., M., Lane, H., W., White, R., E., *An Organizational Learning Framework: From Intuition to Institution*, *Academy of Management Review* Vol. 24. No 3. 522-537, 1999

[Dictionary of philosophy]

Audi, R., *Cambridge Dictionary of Philosophy*, Cambridge University Press, Cambridge, 1999

[Ebbinghaus 1885]

Ebbinghaus, H., (1885), *Memory*, New York, Dover, 1964

[Eloranta 1974]

Eloranta, K., T., *Heuristiikat ja heuristisuus*, Väitöskirja, Tampereen yliopisto, Tampere, 1974

[Evans 1982]

Evans, J., St., B., T., *The Psychology of Deductive Reasoning*, Routledge & Kegan Paul, London, 1982

[Finger & Bürgin Brand]

Finger, M., Bürgin Brand, S., *The Concept of the "Learning organization" Applied to the Transformation of the Public Sector*, in Easterby-Smith, M., Araujo, L., Burgoyne, J., (editors), *Organizational learning and the learning organization, Developments in theory and practice*, Athenaeum Press, Gateshead, 1999

[Guarino1998]

Guarino N., *Formal Ontology and Information Systems*, in N. Guarino (editor), *Formal Ontology in Information Systems.*, Proc. of the 1st International Conference, Trento, Italy, 6-8 June 1998. IOS Press

[Gärdenfors]

Gärdenfors, P., *Symbolic, Conceptual and Subconceptual Representations*, in Cantoni, V., Setti, A., Tegolo, D., (editors), *Human and Machine Perception: Information Fusion*, Plenum Press, New York, 1997

[Hilgard 2000]

Atkinson, R., L., Atkinson, R., C., Smith, E., E., Bem, D., J., Nolen-Hoeksema, S., Smith, C., D. (editor), *Hilgard's Introduction to Psychology*, Harcourt College Publishers, USA, 2000

[Huysman]

Huysman, M., *Balancing Biases: a Critical Review of the Literature on Organizational Learning*, in Easterby-Smith, M., Araujo, L., Burgoyne, J., (editors), *Organizational learning and the learning organization, Developments in theory and practice*, Athenaeum Press, Gateshead, 1999

[Johnson-Laird 1991]

Johnson-Laird, P., N., Byrne, R., M., J., *Deduction*, Lawrence Erlbaum, UK, 1990

[Kangas 1990]

Kangas, K., *Concept D/CS-käsittekaavion layout*, Pro Gradu-tutkielma, Tietojenkäsittelyopin laitos, Tampereen yliopisto, Tampere, 1990

[Kangassalo 1982]

Kangassalo, H., *On the Concept of Concept in Conceptual Schema*, in Kangassalo, H. (editor), *First Scandinavian Research Seminar on Information Modelling and Database Management*, University of Tampere, Tampere, 1982

[Kangassalo 1988]

Kangassalo, H., *Foundations of Conceptual Modelling: A Theory Construction View*, (1988) in Kangassalo, H., Ohsuga, S., Jaakkola, H., (editors), *Information Modelling and Knowledge Bases*, IOS Press, Amsterdam, 1990

[Kangassalo 1990]

Kangassalo, H., *Kuvauskieli käsitteellistä mallintamista varten, Concept D*, Tietojenkäsittelyopin laitos, Tampereen yliopisto, Tampere, 1990

[Kangassalo 1992]

Kangassalo, H., *COMIC: A System and Methodology for Conceptual Modelling and Information Construction*, in *Data & Knowledge Engineering* 9, 287-319, North-Holland, 1992/1993

[Kangassalo 2001]

Hannu Kangassalon pitämä Käsitteellisen mallintamisen kurssi, Tampere, 2001

[Kangassalo & Aalto]

Kangassalo, H., Aalto, P., Shackel, B. (editor), *Experiences on User Participation in the Development of a Conceptual Schema by Using a Concept Structure Interface*, *Human-Computer Interaction . INTERACT '84*, Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland, 1985

[Lonka et al.]

Lonka, k., Lahtinen, V., Lindblom-Ylänne, S., *Mieti ja muokkaa, opit paremmin*, Tiede 2000 6/97

[Medin & Goldstone 1990]

Medin D., L., Goldstone, R., L., *Concepts*, in Eysenck, M., W. (editor), *The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology*, Basil-Blackwell, Oxford, 1990

[Miller 1956]

Miller, G., A., *The Magical Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information*, *Psychological review* vol. 63, 1956

[Milner 1966]

Milner, B., *Amnesia Following Operation on the Temporal Lobes*, in Zangwill, O. (editor), *Amnesia*, Holt, New York, 1966

[Mizzaro 2000]

Mizzaro, S., *Towards a Theory of Epistemic Information*, in Jaakkola, H., Kangassalo, H., (editors), *Proceedings of the 10th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases*, Pori School of Technology and Economics, Pori, 2000

[Murdock 1962]

Murdock, B., B., (1962), *The Serial Position Effect of Free Recall*, *Journal of Experimental Psychology*, 64, 482-488

[Niemi 1998]

Niemi, T., *Transforming Concept D Schema into Relational Database Schema*, in Jaakkola, H., Kangassalo, H., (editors), *Proceedings of the 8th European-*

Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases, Pori School of Technology and Economics, Pori, 1998

[Niinimäki 2000]

Niinimäki, M., *Intensional and Extensional Languages in Conceptual Modelling*, in Proceedings of the Tenth European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases, Department of Computer Science, University of Tampere, Finland 2000

[Palomäki 1994]

Palomäki, J., *From Concepts to Concept Theory. Discoveries, Connections, and Results*, Ph. D. Dissertation, Acta Universitatis Tamperensis ser A vol. 416, Tampere, 1994

[Preskill & Torres]

Preskill, H., Torres, R., The Role of Evaluative Enquiry in Creating Learning Organizations, in Easterby-Smith, M., Araujo, L., Burgoyne, J., (editors), *Organizational learning and the learning organization, Developments in theory and practice*, Athenaeum Press, Gateshead, 1999

[Saariluoma et al.]

Pertti Saariluoma, Matti Kamppinen, Antti Hautamäki, *Moderni kognitiotiede*, Gaudeamus, Helsinki, 2001

[Saariluoma 1990]

Saariluoma, P., (1990), *Taitavan ajattelun psykologia*, Otava, Keuruu, 1992

[Schmuller]

Schmuller, J., *Teach Yourself UML in 24 Hours*, Sams, USA, 1999

[Tekoälyn ensyklopedia]

Hyvönen, E., Karanta, I., Syrjänen M., *Tekoälyn ensyklopedia*, Gaudeamus, Hämeenlinna, 1993

[Toivola 2001]

Toivola, T., *Concept D ja ER-malli relaatiotietokannan suunnittelussa*, Tietojenkäsittelytieteen laitos, Tampereen yliopisto, Tampere, 2001

[Van Griethuysen]

Van Griethuysen, J., J. (editor), *Concepts and Terminology for the Conceptual Schema and the Information Base*, ISO/TC97/SC5 - N695, 1982

[Warrington & Shallice 1969]

Warrington, E. K. and Shallice, T., *The Selective Impairment of Auditory-verbal Short-term Memory Tasks*, Quarterly Journal of Experimental Psychology 24A:30-40. 1969

[Wason et al. 1977]

Wason, P., C., Johnson-Laird, P., N., *Thinking. Readings in Cognitive Science*, Cambridge university press, Cambridge, 1977

[Wason 1983]

Wason, P. C., *Realism and Rationality in the Selection Task*, in Evans, T. (editor), *Thinking and reasoning. Psychological Approaches*, Routledge and Kegan Paul, London, 1983