

**Pietari Ritoranta**

# **Epävarmuus, organisointi ja ohjelmointi**

Tietotekniikan Kandidutkielma

23. toukokuuta 2021

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

**Tekijä:** Pietari Ritoranta

**Yhteystiedot:** parerito@student.jyu.fi

**Ohjaaja:** Antti-Jussi Lakanen

**Työn nimi:** Epävarmuus, organisointi ja ohjelmointi

**Title in English:** Uncertainty, organization and programming

**Työ:** Kandidutkielma

**Opintosuunta:** Tietotekniikka

**Sivumäärä:** 22+0

**Tiivistelmä:** Tämä tutkielma tarkastelee ohjelmointiryhmien epävarmuustekijöiden ja organisoinnin suhdetta tutkimuskirjallisuuteen perehtyen.

**Avainsanat:** ohjelmointiryhmät, epävarmuus, organisointi

**Abstract:** This document explores the relationships between the organization and uncertainties of programming teams as found by past research.

**Keywords:** programming teams, uncertainty, organization

Jyväskylässä 23. toukokuuta 2021

Pietari Ritoranta

## Sisällys

1	JOHDANTO .....	1
2	EPÄVARMUUS .....	3
	2.1 Epävarmuus yleisesti .....	3
	2.2 Epävarmuus ohjelmoinnissa .....	5
3	EPÄVARMUUDEN HALLINTA .....	6
	3.1 Taustaa ja epävarmuuden sietäminen .....	6
	3.2 Epävarmuuden vähentäminen .....	8
4	OHJELMOINTIRYHMIEN ORGANISOINTI JA EPÄVARMUUS .....	10
	4.1 Epävarmuuden hallinta ohjelmointiryhmissä .....	10
	4.2 Kontrolli - vesiputousmallit .....	11
	4.3 Joustavuus - ketterät menetelmät .....	12
5	YHTEENVETO .....	14
	LÄHTEET .....	16

# 1 Johdanto

Ihmisten organisaatioihin liittyy aina hankaluuksia. Henkilöstö voi sairastua ja tehtävät voivat epäonnistua. Organisaatioiden toimintaa vaikeuttaa ja estää monet yllättävät ja vähemmän yllättävät tekijät. Niitä helpottaa, kun potentiaaliset ongelmat tunnetaan ja niihin osataan varautua. Sairaaloissa on varageneraattorit sähkön katkeamista varten ja uimahalleissa seinille on ripustettu pelastusrenkaita. Näin mahdollisesti toteutuvia riskejä voidaan jossain määrin hallita.

Riskinhallinta on hyvin tärkeä osa organisointia. Perinteisesti riskienhallinnalla on tarkoitettu tunnettuihin, potentiaalisesti toteutuviin (tai vaikutuksiltaan mitattaviin (Grote 2015)) riskeihin varautumista, niiden tunnistamista ja niiden varalle suunnitelmien tekemistä (Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008). Mutta organisaation hankaluudet alkavat toden teolla, kun toteutuvat riskit ovat ennalta tuntemattomia, tai niihin ei muuten olla osattu varautua (Grote 2015).

Perinteistä riskienhallintaa on kritisoitu siitä, että sen toteutuksessa luotetaan liikaa mahdollisuuksiin hankkia tarpeeksi kattavat pohjatiedot, tehdä etukäteen toimivia suunnitelmia ja valvonnan sekä kontrollin avulla saada optimaalisia tuloksia (Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008; Grote 2003). Riskienhallinnalle onkin viime vuosikymmeninä noussut (Ward ja Chapman 2003; Grote 2015) haastava käsite: *epävarmuuden hallinta*.

Tässä tutkielmassa tutkitaan mitä epävarmuudella ja epävarmuuden hallinnalla tarkoitetaan sekä miten ja miksi ne liittyvät vahvasti ohjelmointiryhmien organisointiin. Tutkielman näkökulma on teoreettinen: Aihetta lähestytään yleisesti projektiryhmien organisoinnin teorian näkökulmasta ja sitä kautta edetään kohti ohjelmointiryhmien organisointia.

Ohjelmointiryhmien organisoinnin tutkimiselle syntyy motivaatio ohjelmointityön suuresta merkityksestä nyky-yhteiskunnassa (Gurbaxani ja Whang 1991) sekä ohjelmointityön taipumuksesta olla ryhmätyötä. Kehittämällä ymmärrystä ohjelmointiryhmien organisoinnista, luodaan edellytyksiä onnistua siinä paremmin.

Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskartoituksena aikaisemman tutkimuskirjallisuuden poh-

jalta. Tutkielmassa on käytetty aineistoa, johon pääsi keväällä 2021 käsiksi Jyväskylän Yliopiston opiskelijatunnuksilla.

Luvussa 2 tarkastellaan epävarmuutta organisaatioissa ja ohjelmoinnissa. Luvussa 3 käydään läpi tapoja hallita epävarmuutta. Lopulta luvussa 4 tarkastellaan ohjelmointiryhmien organisoimista epävarmuuden ja epävarmuuden hallinnan näkökulmasta.

## 2 Epävarmuus

### 2.1 Epävarmuus yleisesti

Epävarmuus (engl. uncertainty) on tärkeä organisaatioiden toimintaan ja toiminnan suunnitteluun vaikuttava käsite. Sillä kuvataan nimensä mukaisesti tuntemattomuutta, tiedon sumeutta tai sen puutteellisuutta. Epävarmuus liittyy organisaatioiden toimintaan yksittäisistä prosesseista koko kokonaisuuteen ja sen hallintaan.

Organisaatioiden epävarmuutta on tutkittu paljon ja siitä on kirjoitettu paljon. Huolimatta siitä, miten paljon epävarmuudesta on kirjoitettu, sille ei kuitenkaan vaikuta syntyneen vaikiintunutta, yleistä määritelmää. Myös Lipshitz ja Strauss (1997) myöntävät tilanteen. Epävarmuuden määritelmässä on kuitenkin paljon yhteisiä teemoja.

Epävarmuuden on nähty olevan riski-käsitettä laajempi ilmiö, ja toisaalta riskit voidaan nähdä osana epävarmuutta (Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008; Ward ja Chapman 2003). Molemmissa mainituissa artikkeleissa esitetään samansuuntaisia ajatuksia siitä, että epävarmuudet voivat olla myös positiivisia tai neutraaleja asioita, eikä niitä siksikään ole mielekasta rinnastaa riskeihin. Perminova, Gustafsson ja Wikström (2008) määrittelee epävarmuuden "kontekstina, jossa riskejä tai mahdollisuuksia käy toteen". Määritelmä painottaa epävarmuutta riskejä kattavampana käsitteenä sekä ympäristöstä ja sen toimijoista kumpuavana ilmiönä.

Lipshitz ja Strauss 1997 esittelevät vastakkaisen näkökulman: Epävarmuus estää tai hidastaa toimintaa ja päätöksentekoa, joten se on organisaatioille haitallinen asia. Tästä haitallisuudesta syntyy luonnollinen motivaatio pyrkiä hallitsemaan epävarmuutta. Taipalus, Seppänen ja Pirhonen (2020) mukaan tämä näkökulmaero saattaa kuitenkin johtua vain eroista epävarmuuden määrittelyssä. Myös Lipshitz ja Strauss (1997) kuitenkin näkevät epävarmuuden ja sen hallinnan laajempana ilmiönä kuin riskit ja riskienhallinnan.

Thomé ym. 2016 erottavat riskit ja epävarmuuden toisistaan tietämyksen ja varautumisen mahdollisuuden avulla. Heidän mukaansa riskit - eli tunnetut epävarmuustekijät - ajavat riskinhallintatoimia, kun taas epävarmuudet - eli ei-tunnetut epävarmuustekijät - kannustavat

joustavuuteen. Tällä tavalla epävarmuustekijät voivat olla myös hyödyllisiä. Voi paljastua ennalta tuntemattomia positiiviseksi koettavia mahdollisuuksia, joita voi organisaation jous- taessa hyödyntää.

Mainitut epävarmuuden määritelmät poikkeavat toisistaan jossain määrin, mutta yleisenä teemana nousee esiin: Mitä ei tiedetä, mitä ei osata ottaa huomioon, mistä ei olla varmo- ja. Näkökulmaeroina erottuu suhtautuminen epävarmuuksien hyötyihin ja haittoihin: Suurin osa tutkimuksista näkee epävarmuuksista aiheutuvat ilmiöt sekä mahdollisuuksina että uhki- na, mutta Lipshitz ja Strauss (1997) vain haittana. Huomioitavaa on, että Lipshitz ja Strauss (1997) tarkastelevat epävarmuuksia nimenomaan päätösten tekijöiden näkökulmasta, joten näkökulma epävarmuuksien tuomiin hyötyihin ja haittoihin on toinen, kuin muissa tutki- muksissa.

Aiempaa tutkimuskirjallisuutta lukiessa käy selväksi, että epävarmuudelle on lukemattomia, osittain päällekkäisiä ja joskus ristiriitaisia määritelmiä, mutta se on aihe huomioonottaen varsin ymmärrettävää. Epävarmuudella ei nimittäin todellakaan ole yhtä ilmenemismuotoa, syytä tai seurausta. Päinvastoin. Esimerkiksi ohjelmointityön luontaisia epävarmuuksien läh- teitä luetellessaan Ibrahim ym. (2009) mainitsevat muun muassa vaatimusten määrittelyn, suunnittelun, koodauksen ja testauksen. Perminova, Gustafsson ja Wikström (2008) puoles- taan huomioivat, että epävarmuuksia syntyy sekä tiimien sisäisistä, ulkoisista kuin tehtävä- kohtaisistakin lähteistä.

Epävarmuuksien moninaisia syitä, ilmenemismuotoja ja seurauksia määritelmien kannalta pohtiessa alkaa helposti tuntea sympatiaa tätä yksinkertaiselta vaikuttavaa määritelmää koh- taan: "Epävarmuus on tunne, joka syntyy epäselvyydestä" (Taipalus, Seppänen ja Pirhonen 2018, *Journal of Information Systems Education*, Vol. 29(2), s. 118).

Kuitenkin selkeä näkemys, johon kaikki alan tutkimukset selvästi yhtyvät on, että epävar- muudet voivat aiheuttaa suuria haittoja organisaatioiden toiminnalle ja prosessien loppu- tuloksille. Äärimmäisinä esimerkkeinä nousee esiin kuuluisia katastrofeja, jotka on myö- hemmin yhdistetty epävarmuuden välttelyyn tai vähättelyyn (Grote 2015). Vuoden 2011 Fu- kushiman ydinvoimalaonnettomuutta on myöhemmin tituleerattu virallisessa onnettomuus- raportissa "ihmisten aiheuttamaksi" ja sen on väitetty johtuneen liiallisesta auktoriteettien

tottelevaisuudesta ja epävarmuuksien vähättelystä (The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission 2012). NASA:n avaruussukkulaonnettomuuksien on väitetty johtuneen kulttuurista, jossa vain insinöörien mitattavissa olleet epävarmuustekijät [tunnettu-tuntematon (vs. tuntematon-tuntematon)] otettiin huomioon (Feldman 2004).

## **2.2 Epävarmuus ohjelmoinnissa**

IT-projektien tunnuspiirteitä ovat suuri kompleksisuus, epävarmuus ja merkittävä epäonnistumisen riski (Rodriguez-Repiso, Setchi ja Salmeron 2007). On väitetty, että nämä ovat syitä (Taipalus, Seppänen ja Pirhonen 2020) IT-projektien alhaisen onnistuneisuuden taustalla (The Standish Group 2015; Na ym. 2004).

On väitetty, että ohjelmointityön kriittisenä haasteena on prosessien luontaiset epävarmuudet, vaatimusten määrittelystä ja suunnittelusta, koodaukseen ja testaukseen (Ibrahim ym. 2009).

Itse ohjelmointityön vaatimustenkin määrittelyyn on väitetty olevan usein haastavaa, sillä IT-systeemien tilaajien toiveet ovat usein sumeita (Na ym. 2004) ja muuttuvat usein projektin aikana (Na ym. 2004; Highsmith ja Cockburn 2001). Lopulta, epävarmuutta on väitetty syntyvän systeemien komponenttien ja interaktioiden määrästä (Thomé ym. 2016) sekä ihmisten yhteistyöstä (Na ym. 2004; Sakka, Barki ja Côté 2016).

Ohjelmointityön voisi siis väittää olevan hyvin epävarmaa; lukuisien työkalujen, ohjelma-komponenttien, kirjastojen ja ohjelmoijien interaktiota, usein epäselvien tavoitteiden ajamana. Ohjelmointityön huomattavan suuren epävarmuuden voisi täten väittää tarvitsevan huomattavan suurta huomiota.



## 3 Epävarmuuden hallinta

Kun on tunnustettu epävarmuutta syntyvän lukemattomista lähteistä ja sen vaikuttavan vahvasti toiminnan suunnitteluun, päätöksentekoon ja prosessien lopputuloksiin, syntyy luonnollinen motivaatio tehdä asialle jotain. Epävarmuuden käsittelyä kutsutaan epävarmuuden hallinnaksi.

### 3.1 Taustaa ja epävarmuuden sietäminen

Epävarmuuden hallinnasta puhuttaessa, tärkeänä huomiona nostetaan usein esiin, että epävarmuuden hallinta ei ole vain riskien ja mahdollisuuksien hallintaa. Epävarmuuden hallinta ei tarkoita vain epävarmuudesta seuraavien tapahtumien ja ilmiöiden hallintaa, vaan myös itse epävarmuuden itsensä hallintaa. (Grote 2003; Ward ja Chapman 2003; Lipshitz ja Strauss 1997; MacCormack ja Verganti 2003; Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008)

Täten epävarmuuden hallinnalla tarkoitetaan sekä epävarmuudesta aiheutuvien seurausten hallintaa, kuin myös suhtautumista epävarmuuteen itseensä ja sen lähteisiin. Ward ja Chapman (2003) sekä Grote (2003) omaavat yhteisen näkemyksen siitä, että onnistunut epävarmuuden hallinta on aina tapauskohtaista, eivätkä samat periaatteet toimi aina.

Ward ja Chapman (2003) esittelevät kiinnostavia tapoja, joilla voidaan luodaan siltoja muutosprosessiin perinteisestä ja helposti ymmärrettävästä riskienhallinnasta kohti uudempaa sekä kattavampaa käsitettä epävarmuuden hallinnasta. Heidän mukaansa olisi esimerkiksi hyödyllinen käytäntö korvata organisaatioissa *riskien tunnistamisen* konsepti *epävarmuuksien tunnistamisella*. Näin toimijoiden ajatuskulut etenisivät kohti avoimempia, kattavampia ja neutraalimpia ideoita siitä, mitä ei tiedetä ja miten siihen pitäisi suhtautua. Täten esimerkiksi perinteisen riskienhallinnan ajatuksin tunnistettu riski resurssien riittämättömyys muuntuisi muotoon epävarmuus resurssien määrästä. Ja tunnistettu riski liian vähän aikaa muotoiltiin uudelleen epävarmuustekijäksi epätieto tarvitusta ajasta.

Epävarmuustekijät pyrittäisiin Wardin ja Chapmanin (2003) mukaan näin näkemään suurempina ja kattavampina asioina, kuin vain potentiaalisesti ilmenevinä ongelmina. Tästä seuraten

reaktiot epävarmuudesta nousseille tapahtumille avautuisivat suuremmalle joukolle mahdollisia reaktioita. Jos epävarmuus toimeen tarvitusta ajan osoittautuisi oikeaksi, reaktiona olisi projektin uudelleenaikataulutus, joka sisältäisi myös vaihtoehdot siitä, että aikaa olisi varattu yli tarpeen. Tälläinen ajattelutapa avaisi siis uudenlaiset mahdollisuudet tunnistaa ja hyödyntää positiivisia ja neutraaleja epävarmuuksien vaikutuksia.

Muutkin alan tutkijat ovat esittäneet samankaltaisia näkemyksiä. Perminova, Gustafsson ja Wikström (2008) ehdottavat projektien ajattelemista eksploratiivisina matkoina annettuun suuntaan päin, mieluummin kuin tarkkoina suunnitelmia noudattavina pyrkimyksinä. Ehdotuksen takana ovat realiteetit ja huomiot projektien aina epävarmasta luonteesta ja toisaalta tiukan suunnittelukeskeisyyden mahdottomuudesta, mutta tärkeästi myös huomiosta, että tarkka suunnittelu ei usein vie parhaaseen lopputulokseen ja kannusta avoimeen ajatteluun. Heidän mukaansa projektien luontaisesta kompleksisuudesta ja epävarmuudesta syntyy vahva tarve saada projektin suorittamisessa kehittyvä osaaminen yhteiseksi, toimijaläheiseksi tietotaidoksi. Tämä perustellaan epävarmuudesta syntyvällä suurella tilannekohtaisen joustavuuden tarpeella. Joustavuuden onnistumista ajettaisiin tiimin itsereflektiolla sekä jatkuvasti kehitettävillä protokollilla ja menettelytavoilla.

Edellä esitellyt ajatukset vastaavat paljon Grote (2003) näkemyksiä tavoista hallita epävarmuutta sitä sietämällä. Keskeistä tässä lähestymistavassa on mahdollistaa jokaisen toimijan lokaali autonomia, eli antaa vapauksia toimijoille toimia oman näkemyksensä mukaan ja asettaa omia tavoitteitaan tai muokata annettuja tavoitteita. Tällaisessa autonomisessa mallissa toiminnan suunnittelu ei olisi keskitettyä ja tarkasti valvottua, vaan toimijoiden tarpeista kumpuavaa. Yhteistyö eri organisaation aktoreiden välillä olisi tehtäväkeskeistä ja ei-autoritääristä. (Grote 2003). Tavoite on maksimoida yksittäisen toimijan tehokkuus ja kontrolli omista toimistaan, erityisesti auttaen kompleksisissa tehtävissä, joissa tarvitaan asiantuntijuutta. Autonomisen, epävarmuutta sietävän mallin erityisesti huomioitavana haasteena ovat mahdolliset hankaluudet kommunikaatiokäytännöissä, kun selkeät organisaation rakenteet voivat puuttua.

On huomioitava, että Grote näkee edellä mainitun ikään kuin ideaalina tilana, jota kohti pyrkii. Tuskin löytyy organisaatioita, joissa kaikille toimijoille olisi annettu täydellinen autonomia ja vapaus. Epävarmuuden sietäminen ei ole ainoa tapa hallita epävarmuutta, jolle an-

netaan kannatusta. Siinä missä Perminova, Gustafsson ja Wikström (2008) väittävät vahvan suunnittelu- ja kontrollikeskeisyyden olevan vähän vanhahtavaa sen perusoletusten haastavuuden takia, Grote (2003) ja Lipshitz ja Strauss (1997) näkevät epävarmuuden vähentämisen olevan tärkeä lähestymistapa epävarmuuden hallintaan.

## **3.2 Epävarmuuden vähentäminen**

Perinteisin tapa hallita epävarmuutta on epävarmuuden vähentäminen. Epävarmuuden vähentäminen tarkoittaa yksinkertaistettuna epävarmuuden pois selvittämistä. Selvittäminen voi tarkoittaa kattavampien pohjatietojen hankkimista, tarkempien suunnitelmien tekemistä tai esimerkiksi tarkempaa valvomista. Epävarmuuden vähentämisen taustalla on ajatus, että epävarmuus on selvitettävissä pois mistä tahansa prosesseista ja ilmiöistä, joita organisaatio voi kohdata. (Grote 2003)

Tästä keskeisestä periaatteesta - eli varmuuden hankkimisen mahdollisuudesta - epävarmuuden vähentämisen taustalla kumpuaakin sen merkittävin kritiikki. Nykyisin nähdään, että vastauksena myönnettyyn epävarmuuteen ei aina sovi vieläkin tarkemmat suunnitelmat ja enempi valvominen. Tehtävien kompleksisuuden kasvaessa pitäisi suunnitelmien olla aina vain tarkempia ja vaivalloisempia saada aikaan. Onkin väitetty, että epävarmuuden vähentäminen pääasiallisena periaatteena toimii hyvin vain epävarmuuden ollessa vähäistä, kun epävarmuuden kasvaessa sen pois selvittämisestä tulee lopulta mahdotonta (Grote 2003). On myös väitetty, että tarkan tiedon kerääminen reaali maailmassa on usein mahdotonta, luonteeltaan arvotonta, harhaanjohtavaa tai - ympäristön ollessa kovin epävarma - päätöksenteon kannalta turhaa (Lipshitz ja Strauss 1997).

Epävarmuuden vähentämiselle ja tarkalle suunnittelulle nähdään silti olevan tarvetta. Yksi motivaatio epävarmuuden vähentämiselle on se, että ihmiset nähdään vaaratekijöinä, joita pitää kontrolloida virheiden välttämiseksi (Grote 2020). Tämä pätee etenkin turvallisuuskriittisissä kohteissa, joissa autonomian nähdään antavan lisää tilaa epäturvalliselle käytökselle (Grote 2020). Perinteisiä riskinhallintamenetelmiä, kuten suunnittelua, valvomista ja kontrollia on kehuttu nimenomaan riskien ehkäisyssä (Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008).

On myös väitetty, että ohjelmistokehityksessä johtajiston kontrolli vaikuttaa positiivisesti tiimin suorituskyyyn (Liu ym. 2010). Kirjallisuudesta välittyy mielikuva, että epävarmuuden vähentämisen kontrolli- ja johtajakeskeisille periaatteille löytyy kyllä paikkansa.

## 4 Ohjelmointiryhmien organisointi ja epävarmuus

### 4.1 Epävarmuuden hallinta ohjelmointiryhmissä

Ohjelmointiryhmien organisoinnissa näkyy selvästi esiteltyjä näkemyksiä epävarmuuden hallinnasta. Se, miten ohjelmointityön epävarmuuksia pyritään selvittämään ja miten niiden kanssa yritetään selvitä, heijastuu organisaatioiden rakenteisiin sekä organisaatioiden kehitykseen.

Ohjelmointiprojekteja on pitkään pyritty organisoimaan epävarmuutta vähentämällä, eli tekemällä selvät suunnitelmat selkeiden tavoitteiden pohjalta, mutta sen on huomattu olevan vaikeaa. Muilla aloilla toimivat vesiputousmaiset mallit eivät sovi yhtä hyvin ohjelmointityöhön (Schatz ja Abdelshafi 2005).

Myöhemmin ohjelmointialan haasteisiin ovat nousseet vastaamaan ketterät menetelmät, eli autonomiaa, jatkuvaa kommunikaatiota ja iteroivaa työtapaa suunnittelukeskeisyyden, valvonnan ja hierarkisuuden sijaan korostavat organisaatiomallit (Schatz ja Abdelshafi 2005; Highsmith ja Cockburn 2001). Autonomia ja työntekijän itseohjautuvuus eivät kuitenkaan ole vastaus kaikkiin ongelmiin, vaan niistä voi syntyä omia ongelmiaan.

On sanottu, että työn johtajien täytyy harkita tarkkaan, millä tavalla tehtävien epävarmuuksiin kannattaa vastata (Sakka, Barki ja Côté 2016). Työntekijöille tarjotun autonomian ja liikkumavaran hyötyjä on korostettu (Grote 2003; Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008; Ward ja Chapman 2003), mutta myös johtajiston kontrolli tavoitteista ja toimintatavoista nähdään tärkeänä (Sakka, Barki ja Côté 2016; Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008; Liu ym. 2010).

Eräässä tutkimuksessa huomattiin, että johtajiston kontrollin ja itseohjautuvuuden suhde ja niiden hyöty ohjelmointiryhmissä on hyvin tapauskohtaista (Mantei 1981). Tutkimuksessa väitettiin muun muassa, että työntekijöiden itseohjautuvuudesta on haittaa, jos työntekijöillä ei ole tarvittavaa osaamista. Vastaavasti työnjohtajan liika työntekijöiden kontrollointi voi olla pahasta, jos työntekijät ovat taitavia. Myöhempi tutkimus tukee tätä näkökulmaa: On väitetty, että kannustava johtamistapa (vs. kontrolloiva, hierarkinen johtaminen) tuottaa oh-

jelmointiryhmissä hyviä tuloksia, *mutta vain*, jos tehtävät ovat hyvin epävarmoja tai jos työtiimi on hyvin asiantunteva (Faraj ja Sambamurthy 2006).

Kuten tutkielmassa on aiemmin todettu, ohjelmointityön väitetään olevan erityisen paljon epävarmuutta sisältävä toimiala. Tästä syystä epävarmuuden hallintaan täytyy varmasti keskittyä monia toimialoja enemmän. Ohjelmointiryhmien organisoinnissa epävarmuuden vähentämistä ja kontrollia voi nähdä edustavan perinteiset vesiputousmallit ja epävarmuuden sietämistä ja autonomiaa ketterät menetelmät.

## **4.2 Kontrolli - vesiputousmallit**

Vesiputousmallit ovat perinteinen projektimalli ohjelmistokehitykseen, joka on tuttu muilta aloilta (Schatz ja Abdelshafi 2005). Vesiputousmallit saivat ohjelmistokehityksessä alkunsa niin sanotusta *Roycen vesiputousmallista*, joka esiteltiin vuonna 1970 (Clarke ja O'Connor 2012). Vesiputousmalleissa pyritään tarkasti suunnitellun toiminnan ja toiminnan vaiheiden avulla tekemään projekteista sujuvia ja ennakoitavia. Niitä on kuitenkin kritisoitu liian mekaanisesta luonteesta sekä siitä, etteivät ne kunnolla vastaa ohjelmistokehityksen dynaamisen luonteeseen (Clarke ja O'Connor 2012).

Tutkielmasta jo aiemmin tuttu esitetty kritiikki (Grote 2003; Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008) malleja kohtaan, jotka perustuvat kattaviin pohjatietoihin, pätee erityisesti vesiputousmalleihin ohjelmistokehityksessä (Clarke ja O'Connor 2012; Na ym. 2004), sillä ohjelmistokehityksessä kattavien pohjatietojen on todettu olevan erityisen haastavaa, esimerkiksi muuttuvien tai epäselvien asiakkaan vaatimusten takia (Highsmith ja Cockburn 2001; Na ym. 2004). Kritiikki projektimalleja kohtaan, jotka perustuvat tietoon ja suunnitteluun, tuntuukin luonnolliselta, jos tarkkaa tietoa jonka pohjalta suunnitella, ei ole saatavilla.

Kuitenkin tilanne, jossa tarkkaan suunnitteluun ja tiedonhankintaan pohjautuva toimintamalli koetaan tärkeäksi, ovat turvallisuuskriittiset kohteet (Grote 2020; Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008).

### 4.3 Joustavuus - ketterät menetelmät

Ketterät menetelmät on yleiskäsite monille ohjelmistokehitystavoille, kuten *scrum*, *extreme programming* ja *lean development*. Ohjelmistokehityksen liiketoiminnan haasteisiin vastamaan syntyneet ketterät menetelmät pyrkivät tarjoamaan reagointikykyä, mukautuvaisuutta ja joustavuutta projekteihin (Highsmith ja Cockburn 2001; Beck ym. 2001), verrattuna perinteisiin projektimalleihin. Huomionarvoista on, että ketterien menetelmien kehityksen motivaatio on syntynyt nimenomaan ohjelmistokehityksen arjesta (Highsmith ja Cockburn 2001).

Ketterien menetelmien pääperiaate on suosia iterointia vesiputousmaisen alusta-loppuun etenemisen sijaan ja tehdä samalla ohjelmistokehityksestä joustavampaa ja onnistuneempaa. Ketterissä menetelmissä jatkuva kommunikaatio on tärkeää (Highsmith ja Cockburn 2001) ja ne luottavat suuriin määriin työntekijöiden autonomiaa (Dönmez ja Grote 2018). Periaatteet vastaavat tutkielmassa aiemmin esiteltyjä toiveita/tavoitteita organisoinnin teorian puolelta (mm. Perminova, Gustafsson ja Wikström 2008; Grote 2003).

Kommunikaatiota pyritään pitämään yllä sekä työntekijöiden kesken, että asiakkaan ja tuottajan välillä (Highsmith ja Cockburn 2001). Yksi suuri syy tähän on se, että asiakkaan näkemys ohjelmointiprojektin tavoitteista voi muuttua usein projektin aikana (Highsmith ja Cockburn 2001; Na ym. 2004) ja näin siihen voidaan mahdollisimman hyvin reagoida ja sopeutua.

Kommunikaatiokäytänteiden ja interaktioiden onnistuneisuuden painotetaan olevan tärkeää ketterässä ohjelmistokehityksessä (Faraj ja Sambamurthy 2006; Yang ja Tang 2004; Sakka, Barki ja Côté 2016; Taipalus, Seppänen ja Pirhonen 2020). On väitetty, että epävarmuuden onnistunut hallinta vaatii ohjelmointitiimiltä yhteistyöhön perustuvia työskentelytapoja (Dönmez ja Grote 2018).

Ketterien menetelmien tapa suosia lyhyitä iteraatioita tai sprinttejä vastaa periaatteeltaan hyvin Lipshitz ja Strauss (1997) tunnistamaa päätöksentekijöiden tapaa hallita epävarmuutta suosimalla lyhyen tähtäimen tavoitteita verrattuna pitkän aikavälin suunnitelmiin.

On kuitenkin havaittu, että ohjelmointiryhmien työn onnistuneisuus voi riippua vahvasti sii-

tä, miten johtajakeskeisesti ryhmä toimii. Tutkimuksessa ryhmät, jotka toimivat johtajakeskeisesti, pärjäsivät selvästi paremmin, kuin ryhmät, joissa interaktiot jakaantuivat vähemmän keskeisesti eri toimijoiden välille. Lisäksi selkeän johtajuuden nähtiin tuovan vakautta ja auttavan varsinkin projektin loppupuolella. (Yang ja Tang 2004).

Ylipäätään ketterissä menetelmissä pyritään siihen, että epävarmuudesta selvittää työntekijöiden autonomian, jatkuvan kommunikaation ja oppimisen avulla (Schatz ja Abdelshafi 2005; Highsmith ja Cockburn 2001; Faraj ja Sambamurthy 2006).



## 5 Yhteenveto

Lähestyessä kysymystä siitä, miten ohjelmointiryhmiä kannattaa organisoida ja miksi, saa lukemattomia vastauksia. Useat periaatteet, kuten epävarmuus, johtaminen ja kontrolli toimista erottuvat läpi tutkielman teemojen, mutta helppoja vastauksia ei epävarmuuden hallinnan kysymyksiin ohjelmointiryhmissä löydy.

Epävarmuus ja sen hallinta näyttää vaikuttavan suuresti kaikkeen ohjelmoinnissa (ja muissa organisaatioissa), vaikkei se olisi heti ilmeistä. Kuitenkin kysymys siitä, kenellä on kontrolli päätöksenteosta ja millä tavalla, vaikuttaa koko organisaation rakenteeseen. Jotta toimijalle voitaisiin antaa lokaali autonomia ja kontrolli omista toimistaan, täytyy organisaation tukea sitä luopumalla keskeisestä suunnittelusta ja toisinpäin.

Organisaatioiden teoria ja ohjelmointiryhmien käytäntö ovat saapuneet erilaisia reittejä melko samanlaiseen lopputulokseen. Sekä organisaatioiden teorian tutkijat, että ohjelmistofirmojen työntekijät ovat esittäneet näkemyksensä siitä, että työntekijöiden autonomia, keskinäinen kommunikaatio ja itseohjautuvuus ovat periaatteina usein tarkkaa suunnittelua ja johtajien kontrollointia tärkeämpää. Tämä antaa erityisen vahvan tuen autonomiaa ja kommunikaatiota painottaviin lähestymistapoihin ohjelmointiryhmien organisointiin.

Johtajakeskeisyyden ja kontrollin periaatteita ei kuitenkaan sovi hylätä, sillä ne ovat tärkeitä myös uusissa organisaatiomalleissa, joissa korostetaan autonomiaa ja kommunikaatiota. Ohjelmointiryhmien toiminnassa johtajakeskeisyyden ja johtajien roolin nähdään olevan tärkeää, vaikka projektin malli ei olisikaan suunnittelukeskeinen vaan ketterä, iteroiva ja jatkuvaan kommunikaatioon perustuva. Esimerkiksi *scrum*-malliin kuuluukin usein erilaisten roolien johtajia/haltijoita, kuten *scrum master* ja *product master*.

On kuitenkin väitetty, että mitkään projektimallit eivät vaikuta olevan yleispäteviä, jotka soisivat kaikkiin ohjelmistoprojekteihin (Clarke ja O'Connor 2012), vaan se riippuu aina projektista, suorittavasta ryhmästä ja muista olosuhteista. Hyvin tärkeänä ominaisuutena nähdään se, selviytyykö työvoima paremmin tilanteista itsenäisesti vai johtajavetoisesti (Mantei 1981; Faraj ja Sambamurthy 2006).

Yhtenä työn olennaisimmista huomioista erottuu tutkimuskysymykseen selvänä vastauksena vain yksi asia: Ohjelmointiryhmien organisointiin ei ole mitään yleispäteviä vastauksia, vaan ne riippuvat aina projekteista, työntekijöistä ja ympäristöstä. Projekteissa voi onnistua tai epäonnistua lukemattomin tavoin.

## Lähteet

Beck, Kent, Mike Beedle, Arie Van Bennekum, Alistair Cockburn, Ward Cunningham, Martin Fowler, James Grenning, Jim Highsmith, Andrew Hunt, Ron Jeffries ym. 2001. “Manifesto for agile software development”.

Clarke, Paul, ja Rory V. O’Connor. 2012. “The situational factors that affect the software development process: Towards a comprehensive reference framework”. *Information and Software Technology* 54 (5): 433–447. ISSN: 0950-5849. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2011.12.003>.

Dönmez, Denniz, ja Gudela Grote. 2018. “Two sides of the same coin – how agile software development teams approach uncertainty as threats and opportunities”. *Information and Software Technology* 93:94–111. ISSN: 0950-5849. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.08.015>.

Faraj, S., ja V. Sambamurthy. 2006. “Leadership of information systems development projects”. *IEEE Transactions on Engineering Management* 53 (2): 238–249. <https://doi.org/10.1109/TEM.2006.872245>.

Feldman, S.P. 2004. “The culture of objectivity: Quantification, uncertainty, and the evaluation of risk at NASA”. *Human Relations* 57 (6): 691–718. <https://doi.org/10.1177/0018726704044952>.

Grote, Gudela. 2003. “Uncertainty Management at the Core of System Design”. 8th IFAC Symposium on Automated Systems Based on Human Skill and Knowledge 2003, Göteborg, Sweden, 22-24 September 2003, *IFAC Proceedings Volumes* 36 (22): 1–8. ISSN: 1474-6670. [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)37684-X](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)37684-X).

———. 2015. “Promoting safety by increasing uncertainty – Implications for risk management”. WOS2012, *Safety Science* 71:71–79. ISSN: 0925-7535. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.02.010>.

———. 2020. “Safety and autonomy: A contradiction forever?” *Safety Science* 127. ISSN: 0925-7535. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104709>.

Gurbaxani, Vijay, ja Seungjin Whang. 1991. "The Impact of Information Systems on Organizations and Markets". *Commun. ACM* (New York, NY, USA) 34, numero 1 (tammikuu): 59–73. ISSN: 0001-0782. <https://doi.org/10.1145/99977.99990>.

Highsmith, J., ja A. Cockburn. 2001. "Agile software development: the business of innovation". *Computer* 34 (9): 120–127. <https://doi.org/10.1109/2.947100>.

Ibrahim, H., B. H. Far, A. Eberlein ja Y. Daradkeh. 2009. "Uncertainty management in software engineering: Past, present, and future". *Teoksessa 2009 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, 7–12. <https://doi.org/10.1109/CCECE.2009.5090081>.

Lipshitz, Raanan, ja Orna Strauss. 1997. "Coping with Uncertainty: A Naturalistic Decision-Making Analysis". *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 69 (2): 149–163. ISSN: 0749-5978. <https://doi.org/10.1006/obhd.1997.2679>.

Liu, Julie Yu-Chih, Henry Houn-Gee Chen, James J. Jiang ja Gary Klein. 2010. "Task completion competency and project management performance: The influence of control and user contribution". *International Journal of Project Management* 28 (3): 220–227. ISSN: 0263-7863. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.05.006>.

MacCormack, Alan, ja Roberto Verganti. 2003. *Managing the Sources of Uncertainty: Matching Process and Context in Software Development*. 20:217–232.

Mantei, Marilyn. 1981. "The Effect of Programming Team Structures on Programming Tasks". *Commun. ACM* (New York, NY, USA) 24, numero 3 (maaliskuu): 106–113. ISSN: 0001-0782. <https://doi.org/10.1145/358568.358571>.

Na, Kwan-Sik, Xiaotong Li, James T. Simpson ja Ki-Yoon Kim. 2004. "Uncertainty profile and software project performance: A cross-national comparison". *Journal of Systems and Software* 70 (1): 155–163. ISSN: 0164-1212. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(03\)00014-1](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(03)00014-1).

- Perminova, Olga, Magnus Gustafsson ja Kim Wikström. 2008. "Defining uncertainty in projects – a new perspective". European Academy of Management (EURAM 2007) Conference, *International Journal of Project Management* 26 (1): 73–79. ISSN: 0263-7863. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.08.005>.
- Rodriguez-Repiso, Luis, Rossitza Setchi ja Jose L. Salmeron. 2007. "Modelling IT projects success with Fuzzy Cognitive Maps". *Expert Systems with Applications* 32 (2): 543–559. ISSN: 0957-4174. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.01.032>.
- Sakka, Ouafa, Henri Barki ja Louise Côté. 2016. "Relationship between the interactive use of control systems and the project performance: The moderating effect of uncertainty and equivocality". *International Journal of Project Management* 34 (3): 508–522. ISSN: 0263-7863. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.01.001>.
- Schatz, B., ja I. Abdelshafi. 2005. "Primavera gets agile: a successful transition to agile development". *IEEE Software* 22 (3): 36–42. <https://doi.org/10.1109/MS.2005.74>.
- Taipalus, Toni, Ville Seppänen ja Maritta Pirhonen. 2020. "Uncertainty in information system development: Causes, effects, and coping mechanisms". *Journal of Systems and Software* 168:110655. ISSN: 0164-1212. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110655>.
- The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission. 2012. *The official report of The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission*.
- Thomé, Antônio Márcio Tavares, Luiz Felipe Scavarda, Annibal Scavarda ja Felipe Eduardo Sydio de Souza Thomé. 2016. "Similarities and contrasts of complexity, uncertainty, risks, and resilience in supply chains and temporary multi-organization projects". *International Journal of Project Management* 34 (7): 1328–1346. ISSN: 0263-7863. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.10.012>.
- Ward, Stephen, ja Chris Chapman. 2003. "Transforming project risk management into project uncertainty management". *International Journal of Project Management* 21 (2): 97–105. ISSN: 0263-7863. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(01\)00080-1](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(01)00080-1).

Yang, Heng-Li, ja Jih-Hsin Tang. 2004. "Team structure and team performance in IS development: a social network perspective". *Information Management* 41 (3): 335–349. ISSN: 0378-7206. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(03\)00078-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(03)00078-8).