

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT
LUT School of Engineering Science
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Jarkko Määttänen

Riskit ja riskienhallinta vaativissa ohjelmistoprojekteissa

Risks and risk management in complex software projects

Kandidaatintyö 2020

Työn ohjaaja: Kalle Elfvengren

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Jarkko Määttänen	
Työn nimi: Riskit ja riskienhallinta vaativissa ohjelmistoprojekteissa	
Vuosi: 2020	Paikka: Espoo
Kandidaatintyö. LUT-yliopisto, tuotantotalous. 37 sivua, 6 kuvaa ja 6 taulukkoa Tarkastaja: tutkijaopettaja Kalle Elfvingren	
Hakusanat: Riskienhallinta, ohjelmistoprojektin hallinta, ICT-projektin hallinta, ohjelmistoprojektin epäonnistuminen Keywords: Risk management, software project management, ICT-project management, software project failure	
<p>Tämän kandidaatintyön tavoitteena on tarkastella riskienhallintaa vaativissa ohjelmistoprojekteissa. Työssä tutkitaan ohjelmistoprojektien tyypillisiä riskejä, sekä niiden käsittelyä negatiivisten vaikutusten minimoimiseksi. Työ tehdään tieteellisenä kirjallisuustyönä.</p> <p>Tutkimuksen teoriaosuudessa käydään aluksi läpi riskienhallintaa yleisellä tasolla. Tämän jälkeen käsitellään projektien riskienhallintaa, jonka kautta siirrytään työn varsinaiseen kohteeseen eli ohjelmistoprojektien riskienhallintaan ja niihin liittyviin spesifisiin riskeihin.</p> <p>Työssä havaittiin, että vaikka ohjelmistoprojektien riskienhallintaa on tutkittu runsaasti viime vuosikymmeninä, niin silti vieläkin iso osa ohjelmistoprojekteista epäonnistuu. Epäonnistumisten määrä kasvaa mitä isommista ja vaativammista projekteista on kyse. Epäonnistumisiin ei ole olemassa mitään yhtä yksittäistä isoa syytä, vaan ne johtuvat erilaisista projektin aikana tehdystä virheistä. Tyypillisimpiä syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumiseen ovat aikataulun venyminen, kustannusten kasvu sekä asiakkaan ja toimittajan eroavat näkemykset projektin tavoitteesta.</p> <p>Laadukkaalla riskienhallinnalla pystytään pienentämään riskien toteutumisen todennäköisyyttä sekä niiden vaikutusten suuruutta. Tämän onnistuminen vaatii projektin johdolta sitoutumista sekä jatkuvaa riskienhallintaa koko projektin ajan.</p>	

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto.....	4
1.1 Tutkimuksen tavoite ja rajaukset.....	4
1.2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimuskysymykset.....	5
1.3 Työn rakenne.....	5
2 Riskienhallinta.....	7
2.1 Riskin määrittelmä.....	10
2.2 Riskianalyysi.....	10
2.3 Riskien merkityksen arviointi.....	14
2.4 Riskien käsittely ja valvonta.....	15
3 Riskienhallinta ohjelmistoprojekteissa.....	17
3.1 Tyypillisimmät riskit ohjelmistoprojekteissa.....	18
3.2 Syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumisiin.....	24
4 Johtopäätökset.....	28
5 Yhteenveto.....	30

Kuvaluettelo

- Kuva 1. Input-output kaavio tutkimuksen rakenteesta.
- Kuva 2. Riskienhallinnan periaatteet (SFS-ISO 31000:2018, s. 8)
- Kuva 3. Riskianalyysi riskienhallinnan osana (VTT, 2007, s. 7)
- Kuva 4. Riskien luokittelu (LähiTapiolan riskienhallinta)
- Kuva 5. Riskimatriisi (Valtionvarainministeriö, 2017, s. 16)
- Kuva 6. Ohjelmistoprojektin riskejä kuvattuna mindmap-kuvion avulla.

Taulukkoluetelo

- Taulukko 1. Riskimatriisin asteikko (Valtionvarainministeriö, 2017, s. 22)
- Taulukko 2. Riskienhallintakeinoja
- Taulukko 3. Ohjelmistoprojektien riskejä ja keinoja niiden hallintaan (Khanfar et al., 2008)
- Taulukko 4. ERP-projektien riskejä ja vaikutuksia (Aloini et al., 2012a ja Aloini et al., 2012b)
- Taulukko 5. ERP-ohjelmistoprojektin riskejä (Hakim ja Hakim 2010)
- Taulukko 6. Syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumisiin (Ahonen ja Savolainen 2010)

1 JOHDANTO

Kaikkiin yritysten toimintoihin sisältyy riskejä, joita tulisi hallita. Riskienhallintaprosessien avulla yritysten johto pystyy tunnistamaan sekä käsittelemään riskejä, ja näin pienentämään niiden vaikutusta yrityksen asettamiin tavoitteisiin. Riskienhallintaprosessi auttaa johtoa tekemään päätöksiä, joissa otetaan huomioon epävarmuudet ja niiden mahdolliset vaikutukset tavoitteisiin.

Riskienhallinnan merkitys korostuu projektityössä, jossa se on olennainen osa koko projektin hallintaa ja sen tavoite on tukea projektin johtoa projektin onnistuneen läpiviennin varmistamiseksi. Tämä kandidaatintyö keskittyy vaativien ohjelmistoprojektien riskienhallintaan. Tällaisissa suuren kokoluokan projekteissa laadukkaan riskienhallinnan merkitys korostuu, koska epäonnistumisen seurauksena voi olla suuret taloudelliset menetykset. Riskienhallintaprosessin tulisikin olla olennainen osa jokapäiväistä johtamista ja päätöksentekoa jokaisessa yrityksessä ja projektissa.

Kirjallisuustutkimusta tehdessä kävi ilmi, että aihetta käsittelevästä aineistosta iso osa keskittyi toiminnanohjausjärjestelmiin (Enterprise Resource Planning, ERP), joten niiden määrä on korostuneesti esillä tässä työssä.

1.1 Tutkimuksen tavoite ja rajaukset

Tämän kandidaatintyön aiheena ja tavoitteena on tutkia minkälaisia riskejä tyypillisesti esiintyy vaativissa ohjelmistoprojekteissa sekä tarkastella riskienhallintaa niiden kohdalla. Aluksi työssä käydään läpi riskienhallinnan teoriaa yleisellä tasolla, jonka jälkeen siirrytään käsittelemään riskienhallintaa projektityössä sekä etenkin vaativissa ohjelmistoprojekteissa. Vaativalla ohjelmistoprojektilla tarkoitetaan tässä yhteydessä suuren kokoluokan projektia tai muulla tavoin monimutkaista projektia.

Tutkimus rajataan käsittelemään ainoastaan projektien ohjelmisto-osuuteen liittyviä riskejä. Laitteistoihin ja vastaaviin asioihin kohdistuvat riskit rajataan työn ulkopuolelle.

1.2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimuskysymykset

Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksena. Lähteinä on käytetty alaan liittyvää kirjallisuutta, standardeja, luotettavia verkkosivustoja sekä tieteellisiä artikkeleita. Lähteinä on pyritty käyttämään, etenkin ohjelmistoprojekteja koskevien asioiden osalta, mahdollisimman tuoretta 2010-luvulla julkaistua aineistoa.

Tutkimuskysymysten avulla käydään läpi ohjelmistoprojektien riskienhallintaprosessia. Päättötutkimuskysymys on:

- Kuinka hallitaan vaativien ohjelmistoprojektien riskejä?

Pääkysymyksen lisäksi tutkitaan seuraavia osakysymyksiä:

- Mitkä ovat tyypillisimmät riskit ja niiden kriittisyydet vaativissa ohjelmistoprojekteissa?
- Miten näihin riskeihin voidaan varautua ja niiden (negatiiviset) vaikutukset minimoida?

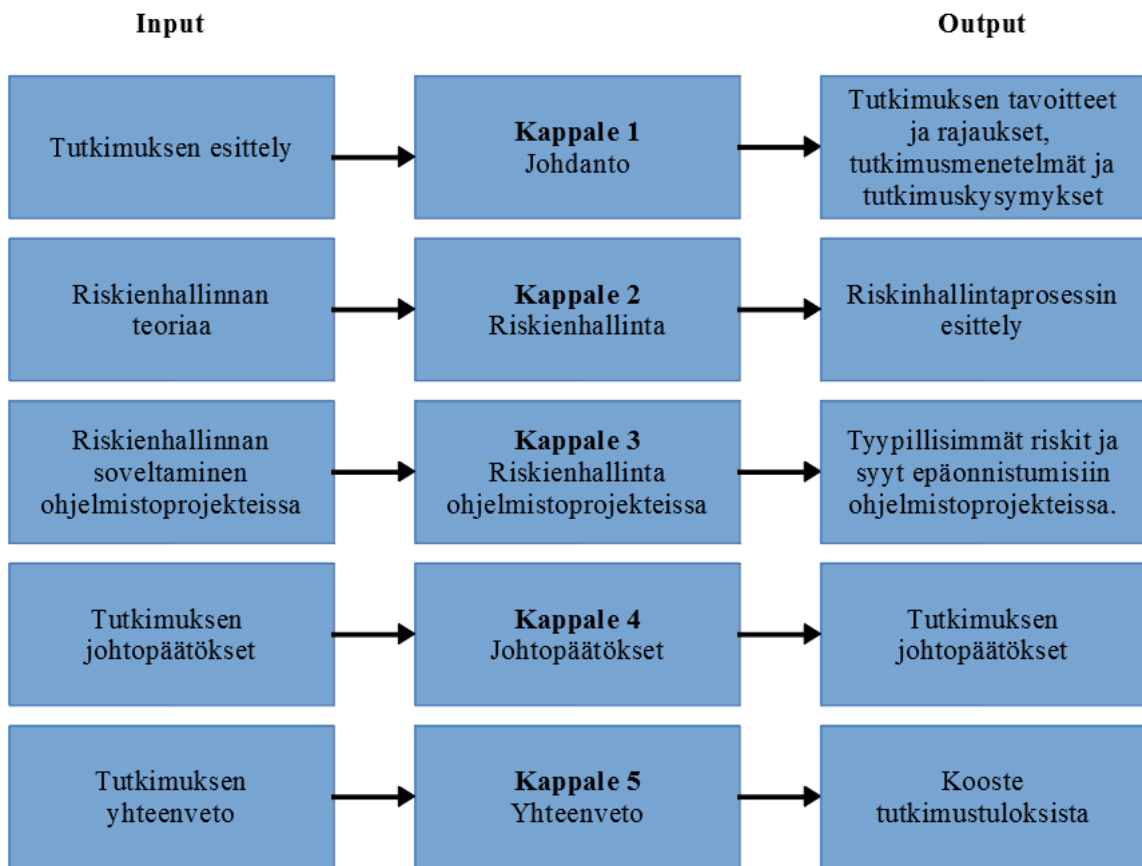
1.3 Työn rakenne

Tämä kandidaatintyö jakautuu viiteen kappaleeseen. Ensimmäisessä kappaleessa esitellään tutkimuksen tausta lyhyesti. Kappaleessa käydään läpi tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset, tutkimusmenetelmät ja tutkimuskysymykset sekä työn rakenne.

Toisessa kappaleessa käsitellään riskienhallinnan teoriaa sekä yleisellä tasolla että projektityössä. Kappaleessa käydään läpi riskin määritelmä ja avataan riskienhallintaprosessi pienempiin osiin (riskianalyysi, riskin merkityksen arviointi sekä riskien käsittely ja valvonta).

Kolmannessa kappaleessa siirrytään käsittelemään ohjelmistoprojekteja. Kappaleessa käydään läpi riskienhallintaa ja tyypillisimpiä riskejä ohjelmistoprojekteissa yleisellä tasolla sekä riskienhallinnan erityispiirteitä ERP-projekteissa. Tämän jälkeen käsitellään tyypillisimpiä syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumisiin.

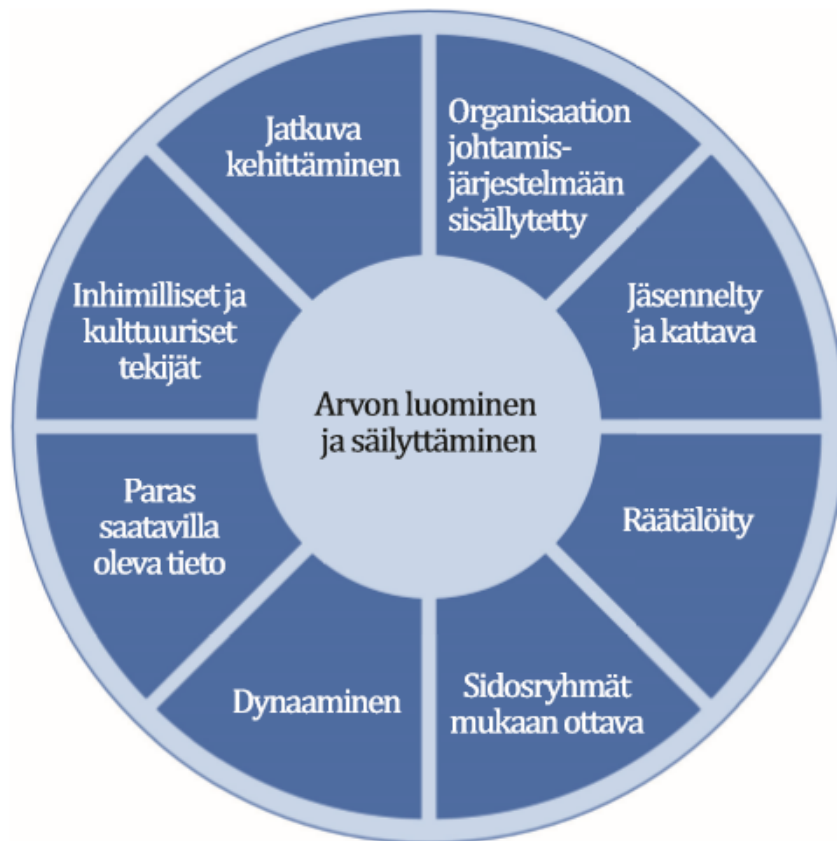
Lopuksi, kappaleissa neljä ja viisi, tehdään tutkimuksen johtopäätökset ja pyritään vastaamaan esitettyihin tutkintakysymyksiin sekä käydään läpi työn pääkohdat.



Kuva 1. Input-output kaavio tutkimuksen rakenteesta.

2 RISKIENHALLINTA

“Riskienhallinnan tarkoitus on arvon luominen ja säilyttäminen. Se parantaa suorituskykyä ja tukee innovointia ja tavoitteiden saavuttamista” (SFS-ISO 31000:2018, s. 7).



Kuva 2. Riskienhallinnan periaatteet (SFS-ISO 31000:2018, s. 8)

SFS-standardin (SFS-EN 31010, 2013) mukaan kaikkiin organisaation toimintoihin sisältyy riskejä, joita tulisi hallita. Riskienhallintaprosessi auttaa tekemään päätöksiä, joissa otetaan huomioon epävarmuudet ja mahdolliset olosuhteiden muutokset sekä niiden vaikutukset sovittuihin tavoitteisiin. Riskienhallinnan tulisi olla osa jokaisen yrityksen jokapäiväistä toimintaa. Tällöin riskien muutokset havaitaan ja niihin kyetään reagoimaan viipymättä. Tilanteet sekä olosuhteet muuttuvat jatkuvasti ja riskienhallintaprosessin pitää pystyä seuraamaan tätä muutosta, sekä reagoimaan siihen tarvittaessa. Hyvässä riskienhallinnassa huomioidaan olosuhteiden ja tietämyksen muutokset. Ajan kuluessa ilmaantuu uusia riskejä, osa vanhoista riskeistä muuttuu ja osa katoaa. ISO-standardin (ISO-TR 31004, 2020) mukaan riskienhallinta on dynaamista, iteratiivista ja muutoksiin reagoivaa. Suomen Riskienhallintayhdistys (2020a) määrittelee hyvän riskienhallinnan ennakoivaksi, tietoiseksi, suunnitelmalliseksi ja järjestelmälliseksi.

Riskienhallinta on organisaation johdon ja muun henkilökunnan toteuttama prosessi, jota sovelletaan, strategian valinnasta lähtien, kaikessa organisaation toiminnassa. Suomen Riskienhallintayhdistyksen (2020a) mukaan riskienhallinnan tavoitteena on auttaa yrityksen johtoa tunnistamaan ja analysoimaan yrityksen tavoitteita uhkaavia riskejä, sekä päättämään sopivimmista hallintakeinoista. LähiTapiolan (2020) käyttämä määritelmä on samankaltainen. LähiTapiolan mukaan riskienhallinnan tavoite on tukea organisaation johtamista ja päätöksentekoa, jotta sen tavoitteisiin mahdollisesti vaikuttavat riskit ja riskien seuraukset tunnistetaan.

Riskienhallintaprosessin olisi SFS-standardin (SFS-ISO 31000, 2018) mukaan oltava olennainen osa johtamista ja päätöksentekoa, ja se olisi sisällytettävä organisaation rakenteeseen, toimintoihin ja prosesseihin. Prosessia voidaan hyödyntää strategisella tai operatiivisella tasolla, tai ohjelman tai projektin tasolla. Riskienhallintaprosessi auttaa tunnistamaan potentiaaliset riskit ja niiden seuraukset. Tämän lisäksi prosessi asettaa potentiaaliset toimenpiteet tärkeysjärjestykseen ja erottelee vaihtoehdot toimintatavat johdon päätöksenteon tueksi (LähiTapiolan riskienhallinta, 2020). Hillsonin (2002) mukaan riskien tunnistamisen lisäksi on erittäin tärkeää, että johto myös ymmärtää mistä riskeissä oikeasti on kyse. Riskiviestintä on olennainen osa riskienhallintaa. Kuuselan (et al., 2005) mukaan kysymys ei ole pelkästään riskeistä sinänsä, vaan myös siitä, kuka niistä kertoo ja miten. Hyvällä riskienhallinnalla voidaan Pelinin (2006) mukaan saavuttaa myös kustannushyötyjä. Mitä aiemmin riskit pystytään tunnistamaan, niin sitä helpompi ja halvempi niihin on varautua. Myös CMMI-standardissa (Software Engineering Institute, 2010, s. 349) todetaan, että mitä aikaisemmin ja aggressiivisemmin riskeihin puututaan, niin sitä halvempaa ja helpompaa niiden käsittely on.

Riskienhallinta projektityössä

Hyvän riskienhallinnan merkitys korostuu projektityössä, koska projekteihin liittyy usein isoja taloudellisia, aikatauluun, laatuun ja muihin tekijöihin liittyviä riskejä. Mäntynevan (2016) mukaan hyvä projektisuunnitelma sisältää oman osionsa riskienhallinnalle.

Hyvään projektisuunnitteluun kuuluu Pelinin (2006) mukaan mahdollisten riskien ja potentiaalisten ongelmakohtien selvitys. Hyvälläkään ennakkoinnilla ei ehkäistä kaikkia mahdollisia ongelmia mutta ongelmia tulee huomattavasti vähemmän. Pelinin arvion mukaan riskien ennakointi antaa erittäin

hyvän katteen suhteessa siihen käytettyyn aikaan. Pelinin määritelmästä käy ilmi, että riskit kuuluvat olennaisena osana jokaiseen projektiin. Kysymys onkin siitä, että miten näihin riskeihin varaudutaan ja miten niiden negatiiviset vaikutukset projektin läpivientiin saadaan minimoitua. Toinen merkittävä havainto on, että mitä aiemmin riski tunnistetaan ja siihen varaudutaan, niin sitä halvemmaksi se yleensä tulee.

Projektin riskienhallintaa suunniteltaessa on Mäntynevan (2016) mukaan hyvä pitää mielessä, että riskienhallinta tulee suhteuttaa projektin haastavuuteen. Liian vähäinen varautuminen mahdollisiin riskeihin altistaa projektin riskeihin liittyville uhkille. Toisaalta riskienhallinnan ylikorostaminen tuo mukanaan turhaa ja ylimääräistä hallinnointia, joka vaikeuttaa projektin johtamista sekä päätöksentekoa.

Edellä oli puhetta, miten riskienhallinnan tulisi olla osa jokaisen yrityksen jokapäiväistä toimintaa. Vastaavasti voidaan todeta, että riskienhallinnan tulisi olla osa jokaisen projektin jokapäiväistä toimintaa. ISO-standardissa (ISO-TR 31004, 2020) määritellään, että projektin aikana tehtäviin päätöksiin olisi hyvä liittää muodollinen riskien arviointi. Useimmissa projekteissa on useita päätöksentekopisteitä kuten budjetointi, suunnittelu, toteutus, luovutus asiakkaalle jne. Näissä päätöksentekopisteissä tarvitaan muodollista riskien arviointia, kun valitaan eri vaihtoehtojen välillä. Tämä lisää projektin onnistumisen todennäköisyyttä ja tehokkuutta.

Tyypillisimmät virheet projektin riskienhallinnassa ovat Mäntynevan (2016) mukaan:

- Ei seurata oman organisaation riskienhallinnan käytäntöjä
- Riskien tunnistamisessa ei pyritä objektiivisuuteen
- Riskejä ei konkretisoida riittävän yksityiskohtaisesti
- Riskienhallintaan liittyvä kustannus-hyöty-analyysi jää tekemättä
- Projektin pelivaraa ei tule käyttää tarpeettomasti
- Unohdetaan riskienhallinnan jatkuvuus ja iteratiivisuus
- Riskienhallintaa ei aikatauluteta osaksi projektihallinnan työtä

2.1 Riskin määritelmä

“Organisaatiot kohtaavat sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä ja vaikutteita, joiden takia on epävarmaa, saavuttavatko organisaatiot tavoitteitaan halutussa aikataulussa tai ollenkaan, ja jos saavuttavat, niin missä määrin. Tämän epävarmuuden vaikutusta organisaation tavoitteisiin kutsutaan "riskiksi"” (ISO-TR 31004, 2020, s. 20).

Yllä oleva määritelmä on yksi esimerkki siitä, mitä Riski-termillä voidaan tarkoittaa. SFS-standardi (SFS-OPAS 73, 2011) määrittelee riskin tarkoittavan epävarmuuden vaikutusta tavoitteisiin. Vaikutuksella tarkoitetaan tässä yhteydessä poikkeamaa odotetusta lopputuloksesta, ja se voi olla joko positiivinen tai negatiivinen. Pelinin (2006) määritelmä sen sijaan määrittelee riskin kattamaan ainoastaan negatiiviset poikkeamat tavoitteista. Suomen Riskienhallintayhdistyksen (2020a) määritelmä on Pelinin kaltainen: “Riski on mahdollisuus, että haitallinen tapahtuma toteutuu”. Riski voidaan nähdä myös mahdollisuutena, kuten VTT:n käyttämästä määrittelystä käy ilmi. VTT:n (VTT, Riskienhallinta, 2020) mukaan riskin kääntöpuoli on uuden innovatiivisen ratkaisun tai liiketoiminnan mahdollisuus.

Voidaankin todeta, että riskin määritelmä vaihtelee tapauskohtaisesti ja pitää sisällään joukon erilaisia tulkintoja. Riskillä tarkoitetaan joko positiivista tai negatiivista poikkeamaa halutusta lopputuloksesta asiayhteydestä riippuen. Joskin, etenkin arkikielessä, määritelmän negatiivinen tulkinta on huomattavasti yleisempi.

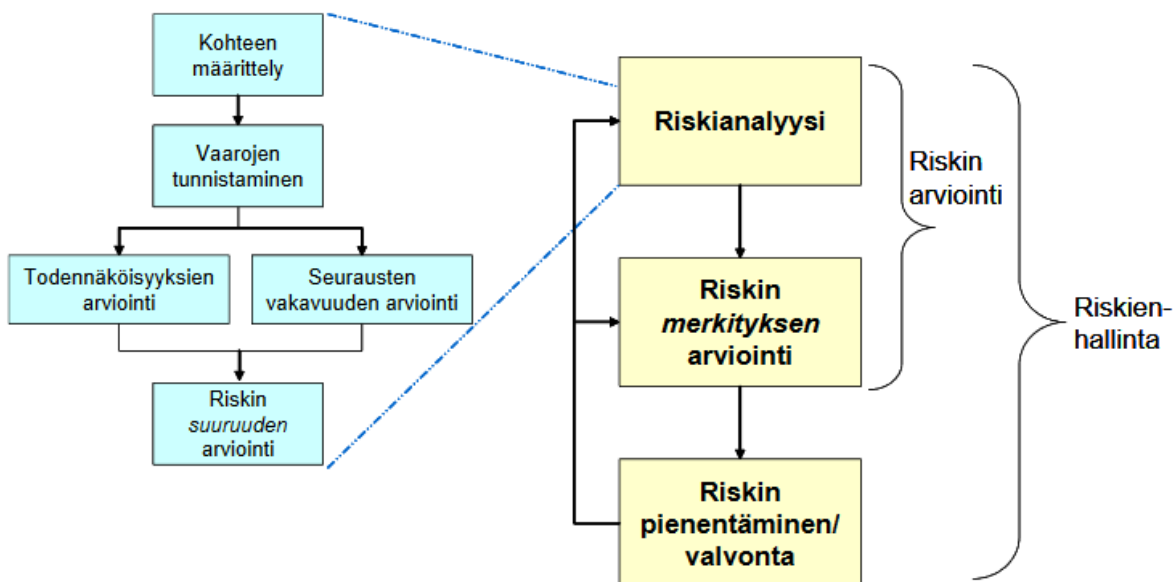
2.2 Riskianalyysi

Riskianalyysi on prosessi, jonka tarkoitus on tunnistaa tarkasteltavasta kohteesta haitallisten seurausten todennäköisyydet ja laajuudet. Riskianalyysin tavoitteena on löytää vastaukset alla olevan kaltaisiin kysymyksiin:

- Minkälaisia riskejä on olemassa?
- Miksi riskit ovat olemassa?
- Miten todennäköisiä riskit ovat?
- Mitä haittoja riskien toteutumisella on?

SFS-standardissa (SFS-ISO 31000, 2018) riskianalyysillä tarkoitetaan yritystä ymmärtää riskin luonne, ominaisuudet ja riskitaso. Riskianalyysissa tarkastellaan yksityiskohtaisesti epävarmuuksia, riskin lähteitä, seurauksia, todennäköisyyttä, tapahtumia, skenaarioita ja hallintakeinoja sekä niiden vaikuttavuutta. VTT:n (2007) määritelmä riskianalyysistä on pelkistetympi. VTT määrittelee riskianalyysin tarkoittavan saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi.

Yleisesti voidaan sanoa, että riskianalyysissä tunnistetaan ja arvioidaan organisaation toimintaa uhkaavat tekijät. Riskianalyysi antaa johdolle yleiskuvan yrityksen riskitilanteesta toiminnan ja strategian suunnittelun tueksi. (LähiTapiolan riskienhallinta, 2020)



Kuva 3. Riskianalyysi riskienhallinnan osana (VTT 2007, s. 7)

Riskien tunnistaminen

Riskien tunnistamisen tavoite on määritellä riskit, riskien lähteet, vaikutusalueet ja niiden syyt sekä mahdolliset seuraukset (Valtionvarainministeriö, 2017). Mäntynevan (2016) mukaan riskien tunnistaminen ja yksittäisiin riskeihin liittyvät ennalta suunnitellut varotoimet turvaavat projektin häiriöttömän jatkumisen, vaikka jotain odottamatonta tapahtuisikin.

Riskien tunnistaminen kannattaa Pelinin (2006) mukaan aloittaa tunnistamalla projektin kriittiset osa-alueet. Tyypillisesti näitä ovat:

- aikataulu
- uudet teknologiat
- avoimet vastuukysymykset
- avainresurssien kuormitus
- organisaatorajat

Riskien tunnistamiseen on monenlaisia menetelmiä ja tekniikoita. Tällaisia ovat esimerkiksi SFS-standardin (SFS-EN 31010, 2013) mukaan:

- näyttöön perustuvat menetelmät, joita ovat esimerkiksi tarkistuslistat ja historiatietojen läpikäynti
- järjestelmällinen ryhmätyöskentely, jossa asiantuntijaryhmä systemaattista prosessia noudattaen tunnistaa riskejä vihje- tai kysymysluetteloiden avulla
- induktiivisen päättelyn tekniikoita kuten poikkeamatarkastelu (HAZOP)

Riskien luokittelu

Ihmiset mieltävät riskit eri tavoin, riippuen yksilöstä itsestään, organisaation toimialasta, ajankohdasta, tarkasteluyhteydestä jne. Luokittelemalla riskit yhteisesti sovitulla tavalla, ne voidaan saada keskenään hieman yhteismitallisemmiksi ja vertailukelpoisemmiksi (Suomen Riskienhallintayhdistys, 2020b).

Suomen Riskienhallintayhdistyksen (2020a) mukaan riskien luokittelu helpottaa niiden tunnistamista ja hallintaa. Riskejä voidaan jaotella paitsi luonteen, niin myös sen mukaan, mihin yrityksen toimintoihin ne voivat vaikuttaa.

Riskien luokitteluun on käytössä monia erilaisia tapoja. Usein yleisellä tasolla käytetään jakoa strategiaan, taloudellisiin, operatiivisiin ja vahinkoriskeihin (LähiTapiolan riskienhallinta, 2020).



Kuva 4. Riskien luokittelu (LähiTapiolan riskienhallinta, 2020).

Pelin (2006) jaottelee projektien riskit kymmeneen osa-alueeseen:

1. Tekniset riskit
2. Aikataulun riskit
3. Taloudelliset riskit
4. Organisaatio, henkilöt, tiedonkulku
5. Ulkopuoliset hankinnat, toimittajat
6. Asiakkaaseen liittyvät riskit
7. Ympäristötekijät, luonnonolosuhteet
8. Sopimukseen liittyvät riskit
9. Tuotevastuuriskit (T&K projektit)
10. Kansainvälisissä projekteissa kohdemaan liittyvät riskit (lainsäädäntö, poliittiset, sotilaalliset riskit)

Suomen Riskienhallintayhdistyksen (2020b) mukaan riskien luokittelutapoja on useita, eikä mikään luokittelutapa ole yksiselitteisen oikea tai väärä. Tärkeintä on löytää luokittelumalli, joka tukee

parhaalla tavalla oman organisaation tapaa mieltää riskejä ja ottaa huomioon toimialan ja toimintaympäristön ominaispiirteet.

2.3 Riskien merkityksen arviointi

Riskien merkityksen (suuruuden) arvioinnilla tarkoitetaan SFS-standardin (SFS-EN 31010, 2013) mukaan riskin seurausten ja todennäköisyyksien analysointia, jotta saataisiin selvyys vaatiiko kyseinen riski toimenpiteitä. LähiTapiolan (2020) määritelmän mukaan riskin suuruus tulee arvioida, jotta eri riskien merkitys organisaatiolle voidaan tunnistaa.

Riskien merkityksen arviointiin on käytössä monia tapoja. Yksi yleisimmin käytetyistä on riskimatriisi, jossa jokaiselle tunnistetulle riskille annetaan numeroarvo kuvaamaan riskin todennäköisyyttä ja sen vaikutusta toteutuessaan. Alla neliportainen esimerkki Valtionvarainministeriön (2017) julkaisemasta riskienhallinnan ohjeistuksesta.

Taulukko 1. Riskimatriisin asteikko (Valtionvarainministeriö, 2017, s. 22).

Todennäköisyys	Vaikutus
1 Epätodennäköinen	1 Vähäinen
2 Mahdollinen	2 Kohtalainen
3 Todennäköinen	3 Merkittävä
4 Lähes varma	4 Kriittinen

Todennäköisyys	4				
	3				
	2				
	1				
		1	2	3	4
		Vaikutus			

Kuva 5. Riskimatriisi (Valtionvarainministeriö, 2017, s. 16).

Kuvassa 5 vihreälle alueelle sijoittuvat riskit ovat merkitykseltään vähäisiä, eikä niiden käsittelyyn kannata käyttää liian paljoa resursseja. Keltaisella alueella olevat riskit ovat jo selkeästi merkityksellisempiä, ja niiden käsittelyyn kannattaa käyttää suhteellisen paljon resursseja. Punaisella alueella olevat riskit ovat erittäin merkittäviä, ja niiden käsittelyyn kannattaa käyttää erittäin paljon resursseja.

Riskin suuruuden laskennassa käytettyjä kaavoja Juvosen (et al., 2014) mukaan:

$$\mathbf{RISKI = TODENNÄKÖISYYS * RISKIN VAKAVUUS}$$

$$\mathbf{RISKI = TODENNÄKÖISYYS * VAIKUTUS^2}$$

LähiTapiolan (2020) mukaan riskien merkityksen tuloksien arvioinnissa, kuten yleensäkin riskienhallinnassa, priorisointi on tärkeää. Pienimpiä arvoja saaneiden riskien käsittely voidaan jättää vähemmälle huomiolle ja keskittää riskienhallintatoimenpiteet suurimman arvon saaneisiin.

2.4 Riskien käsittely ja valvonta

Riskienhallintaprosessissa riskien arvioinnin jälkeen on vuorossa riskien käsittely. Suomen Riskienhallintayhdistyksen (2020a) mukaan lähes kaikki riskit ovat ihmisten aiheuttamia ja siksi niihin voidaan vaikuttaa ja varautua, ja niiltä voidaan suojautua.

Mäntynevan (2016) määritelmän mukaan riskienhallintaprosessin tuloksena syntyy tyypillisesti pitkä lista projektiin liittyviä riskejä. Suurin huomio tulee kiinnittää riskeihin, jotka todennäköisimmin toteutuvat, vaikkakin niiden haitalliset vaikutukset olisivat vain keskitasoa. Yleensäkin riskien välttämisen toimenpiteiden kustannukset tulisi suhteuttaa riskin kokoon ja todennäköisyyteen.

SFS-standardissa (SFS-EN 31010, 2013) riskien käsittelyllä tarkoitetaan yhden tai useamman vaihtoehdon valintaa riskin esiintymistodennäköisyyden, vaikutuksen tai molempien muuttamiseen. Riskien käsittelyyn on olemassa useita keinoja. LähiTapiolan (2020) mukaan yleisimmin käytössä on jaottelu riskin välttämiseen, pienentämiseen, siirtämiseen ja pitämiseen. SFS-standardi (SFS-ISO 31000:2018) määrittelee edellä mainittujen keinojen lisäksi myös riskin ottamisen ja säilyttämisen.

Taulukko 2. Riskienhallintakeinoja.

Riskinhallintakeino	Kuvaus
Riskin välttäminen/poistaminen	Riskiä aiheuttavasta toiminnasta pidättäminen kokonaan. Riskin välttäminen on ensisijainen riskinhallintakeino silloin, kun riskin vakavuus on suuri, eikä riskiä ole mahdollista pienentää tai hallita muulla tavoin. Riskin poistaminen ei kuitenkaan monessa tapauksessa ole mahdollista, vaan on tyydyttävä muihin hallintakeinoihin.
Riskin pienentäminen	Pyritään pienentämään riskin todennäköisyyttä ja/tai vaikutusta. Riskien pienentämistä pidetään usein merkittävimpänä riskienhallinnan keinona.
Riskin siirtäminen	Riskin siirtäminen tarkoittaa riskialttiin toiminnan siirtämistä, joko kokonaan tai osittain, sopimuksen perusteella jollekin toiselle osapuolelle. Tyypillisesti tällä tarkoitetaan joko riskin siirtämistä sopimuksella toiselle yritykselle tai vakuutus sopimuksella vakuutusyhtiölle.
Riskin pitäminen	Osa riskeistä joudutaan tai kannattaa pitää omalla vastuulla. Riskin pitäminen yrityksen omalla vastuulla on johdon tietoinen valinta. Tällöin hyväksytään mahdollisuus, että kyseinen riski voi toteutua. Tyypillisesti näin toimitaan vähäisten vaikutusten riskien kohdalla.

ISO-standardin (ISO-TR 31004, 2020) mukaan riskit, niiden hallintakeinot ja käsittelytavat voivat muuttua ajan mittaan. Riskienhallinnasta vastuussa olevien täytyy olla tietoisia näiden muutosten vaikutuksista. Lisäksi hallintakeinojen, joiden tarkoitus on muokata riskejä, soveltuvuus ja vaikuttavuus voivat muuttua. Ellei riskejä seurata ja katselmoida säännöllisesti, organisaatiolla ei ole ajantasaista käsitystä riskeistä.

3 RISKIENHALLINTA OHJELMISTOPROJEKTEISSA

Kappaleessa kaksi käsiteltiin riskienhallintaa projektityössä yleisellä tasolla. Siinä läpikäytyt asiat pätevät pääsääntöisesti myös ohjelmistoprojekteihin. Ohjelmistoprojekteissa on lisäksi omat spesifiset riskinsä, joita käsitellään tässä kappaleessa. Ohjelmistoprojektien riskienhallintaa on tutkittu Sangaiahin (et al., 2018) mukaan erittäin runsaasti viimeisen kahden vuosikymmenen ja McLeodin ja MacDonellin (2011) mukaan jo yli kolmen vuosikymmenen aikana. Siitä huolimatta Taylorin (et al., 2012) mukaan riskienhallinta ohjelmistoprojekteissa on yhä suurin haaste monille organisaatioille.

Rekha (et al., 2015) määrittelee ohjelmistoprojektin jakautuvan viiteen osaan:

1. Vaatimusmäärittely
2. Suunnittelu
3. Toteutus
4. Testaus
5. Ylläpito

Ohjelmistoprojektin elinkaaren aikana kohdataan lukuisia väistämättömiä riskejä. Näiden riskien priorisoinnilla ja hallinnalla on erittäin merkittävä rooli projektin menestymisen kannalta (Sangaiah et al., 2018). Mitä aikaisemmassa vaiheessa projektia riski on, niin sitä laajemmat potentiaaliset vaikutukset sillä tyypillisesti on koko projektiin. Siksi on tärkeää, että riskejä hallitaan jatkuvasti koko projektin ajan.

IT-barometrin (TIVIA 2015a, s. 27) tulosten mukaan ohjelmistoprojekteista noin puolet (49%) pysyi sovitussa budjetissa sekä vain 38% pysyi sovitussa aikataulussa. Silti ainoastaan 12% yrityksistä seuraa projektien liiketoimintahyötyjen toteutumista joka kerta. 52% yrityksistä hankkeiden onnistumista seurataan joko harvoin tai ei koskaan. Pienemmissä yrityksissä hankkeita seurataan enemmän kuin isommissa yrityksissä. Julkisella sektorilla ja teollisuuden alalla hankkeita seurataan vähiten (TIVIA 2015b, s. 6).

3.1 Tyypillisimmät riskit ohjelmistoprojekteissa

Ohjelmistoprojektien yksi tyypillisimmistä riskeistä on eri osapuolten näkemysten ja tahtotilojen eroaminen toisistaan. Eri osapuolilla tarkoitetaan tässä yhteydessä joko asiakkaan sisäistä (esim. tietohallinnon ja liiketoiminnan) tai asiakkaan ja toimittajan välistä näkemyseroa. Järvenpään ja Kankareen (2013, s. 55) mukaan usein syynä on se, että projektit koskevat asiakkaan organisaatiota monilla tasoilla, eri toiminnoissa ja eri maantieteellisillä alueilla. Näin ollen yhteisen näkemyksen muodostaminen asiakkaan sisällä tai asiakkaan ja toimittajan välillä on usein haastavaa.

Toinen tyypillinen riski on projektin laajuuden kasvaminen projektin aikana, joka johtaa aikataulun venymiseen ja kustannusten kasvuun. Tämä riski toteutuu usein huomaamattomasti, koska projektin laajuus ei kasva yhdellä kertapäätöksellä vaan projektin aikana pikkuhiljaa. Nämä pienet lisäykset kumuloituvat, ja tyypillisesti jokainen lisäys aiheuttaa painetta kasvattaa laajuutta entisestään (Järvenpää ja Kankare 2013, s. 52-53).

TIVIAN (et al., 2013) raportti nostaa esiin tärkeitä osa-alueita, joihin kiinnittämällä huomiota pienennetään hankkeen riskejä ja nostetaan onnistumisen todennäköisyyttä. Nämä osa-alueet ovat kommunikaatio ja viestintä sekä hankintaosaaminen ja resurssit.

Khanfar (et al., 2008) ovat tutkineet ohjelmistoprojektien riskejä ja riskienhallintakeinoja kirjallisuustutkielmassaan alla olevan taulukon mukaisesti. Huomioitavaa, etteivät taulukon sarakkeet suoraan vastaa toisiaan rivitasolla, vaan kyseessä on kaksi erillistä listaa, vaikka asiayhteydessä sarakkeet liittyvätkin toisiinsa kiinteästi.

Taulukko 3. Ohjelmistoprojektien riskejä ja keinoja niiden hallintaan (Khanfar et al., 2008).

Tunnistettuja riskejä	Riskienhallintakeinoja riskien pienentämiseen
Epäselvä tai väärinymmärretty laajuus ja tavoitteet	Ohjelmistosuunnitelman kehittäminen ja noudattaminen
Vaatimusmäärittelyn ja -dokumentaation epäonnistuminen	Sisäisten arviointien yhdistäminen ulkopuolisten katselmusten avulla
Epärealistiset aikataulut ja budjetit	Johdon osallistuminen koko projektin elinkaaren ajan
Riittämättömät tiedot ja taidot	Käyttäjien osallistuminen koko projektin elinkaaren ajan
Laadukkaiden arkkitehtuuri- ja suunnitteluasiakirjojen puuttuminen	Toimivan ohjausryhmän varmistaminen
Täydellisen ja yksityiskohtaisen ohjelmistojen kehittämissuunnitelman puuttuminen	Vastuun jakaminen ryhmän jäsenille
Ylimmän johdon sitoutumisen puuttuminen	Jatkuvuussuunnitelmien laatiminen henkilöstöongelmien ratkaisemiseksi
Tehokkaan projektijohtamismenetelmän puuttuminen	Säännöllinen riskinarviointi koko projektin ajan
Kehittäjien liiallinen keskittyminen yksityiskohtiin	Projektin jakaminen hallittavissa oleviin osiin
Jatkuvat vaatimusten muutokset	Muutoksenhallintatyöryhmän perustaminen ja laadukkaiden muutoksenhallintaprosessien käyttäminen
Uuden teknologian käyttöönotto	Automatisoitujen versionhallintatyökalujen käyttäminen
Vaiheittaisen käyttöönoton käyttämättä jättäminen	Hyväksytään ainoastaan laadukkaiden tulosten tuottaminen eikä tyydytä vähempään
Riittämätön tekninen johtajuus	Viestintäsuunnitelman toteuttaminen ja noudattaminen
Haitalliset kilpailutoimenpiteet	Käyttäjien kouluttaminen projektin aiheuttamien muutosten vaikutuksista
	Kaikkiin vaatimuksiin ja määrityksiin tehtävien muutosten kustannus- ja aikatauluvaikutusten arviointi
	Lukitaan vaatimukset ja määrittelyt mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia
	Liian monien uusien toimintojen välttäminen ohjelmistoprojekteissa
	Jatkuva projektin etenemisen seuranta ja arviointi sekä seuraavan vaiheen tavoitteiden asettaminen

ERP-projekteihin liittyvät riskit

Kirjallisuustutkimusta tehdessä kävi ilmi, että monet tutkijat olivat tutkineet erityisesti ERP-projekteja. Syynä tähän on varmaankin ollut se, että ERP-projektit ovat tyypillisesti suhteellisen samankaltaisia ja näin ollen niiden keskinäinen vertailu on helpompaa kuin satunnaisten

ohjelmistoprojektien. Alla esitellään kolmen tutkimuksen (Aloini et al., 2012a, Aloini et al., 2012b sekä Hakim ja Hakim 2010) tuloksia taulukkomuodossa.

Aloini (et al., 2012a) olivat tutkineet tyypillisimpiä riskejä ERP-projekteissa ja niiden toteutuneita vaikutuksia (Aloini et al., 2012b). Huomioitavaa, etteivät taulukon sarakkeet vastaa toisiaan rivitasolla, vaan kyseessä on kaksi erillistä listaa.

Taulukko 4. ERP-projektien riskejä ja vaikutuksia (Aloini et al., 2012a ja Aloini et al., 2012b)

ERP-projektien riskejä (Aloini et al., 2012a)	Riskien vaikutuksia (Aloini et al., 2012b)
Suppea valikoima ERP-tuotteissa.	Budjetin ylittäminen.
Projektitiimin heikko osaaminen. Joudutaan palkkaamaan ulkopuolista apua.	Aikataulun ylittäminen.
Ylimmän johdon puutteellinen osallistuminen.	Projektin keskeyttäminen.
Puutteellinen kommunikaatio.	Järjestelmän huono suorituskyky.
Tärkeimpien loppukäyttäjien puutteellinen osallistuminen.	Järjestelmän riittämätön luotettavuus ja stabiliteetti.
Puutteellinen koulutus ja ohjeistus.	Järjestelmän huono sopivuus yrityksen prosesseihin.
Liiketoimintaprosesseja ei muokata uuden järjestelmän mukaisiksi.	Järjestelmä ei ole käyttäjäystävällinen.
Huono johtaminen. Ei selkeitä tavoitteita eikä projektin laajuuden hallintaa.	Yrityksen taloudellinen suorituskyky laskee.
Tehottomat projektinhallintamenetelmät.	
Puutteellinen muutoksenhallinta.	
Vanhojen järjestelmien kytkeminen uuteen.	
Toimittajan riittämätön tuki käyttöönotossa ja sen jälkeen.	
Järjestelmän ylläpidettävyys ja päivitettävyys.	

Hakim ja Hakim (2010) tutkivat riskienhallintaa ERP-järjestelmien käyttöönottoprojekteissa. He luokittelevat riskit kuuteen eri kategoriaan ao. taulukon mukaisesti.

Taulukko 5. ERP-ohjelmistoprojektin riskejä (Hakim ja Hakim 2010).

Projektin osa-alue	Riski
Organisaatio	<ul style="list-style-type: none"> • Riittävät resurssit • Vaadittavien muutosten suuruus • Kyvykkyys toimintaprosessien uudelleensuunnitteluun • Yritystavoitteiden vakaus • Hankkeen tavoitteiden ja laajuuksien vakaus
Tekninen osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Kyky houkutelaa ja pitää kiinni pätevistä henkilöstöstä • Kokeneiden asiantuntijoiden tarve • Omien työntekijöiden optimaalinen hyödyntäminen • Yritystoiminnan ja teknisten analyttikoiden tarve • Riittävän laaja tekninen koulutus ja tiedonvaihto sisäisten ja ulkoisten resurssien välillä
Projektinhallinta	<ul style="list-style-type: none"> • Yhteisymmärrys tavoitteista • Ylimmän tason johtajien tuki ja sitoutuminen • Projektitiimin rakenne ja kokoonpano • Tehokas projektinhallintamenetelmä • Projektipäälliköiden vaihtuvuusprojektin aikana
Järjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> • Vaadittujen järjestelmämuutosten tunnistaminen ja ymmärtäminen • Sopivat laitteistot ja ohjelmistot • Omaksutaan ERP-järjestelmän tukemat standardit
Käyttäjät	<ul style="list-style-type: none"> • Käyttäjät ymmärtävät järjestelmää • Koordinointi osastojen välillä • Käyttäjätuen hankkiminen • Riittävän koulutuksen tarjoaminen pääkäyttäjille • Loppukäyttäjien muutosvastarinta
Teknologia	<ul style="list-style-type: none"> • Nykyinen tekninen infrastruktuuri • Valmius tehdä muutoksia nykyisiin järjestelmiin • ERP-toimittajien tuntemus • ERP-ohjelmiston hankinta

Projektiryhmään ja henkilöstöön liittyvät riskit

Projektiryhmän vaihtuvuus on riskinä kaikenlaaisissa projekteissa. Ohjelmistoprojekteissa riski korostuu, koska potentiaaliset lähtijät ovat tyypillisesti kokeneempia huipputaajia, jotka siirtyvät parempiin ja haastavimpiin töihin (Hijazi et al., 2014).

Empiiristen tutkimusten mukaan pätevällä henkilöstöllä, jolla on riittävät tekniset taidot, voi olla tärkeä rooli projektin menestyksessä läpiviennissä (McLeod ja MacDonell 2011). Projektin onnistumisen takaamiseen ei kuitenkaan riitä pelkästään projektihenkilöstön tekninen osaaminen, vaan henkilöstöltä vaaditaan myös riittäviä sosiaalisia vuorovaikutustaitoja. Tämän vaikutus korostuu mitä vaativammista projekteista on kyse (Zaman et al., 2019). Myös Liun (et al., 2011)

sekä McLeodin ja MacDonellin (2011) mukaan henkilöiden väliset konfliktit voivat vaikuttaa negatiivisesti ohjelmistoprojekteihin, jopa sen jälkeen, kun niitä on yritetty ratkoa. Esimerkiksi vaatimusmäärittelyn tekemisessä konflikti tekijöiden ja loppukäyttäjien välillä voi johtaa määrittelyn huonoon laatuun tai jopa epäonnistumiseen.

Nykyään on usein mahdollista, että projektinryhmän jäsenet saattavat sijaita kahdessa tai useammassa maassa. Tällainen maantieteellinen hajautuminen tuo mukanaan omia riskejään kuten kielimuurin ja kulttuurisidonnaiset eroavaisuudet työnteossa. Lisäksi eri aikavyöhykkeillä sijaitsevien tiimien työajat eivät välttämättä normaalisti ole ollenkaan päällekkäisiä, mikä vaikeuttaa sekä kommunikointia että työntekoa (Shrivastava ja Rathod 2017). McLeodin ja MacDonellin (2011) tutkimustulokset tukevat tätä päätelmää.

Ylimmän johdon osallistuminen, tai osallistumattomuus, näyttelee erittäin suurta roolia projektin lopputuloksen kannalta (McLeod ja MacDonell 2011). Myös johdon vaihtumisella projektin aikana on McLeodin ja MacDonellin mukaan suuri merkitys projektin onnistumiseen tai epäonnistumiseen.

Projektin määrittelyyn ja suunnitteluun liittyvät riskit

Riskienhallintaan projektin määrittely- ja suunnitteluvaiheissa on kiinnitettävä erityistä huomiota. Mikäli näissä vaiheissa epäonnistutaan, niin on mahdollista, että myös koko projekti tulee epäonnistumaan, ennen kuin järjestelmän varsinainen rakentaminen päässyt alkamaan (Ahonen ja Savolainen 2010). Tällainen epäonnistuminen voi McLeodin ja MacDonellin (2011) mukaan esimerkiksi olla huonosta suunnittelusta johtuva projektin epärealistinen aikataulu ja budjetti. Hijazi (et al., 2014) päätyivät omassa tutkimuksessaan samoihin tuloksiin. Heidän mukaansa epäonnistuminen projektiin tarvittavan ajan, kustannusten, laajuuden ja resurssien arvioinnissa johtaa projektin epärealistiseen aikatauluun ja/tai budjettiin.

Laadukkaat ja selkeästi dokumentoidut vaatimukset ovat McLeodin ja MacDonellin (2011) mukaan avainasemassa projektin onnistumiseen. Hijazi (et al., 2014) ovat listanneet tutkimuksessaan riskejä määrittelyn epäonnistumiseen. Tällaisia riskejä ovat mm. määrittelyjen puutteellinen dokumentointi, eri käyttäjiltä saadut ristiriitaiset määrittelyt, käyttäjien epärealistiset toiveet toiminnallisuuksien suhteen sekä määrittelyn liiallinen keskittyminen järjestelmän toiminnalliseen

kyvykkyyteen eikä huomioida riittävästi muita näkökulmia kuten käytettävyyttä ja ylläpidettävyyttä.

TIVIAN (et al., 2013) julkaiseman tietojärjestelmien hankintaa käsittelevän raportin mukaan Suomessa 80% tilaajista hallitsee omasta mielestään määrittelyprosessin, mutta toimittajien mielestä tilaajat hallitsevat sen vain 50% tapauksista.

Ohjelmiston hankintaprosessiin liittyvät riskit

TIVIAN (et al., 2013) raportin mukaan peräti 33% tilaajista ei varmista koskaan tai vain harvoin, että järjestelmän arkkitehtuuri ja tekninen toteutus mahdollistavat toimittajan vaihtamisen myöhemmin. Tämän seurauksena syntyy vakava riski yhteen toimittajaan lukkiutumisesta. Tätä tukee raportin antama luku toimittajien arviolle tilaajien hankintaosaamisesta, joka on 46%. Tilaajista ainoastaan 18% oli samaa mieltä toimittajien kanssa omasta hankintaosaamisestaan. Raportti jättää lukijan päätettäväksi yliarvioivatko tilaajat oman hankintaosaamisensa vai eivät.

Saman TIVIAN raportin mukaan tilaajat eivät turvaudu ulkopuoliseen asiantuntemukseen kuin harvoin, 74% tilaajista käyttää ulkopuolista asiantuntija-apua vain harvoin tai ei koskaan. Tämä on erikoista, sillä sekä tilaajien että toimittajien mielestä, tilaajapuolen vastuuhenkilöillä ei useinkaan ole riittävästi aikaa tai osaamista hankkeen onnistuneeseen läpivientiin.

Ohjelmiston rakennukseen ja testaukseen liittyvät riskit

Osa tämän otsikon alaisista riskeistä on päällekkäisiä projektiryhmään ja henkilöstöön liittyvien riskien kanssa ja niitä on käsitelty aiemmin tässä tekstissä oman otsikon alla.

Hijazin (et al., 2014) tutkimuksen mukaan, mikäli kehittäjät eivät ole mukana vaatimusmäärittelyssä, niin on mahdollista, etteivät he osaa tulkita määrittelydokumentaatiota oikein. Tämän johdosta kehittäjät joutuvat tekemään omia tulkintoja tai pyytämään toistuvasti tarkennuksia määrittelijöiltä, mikä johtaa viivästyksiin. Tämä riski vältetään luomalla riittävän laadukasta dokumentaatiota.

McLeodin ja MacDonellin (2011) mukaan projektin tekijöiden teknisen osaamisen puute uuteen projektiin liittyen voi johtaa projektin epäonnistumiseen. Samaan tulokseen päätyi myös Hijazi (et al., 2014), mikäli käytetään uusia teknologioita, niin kehittäjien tarvitsema 'oppimiskäyrä' on huomioitava projektin aikataulussa. Myös kehittäjien käyttämät väärät tai huonot työmenetelmät voivat olla riski projektin onnistumiselle McLeodin ja MacDonellin (2011) mukaan.

Hijazin (et al., 2014) mukaan ohjelmistoprojektin testausvaiheeseen liittyy monenlaisia riskejä. Juurisyy moniin testaukseen liittyviin riskeihin on, että testausta pidetään usein toisarvoisena kehittämiseen nähden ja tästä syystä testaukseen panostetaan liian vähän resursseja. Tyypillinen testaukseen liittyvä riski on, että testausta ei voida suorittaa asiakkaan oikeassa ympäristössä, vaan joudutaan tyytymään simuloituun ympäristöön. Muita testaukseen usein liittyviä riskejä ovat kokematon testaustiimi sekä se, ettei tieto projektin aikana tehdyistä muutoksista kulje testaustiimille asti, vaan testit tehdään vanhentuneiden testitapausten mukaisesti.

Käyttöönottoon liittyvät riskit

McLeodin ja MacDonellin (2011) mukaan järjestelmän käyttöönotossa voi tulla ongelmia, mikäli vastaanottavalla yrityksellä ja käyttäjillä on epärealistiset odotukset järjestelmän suhteen. Tyypillisesti myös käyttäjien muutosvastarinta aiheuttaa ongelmia. Käyttäjien koulutus on avainasemassa Stanciun (et al., 2013) mukaan käyttöönoton onnistumisessa. Myös McLeod ja MacDonell (2011) korostavat käyttäjien koulutuksen ja ohjauksen tärkeyttä.

3.2 Syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumisiin

Yhdysvaltalaisen Standish Groupin (2015) julkaiseman raportin mukaan vain 29% ohjelmistoprojekteista on onnistuneita. Raportista käy ilmi, että projektin koolla on erittäin suuri merkitys onnistumiseen tai epäonnistumiseen. Erittäin suurista projekteista ainoastaan 6% oli onnistuneita, kun pienien projektien kohdalla luku oli 61%. Projektin kokoa mitattiin viisiportaisella asteikolla: pieni, kohtalainen, keskikokoinen, suuri ja erittäin suuri. Raportin mukaan onnistumisessa on erittäin suuria eroja riippuen siitä, onko projektissa kyse kokonaan uuden

ohjelmiston luomisesta (23%), valmisohjelmiston käyttöönotosta (57%) vai näiden yhdistelmästä (42%).

Suomessa TIVIAN (et al., 2013) mukaan kolmasosa tutkimukseen osallistuneista tilaajista kokee pääsääntöisesti epäonnistuvansa ohjelmistohankkeissa. Syyt hankkeiden epäonnistumisiin riippuvat siitä keneltä niitä kysytään. Tilaajien mielestä suurimmat syyt epäonnistumisiin olivat kustannusarvion ylittyminen, aikataulun pettäminen sekä eri näkemys projektin sisällöstä toimittajan kanssa. Toimittajat puolestaan näkivät syiksi kommunikaation puutteen, eri näkemyksen projektin sisällöstä ja aikataulun pettäminen. Ahosen ja Savolaisen (2010) mukaan ohjelmistoprojektien epäonnistumiset ja keskeyttämiset johtuvat usein projektin aikana tehdyistä virheistä ja tällaisilla keskeyttämisillä on suuri taloudellinen vaikutus.

Salmela (2018) on listannut erilaisia projektien epäonnistumismuotoja.

1. **Katastrofit.** Laajaa yleistä huomiota saaneet, suuret, pitkittyneet tai keskeytyneet hankkeet, jotka päätyvät yleiseen tietoisuuteen.
2. **Keskeytetyt hankkeet, jotka ovat tiedossa vain yrityksen omassa piirissä.** Hanke on vähin äänin keskeytetty ja jäljet lakaistu maton alle.
3. **Käyttöön otetut, epäonnistuneet hankkeet.** Järjestelmät, joita ei koskaan olisi pitänyt ryhtyä rakentamaan, mutta jotka silti on rakennettu ja otettu käyttöön.
4. **Hankkeet, jotka ovat maksaneet yritykselle tai yhteiskunnalle kohtuuttomasti niiden hyötyihin nähden.** Näiden hankkeiden esille saanti voi olla vaikeaa. Kustannuslaskelmia ei ole tehty, niitä ei löydy tai ainakin osa niistä halutaan piilottaa.
5. **Toteuttamiskelpoisen ja todennäköisesti kannattavan hankkeen hylkääminen.** Nämä ovat piiloon jääviä vaikeasti tavoitettavia epäonnistumisia. Mikä aiheutti negatiivisen kierteen, joka johti hankkeen hylkäämiseen? Oliko syy rationaalisella alueella, virheellisissä lähtötiedoissa vai irrationaalisella alueella esim. päätöksentekijöiden ennakoasenteissa, vai tekikö aloitteen väärä henkilö.
6. **IT-projektin aikataulujen ja kustannusarvioiden ylittäminen.** Koska ylitykset näkyvät ja ovat mitattavissa, näihin hankkeisiin kiinnitetään kohtuuttomasti huomiota. Moneen muuhun edellä olevaan luokkaan verrattuna nämä ovat kuitenkin lieviä epäonnistumisia.

(Salmela 2018 mukaillen)

Walleniuksen (2017) mukaan tietohallinnon ja liiketoiminnan välisen yhteistyön ongelmat korostuvat usein projektien tavoitteiden asetannassa, joka puolestaan johtaa usein projektien

epäonnistumiseen. Tavoitteiden oikea asettaminen ei ole yksiselitteisesti tärkein syy projektien epäonnistumiseen, mutta keskittymällä alla listattuihin neljään ongelma-kohtaan parannetaan projektin onnistumisen todennäköisyyttä.

- 1. Unohdetaan kysyä riittävän monta kertaa *miksi*.** Kun projektia ollaan käynnistämässä ja määrittelemässä tavoitteita, usein unohdetaan kysyä riittävän monta kertaa miksi. Miksi projektia ollaan käynnistämässä? Miksi projektin tuottamaa järjestelmää tai muuta tuotosta halutaan? Mikä on se liiketoiminnallinen tavoite, johon projektin avulla pyritään? Valitettavan usein näiden kysymysten esittäminen unohtuu, kun keskitytään siihen, että saadaan projekti käyntiin ja etenemään aikataulussa.
- 2. Liiketoiminnalliset tavoitteet dokumentoidaan epäselvästi.** Jos liiketoiminnallisten tavoitteiden dokumentoinnista on luistettu, kasvaa projektin epäonnistumisen riski merkittävästi. Tavoitteiden selkeällä dokumentoinnilla on merkitystä koska, ihmiset eivät osaa lukea toistensa ajatuksia. Ei riitä, että projektin omistaja tietää, mitä tavoitellaan. Tieto ja ymmärrys pitää saada viestittyä koko projektiryhmälle.
- 3. Projektisuunnittelussa ja projektien ohjaamisessa ei palata säännöllisesti projektin liiketoiminnallisiin tavoitteisiin.** Liian usein projekteissa keskitytään vain tuottamaan sovitut asiat, ja pyritään saamaan projekti onnistumaan paperilla. Samalla unohdetaan miettiä sitä, ollaanko projektissa edes vastaamassa oikeaan tarpeeseen. Epäonnistuvan projektin pystyy usein tunnistamaan melko varhaisessa vaiheessa. On kuitenkin yllättävän vaikeaa puuttua asiaan ja saada projektin kurssia muutetuksi.
- 4. Projektin ja liiketoimintatavoitteiden sekä -strategian välillä ei ole riittävän selkeää kytköstä.** Ovatko projektin omistajan ja organisaation tavoitteet yhteneväiset? Hyvin usein organisaatioissa käynnistetään projekteja, joiden oikeutus on vähintäänkin kyseenalainen. Ollaanko ratkaisemassa oikeaa ongelmaa, vai onko kyse osaoptimoinnista, jossa ratkotaan pienen ryhmän ongelmaa sen sijaan, että keskityttäisiin olennaisten ongelmien ratkaisemiseen?

(Wallenius 2017 mukailten)

Ahonen ja Savolainen (2010) selvittivät tutkimuksessaan syitä viiden eri ohjelmistoprojektin epäonnistumiseen. Syyt he jaottelivat viiteen eri kategoriaan: vaatimusmäärittely, suunnitteluvaihe, rakennusvaihe, testausvaihe ja projektinhallinta. Tutkimuksessa kävi ilmi, että neljässä projektissa viidestä epäonnistumisen juurisyy sijoittui ennen varsinaisen rakennusvaiheen aloittamista ja projekti oli näin ollen tuomittu epäonnistumaan heti alkuunsa. Heidän mukaansa on kohtuullista

olettaa yleisellä tasolla, että huomattava osa epäonnistuneista ohjelmistoprojekteista on tuomittu epäonnistumaan jopa ennen varsinaisen projektin alkua tehtyjen virheiden takia.

Taulukko 6. Syitä ohjelmistoprojektien epäonnistumisiin (Ahonen ja Savolainen 2010).

Projektin vaihe	Epäonnistumisen syy
Vaatusmäärittely	<ul style="list-style-type: none"> • Vaatimukset tehty liian aikaisin ja ne olivat vanhentuneet • Asiakas ei tiennyt oikeasti mitä halusi • Asiakkaan avainhenkilöt eivät voineet osallistua vaatimusmäärittelyyn liian kireän aikataulun takia • Asiakas ei ymmärtänyt mitä vaatimusmäärittely on
Suunnitteluvaihe	<ul style="list-style-type: none"> • Järjestelmäarkkitehtuuri perustui vanhaan järjestelmään. Projektin aikana ilmeni tarve suurille muutoksille, joita ei ollut osattu ennakoita. • Järjestelmäarkkitehtuuri oli dokumentoitu ja kommunikoitu huonosti asiakkaalle • Aikataulukkiureiden takia järjestelmästä karsittiin monia toiminnallisuuksia • Tarvittava järjestelmäarkkitehtuuri osoittautui huomattavasti monimutkaisemmaksi kuin alun perin oli arvioitu • Ei ymmärretty vaatimusten vaikutusta järjestelmäarkkitehtuuriin
Rakennusvaihe	<ul style="list-style-type: none"> • Puutteellinen kommunikointi toimittajan ja asiakkaan välillä • Koodin puutteellinen dokumentointi • Projektissa käytettiin uusia työkaluja ja ohjelmia • Projektissa käytettiin uutta ketterää menetelmää • Tietojen konversio vanhasta järjestelmästä osoittautui erittäin hankalaksi ja vaadittava työmäärä erittäin suureksi
Testausvaihe	<ul style="list-style-type: none"> • Testauksessa löytyi liian paljon virheitä • Osaa ohjelmista ei saatu ikinä rakennettua testauskuntoon
Projektinhallinta	<ul style="list-style-type: none"> • Puutteellinen dokumentaatio ja kommunikaatio • Aikataulu oli liian kireä eikä joustoon mitään mahdollisuutta • Asiakkaan ylempi johto ei ollut käytettävissä päätöksentekoon

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Riskienhallintaa ohjelmistoprojekteissa on tutkittu runsaasti viimeisten kolmen vuosikymmenen aikana. Miksi se on tästä huolimatta yhä yksi suurimmista haasteista yrityksille ja miksi ohjelmistoprojektit yhä usein epäonnistuvat? Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut tutkia riskienhallintaa vaativissa ohjelmistoprojekteissa. Tavoitteena on ollut selvittää, minkälaisia riskejä tyypillisesti esiintyy ohjelmistoprojekteissa ja miten niiden negatiiviset vaikutukset projektin lopputulokseen saataisiin minimoitua. Asiaa lähdettiin tutkimaan päätutkimuskysymyksen “Kuinka hallitaan vaativien ohjelmistoprojektien riskejä?” kautta. Tämän lisäksi apuna käytettiin kahta osakysymystä: “Mitkä ovat tyypillisimmät riskit ja niiden kriittisyydet vaativissa ohjelmistoprojekteissa?” ja “Miten näihin riskeihin voidaan varautua ja niiden (negatiiviset) vaikutukset minimoida?”.

Ohjelmistoprojektien riskienhallintaprosessi ei eroa muun tyyppisten projektien vastaavasta, vaan se koostuu samoista perusosista kuin muutkin. Aluksi riskit tunnistetaan ja luokitellaan riskianalyysin avulla, jonka jälkeen arvioidaan niiden merkitys. Lopuksi riskit käsitellään sekä niitä valvotaan. Eroa syntyy siinä, että monien ohjelmistoprojektien riskien tunnistaminen, niiden merkitysten arviointi ja käsittely vaatii hyvää tietoteknistä osaamista ja ymmärrystä ohjelmistoista.

Riskien valvonnassa on huomioitava, että usein tilanteet ja olosuhteet muuttuvat projektin kulussa. Riskienhallintaprosessin pitää pystyä seuraamaan tätä muutosta ja reagoimaan siihen tarvittaessa. Useimmissa ohjelmistoprojekteissa on useita päätöksentekopisteitä kuten budjetointi, suunnittelu, toteutus, luovutus asiakkaalle jne. Näissä päätöksentekopisteissä tarvitaan muodollista riskien arviointia, kun valitaan eri vaihtoehtojen välillä.

Ohjelmistoprojektien tyypillisimpiin riskeihin kuulu se, ettei eri osapuolilla ole yhteistä näkemystä projektin tavoitteesta ja päämäärästä. Asiakas ei osaa kommunikoida tahtotilaansa toimittajalle tai asiakas ei itsekään tiedä mitä haluaa, koska asiakkaan organisaation yksiköiden näkemykset eroavat toisistaan. On erittäin tärkeää, että asiakas tietää mitä se projektilta haluaa ja että osaa kommunikoida sen selkeästi toimittajalle. Tätä riskiä voidaan pienentää hyvällä viestinnällä niin asiakkaan sisällä kuin asiakkaan ja toimittajan välillä.

Toinen erittäin tyypillinen riski on, ettei osata pitää kiinni sovitusta projektin laajuudesta. Projektin aikana lisätään toiminnallisuuksia ja ominaisuuksia, joiden takia projektin laajuus kasvaa, joka

puolestaan kasvattaa riskiä aikataulun ja budjetin ylittymiseen. Tyypillisesti tällaisessa tilanteessa kyse on yksittäisistä pienistä lisäyksistä, mutta isoissa projekteissa ne kumuloituvat nopeasti suureksi määräksi. Tämän riskin pienentämiseksi projektin laajuus olisi pyrittävä lukitsemaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tämän jälkeen kaikki halutut uudet lisäykset tulisi käsitellä projektin muutostenhallintaprosessin kautta ja hyväksyä ainoastaan välttämättömät.

Projektin henkilöstöön liittyvät riskit voidaan jaotella kolmeen kategoriaan, joista ensimmäinen on henkilöstön vaihtuvuuteen liittyvät riskit. Henkilöstön vaihtuvuus on riskinä kaikissa projekteissa. Ohjelmistoprojekteissa tämä riski korostuu, koska tyypillisesti lähtijät ovat kokeneita huippuosaajia, joiden merkitys projektin lopputulokseen on suuri. Tämän riskin torjuminen on hankalaa, koska lähtijät tyypillisesti siirtyvät parempiin ja haastavimpiin tehtäviin, eikä projektinjohdolla ole juurikaan työkaluja tämän estämiseksi. Toinen tyypillinen henkilöstöön liittyvä riski on uusien teknologioiden ja työkalujen käyttöönotto projektityöskentelyssä. Tämän riskin pienentäminen on periaatetasolla helppoa eli annetaan riittävästi koulutusta henkilöstölle. Todellisuudessa asia ei usein kuitenkaan mene näin, vaan peruskoulutuksen jälkeen jatko-oppiminen tapahtuu projektin aikana työtä tehtäessä. Kolmas henkilöstöön liittyvä riski koskee vuorovaikusta ja kanssakäymistä. Henkilöiden välisillä potentiaalisilla konflikteilla voi olla suuri negatiivinen vaikutus projektin lopputulokseen. Vaikkei henkilöiden välillä olisikaan varsinaisia konflikteja, niin nykyään projektiryhmä jakautuu usein kahteen tai useampaan maahan. Tämä tuo mukanaan riskejä, kuten kielimuurin ja kulttuurisidonnaiset eroavaisuudet työnteossa. Lisäksi aikavyöhykkeiden takia tiimit eivät välttämättä työskentele normaalisti ollenkaan samaan aikaan, mikä vaikeuttaa sekä kommunikointia että työntekoa. Projektin johto voi pienentää riskiä puuttamalla henkilökonflikteihin välittömästi niiden ilmaantuessa. Jälkimmäisiä riskejä voidaan pienentää laadukkaalla ja jatkuvalla viestinnällä eri tiimien välillä.

Ohjelmistoprojektin testausvaiheeseen liittyy monenlaisia riskejä. Juurisyy näihin riskeihin on, että testausta pidetään usein toisarvoisena kehittämiseen nähden ja siihen panostetaan liian vähän resursseja. Näitä riskejä saadaan pienennettyä, mikäli projektin johto saadaan ymmärtämään testaamisen tärkeys ja varaamaan testaustiimille riittävät resurssit. Tyypillinen testaukseen liittyvä riski on, ettei tieto projektin aikana tehdyistä muutoksista kulje testaustiimille asti vaan testit tehdään vanhentuneiden testitapausten mukaisesti. Tätä riskiä voidaan pienentää laadukkaalla dokumentoinnilla ja parantamalla tiedonkulkua.

5 YHTEENVETO

Tutkimuksen teoriaosuudessa on ollut tavoitteena aluksi esitellä riskienhallintaa yleisellä tasolla. Tämän jälkeen siirrytään käsittelemään projektien riskienhallintaa, jonka kautta päästään työn varsinaiseen kohteeseen eli ohjelmistoprojektien riskienhallintaan.

Riskienhallintaprosessi koostuu riskianalyysistä, riskien merkityksen arvioinnista sekä riskien käsittelystä ja valvonnasta. Riskianalyysissä tavoitteena on tunnistaa ja ymmärtää riskien luonne, ominaisuudet ja riskitaso. Ihmiset mieltävät riskit usein eri tavoin ja riskianalyysin yhtenä päätavoitteena on saada riskit luokitelluiksi, jolloin niiden merkityksen arviointi helpottuu. Riskien merkityksen arvioinnilla tarkoitetaan riskin seurausten ja todennäköisyyksien analysointia. Tämän analyysin perusteella arvioidaan vaatiiko riski toimenpiteitä. Tähän on käytössä monia tapoja, joista riskimatriisi on yksi yleisimmin käytetyistä. Riskimatriisissa jokaiselle riskille annetaan numeroarvo kuvaamaan riskin todennäköisyyttä ja sen vaikutusta toteutuessaan. Riskin merkitys (suuruus) voidaan laskea annettujen arvojen perusteella. Riskien käsittelyssä pyritään vaikuttamaan riskin toteutumisen todennäköisyyteen, riskin vaikutuksen suuruuteen tai molempiin. Tyypillisiä keinoja riskienkäsittelyyn ovat riskin välttäminen, pienentäminen, siirtäminen tai sen pitäminen. Tyypillisesti suurin huomio tulee kiinnittää riskeihin, jotka todennäköisimmin toteutuvat, vaikka niiden haitalliset vaikutukset olisivatkin vain keskitasoa. Kannattaa pitää mielessä, että riskien välttämisen toimenpiteiden vaatimat panostukset ja kustannukset tulisi suhteuttaa riskin kokoon ja todennäköisyyteen.

Hyvän riskienhallinnan merkitys korostuu projektityössä, koska projekteihin liittyy usein isoja taloudellisia, aikatauluun ja muihin tekijöihin liittyviä riskejä. Riskienhallintaprosessin avulla yrityksen tai projektin johto pystyy havaitsemaan, analysoimaan ja käsittelemään projektin onnistuneeseen läpivientiin vaikuttavia riskejä. Tyypillisesti projekteissa on useita päätöksentekopisteitä (budjetointi, suunnittelu, toteutus, luovutus asiakkaalle jne.), joissa tarvitaan riskien arviointia, kun valitaan eri vaihtoehtojen välillä. Tilanteet ja olosuhteet saattavat, etenkin projektityössä, muuttua usein hyvinkin nopeasti. Tämän takia on tärkeää, että riskienhallinta on jatkuva prosessi jokaisen projektin jokapäiväisessä johtamisessa. On tärkeää, että riskit kyetään havaitsemaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tällöin niiden käsittely ja vaikutusten minimointi on tyypillisesti helpompaa sekä taloudellisesti edullisempaa. On kuitenkin tärkeää pitää mielessä, ettei riskienhallinnassa mennä liiallisuuksiin vaan, että se pidetään suhteessa projektin

haasteellisuuteen. Liian tarkalle tasolle viety riskienhallinta aiheuttaa ylimääräistä hallinnointia, joka puolestaan hankaloittaa projektin johtamista ja päätöksentekoa.

Ohjelmistoprojektin elinkaari koostuu eri vaiheista, joista jokaisessa on omat spesifiset riskinsä. Ohjelmistoprojekti voidaan jakaa osiin lukuisilla eri tavoilla. Esimerkiksi Rekhan (et al., 2015) tekemässä tutkimuksessa ohjelmistoprojekti on jaettu vaatimusmäärittelyyn, suunnitteluun, toteutukseen, testaukseen ja ylläpitoon. Tässä työssä on sovellettu tuohon jaotteluun pohjautuvaa lähestymistapaa.



Kuva 6. Ohjelmistoprojektin riskejä kuvattuna mindmap-kuvion avulla.

Riskienhallintaa ohjelmistoprojekteissa on tutkittu runsaasti viimeisten kolmen vuosikymmenen aikana. Miksi se on tästä huolimatta yhä yksi suurimmista haasteista yrityksille ja miksi ohjelmistoprojektit yhä usein epäonnistuvat? Suomalaisen IT-barometrin (TIVIA 2015a) mukaan puolet 49% projekteista pysyi sovitussa budjetissa ja 38% sovitussa aikataulussa. Yksi syy saattaa löytyä siitä, ettei yritysten johdossa seurata projektien vaikutuksia ja tuloksia. Saman IT-barometrin mukaan ainoastaan 12% yrityksistä seuraa säännöllisesti projektien liiketoimintahyötyjen toteutumista ja 52% yrityksistä niitä ei seurata kuin harvoin tai ei koskaan. Etenkin julkisen sektorin sekä teollisuuden hankkeissa seuranta on heikkoa.

Ohjelmistoprojektin määrittely- ja suunnitteluvaiheissa riskienhallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Epäonnistuminen projektin näissä vaiheissa saattaa tuomita koko projektin epäonnistumaan, ennen kuin järjestelmän varsinainen rakentaminen on ehditty aloittamaan. Epäonnistuneen määrittelyn ja suunnittelun lopputuloksena saadaan tyypillisesti projektille epärealistinen aikataulu ja budjetti. Mikäli asiakkaalla ei löydy määrittelyosaamista omasta takaa, niin riskiä voidaan pienentää hankkimalla ulkopuolista asiantuntija-apua. TIVIAN (et al., 2013) raportin mukaan Suomessa 80% tilaajista hallitsee omasta mielestään määrittelyprosessin, mutta toimittajien mielestä tilaajat hallitsevat sen vain 50% tapauksista. Laadukkaat ja selkeästi dokumentoidut vaatimukset ovat McLeodin ja MacDonellin (2011) mukaan avainasemassa tämän riskin pienentämiseen. Riskinä voi olla myös asiakkaan eri henkilöiltä saadut toisistaan eroavat vaatimukset. Tätä riskiä voidaan pienentää parantamalla asiakkaan sisäistä tiedonkulkua.

Monet ohjelmiston rakennukseen liittyvät riskit kytkeytyvät toisiinsa jo aiemmin käsiteltyihin riskeihin. Hijazin (et al., 2014) mukaan, mikäli kehittäjät eivät ole mukana vaatimusmäärittelyssä, niin on mahdollista, etteivät he osaa tulkita määrittelydokumentaatiota oikein. Tämän johdosta kehittäjät joutuvat tekemään omia tulkintoja tai pyytämään toistuvasti tarkennuksia määrittelijöiltä. Tämä riski vältetään luomalla riittävän laadukasta dokumentaatiota tai ottamalla kehittäjät mukaan vaatimusmäärittelyihin. Toinen aiemmin jo käsitelty riski liittyy uusien teknologioiden ja työkalujen vaatimaan ”oppimiskäyrään”, jota voidaan pienentää huomioimalla asia projektin aikataulussa.

Testaukseen liittyy Hijazin (et al., 2014) mukaan monenlaisia riskejä. Juurisyy näihin riskeihin on, että testausta pidetään usein toisarvoisena kehittämiseen nähden ja siihen panostetaan liian vähän resursseja. Näitä riskejä saadaan pienennettyä, mikäli projektin johto saadaan ymmärtämään testaamisen tärkeys ja varaamaan testaustiimille riittävät resurssit. Tyypillinen testaukseen liittyvä riski on, ettei tieto tehdyistä muutoksista kulje testaustiimille asti vaan testit tehdään vanhentuneiden testitapausten mukaisesti. Tätäkin riskiä voidaan pienentää laadukkaalla dokumentoinnilla ja parantamalla tiedonkulkua.

Ohjelmiston käyttöönotossa voi tulla ongelmia, mikäli asiakkaalla on epärealistiset odotukset järjestelmän suhteen. Tätä riskiä voidaan pienentää laadukkaalla ja realistisella tiedonkululla projektin aikana. Tämän lisäksi käyttäjien koulutus on avainasemassa, ettei epärealistisia odotuksia pääse syntymään.

Standish Groupin (2015) raportin mukaan 29% ohjelmistoprojekteista voidaan laskea onnistuneiksi. Onnistumisprosentti on ainoastaan 6% silloin kun tarkastellaan erittäin suuria ohjelmistoprojekteja. Suomessa TIVIAN (et al., 2013) raportin mukaan kolmasosa tilaajista kokee pääsääntöisesti epäonnistuvansa ohjelmistohankkeissa. Syinä epäonnistumisiin ovat tyypillisesti kustannusarvion ylittyminen, aikataulun pettäminen sekä eri näkemys projektin sisällöstä toimittajan kanssa.

Lähteet

Ahonen, J. ja Savolainen, P. 2010. Software engineering projects may fail before they are started: Post-mortem analysis of five cancelled projects. *The Journal of Systems and Software*, Vol. 83, nro. 11, s. 2175–2187.

Aloini D., Dulmin R., Mininno V. 2012a. Risk assessment in ERP projects. *The Journal of Information Systems*, Vol. 37, nro. 3, s. 183-199.

Aloini D., Dulmin R., Mininno V. 2012b. Modelling and assessing ERP project risks: A Petri Net approach. *European journal of operational research*, Vol. 220, s. 484-495.

Hakim A. ja Hakim H. 2010. A practical model on controlling the ERP implementation risk. *Information systems*. Vol. 35, nro. 2, s. 204-214.

Hijazi H., Alqrainy S., Muaidi H., Khdour T. 2014. Risk factors in software development phases. *European Scientific Journal*. Vol. 10, nro 3, s. 213-231.

Hillson, D. (2002). Use a risk breakdown structure (RBS) to understand your risks. Paper presented at Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, San Antonio, TX. Newtown Square, PA: Project Management Institute. [WWW-dokumentti]. Saatavissa: <https://www.pmi.org/learning/library/risk-breakdown-structure-understand-risks-1042>

Juvonen M., Koskensyrjä M., Kuhanen L., Ojala V., Pentti A., Talala T. 2014. Yrityksen riskienhallinta. Helsinki. Finanssi ja vakuutuskustannus FINVA, Hansaprint. 171 s.

Järvenpää, Tapio ja Kankare, Ilkka. 2013. Veikö moolok vallan? Vapauta projektisi tuhlaajakultista. Helsinki, Talentum. 311 s.

Kuusela, Hannu & Ollikainen, Reijo (toim.) (2005). Riskit ja riskienhallinta. Tampere, Tampereen yliopistopaino - Juvenes Print Oy. 292 s.

Khanfar K., Elzamy A., Al-Ahmad W., El-Qawasmeh E., Alsamara K. ja Abuleil S. 2008. Managing Software Project Risks with the Chi-Square (χ^2) Technique. *International Management Review*. Vol. 4, nro.2, s.18-29.

Liu J., Chen H.-G., Chen C., Sheu T. 2011. Relationships among interpersonal conflict, requirements uncertainty, and software project performance. *International Journal of Project Management*, Vol. 29, nro. 5, s. 547-556.

LähiTapiolan riskienhallintasivusto [WWW-dokumentti]. [viitattu 15.3.2020] Saatavissa: <https://www.lahitapiola.fi/asiantuntijapalvelut/riskienhallinta>

McLeod L. ja MacDonell S. 2011. Factors that affect software systems development project outcomes: a survey of research. *ACM computing surveys*, Vol. 43, nro. 4, artikkeli 24, 56 s.

Mäntyneva, Mikko. 2016. Hallittu projekti. Helsingin seudun kauppakamari 156 s.

Pelin, Risto. 2009. Projektihallinnan käsikirja (6. uudistettu painos). Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 413 s.

Rekha J., Parvathi R., 2015. Survey on software project risks and big data analytics. *Journal of procedia computer science*. Vol. 50, s. 295-300.

Salmela, Pentti. 12.12.2018. Miksi IT-projektit onnistuvat tai epäonnistuvat? [WWW-dokumentti]. [viitattu 15.3.2020]. Saatavissa: <https://www.sytyke.org/tietojohdaminen/miksi-it-projektit-onnistuvat-tai-epaonnistuvat/>.

Sangaiah A., Samuel O., Li X., Abdel-Basset M., Wang H. 2018. Towards an efficient risk assessment in software projects - Fuzzy reinforcement paradigm. *An international journal of computers & electrical engineering*, Vol. 71, s. 833-846.

Shrivastava S. ja Rathod U. 2017. A risk management framework for distributed agile projects. *Information and software technology*, Vol. 85, s. 1-15.

Software Engineering Institute. 2010. CMMI for development, Version 1.3. [WWW-dokumentti]. Saatavissa: https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2010_005_001_15287.pdf

Stanciu V., Tinca A. 2013. ERP solutions between success and failure. *Accounting and Management Information Systems*, Vol. 12, nro. 4, s. 626–649.

Standish Group, 2015. CHAOS report 2015. Saatavissa: https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf

Suomen Riskienhallintayhdistys. Riskienhallinta. 2020a. [WWW-dokumentti]. [viitattu 14.3.2020]. Saatavissa: <https://www.pk-rh.fi/riskienhallinta.html>

Suomen Riskienhallintayhdistys. Riskikompassi. 2020b. [WWW-dokumentti]. [viitattu 14.3.2020]. Saatavissa: <https://riskikompassi.fi/>

Suomen Standardoimisliitto SFS, 2011. Riskienhallinta. Sanasto, SFS-OPAS 73

Suomen Standardoimisliitto SFS, 2018. Riskienhallinta. Ohjeet, SFS-ISO 31000:2018

Suomen Standardoimisliitto SFS, 2013. Riskienhallinta. Riskien arviointimenetelmät, SFS-EN 31010

Suomen Standardoimisliitto SFS, 2014. Riskienhallinta. Ohjeita standardin ISO 31000 soveltamisesta, ISO/TR 31004:fi

Taylor H., Artman E., Woelfer J. 2012. Information technology project risk management: bridging the gap between research and practice. *Journal of Information Technology*, Vol. 27, nro. 1, s. 17-34.

TIVIA (ent. Tietotekniikan liitto, TTL), IT- ja digitalisointibarometri 2015a. Saatavissa: https://tivvia.fi/wp-content/uploads/2019/05/IT-barometri-2015-presentaatio_TD.pdf.

TIVIA (ent. Tietotekniikan liitto, TTL), Sofigate ja Aalto-yliopisto. Tietohallintojen johtaminen Suomessa 2015. 2015b. Saatavissa: https://tivvia.fi/wp-content/uploads/2014/03/THJ-tutkimusraportti_2015_www.pdf.

TIVIA (ent. Tietotekniikan liitto, TTL), Celkee Oy ja Ohjelmistoyrittäjät ry. Tietojärjestelmien hankinta Suomessa 2013. Saatavissa:

https://tivia.fi/wp-content/uploads/2019/04/Tietojärjestelmien_hankinta_Suomessa_2013.pdf.

Valtionvarainministeriö (Rousku, Kimmo), 2017. Ohje riskinhallintaan. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-251-862-0>

VTT, 2007. Riskianalyysien laatu: vaatimukset tilaajalle ja toteuttajalle. Saatavissa: https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2007/Tutkimusraportti_VTT_R_03718_07.pdf

VTT Riskienhallinta. [WWW-dokumentti]. [viitattu 15.3.2020]. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/palvelut/liiketoiminnan-kehittaminen/riskienhallinta>

Wallenius, Niklas. 22.01.2017. Näistä neljästä syystä IT-projektit epäonnistuvat [WWW-dokumentti]. [viitattu 15.3.2020]. Saatavissa: <https://niklaswallenius.fi/itjohtaminen/nelja-syytamiksi-projektit-epaonnistuvat/>.

Zaman U., Jabbar Z., Nawaz Z., Abbas M. 2019. Understanding the soft side of software projects: An empirical study on the interactive effects of social skills and political skills on complexity – performance relationship. *International Journal of Project Management*, Vol. 37, nro. 3, s. 444-460.