



Kandidatutkielma

Tietojenkäsittelytieteen kandiohjelma

Virtuaalisten tiimien haasteet ohjelmistoprojekteissa

Miika Somero

15.12.2021

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA
HELSINGIN YLIOPISTO

Ohjaaja(t)

FM Pirttinen, Nea

Tarkastaja(t)

FT Oikarinen, Emilia

Yhteystiedot

PL 68 (Pietari Kalmin katu 5)
00014 Helsingin yliopisto

Sähköpostiosoite: info@cs.helsinki.fi

URL: <http://www.cs.helsinki.fi/>

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Koulutusohjelma — Utbildningsprogram — Study programme	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Tietojenkäsittelytieteen kandiohjelma	
Tekijä — Författare — Author			
Miika Somero			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Virtuaalisten tiimien haasteet ohjelmistoprojekteissa			
Ohjaajat — Handledare — Supervisors			
FM Pirttinen, Nea			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
Kandidutkielma	15.12.2021	23 sivua	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Yrityksillä on ollut pitkään trendinä ulkoistaa ohjelmistokehitystä kehittyville markkinoille. Maantieteellisesti hajautettu ohjelmistokehitys on tuonut mukanaan virtuaaliset tiimit, jotka eivät ole sidottuja aikaan eikä paikkaan, kuten perinteiset ohjelmistotiimit. Myös viime vuosina maailmanlaajuinen koronaviruspandemia on aiheuttanut sen, että yhä useampi ohjelmistoprojekti toteutetaan virtuaalisesti. Virtuaalisille tiimeillä on ominaista – maantieteellisen hajautuneisuuden lisäksi – kommunikoida digitaalisia välineitä, kuten sähköpostia, pikaviestimiä ja videokeskusteluja, käyttämällä.</p> <p>Tässä tutkielmassa perehdytään virtuaalisten tiimien haasteisiin ohjelmistoprojekteissa. Ensiksi perehdytään ohjelmistoprojektien haasteisiin yleisesti. Tutkielmassa selvitetään, mitkä ovat yleisimpiä syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen. Tämän jälkeen tarkastellaan, mitkä riski- ja epäonnistumistekijät korostuvat erityisesti virtuaalisten tiimien avulla toteutetuissa ohjelmistoprojekteissa. Lopuksi vertaillaan perinteisten ja virtuaalisten ohjelmistoprojektien epäonnistumistekijöitä keskenään.</p> <p>Tutkielman perusteella ohjelmistoprojektien suurimmat haasteet liittyvät vaatimusmäärittelyyn, kommunikointiin ja asiakkaan sitoutumiseen. Myös riskienhallinta ja resursointi vaikuttavat merkittävästi ohjelmistoprojektin onnistumiseen. Virtuaalisissa tiimeissä erityisesti tiedon siirron, kommunikaation ja tiimin jäsenten välisen luottamuksen merkitys korostuu suhteessa perinteisiin ohjelmistotiimeihin. Virtuaalisten tiimien erityishaasteina nousivat esiin myös kielelliset, kulttuuriset ja teknologiset haasteet – joskaan kieli- ja kulttuurieroja ei voida pitää tiimin virtuaalisuudesta johtuvina haasteina sinänsä, vaan seurauksena maailmanlaajuisesti hajautetusta ohjelmistokehityksestä.</p> <p>ACM Computing Classification System (CCS) Software and its engineering → Software creation and management → Collaboration in software development → Programming teams Social and professional topics → User characteristics → Geographic characteristics</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
ohjelmistokehitys, riskitekijät, epäonnistumistekijät, virtuaaliset tiimit			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Helsingin yliopiston kirjasto			
Muita tietoja — övriga uppgifter — Additional information			

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Mitä tarkoitetaan ohjelmistoprojektin onnistumisella	3
2.1	Onnistumiskriteerit ja onnistumistekijät	4
3	Syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen	5
3.1	Puutteet vaatimusmäärittelyissä	5
3.2	Projektinhallinta	7
3.3	Kommunikointi, motivaatio ja sitoutuminen	8
3.4	Projektin koko	10
3.5	Teknologiset haasteet ja monimutkaisuus	11
4	Virtuaalisten ohjelmistotiimien haasteita	12
4.1	Tiedonsiirto ja kommunikointi	12
4.2	Kulttuuri, kieli ja aikaero	14
4.3	Tiimin koheesio ja luottamus	15
4.4	Teknologiset haasteet	17
4.5	Projektinhallinta	18
5	Yhteenveto	19
	Lähteet	21

1 Johdanto

Miksi suuri osa ohjelmistoprojekteista epäonnistuu tai ei saavuta tavoitteitaan, vaikka ohjelmistoja on rakennettu jo kymmeniä vuosia? Miljardeja dollareita vuodessa heitetään hukkaan epäonnistuneiden ohjelmistoprojektien seurauksena [7] – ohjelmistoihin, joita ei välttämättä koskaan edes oteta tuotantokäyttöön. Myös Suomessa on vuosien varrella uutisoitu useista suuren mittakaavaan ohjelmistoprojekteista, jotka ovat epäonnistuneet tai aiheuttaneet käyttäjissä tyytymättömyyttä. Näistä viime vuosina paljon negatiivista huomiota mediassa ovat saaneet muun muassa VR:n lippu-uudistus², Apotti-hanke³ sekä yliopisto-opiskelijoille suunnattu SISU-järjestelmän käyttöönotto⁴.

The Standish Groupin vuoden 2015 CHAOS-raportin [16] mukaan vuonna 2015 vain 29 % ohjelmistoprojekteista onnistui. Projekteista 19 % epäonnistuivat täysin, eli ohjelmitoa ei saatu koskaan tuotantokäyttöön ja projekti keskeytettiin. Loput 52 % ohjelmistoprojekteista sijoittuivat näiden kahden välille, eli projekti ei saavuttanut sille asetettuja onnistumiskriteereitä. Myös neljänä tätä edeltävänä vuonna ohjelmistoprojektien onnistumisprosentit olivat heidän raportissaan 27–31 prosentin välillä. Näyttääkin siltä, että ohjelmistojen laatu ei ole merkittävästi parantunut, vaikka teknologia kehittyy huimaa vauhtia.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastelen syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiselle. Otan erityiseen tarkasteluun virtuaaliset ohjelmistoprojektit. Yrityksillä on ollut tapana ulkoistaa ohjelmistokehitys kehittyville markkinoille kustannussyistä, mutta virtuaalisten tiimien käytöllä on havaittu olevan myös muita hyötyjä. Virtuaaliset tiimit esimerkiksi mahdollistavat parhaiden yksilöiden poimimisen tiimeihin maantieteellisestä sijainnista riippumatta, osallistumisen laajemmille markkinoille, sekä nopeamman reagoimisen organisaatio- ja markkinamuutoksiin [12, 23, 31]. Tämän vuoksi myös kotimaahan ulkoistettu tai maailmanlaajuisesti hajautettu ”in-house” ohjelmistokehitys toteutetaan usein virtuaalisten tiimien toimesta. Viime vuosina myös maailmanlaajuinen koronaviruspandemia on pakottanut yritykset etätöihin lisäten virtuaalisten tiimien käyttöä ohjelmistokehityksessä.

²<https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/nain-vr-sotki-lippujarjestelmansa-miksi-it-projektit-epaonnistuvat>

³<https://yle.fi/uutiset/3-11229349>

⁴<https://www.hs.fi/kaupunki/helsinki/art-2000008277106.html>

Kaikille näille hajautetuille tiimeille on ominaista, että kommunikaatio ja yhteistyö tapahtuvat pääsääntöisesti digitaalisia työvälineitä – kuten sähköpostia, pikaviestimiä ja videoneuvotteluja – käyttämällä. Tämä asettaa virtuaaliset ohjelmistotiimit erilaiseen asemaan ”perinteisiin” ohjelmistotiimeihin verrattuna, jotka työskentelevät keskenään samassa tilassa. Tässä tutkielmassa vertaillaan virtuaalisten tiimien toimesta toteutettujen ohjelmistoprojektien kohtaamia haasteita ohjelmistoprojektien haasteisiin yleisesti. Tutkielmassa pyritään selvittämään, mitä vaikutuksia virtuaalisella ohjelmistokehityksellä on ohjelmistoprojektien onnistumiseen. Tutkielmalle asetetaan kaksi seuraavaa tutkimuskysymystä:

- TK1: Mitkä ovat yleisimpiä syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen?
- TK2: Korostuuko virtuaalisissa ohjelmistoprojekteissa eri epäonnistumistekijät kuin perinteisissä ohjelmistoprojekteissa?

Jatkossa termiä ”perinteinen ohjelmistotiimi” käytetään vastakohtana virtuaaliselle ohjelmistotiimille. Virtuaalisella ohjelmistoprojektilla tarkoitetaan ohjelmistoprojektia, joka on toteutettu virtuaalisten tiimien toimesta.

Luvussa 2 käsitellään määritelmää, mitä ylipäätään tarkoitetaan ohjelmistoprojektin onnistumisella tai epäonnistumisella. Luvussa 3 tarkastellaan ohjelmistoprojektien epäonnistumisen riskitekijöitä yleisellä tasolla. Luvussa 4 siirrytään tarkastelemaan ohjelmistoprojekteja, jotka on toteutettu virtuaalisten tiimien avulla ja luvussa 5 tiivistetään tutkielman havainnot.

Tutkielmaa varten etsittiin artikkeleita mm. hakusanoilla ”distributed team performance” ja ”virtual team success”. Tarkoituksena oli rajata tutkielman ulkopuolelle ulkomaille ulkoistetut (engl. *offshoring*) ohjelmistoprojektit, sillä tutkielmassa oltiin kiinnostuneita tutkimaan nimenomaan ohjelmistoprojektien virtuaalisuudesta johtuvia haasteita, ei kulttuurista ja kielestä johtuvia haasteita. Kuitenkin kaikki tutkimukset käsittelivät maailmanlaajuisia ohjelmistoprojekteja, joita tätä tutkielmaa varten löydettiin. Täten tutkielman aihe ei rajaudu tiukasti työskentelytapojen (*virtual* vs. *co-located*) vaikutuksen tutkimiseen, vaan tutkielman havainnoista on nähtävissä myös esimerkiksi kulttuurista ja kielestä johtuvien haasteiden vaikutus virtuaalisiin ohjelmistoprojekteihin.

2 Mitä tarkoitetaan ohjelmistoprojektin onnistumisella

Projektin onnistumisen kriteerit vaihtelevat kirjallisuudessa, eikä tutkijoilla ole yksimielisyyttä määritelmästä [2]. Projektin onnistumisen kriteerit riippuvat myös jonkin verran alasta, jolla kriteereitä sovelletaan. Esimerkiksi rakennusprojekteissa yhtenä onnistumisen kriteerinä käytetään usein turvallisuutta [2]. Ohjelmistoprojektin kontekstissa turvallisuus onnistumiskriteerinä – silloin kun sillä tarkoitetaan esimerkiksi työntekijöiden turvallisuutta – on yleensä epäolennainen.

Yleisesti kuitenkin ajatellaan, että onnistuneen ohjelmistoprojektin kriteerit rakentuvat niin sanotun Barnesin rautakolmion ympärille: ohjelmistoprojekti on onnistunut, mikäli projekti valmistuu ajoissa, pysyy budjetissa ja täyttää ohjelmistolle asetetut liiketoiminnalliset vaatimukset [2, 22]. Usein näiden ”kovien” kriteerien joukkoon nostetaan ohjelmistoprojekteissa myös tuotteen laatu ja taloudellinen menestys [2].

Perinteinen määritelmä on kuitenkin saanut kritiikkiä, sillä se ei ota huomioon sidosryhmien kokemusta projektin onnistumisesta [2]. Nykyään projektin onnistumisen kriteereihin nostetaankin usein myös ”pehmeät” kriteerit. Tällaisia kriteereitä ovat esimerkiksi asiakkaan, loppukäyttäjän, projektipäällikön tai tuotteen tilanneen organisaation kokemus projektin onnistumisesta. Myös projektin työntekijöiden tyytyväisyyttä käytetään usein kriteerinä projektin onnistumisesta. Pehmeistä onnistumiskriteereistä yleisimmin ohjelmistoprojekteissa esiintyy asiakkaan ja loppukäyttäjän tyytyväisyys [2].

Projektin onnistumista voidaan tarkastella myös lyhyen ja pitkän aikavälin perspektiivistä. Vaikka projekti olisi lyhyellä aikavälillä epäonnistunut, esimerkiksi ylittyneen budjetin ja aikataulujen osalta, voi tuote siitä huolimatta olla pitkällä aikavälillä menestys; ensimmäinen Windows käyttöjärjestelmä on tästä hyvä esimerkki [2].

Esimerkiksi The Standish Group nosti vuoden 2015 raportissaan projektin onnistumisen kriteereiksi ajan ja budjetin lisäksi sen, tuottaako ohjelmisto asiakkaalle lisäarvoa ja onko asiakas ylipäättään tyytyväinen ohjelmistoon [16]. Uuden kriteeristön seurauksena onnistuneiden ohjelmistoprojektien osuus laski heidän raportissaan 36 prosentista 29 prosenttiin.

The Standish Groupin CHAOS-raportti on kuitenkin saanut kritiikkiä muun muassa siitä, että heidän ohjelmistoprojektin onnistumisen määritelmä ei kata kaikkia vaihtoehtoja [10]. The Standish Groupin mukaan ohjelmistoprojekti on onnistunut, jos se täyttää kaikki sille asetetut onnistumiskriteerit, ja epäonnistunut, jos projekti keskeytetään, kuten he vuoden 1994 CHAOS-raportissaan määrittelevät [15]. Kolmanteen kategoriaan (engl. *challenged*) kuuluu ohjelmistoprojektit, jotka on saatu päätökseen, mutta joissa yksikään onnistumiskriteeri ei ole täyttynyt. Mihin kategoriaan kuuluvat ohjelmistoprojektit, jotka ovat saavuttaneet osan onnistumiskriteereistään? The Standish Groupin vuoden 2015 raportista ei käy ilmi, että he olisivat muuttaneet määritelmäänsä tämän suhteen, vaikka ovatkin lisänneet asiakastyytyväisyyden osaksi onnistumiskriteereitä [16]. Tämäkin osoittaa, että ohjelmistoprojektin onnistumisen määritelmä ei ole yksikäsitteinen eikä tutkimusten tulokset ole välttämättä vertailukelpoisia keskenään.

2.1 Onnistumiskriteerit ja onnistumistekijät

On tärkeää erotella onnistumiskriteerit (engl. *success criteria*) onnistumistekijöistä (engl. *success factor*). Onnistumistekijät ovat niitä seikkoja, jotka edesauttavat projektin onnistumista. Onnistumistekijä voisi olla esimerkiksi työhyvinvoinnista huolehtiminen. Onnistumiskriteerien perusteella taas arvioidaan sitä, onko projekti onnistunut vai ei, esimerkiksi onko projekti pysynyt sille asetetussa budjetissa ja aikataulussa.

Vastaavasti epäonnistumistekijät (engl. *failure factor*) ovat niitä seikkoja, jotka ovat usein läsnä epäonnistuneessa projektissa. Useissa tutkimuksissa käytetään myös termiä riskitekijä (engl. *risk factor*), jolla tarkoitetaan oleellisesti samaa asiaa kuin epäonnistumistekijällä: tekijää, joka aiheuttaa riskin sille, että ohjelmistoprojekti ei saavuta tavoitteitaan. Tässä tutkielmassa keskitytään erityisesti epäonnistumis- ja riskitekijöihin, sillä tutkielmassa halutaan selvittää, minkälaisia haasteita virtuaalisilla ohjelmistoprojekteilla on.

3 Syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen

Tässä luvussa käydään läpi tutkimusten mukaan yleisimpiä syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen. Useita riskitekijöitä on ryhmitelty saman alaotsikon alle silloin, kun riskitekijät liittyvät oleellisesti samaan asiaan. Ryhmittely ei kuitenkaan noudata mitään virallista tapaa ryhmitellä ohjelmistoprojektien riskitekijöitä.

On myös hyvä huomata, että ohjelmistoprojekti ei yleensä epäonnistu minkään yksittäisen tekijän seurauksena. Esimerkiksi Cerpa ja Verner [6] tarkastelivat tutkimuksessaan seitsemääkymmentä ohjelmistoprojektia, jotka olivat kyselyyn vastanneiden ohjelmistokehittäjien mielestä epäonnistuneita. Tutkimuksessaan he havaitsivat, että epäonnistunut ohjelmistoprojekti ei yleensä kärsi vain yhdestä epäonnistumistekijästä, vaan useista toisistaan riippuvista tekijöistä, jotka aiheuttavat ongelmien kasautumisen projektissa. Samanlaiseen johtopäätökseen on päätenyt muun muassa Charette [7].

3.1 Puutteet vaatimusmäärittelyissä

Vuonna 2019 julkaistussa kirjallisuuskatsauksessa [24] selvitettiin ohjelmistoprojektien riskitekijöitä analysoimalla 41 eri tutkimusta. Tutkijat havaitsivat 148 eri riskitekijää, jotka vaikuttavat ohjelmistoprojektin epäonnistumiseen. Yhdentoista eniten mainitun riskitekijän joukossa oli 4 riskitekijää, jotka voidaan suoraan yhdistää vaatimusmäärittelyihin: vaatimusten monitulkintaisuus, vaatimusten muuttuminen kesken kehitysprosessin, keskeiset vaatimukset ja dokumentaation laatu (kuva 3.1). Tämän tutkimuksen perusteella vaatimuksiin liittyvät riskit ovat kaikkein eniten ohjelmistoprojektin onnistumiseen vaikuttava tekijä, sillä niin moni yleisimmistä riskitekijöistä liittyy tavalla tai toisella vaatimuksiin.

Table 5 Top 10 risk factors—all classes

Risk factor	No. of occurrences	Class	Element
1. Staff does not have required skills	55	Program constraints	Resources
2. Requirement ambiguity	44	Product engineering	Requirements
3. Bad commitment of the user/customer	37	Program constraints	Program interfaces
4. Requirement changes	32	Product engineering	Requirements
5. Introduction of new technology	30	Product engineering	Requirements
6. Unstable organizational environment	30	Program constraints	Program interfaces
7. Shortfalls in externally furnished components/bad interfaces	27	Product engineering	Design
8. Technical complexity	25	Product engineering	Requirements
9. No planning or inadequate planning	25	Development environment	Management process
10. Incomplete requirement	24	Product engineering	Requirements
10. Quality of the specifications/documentation	24	Product engineering	Engineering specialties

Kuva 3.1: Yksitoista yleisintä riskitekijää ohjelmistoprojekteissa [24].

Myös Cerpan ja Vernerin tutkimuksessa [6] yleisimpien epäonnistumistekijöiden listalla oli tekijöitä, jotka liittyivät puutteellisiin vaatimusmäärittelyihin sekä asiakkaan osallistamiseen. Puutteet vaatimusmäärittelyissä aiheuttaa muutoksia projektin laajuuteen ja vaikeuttaa projektin etenemisen seurantaa, mikä johtaa usein klassisiin ohjelmistoprojektien ongelmiin, kuten työntekijöiden lisäämiseen kesken projektin ja aikataulun kiristymiseen. Tämä edelleen vaikuttaa negatiivisesti työntekijöiden motivaatioon ja aiheuttaa lisää ongelmia projektille. Myös muissa tutkimuksissa on havaittu, että puutteelliset vaatimusmäärittelyt ja epärealistinen aikataulu johtavat usein ongelmiin ohjelmistoprojekteissa [7, 22, 25].

Tämä havainnollistaa hyvin sitä, miten ohjelmistoprojektin epäonnistumistekijät ovat toisistaan riippuvaisia. Kun projektissa epäonnistutaan yhdellä osa-alueella, aiheuttaa se usein epäonnistumisen myös toisella osa-alueella, mikä edelleen johtaa uusin epäonnistumisiin. Vaatimusmäärittely on ensimmäisiä askeleita ohjelmistoprojektin elinkaaressa, joten epäonnistuminen vaatimusmäärittelyissä voi kumuloitua projektin aikana suuriksi ongelmiksi.

3.2 Projektinhallinta

Tutkimusten mukaan yksi yleisimmistä ohjelmistoprojektien riskitekijöistä liittyy projektin laajuuden arvioimiseen [6, 7, 24]. Esimerkiksi Cerpan ja Vernerin tutkimuksessa [6] peräti 76 % ohjelmistoprojekteista kärsi kahdesta yleisimmästä epäonnistumistekijästä: projektin laajuuden aliarvioimisesta ja julkaisupäivämäärän vaikutuksesta kehitysprosessiin. Myös epärealistiset tavoitteet ja väärin arvioidut resurssitarpeet – joita Charette [7] pitää yhtenä yleisimmistä ohjelmistoprojektien epäonnistumistekijöistä – liittyvät oleellisesti projektin laajuuden aliarvioimiseen. On vaikeaa mitoitaa projektin resurssit oikein ja hallita projektin riskejä, jos projektitiimillä on väärä kuva projektin laajuudesta.

Cerpan ja Vernerin tutkimuksessa [6] 56 % projekteista kärsi lisäksi siitä, että riskejä ei uudelleenarvioitu ja hallittu projektin aikana. Myös Charetten [7] mukaan yksi yleisimmistä ohjelmistoprojektien epäonnistumistekijöistä on riskienhallinnan puuttuminen. Muita Charetten mainitsemia yleisimpiä ohjelmistoprojektien hallintaan liittyviä epäonnistumistekijöitä on puutteet projektin statuksen raportoinnissa, huonot kehityskäytänteet ja yleisesti huono projektinhallinta [7].

Menezes et al. [24] laajassa kirjallisuuskatsauksessa yleisin ohjelmistoprojektien riskitekijä liittyi projektitiimiin. Tämän riskitekijän alle sijoittui sellaisia tekijöitä kuin resurssien, asiantuntemuksen tai kokemuksen puute. Yhtenä syynä näihin ongelmiin mainitaan se, että yrityksillä on yleensä meneillään useita projekteja yhtä aikaa, mikä tekee henkilöstön tehokkaasta hallinnoimisesta projektin optimoinnin kannalta vaikeaa. Myös The Standish Groupin raportissa [16] 38 % osaavista (engl. *gifted*) resursseista löytyivät onnistuneista ohjelmistoprojekteista, kun sama luku taitamattomien (engl. *unskilled*) osalta oli 17 %. Raportissa ei tosin määritellä mitä tarkoitetaan osaavalla ja taitamattomalla resurssilla. Näistä havainnoista voi kuitenkin päätellä, että ohjelmistoprojektit – joissa tarvitaan usein hyvin spesifiä osaamista – ovat erittäin riippuvaisia yksilöistä ja heidän sitoutumisestaan.

Ohjelmistomenetelmillä on myös joissakin tutkimuksissa havaittu olevan suuri vaikutus ohjelmistoprojektin onnistumiseen. The Standish Groupin raportissa [16] ketteriä menetelmiä käyttävien ohjelmistoprojektien onnistumisprosentti oli 39 %, kun se perinteistä vesiputousmallia käyttävillä ohjelmistoprojekteilla oli vain 11 %. Ketterien menetelmien ohjelmistoprojektit myös skaalautuvat paremmin kuin vesiputousmallia käyttävät projektit, sillä pienten ohjelmistoprojektien osalta ketterien ja vesiputousmallisten ohjelmistoprojektien suhteellinen ero oli noin 24 % ketterien ohjelmistoprojektien hyväksi, kun se suurten ohjelmistoprojektien osalta oli noin 83 %. On kuitenkin huomattava, että The Standish Groupin aineistossa vain 5 % ohjelmistoprojekteista käyttivät ketteriä ohjelmistomenetelmiä, kuten he toisessa raportissaan mainitsevat [17]. Tämä herättää kysymyksen, voiko ketterien ohjelmistoprojektien hyvää menestystä The Standish Groupin raportissa selittää osittain myös valikoituminen.

Kaikki näistä tekijöistä liittyvät tavalla tai toisella ohjelmistoprojektin hallintaan, vaikka kaikki tekijät eivät suoraan olekaan projektipäällikön hallinnassa. Esimerkiksi projektin resursointi ei yleensä ole yksin projektipäällikön käsissä, vaan resursointiin vaikuttaa myös käytettävissä oleva budjetti sekä saatavilla oleva henkilöstö. Projektinhallintaan liittyvissä riskitekijöissä korostuu riskien- ja muutostenhallinta. Kun projektin riskejä ei uudelleenarvioida projektin kuluessa, vaikeuttaa se projektin laajuuden ja resurssitarpeiden uudelleenarvioimista, eikä ongelmakohtiin ehditä reagoida ajoissa. Myös ohjelmistomenetelmillä voi olla vaikutusta projektin onnistumiseen. Kun puutteet esimerkiksi vaatimusmäärittelyissä aiheuttavat muutoksia projektin laajuuteen, voi ketterämmillä ohjelmistomenetelmillä kenties parantaa kykyä reagoida muutoksiin.

3.3 Kommunikointi, motivaatio ja sitoutuminen

Ohjelmistoprojektit vaativat tiivistä yhteistyötä sekä kehitystiimin jäsenten että kehitystiimin ja asiakkaiden välillä. Tämän vuoksi kommunikoinnilla, motivaatiolla ja sitoutumisella on suuri merkitys ohjelmistoprojektin onnistumiseen.

Esimerkiksi Menezes et al. [24] tutkimuksessa loppukäyttäjän ja asiakkaan sitoutuminen projektiin oli kolmanneksi yleisin riskitekijä ohjelmistoprojekteissa. Myös Charette [7] mainitsee puutteellisen kommunikaation asiakkaan, loppukäyttäjien ja kehittäjien välillä olevan yksi yleisimmistä syistä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen. Charette mainitsee lisäksi sidosryhmien politikoinnin yhtenä yleisimmistä ohjelmistoprojektin epäonnistumisen syistä. Tämä voi vaikuttaa projektiin esimerkiksi epärealistisina aikatauluina, jos

projektin ulkopuoliset tahot haluavat kiirehtiä aikatauluja, esimerkiksi omista poliittisista motiiveistaan johtuen.

Van Kellen ketteriä ohjelmistoprojekteja koskevassa tutkimuksessa [30] havaittiin, että tehokkaiden kommunikaatiokanavien puute oli yksi suurimpia syitä ohjelmistoprojektin epäonnistumiseen. Erityisesti epämuodollinen keskustelu auttaa rakentamaan osapuolten välille luottamusta, vahvempia suhteita ja synnyttämään yhteistä arvopohjaa, joita pidetään Van Kellen mukaan keskeisinä onnistumistekijöinä ketterässä ohjelmistokehityksessä. Tehokkaiden kommunikaatiokanavien merkitys ohjelmistoprojektin onnistumiselle on myös linjassa sen kanssa, että puutteelliset vaatimusmäärittelyt ja asiakkaan heikko osallistuminen projektiin ovat merkittäviä tekijöitä projektien epäonnistumisessa [6, 24, 25]. Ilman toimivaa kommunikaatiota asiakkaan suuntaan ei vaatimusmäärittelykään voi onnistua.

Cerpan ja Vernerin tutkimuksessa [6] 46 % ohjelmistoprojekteista kärsi siitä, että projektin työntekijöitä ei palkittu pitkien työpäivien tekemisestä. Muista työntekijöihin ja motivaatioon liittyvistä epäonnistumistekijöistä mainittiin, että tiimiläisillä oli epämiellyttävä työskennellä projektissa, ja aggressiivinen aikataulu vaikutti negatiivisesti tiimiläisen motivaatioon tai elämään. Mielenkiintoista tuloksissa oli, että työntekijöiden palkitseminen sekä aikataulujen negatiivinen vaikutus tiimiläisen elämään näytti olevan yleisempi ongelma yritysten sisäisillä ohjelmistotiimeillä verrattuna ulkoistettuihin ohjelmistotiimeihin. Voiko tulos selittyä esimerkiksi sillä, että IT-konsulttiyritykset joutuvat kilpailemaan työntekijöistään enemmän, mikä vaikuttaa suoraan työntekijöiden palkkaukseen ja palkitsemiseen?

On selvää, että huono kommunikaatio asiakkaan suuntaan heijastuu suoraan vaatimusmäärittelyihin, mikä edelleen aiheuttaa väärinkäsityksiä ja muutoksia projektin laajuuteen. Puutteet kommunikaatiossa voivat heijastua myös tiimin jäsenten väliseen yhteistyöhön ja luottamukseen. Työntekijöiden motivoimisella on myös suora vaikutus ohjelmistoprojektin onnistumiseen, sillä ohjelmistoprojektit koostuvat aina ihmisistä, joiden suorituskky riippuu erilaisista motivaatiotekijöistä. Kirjallisuudessa on käsitelty paljon projektijohtamista ja motivaatiotekijöiden vaikutusta työntekijöiden tehokkuuteen, mutta aiheeseen ei perehdytä tarkemmin tämän tutkielman piirissä.

3.4 Projektin koko

The Standish Groupin raportin mukaan ohjelmistoprojektin koko on yksi merkittävimpiä syitä ohjelmistoprojektin epäonnistumiselle [16]. Kun pienten ohjelmistoprojektien onnistumisprosentti oli heidän raportissaan 61, oli vastaava luku suurten ohjelmistoprojektien osalta 11 ja erittäin suurten (engl. *grand*) osalta vain 6. Samoilla linjoilla on Charette [7], jonka mukaan suuret ohjelmistoprojektit epäonnistuvat kolmesta viiteen kertaa useammin kuin pienet ohjelmistoprojektit. Ohjelmistoprojektin koko vaikuttaa Charetten mukaan suoraan ohjelmistoprojektin monimutkaisuuteen ohjelmistojen ja laitteiden, mutta myös ihmisten välisen kanssakäymisen osalta.

Toisaalta toisessa ketteriä ohjelmistoprojekteja koskevassa tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä projektin koon ja projektin onnistumisen välillä [30]. Sen sijaan projektin onnistuminen selittyi sosiaalisilla tekijöillä, kuten johtamisella, arvojen yhdenmukaisuudella (engl. *value congruence*) ja projektin ketteryuden asteella. Samanlaisiin johtopäätöksiin päätyivät myös Mohagheghi ja Jørgensen [25] tutkiessaan ohjelmistoprojekteja Norjan julkisella sektorilla: projektin koon ja projektin onnistumisen välillä ei löydetty yhteyttä. Ohjelmistoprojektin tärkeimmiksi onnistumisen tekijöiksi nostettiin tässäkin tutkimuksessa inhimilliset tekijät, kuten työntekijöiden sitoutuminen, ammattitaito sekä yhteistyö.

Myös The Standish Groupin raportissa ohjelmistoprojektien onnistumisprosentti nousee 29 prosentista 39 prosenttiin, kun tarkasteluun otetaan vain ketterillä menetelmillä toteutetut projektit [16]. Suurten ohjelmistoprojektien epäonnistumisprosentteja voikin selittää osittain myös jokin muu tekijä kuin projektin koko. Tähän mielestäni viittaa myös The Standish Groupin raportin valtava ero erittäin suurten ja pienten ohjelmistoprojektien onnistumisprosenttien välillä. Kenties erittäin suuret ohjelmistoprojektit ovat myös niitä, joissa käytetään useammin perinteisiä ohjelmistomenetelmiä, ja joissa projektin aikataulu ja laajuus eivät jousta yhtä paljon kuin pienissä ohjelmistoprojekteissa? Esimerkiksi julkisen sektorin ohjelmistoprojektit ovat usein budjetiltaan suuria ja ne nojaavat lakisääteisiin reunaehtoihin, jotka eivät jousta. Tutkimuksissa on myös todettu, että ohjelmistoprojektin tekninen monimutkaisuus kasvaa projektin koon myötä [7, 16], mikä luultavasti myös selittää suurten ohjelmistoprojektien huonoa menestystä.

3.5 Teknologiset haasteet ja monimutkaisuus

Ohjelmistojen ja ympäristöjen tekninen monimutkaisuus mainitaan usein yleisimpien riskitekijöiden joukossa [7, 16, 24]. Kuten edellisessä alaluvussa jo totesimme, on projektin koko yksi merkittävä syy ohjelmistoprojektien tekniseen monimutkaisuuteen [7, 16]. The Standish Groupin raportissa [16] mainitaan myös muita ohjelmistoprojektin kompleksisyyteen vaikuttavia tekijöitä, kuten ristiriitaiset tavoitteet, projektien suuret budjetit ja johtohenkilöiden henkilökohtaiset intressit. Tuotteen tilaajan johtohenkilöillä voi esimerkiksi olla eri näkemykset siitä, mihin suuntaan ohjelmistoa tulisi kehittää. Tämä voi aiheuttaa ristiriitaisia määräytyksiä ja luoda monimutkaisuutta järjestelmiin.

Yhdentoista yleisimmän ohjelmistoprojektien riskitekijöiden joukkoon mahtui Menezes et al. kirjallisuuskatsauksessa [24] myös uuden teknologian käyttöönotto sekä huonot ulkoiset rajapinnat ja komponentit. Yrityksillä saattaa myös olla houkutus ottaa käyttöön uusi, testaamaton teknologia, jolla voisi saada kilpailuetua vastustajiin nähden [7].

Vaikka teknologiaan liittyvät haasteet mainitaankin usein yleisimpien ohjelmistoprojektien riskitekijöiden joukossa, ei niiden vaikutus ohjelmistoprojektien onnistumiseen kuitenkaan nouse kaikkein merkittävimpien riskitekijöiden joukkoon. Esimerkiksi tutkimuksessa, jossa selvitettiin parhaimpia strategioita ohjelmistoprojektien epäonnistumisten vähentämiseen, teknologiaan liittyvät strategiat eivät nousseet listan kärkeen [1]. Sen sijaan tärkeimpien riskienhallintastrategioiden joukkoon nousi käyttäjien sitouttaminen projektiin, hyvä projektin- ja resurssienhallinta, kommunikaatio ja vaatimusmäärittely – kaikki tekijöitä, joiden olemme aiemmissa alaluvuissa todenneet olevan yleisimpiä syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen.

4 Virtuaalisten ohjelmistotiimien haasteita

Virtuaalisia tiimejä on ollut ohjelmistoprojekteissa jo vuosikymmeniä, mutta digitaalisten kommunikointivälineiden kehittyessä virtuaaliset, usein maailmanlaajuiset ja maantieteellisesti hajautetut, tiimit ovat edelleen yleistyneet ohjelmistoprojekteissa. Virtuaaliselle tiimille ei ole olemassa yksikäsitteistä määritelmää, mutta suurin osa määritelmistä pohjautuu näkemykselle, jonka mukaan virtuaaliset tiimit ovat maantieteellisesti hajautettu joukko yksilöitä, jotka työskentelevät yhteisen päämäärän saavuttamiseksi, käyttäen kommunikointiin pääasiassa teknologisia kommunikointikanavia [12, 23]. Toisin sanoen, virtuaaliset tiimit ovat usein synonyymi hajautetuille (engl. *distributed*) tiimeille, käsitteen ”virtuaalinen” korostaessa lähinnä tiimin kommunikointitapaa tiimin jäsenten fyysisen sijainnin sijasta. Seuraavissa alaluvuissa käsittelemme virtuaalisten tiimien toimesta toteutettujen ohjelmistoprojektien haasteita.

4.1 Tiedonsiirto ja kommunikointi

Reed ja Knight [28] tutkivat vuonna 2010 ilmestyneessä julkaisussa ohjelmistoprojektien riskitekijöitä, jotka koskevat erityisesti virtuaalisia tiimejä. IT-asiantuntijoille suunnatussa kyselyssä pyydettiin valitsemaan 55 eri ohjelmistoprojektien yleisimmästä riskitekijästä ne, jotka vaikuttavat ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen kaikkein eniten. Tutkimuksessa nousi esiin seitsemän riskitekijää, joiden vaikutus ohjelmistoprojektin epäonnistumiseen erosi tilastollisesti merkitsevästi virtuaalisten ja perinteisten ohjelmistotiimien välillä (kuva 4.1).

Merkitsevin tilastollinen ero virtuaalisten ja perinteisten tiimien välillä liittyi tiedonsiirtoon ja kommunikointiin. Noin 28 % virtuaalisten tiimien vastaajista ja noin 15 % perinteisten ohjelmistotiimien vastaajista oli sitä mieltä, että riittämätön tiedonsiirto vaikutti merkittävästi projektin onnistumiseen. Edelleen noin 40,2 % virtuaalisista ja noin 23,4 % perinteisistä ohjelmistotiimeistä oli sitä mieltä, että puutteellisella tiedonsiirrolla oli jonkin verran vaikutusta projektin onnistumiseen.

TABLE 5 — Seven Risk Factors with Significant Differences in Impact on Virtual vs. Co-located Projects

Risk Factor Description	Virtual Projects			Co-located Projects			
	No Impact or Did Not Occur %	Minor Impact %	Major Impact %	No Impact or Did Not Occur %	Minor Impact %	Major Impact %	p-value
Insufficient knowledge transfer	31.78	40.19	28.04	61.70	23.40	14.89	*0.0023
Lack of project team cohesion	41.12	41.12	17.76	70.21	23.40	6.38	*0.0034
Cultural or language differences	44.86	41.12	14.02	70.21	23.40	6.38	*0.0143
Inadequate technical resources, i.e. hardware, processing availability	47.66	40.19	12.15	72.34	21.28	6.38	*0.0179
Resource inexperience with company and its processes	38.32	34.58	27.10	55.32	36.17	8.51	*0.0240
Loss of key resource(s) that impact the project	39.25	28.97	31.78	61.70	19.15	19.15	*0.0360
Hidden agendas impact the project	36.45	36.45	27.10	57.45	27.66	14.89	*0.0453

Kuva 4.1: Merkitsevimmät riskitekijäerot virtuaalisten ja perinteisten ohjelmistoprojektien välillä [28].

Reed ja Knight pohtivat, että eroa virtuaalisten ja perinteisten tiimien välillä voi selittää tiedonsiirtotapa: kasvotusten tapahtuvan keskustelun puute todennäköisesti vaikeuttaa tiedonsiirtoa, koska vapaamuotoista keskustelua ja spontaania tietojenvaihtoa ei tapahdu yhtä paljon virtuaalisissa ympäristöissä kuin kasvokkain [28]. Samanlaisiin johtopäätöksiin päätyi myös Kayworth et al. virtuaalisten tiimien tutkimuksessaan [19]. On paljon tutkimusnäyttöä siitä, että tietokonevälitteinen (engl. *computer-mediated*) kommunikaatio hidastaa päätöksentekoa ja heikentää päätösten laatua [4]. Tutkimuksen tekijät esittävät tulosten yhdeksi ilmeiseksi syyksi sanattomien viestien, kuten äänensävyyn ja nyökkäysten, puuttumisen virtuaalisia kommunikointivälineitä käyttäessä.

Myös tiimin maantieteellisen hajautuneisuuden ja työskentelyprosessien tehokkuuden välillä on havaittu vahva negatiivinen yhteys [8]. Tämänkin tutkimuksen tekijät selittävät löydöksiään kommunikaatiolla ja sosiaalisilla suhteilla, joiden kehittäminen ja ylläpitäminen maantieteellisesti hajautetuilla tiimeillä on vaikeampaa kuin perinteisillä tiimeillä. Yhdessä tutkimuksessa esimerkiksi havaittiin, että tehokkaissa virtuaalisissa tiimeissä tiimin jäsenet kommunikoivat useammin epävirallisista asioista ja käyttivät enemmän aikaa sosiaaliin suhteisiin kuin vähemmän tehokkaissa tiimeissä [14].

Toisaalta myös kommunikaation liiallisen määrän on havaittu olevan ongelma virtuaalisissa tiimeissä. Maailmanlaajuisia virtuaalisia tiimejä tutkivassa tapaustutkimuksessa [21] havaittiin, että valtavia sähköpostien ja videopuheluiden määriä oli jo vaikea hallita. Tyypillinen ongelma tutkituilla oli esimerkiksi se, että sähköpostin jakelulista oli aivan liian laaja tai sähköposti ei saavuttanut kaikkia osapuolia.

Näyttääkin siltä, että virtuaalisten tiimien haasteena ei välttämättä olekaan kommunikaation vähäisempi määrä, vaan kommunikaation laatu. Vapaamuotoisen keskustelun, kommunikaation välittömyyden ja sanattomien viestien puute voi hidastaa sosiaalisten suhteiden rakentumista ja päätöksentekoa virtuaalisissa tiimeissä, mikä taas vaikuttaa negatiivisesti tiimin tehokkuuteen. Virtuaalisten tiimien tutkimus nojaa kuitenkin edelleen pääasiassa tekstipohjaisten kommunikointivälineiden tutkimukseen [4]. Nykyään videopuheluiden käyttö on yleistynyt työelämässä huomattavasti. Vaikuttaisiko tällainen ”riikkaampi media” työskentelyprosessien tehokkuuteen, kun videopuhelussa kommunikointi muistuttaa enemmän kasvokkain tapahtuvaa viestintää?

4.2 Kulttuuri, kieli ja aikaero

Virtuaaliset tiimit ovat usein hajautuneet eri kulttuuri- ja kielialueille, koska tiimin jäsenien maantieteellisellä sijainnilla ei ole virtuaalisissa tiimeissä merkitystä. Tämä aiheuttaa haasteita, joita on tutkittu paljon muun muassa ulkomaille ulkoistetun (engl. *offshoring*) ohjelmistokehityksen kontekstissa. Kommunikaatio voi olla puutteellista esimerkiksi silloin, kun tiimin jäsenet joutuvat käyttämään kieltä, joka ei ole heidän äidinkieltänsä [19, 28]. Reedin ja Knightin tutkimuksessa [28] noin 6,4 % perinteisten ohjelmistoprojektien vastaajista ajatteli kulttuuri- ja kielierojen vaikuttaneen merkittävästi ohjelmistoprojektin onnistumiseen, kun virtuaalisten tiimien osalta vastaava lukema oli noin 14 %. Edelleen noin 23,4 % perinteisten ja noin 41,1 % virtuaalisten ohjelmistoprojektien vastaajista ajatteli kulttuuri- ja kielierojen vaikuttaneen jonkin verran ohjelmistoprojektin onnistumiseen.

Kulttuuriset erot voivat vaikeuttaa kommunikointia myös silloin, kun eri kulttuureissa ymmärretään eri tavoin esimerkiksi aikaan ja takarajoihin (engl. *deadline*) liittyviä käsitteitä [19, 28]. Myös erot tapakulttuurissa voivat aiheuttaa projektille haasteita. Esimerkiksi itämaisissa kulttuureissa on tyypillistä, ettei toisille haluta tuottaa pettymystä. Tämä voi johtaa esimerkiksi siihen, että aikataulujen venymisestä ei raportoida suoraan, mikä edelleen voi tuntua länsimaisesta kollegasta – joka on tottunut suurempaan kommunikointiin – siltä, että hänelle valehdellaan [21].

Myös aikaerosta johtuvat haasteet ovat ominaisia virtuaalille tiimeille. Aikaero voi esimerkiksi vaikeuttaa tehtävien koordinoitua ja suunnittelua virtuaalisten tiimien välillä [19]. Yhdessä tutkimuksessa virtuaalisten tiimien ongelmaksi muodostui se, ettei toisella aikavyöhykkeellä oleva toimipiste pystynyt tarjoamaan testaustukea oman virka-aikansa ulkopuolella [21].

Tutkimuksessa, jossa vertailtiin kotimaahan ja ulkomaille ulkoistetun ohjelmistokehityksen tärkeimpiä riskitekijöitä, riskitekijät kuten kielimuuri, kulttuurierot ja aikaerosta johtuvat haasteet olivat uniikkeja offshore-kontekstissa toimiville projekteille [26]. Näistäkin tosin vain kielelliset haasteet nähtiin merkittävänä riskitekijänä projektille: kielelliset haasteet olivat kolmanneksi merkittävin riskitekijä, kun kulttuurierot olivat vasta sijalla 15 ja aikaerosta johtuvat haasteet sijalla 17. Myös Reed ja Knight arvelevat kulttuuri- ja kielierojen vaikutuksen välisen eron perinteisten ja virtuaalisten tiimien välillä johtuvan yksinkertaisesti siitä, että virtuaalisissa tiimeissä on todennäköisemmin eri kulttuuri- ja kielitaustaisia jäseniä [28].

On siis selvää, että kulttuuriset, kielelliset ja aikaeroista johtuvat haasteet eivät ole virtuaalisten tiimien ominaisuuksia sinänsä, vaan pikemminkin seurausta virtuaalisten työskentelytapojen tarjoamista mahdollisuuksista. Virtuaalinen työskentely mahdollistaa tiimien rakentamisen yli kulttuuri- ja kielirajojen. Yritykset haluavat ulkoistaa ohjelmistokehitystä ulkomaille esimerkiksi taloudellisista syistä. Tämän vuoksi myös virtuaalisten tiimien tutkimus näyttää nojautuvan pääasiassa maailmanlaajuisten virtuaalisten tiimien tutkimiseen.

4.3 Tiimin koheesio ja luottamus

Tiimin koheesiolla tarkoitetaan tiimin jäsenten sitoutumista yhteisiin päämääriin ja toistensa tarpeiden huomioimiseen [11]. Koheesio on siis kuin tiimihenki, joka sitoo tiimiläiset yhteisiin tavoitteisiin ja toisiinsa. On esitetty, että virtuaalisten tiimien on vaikeampaa rakentaa tiimin jäsenten välistä koheesiota ja luottamusta johtuen virtuaalisen tiimin hajautuneisuudesta ja virtuaalisista kommunikointivälineistä [13]. Tutkimuksen tekijät pohjivat, että samassa tilassa työskentelevien on helpompi luoda sosiaalisia suhteita ja jakaa tietoa verrattuna virtuaalisiin tiimeihin, sillä vuorovaikutustilanteita – kuten lounas, kahvitauko ja käytäväkeskustelut – on enemmän. Myös kulttuuri- ja aikaerojen on esitetty vaikeuttavan luottamuksen rakentumista virtuaalisissa tiimissä [21]. On myös havaittu, että epävirallinen, henkilökohtaisista asioista keskustelu on vähäisempää virtuaalisissa ryh-

missä [20], mikä edelleen voi vaikuttaa negatiivisesti tiimin jäsenten väliseen luottamuksen muodostukseen [18].

Reedin ja Knightin [28] tutkimuksessa projektitiimin koheesion vaikutus projektin onnistumiseen erosi merkittävästi virtuaalisten ja perinteisten ohjelmistoprojektien kohdalla. Vain noin 6,4 % perinteisten ohjelmistoprojektien vastaajista ajatteli tiimin koheesion puutteen vaikuttaneen merkittävästi ohjelmistoprojektin onnistumiseen, kun vastaava luku virtuaalisten ohjelmistoprojektien vastaajien osalta oli noin 17,8 %. Myös Reed ja Knight esittävät eron virtuaalisten perinteisten tiimien välillä johtuvan mahdollisesti siitä, että virtuaalisissa tiimeissä sosiaalisten suhteiden luominen on vaikeampaa.

Tiimin koheesio ja luottamus liittyvät oleellisesti toisiinsa, sillä tiimin koheesion ja luottamuksen välinen positiivinen suhde on vahvistettu useissa aiemmissa tutkimuksissa [5, 11]. On myös esitetty, että voimakkaan riippuvuutensa vuoksi koheesio ja luottamus saattavat itse asiassa tarkoittaa käsitteellisesti samaa asiaa, mutta vain eri skaalalla [5].

Tiimin jäsenten välistä luottamusta ja sen vaikutusta tiimin tehokkuuteen on tutkittu paljon. Tutkimuksissa on havaittu, että tiimin jäsenten välisellä luottamuksella on positiivinen vaikutus tiimin tehokkuuteen [5, 9, 12]. On myös näyttöä siitä, että luottamuksen ja tiimin tehokkuuden välinen positiivinen korrelaatio on suurempaa virtuaalisissa tiimeissä kuin perinteisissä tiimeissä: kahdessa vuonna 2016 julkaistussa meta-analyysissä [5, 9] koskien tiimin luottamuksen ja tehokkuuden välistä suhdetta havaittiin, että luottamus korreloi tehokkuuden kanssa enemmän virtuaalisissa tiimeissä. Tosin toisessa tutkimuksesta [9] ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tämä antaa kuitenkin viitteitä siitä, että tiimin jäsenten välinen luottamus voi vaikuttaa projektin lopputulokseen enemmän virtuaalisissa tiimeissä kuin perinteisissä tiimeissä. Tätä on selitetty muun muassa sillä, että virtuaalisissa tiimeissä läpinäkyvyys ja kommunikointi on rajoittunutta, minkä vuoksi luottamuksella on suurempi merkitys kuin perinteisissä tiimeissä [9]. Luottamus tiimiläisiin auttaa pääsemään yli väärinymmärryksistä ja konflikteista, joita virtuaalisesti kommunikoimalla voi tulla enemmän.

Luottamus myös kasvattaa tiimiläisten halukkuutta jakaa tietoa, joka edelleen vaikuttaa positiivisesti tiimin tehokkuuteen [29]. Tässä tutkimuksessa tiimin virtuaalisuuden ei kuitenkaan havaittu voimistavan luottamuksen ja tiedon jakamisen välistä korrelaatiota. Luottamus oli tiedon jakamisen kannalta yhtä tärkeää sekä virtuaalisissa että perinteisissä ohjelmistotiimeissä.

Tästäkin voimme jälleen todeta, että ohjelmistoprojektien epäonnistumistekijät linkittyvät vahvasti toisiinsa. Puutteet tiimin kommunikoinnissa voivat vaikuttaa negatiivisesti tiimin luottamukseen, joka edelleen vaikuttaa tiimiläisten halukkuuteen jakaa tietoa, joka lopulta vaikuttaa tiimin tehokkuuteen. Virtuaalisten tiimien on myös sanottu olevan lyhytikäisempiä kuin perinteisten tiimien [18]. Virtuaalisten tiimien yksi vahvuus voikin olla myös sen yksi heikkous. Vaikka virtuaaliset tiimit onkin nopeampi rakentaa kuin perinteiset tiimit, virtuaaliset tiimit on myös helpompi hajottaa. Tiimin jäsenten lyhyt historia keskenään voi olla este tiimin koheesion ja luottamuksen rakentumiselle, koska tiimin jäsenet eivät ehdi oppia tuntemaan toisiaan. Tällöin tiimi ei ehdi koskaan saavuttamaan täyttä potentiaaliaan.

4.4 Teknologiset haasteet

Riittämättömät teknologiset resurssit mainitaan Reedin ja Knightin tutkimuksessa yhtenä virtuaalisten tiimien riskitekijänä [28]. Tällainen riski toteutuu esimerkiksi silloin, kun ohjelmistotiimillä on tarve ajaa testejä yrityksen keskuskoneella, mutta ei saa käyttöönsä riittävästi prosessoriaikaa. Reed ja Knight arvelevat, että virtuaalisten tiimien haasteet teknologisten resurssien hankkimiseen voi johtua osittain kommunikaatiosta: teknologisten resurssien anominen virtuaalisissa ympäristöissä voi olla hankalampaa kuin tiimeillä, jotka ovat organisaation kanssa samassa tilassa. Ongelmat teknologisten resurssien kanssa voivat Reedin ja Knightin mukaan olla joillakin tiimeillä myös sitä, että tarvittavaa videoneuvottelulaitteistoa tai esimerkiksi skannereita ei ole helposti saatavilla.

Kuten Reed ja Knight [28] pohtivat, voivat virtuaalisten tiimien teknologisiin resursseihin liittyvät haasteet selittyä osittain kommunikaatioon liittyvillä ongelmilla. Hajautetuissa tiimeissä ei ole spontaaneja, sattumalta tapahtuvia keskustelutilanteita, jotka voisivat helpottaa teknologisten resurssien hankkimista. Virtuaalisten tiimien teknologisiin haasteisiin voi vaikuttaa myös kohdemaan teknologinen infrastruktuuri ja sen luotettavuus. Eräässä maailmanlaajuisia virtuaalisia tiimejä koskevassa tutkimuksessa [19] tietoliikenteeseen liittyvät ongelmat koettiin tyypillisinä haasteina. Näitä oli muun muassa sähköpostin lähetyksen tai chat-huoneeseen kirjautumisen epäonnistuminen.

On oletettavaa, että teknologiset haasteet vähenevät teknologisen kehityksen myötä. Esimerkiksi skannerin voi asentaa älypuhelimeen sovelluksena, eikä tällaisia erillisiä laitteita välttämättä enää tarvitse. Teknologiset haasteet korostuvat virtuaalisissa ohjelmistoprojekteissa luultavasti myös sen vuoksi, että yrityksillä on tapana ulkoistaa ohjelmistokehitystä kehittyville markkinoille, missä infrastruktuuri ei ole yhtä luotettavaa kuin yrityksen lähtömaassa. Täten teknologisten haasteiden merkitys vaihtelee oletettavasti paljon myös erityyppisten virtuaalisten ohjelmistoprojektien välillä.

4.5 Projektinhallinta

Virtuaaliset tiimit ovat perinteisiä tiimejä useammin kokemattomampia organisaation päämääristä, tavoitteista ja käytänteistä, mikä vaikuttaa ohjelmistoprojektin onnistumiseen [28]. Tämä voi tutkimuksen tekijöiden mukaan johtua siitä, että virtuaalisissa tiimeissä on tavallisempaa käyttää ulkoisia ohjelmistotoimittajia, jotka eivät tunne yrityksen toimialaa. Myös saman yrityksen sisällä voi eri toimipisteiden välillä olla erilaisia käytänteitä, jotka hankaloittavat tehtävien suorittamista virtuaalisissa tiimeissä.

Erityisesti ohjelmiston vaatimusmäärittelyssä ja suunnittelussa on merkittävästi hyötyä, jos ohjelmistotoimittaja tuntee yrityksen toimialan. Tämä vähentää väärinkäsityksiä ja vaatimusten muuttumista kesken kehitysprosessin. Siksi tällaiset ongelmat luultavasti korostuvat yrityksissä, jotka ovat ulkoistaneet ohjelmistokehityksensä. Täten on luonnollista, että samat haasteet korostuvat myös virtuaalisissa tiimeissä. Yrityksen liiketoiminnallisen asiantuntemuksen puute riskitekijänä voi korostua edelleen offshore-kontekstissa, verrattuna kotimaahan ulkoistettuihin ohjelmistotiimeihin [26]. Tämäkään haaste ei siis luultavasti johdu tiimin virtuaalisuudesta sinänsä, vaan virtuaalisuuden tarjoamasta mahdollisuudesta ulkoistaa ohjelmistokehitystä.

Reedin ja Knightin mukaan myös avainhenkilöiden menettäminen kesken projektin vaikuttaa useammin virtuaalisten ohjelmistoprojektien onnistumiseen suhteessa perinteisiin ohjelmistoprojekteihin [28]. Tutkijat arvelevat tämän johtuvan esimerkiksi siitä, että virtuaalisiin tiimeihin – joissa työntekijän fyysisellä sijainnilla ei ole merkitystä – voidaan valita perinteisiä tiimejä useammin ”parhaista parhaat”, joiden menettäminen vaikuttaa ohjelmistoprojektin onnistumiseen merkittävämmän.

5 Yhteenveto

Tutkielman ensimmäinen tutkimuskysymys liittyi siihen, mitkä ovat yleisimpiä syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen. Tutkimustiedon valossa näyttää siltä, että ohjelmistoprojektit eivät epäonnistu yleensä teknologisten haasteiden vuoksi. Sen sijaan yleisimmät syyt ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen liittyvät inhimillisiin tekijöihin. Tutkimuksissa korostui kolme epäonnistumistekijää yli muiden: puutteet vaatimusmäärittelyissä, epäonnistunut kommunikaatio, sekä asiakkaan ja loppukäyttäjän heikko sitoutuminen projektiin. Myös projektinhallintaan liittyvät seikat, kuten projektin laajuuden aliarvioiminen ja riskienhallinnan puuttumien mainittiin tärkeimpien epäonnistumistekijöiden joukossa. Huomionarvoista on, että kaikki nämä tekijät liittyvät vahvasti toisiinsa, mikä korostaa niiden merkitystä ohjelmistoprojektin onnistumisessa.

Tutkielman toinen tutkimuskysymys liittyi siihen, korostuuko virtuaalisissa ohjelmistoprojekteissa eri epäonnistumistekijät kuin perinteisissä ohjelmistoprojekteissa. Tämänhetkisen tutkimustiedon perusteella näyttäisi siltä, että myös virtuaalisten ohjelmistoprojektien suurimmat haasteet liittyvät inhimillisiin tekijöihin. Näistä merkittävimmät haasteet suhteessa perinteisiin ohjelmistoprojekteihin liittyvät tiedonsiirtoon ja kommunikointiin sekä tiimin jäsenten väliseen luottamukseen. Kasvokkain tapahtuvan kommunikaation puuttuminen vaikeuttaa tiedonsiirtoa ja hidastaa päätöksentekoa. Myös tiimin jäsenten välisen luottamuksen ja koheesion rakentuminen on vaikeampaa virtuaalisissa tiimeissä, mikä vaikuttaa negatiivisesti tiimin tehokkuuteen.

Vaikka virtuaalisia tiimejä koskevaa tuoretta tutkimusta on paljon saatavilla [12], on virtuaalisten tiimien ja perinteisten tiimien epäonnistumistekijöitä vertailevaa tutkimusta olemassa kuitenkin vähän. Ilman tällaista vertailevaa tutkimusta on vaikea arvioida epäonnistumistekijöiden vaikutuksia virtuaalisten ja perinteisten ohjelmistoprojektien onnistumisen välillä. Lisäksi lähes kaikki virtuaalisia tiimejä koskeva tutkimus on toteutettu tutkimalla maailmanlaajuisia virtuaalisia tiimejä. Jotta voisimme arvioida, kuinka paljon virtuaalisten tiimien kommunikaatioon ja luottamukseen liittyvät haasteet selittyvät käytetyllä kommunikaatiomedialla – eikä esimerkiksi kielellisillä ja kulttuurisilla haasteilla – pitäisi tulevaisuudessa tutkimuksissa tarkastella myös virtuaalisia tiimejä saman kieli- ja kulttuuripiirin sisällä.

Virtuaalisten tiimien tutkimus on saanut myös kritiikkiä siitä, että kokeelliset tutkimusasetelmat eivät välttämättä mallinna todellisuutta tarpeeksi hyvin [27]. Purvanovan meta-analyysissä kokeellisesti toteutetut tutkimukset olivat usein selvästi lyhyempiä kuin tapaustutkimuksissa toteutetut, todellisen elämän ohjelmistoprojektit. Kokeellisten tutkimusten kohteena oli myös usein käytetty opiskelijoita, jotka eivät välttämättä edusta hyvin työelämän ohjelmistotiimejä. Tässä tutkielmassa on virtuaalisten tiimien osalta käytetty lähteenä kokeellisia tutkimuksia [3, 18, 19, 20], mutta myös alan ammattilaisille suunnattuja kysely- ja tapaustutkimuksia [8, 11, 14, 21, 26, 28, 31].

Virtuaalisten tiimien nojautuessa vahvasti teknologiaan myös virtuaalisten tiimien tutkimus vanhenee erittäin nopeasti. Esimerkiksi nykyään valtavassa suosiossa olevat yhteistyövälineet Microsoft Teams (2017), Google Meet (2017), Slack (2013) ja Zoom (2013) ovat kaikki julkaistu viimeisen kymmenen vuoden sisällä. Kaikissa tässä tutkielmassa viitatuissa tutkimuksissa virtuaaliset tiimit käyttivät yhteydenpidossaan vain harvoin, jos koskaan, videokeskusteluja. Kuinka paljon teknologiset työvälineet vaikuttavat virtuaalisten ohjelmistoprojektien haasteisiin? Pystytäänkö ”rikkaampaa mediaa” käyttämällä kuromaan umpeen virtuaalisten tiimien kohtaamia kommunikaatioon liittyviä haasteita suhteessa perinteisiin ohjelmistotiimeihin? Näihinkin kysymyksiin toivon tulevien tutkimusten antavan vastauksia.

Tämän tutkielman tarkoitus oli selvittää ohjelmistoprojektien haasteita ja vertailla niitä virtuaalisten ohjelmistoprojektien kohtaamiin haasteisiin. Tutkielmassa ei käsitelty kattavasti sitä, mitä hyötyjä virtuaalisilla ohjelmistotiimeillä on suhteessa perinteisiin tiimeihin. Tutkielmaa ei siis pidä käyttää lähteenä vertailtaessa perinteisten ja virtuaalisten ohjelmistotiimien paremmuutta.

Tutkielman perusteella ohjelmistoprojektien suurimmat haasteet liittyvät vaatimusmäärittelyyn, kommunikointiin ja asiakkaan sitoutumiseen. Myös riskienhallinta ja resursointi vaikuttavat merkittävästi ohjelmistoprojektin onnistumiseen. Virtuaalisissa tiimeissä erityisesti tiedonsiirron, kommunikaation ja tiimin jäsenten välisen luottamuksen merkitys korostuu suhteessa perinteisiin ohjelmistotiimeihin. Virtuaalisten tiimien erityishaasteena nousi esiin myös kieli, kulttuuri ja teknologiset haasteet – joskaan kieli- ja kulttuurieroja ei voida pitää tiimin virtuaalisuudesta johtuvina haasteina sinänsä, vaan seurauksena maailmanlaajuisesti hajautetusta ohjelmistokehityksestä.

Lähteet

- [1] H. Abdul-Rahman, F. A. Mohd-Rahim ja W. Chen. "Reducing failures in software development projects: Effectiveness of risk mitigation strategies". *Journal of Risk Research* 15.4 (2012), s. 417–433.
- [2] M. Albert, P. Balve ja K. Spang. "Evaluation of project success: a structured literature review". *International Journal of Managing Projects in Business* 10.4 (2017), s. 796–821.
- [3] H. P. Andres. "A comparison of face-to-face and virtual software development teams". *Team Performance Management: An International Journal* 8 (2002), s. 39–48.
- [4] B. B. Baltes, M. W. Dickson, M. P. Sherman, C. C. Bauer ja J. S. LaGanke. "Computer-mediated communication and group decision making: A meta-analysis". *Organizational behavior and human decision processes* 87.1 (2002), s. 156–179.
- [5] C. Breuer, J. Hüffmeier ja G. Hertel. "Does Trust Matter More in Virtual Teams? A Meta-Analysis of Trust and Team Effectiveness Considering Virtuality and Documentation as Moderators". *Journal of applied psychology* 101.8 (2016), s. 1151–1177. ISSN: 0021-9010.
- [6] N. Cerpa ja J. M. Verner. "Why Did Your Project Fail?" *Commun. ACM* 52.12 (joulukuu 2009), s. 130–134. DOI: [10.1145/1610252.1610286](https://doi.org/10.1145/1610252.1610286).
- [7] R. N. Charette. "Why software fails". *IEEE Spectrum* 42.9 (2005), s. 36–43.
- [8] C. D. Cramton ja S. S. Webber. "Relationships among geographic dispersion, team processes, and effectiveness in software development work teams". *Journal of Business Research* 58.6 (2005), s. 758–765. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2003.10.006>.
- [9] B. A. De Jong, K. T. Dirks ja N. Gillespie. "Trust and team performance: A meta-analysis of main effects, moderators, and covariates". *Journal of Applied Psychology* 101.8 (2016), s. 1134–1150.
- [10] J. L. Eveleens ja C. Verhoef. "The rise and fall of the Chaos report figures". *IEEE Software* 27.1 (2010), s. 30–36.

- [11] V. Garro-Abarca, P. Palos-Sanchez ja M. Aguayo-Camacho. "Virtual Teams in Times of Pandemic: Factors That Influence Performance". *Frontiers in Psychology* 12 (2021).
- [12] V. M. Garro-Abarca, P. R. Palos-Sanchez ja E. Rus-Arias. "Working in virtual teams: A systematic literature review and a bibliometric analysis". *IEEE Access* 8 (2020), s. 168923–168940.
- [13] P. S. Greenberg, R. H. Greenberg ja Y. L. Antonucci. "Creating and sustaining trust in virtual teams". *Business horizons* 50.4 (2007), s. 325–333.
- [14] D. M. Hofner Saphiere. "Productive behaviors of global business teams". *International Journal of Intercultural Relations* 20.2 (1996), s. 227–259.
- [15] S. G. International. *CHAOS Report 1994*. 1994. URL: https://www.standishgroup.com/sample_research_files/chaos_report_1994.pdf.
- [16] S. G. International. *CHAOS Report 2015*. 2015. URL: https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf.
- [17] S. G. International. *Factors of Succes 2015*. 2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/337340660_Factors_of_Succes_2015.
- [18] S. L. Jarvenpaa ja D. E. Leidner. "Communication and Trust in Global Virtual Teams". *Organization Science* 10.6 (1999), s. 791–815.
- [19] T. Kayworth ja D. Leidner. "The global virtual manager: A prescription for success". *European Management Journal* 18.2 (2000), s. 183–194.
- [20] L. Lebie, J. A. Rhoades ja J. E. Mcgrath. "Interaction process in computer-mediated and face-to-face groups". *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 4.2 (1995), s. 127–152.
- [21] L. Lee-Kelley ja T. Sankey. "Global virtual teams for value creation and project success: A case study". *International Journal of Project Management* 26.1 (2008), s. 51–62.
- [22] K. R. Linberg. "Software developer perceptions about software project failure: a case study". *Journal of Systems and Software* 49.2 (1999), s. 177–192. ISSN: 0164-1212. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(99\)00094-1](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(99)00094-1).
- [23] L. L. Martins, L. L. Gilson ja M. T. Maynard. "Virtual Teams: What Do We Know and Where Do We Go From Here?" *Journal of Management* 30.6 (2004), s. 805–835. ISSN: 0149-2063. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jm.2004.05.002>.

- [24] J. Menezes J., C. Gusmão ja H. Moura. "Risk factors in software development projects: a systematic literature review". *Software Quality Journal* 27.3 (2019), s. 1149–1174.
- [25] P. Mohagheghi ja M. Jørgensen. "What Contributes to the Success of IT Projects? Success Factors, Challenges and Lessons Learned from an Empirical Study of Software Projects in the Norwegian Public Sector". Teoksessa: *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)*. 2017, s. 371–373. DOI: [10.1109/ICSE-C.2017.146](https://doi.org/10.1109/ICSE-C.2017.146).
- [26] R. T. Nakatsu ja C. L. Iacovou. "A comparative study of important risk factors involved in offshore and domestic outsourcing of software development projects: A two-panel Delphi study". *Information & Management* 46.1 (2009), s. 57–68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2008.11.005>.
- [27] R. Purvanova. "Virtual versus Face-to-Face Teams: What Have we Really Learned?" *The Psychologist-Manager Journal* 17 (helmikuu 2014), s. 2–29. DOI: [10.1037/mgr0000009](https://doi.org/10.1037/mgr0000009).
- [28] A. H. Reed ja L. V. Knight. "Project risk differences between virtual and co-located teams". *Journal of Computer Information Systems* 51.1 (2010), s. 19–30.
- [29] D. S. Staples ja J. Webster. "Exploring the effects of trust, task interdependence and virtualness on knowledge sharing in teams". *Information Systems Journal* 18.6 (2008), s. 617–640.
- [30] E. Van Kelle, J. Visser, A. Plaat ja P. van der Wijst. "An Empirical Study into Social Success Factors for Agile Software Development". Teoksessa: *2015 IEEE/ACM 8th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering*. 2015, s. 77–80. DOI: [10.1109/CHASE.2015.24](https://doi.org/10.1109/CHASE.2015.24).
- [31] R. M. Verburg, P. Bosch-Sijtsema ja M. Vartiainen. "Getting it done: Critical success factors for project managers in virtual work settings". *International Journal of Project Management* 31.1 (2013). The International Network for Business and Management Journals (INBAM) 2012, s. 68–79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.04.005>.

