



**TURUN
YLIOPISTO**
Kauppakorkeakoulu

Generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet ja haasteet toimitusketjun riskienhallinnassa

Toimitusketjujen johtamisen
pro gradu -tutkielma

Laatija:
Ilari Sirola

Ohjaajat:
Prof. Juuso Töyli
KTT Sini Laari

11.12.2024

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

Oppiaine: Toimitusketjujen johtaminen

Tekijä: Ilari Sirola

Otsikko: Generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet ja haasteet toimitusketjun riskienhallinnassa

Ohjaaja: Prof. Juuso Töyli, KTT Sini Laari

Sivumäärä: 89 sivua + liitteet 2 sivua

Päivämäärä: 11.12.2024

Tekoälyn potentiaalista on viime vuosina keskusteltu laajasti, ja sen uskotaan olevan mullistava voima, joka voi perusteellisesti muuttaa yritysten toimintatapoja. Erityisesti generatiivinen tekoäly (GenAI) on herättänyt huomiota kyvyllään luoda uutta sisältöä ja tarjota ennennäkemättömiä mahdollisuuksia eri toimialoilla. Liiketoiminnassa GenAI edistää personoitujen asiakaskokemusten luomista ja prosessien tehostamista sekä tukee markkinatrendien ennusteiden tulkintaa ja analysointia tuottamalla uutta, luovaa ja tilannesidonnaista sisältöä. Asiakaspalvelussa chatbotit hyödyntävät GenAI:tä tarjotakseen reaaliaikaista ja yksilöllistä tukea, kun taas tuotekehityksessä voidaan simuloida ja testata uusia ideoita virtuaalisesti ennen niiden toteuttamista. Mutta mitä tapahtuu, kun tämä teknologia integroidaan liiketoiminnan kriittisimpiin osa-alueisiin – toimitusketjujen riskienhallintaan ja organisaatioiden strategiseen päätöksentekoon?

Generatiivisen tekoälyn kehittyessä yritysten kiinnostus sen potentiaaliin kasvaa, mutta sen käyttöönotto kohtaa myös monia haasteita, kuten eettisiä kysymyksiä ja teknologisia rajoitteita. Samanaikaisesti toimitusketjujen riskienhallinta on noussut entistä tärkeämpään rooliin, ja organisaatiot etsivät tehokkaita keinoja riskien ennakointiin ja hallintaan. Tämä tutkielma keskittyy GenAI:n mahdollisuuksien ja haasteiden tarkasteluun toimitusketjujen riskienhallinnassa, tavoitteena selvittää, miten GenAI voi parantaa riskienhallintaprosesseja ja mitä esteitä sen käyttöönottoon liittyy. Tutkimus toteutettiin laadullisena haastattelututkimuksena, jossa puolistrukturoiduilla haastatteluilla kerättiin näkemyksiä riskienhallinnan, tekoälyn ja toimitusketjujen asiantuntijoilta.

Tutkimuksen tulokset korostavat tekoälyn ja erityisesti generatiivisen tekoälyn mahdollisuuksia toimitusketjujen riskienhallinnassa. GenAI:n avulla voidaan ennakoivasti tunnistaa riskejä analysoimalla suuria datamassoja, simuloida useita riskiskenarioita sekä luoda varasuunnitelmia riskien lieventämiseksi. Tämä mahdollistaa nopeamman reagoinnin uhkiin sekä parantaa toimitusketjun joustavuutta ja kestävyyttä. Kuitenkin merkittävät haasteet, kuten tietosuoja- ja eettiset kysymykset, tekoälymallien läpinäkyväisyys sekä osaamisen puutteet, muodostavat esteitä generatiivisen tekoälyn täysimääräiselle hyödyntämiselle.

Tutkielma tarjoaa yrityksille ja alan toimijoille arvokasta tietoa siitä, miten generatiivista tekoälyä voidaan hyödyntää riskienhallintaprosessin vaiheissa. Samalla se tuo esiin keskeisiä huomioita, jotka tukevat teknologian tehokasta ja vastuullista integrointia. Tutkielma ei ainoastaan lisää ymmärrystä GenAI:n potentiaalista, vaan toimii myös pohjana tulevalle tutkimukselle ja keskustelulle tekoälyn eettisistä ja käytännön soveltamiseen liittyvistä kysymyksistä.

Avainsanat: Toimitusketjun riskienhallinta, Riski, Tekoäly, Generatiivinen tekoäly

SISÄLLYS

1	Johdanto	7
1.1	Tutkimuksen tausta	7
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	9
1.3	Tutkimuksen rakenne	10
2	Toimitusketjun riskienhallinta	12
2.1	Toimitusketjun riskit	12
2.2	Toimitusketjun riskienhallinta käytännössä	14
2.2.1	Riskien tunnistaminen	15
2.2.2	Riskien arviointi	16
2.2.3	Riskien käsittely ja lieventäminen	17
2.2.4	Riskien seuranta	19
2.3	Kansainvälinen riskienhallinnan standardi ISO 31000	19
3	Tekoälyn merkitys toimitusketjun hallinnassa	22
3.1	Digitalisaation vaikutus toimitusketjun hallintaan	22
3.2	Terminologia tekoälyn taustalla	23
3.2.1	Tekoäly (AI)	23
3.2.2	Koneoppiminen	24
3.2.3	Syväoppiminen	26
3.2.4	Generatiivinen tekoäly ja suuret kielimallit (LLM)	27
3.3	Tekoälyn käyttöönotto toimitusketjuissa	29
4	Generatiivinen tekoäly toimitusketjun riskienhallinnan tukena	33
4.1	Generatiivisen tekoälyn soveltaminen toimitusketjuissa	33
4.2	Generatiivisen tekoälyn tutkimus toimitusketjun riskienhallinnassa	35
4.2.1	Käyttöönoton mahdollisuudet	35
4.2.2	Käyttöönoton haasteet	37
4.3	Teoreettinen viitekehys GenAI:n mahdollisuuksille ja haasteille toimitusketjun riskienhallinnassa	40
5	Tutkimusprosessi	44
5.1	Tutkimuksen menetelmän valinta	44
5.2	Aineiston kerääminen	44

5.3	Tutkimusaineiston analysointi	48
6	Tulokset	50
6.1	Riskienhallinnan merkitys ja käytännön toteutus organisaatioissa	50
6.1.1	Riskienhallintaprosessin vaiheet ja niiden toteutuminen	52
6.2	Generatiivisen tekoälyn käytön nykytila toimitusketjuissa	55
6.3	Generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet riskienhallinnassa	57
6.3.1	GenAI:n mahdollisuudet riskienhallintaprosessin vaiheissa	60
6.4	Generatiivisen tekoälyn käytön haasteet ja esteet	63
6.5	Tekoälyn käyttöönotto organisaatioissa ja sen tulevaisuuden vaikutukset	67
7	Johtopäätökset ja keskustelu	71
7.1	Haastattelutulosten peilaaminen teoriaan	71
7.1.1	Riskienhallintaprosessi ja generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet	72
7.1.2	Generatiivisen tekoälyn haasteet	74
7.1.3	Generatiivisen tekoälyn onnistuneen käyttöönoton edellytykset	77
7.2	Reflektio tutkimuksen toteutuksesta ja kontribuutiosta	78
7.3	Jatkotutkimuksen mahdollisuudet	80
	Lähteet	82
	Liitteet	90
	Liite 1. Haastattelurunko	90

KUVIOT

Kuvio 1 Toimitusketjuriskien luokittelu kategorioittain (Ganesh & Kalpana 2022)	13
Kuvio 2 Toimitusketjun riskin parametrit (Aqlan & Lam 2015)	17
Kuvio 3 Riskien käsittelystrategiat todennäköisyyden ja vaikutuksen perusteella (Fan & Stevenson 2018)	18
Kuvio 4 Riskienhallintaprosessi (mukaiillen Fan & Stevenson 2018; ISO 2009)	21
Kuvio 5 Generatiivisen tekoälyn käyttöönoton avaintekijät	78

TAULUKOT

Taulukko 1 Yhteenveto tekoälyn avainkäsitteistä (Alvarez & Marsal 2023)	29
Taulukko 2 Tekoälyn integraatiotasot toimitusketjussa (Hendriksen 2023)	32
Taulukko 3 Yhteenveto GenAI:n mahdollisuuksista ja haasteista toimitusketjun riskienhallinnassa	41
Taulukko 4 Tiedot haastatteluista	45
Taulukko 5 Teorian ja käytännön näkökulmat generatiivisen tekoälyn hyödyntämiseen riskienhallinnassa	73
Taulukko 6 Teorian ja käytännön näkökulmat generatiivisen tekoälyn haasteisiin riskienhallinnassa	75

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Tekoäly (engl. Artificial Intelligence, lyh. AI) on muuttumassa yhä merkittävämmäksi osaksi yritysten toimintaa useilla toimialoilla, mukaan lukien toimitusketjujen hallinta. Teknologinen kehitys, kuten koneoppiminen ja data-analytiikka, on tarjonnut yrityksille mahdollisuuksia parantaa tehokkuutta, ennustettavuutta ja reagointikykyä toimitusketjun eri vaiheissa. (Hendriksen 2023.) Viime vuosina tekoäly on ottanut valtavia edistyskellisiä harppauksia, minkä seurauksena se on alkanut hallita toimintoja ja kykyjä, jotka ovat aiemmin olleet ominaisia vain ihmisille. Tähän kuuluvat esimerkiksi kyky ymmärtää ja tuottaa kieltä, ilmentää luovuutta sekä ratkaista monimutkaisia ongelmia. (Pan & Nishant 2023; Wamba ym. 2023.)

Tekoälyn sovellukset toimitusketjun hallinnassa ovat keskittyneet pääasiassa koneoppimisen (engl. Machine Learning, lyh. ML) hyödyntämiseen ja suurten datamäärien analysointiin toiminnan tehokkuuden ja laadun parantamiseksi. Varhaiset sovellukset loivat perustan syvällisille päätelmille ja ennusteille, jotka tukivat ihmisten päätöksentekoa, mutta niiden toteutus vaati huomattavia investointeja ja syvällistä AI-asiantuntemusta. (Hendriksen 2023.) Nykyään on tarjolla edistyneempiä tekoälyratkaisuja, jotka haastavat perinteisiä lähestymistapoja. Yksi näistä on paljon keskustelua herättänyt generatiivinen tekoäly (engl. Generative Artificial Intelligence, lyh. GenAI), joka pystyy tuottamaan itsenäisesti uutta sisältöä, kuten tekstiä, kuvia ja musiikkia, ihmisen antamien ohjeiden perusteella. (Feuerriegel 2024; Wamba ym. 2023.) Toisin kuin perinteiset tekoälyjärjestelmät, GenAI ei vaadi laajaa infrastruktuuria toimiakseen, vaan kuka tahansa internetyhteydellä varustettu henkilö voi aloittaa näiden tekoälypohjaisten ohjelmien käytön. (Hendriksen 2023.)

Generatiivisen tekoälyn kehityksessä merkittävä virstanpylväs saavutettiin marraskuussa 2022, kun OpenAI julkaisi ChatGPT-nimisen kielimallin. ChatGPT on luonnollisen kielien käsittelyyn (engl. Natural Language Processing, lyh. NLP) perustuva järjestelmä, joka toimii interaktiivisena keskustelubottina. Se on suunniteltu tuottamaan ihmisen kaltaisia keskusteluja ymmärtämällä keskustelun kontekstin ja tuottamalla sopivia vastauksia monimutkaisiinkin kysymyksiin. (Deng & Lin 2023; Nah ym. 2023.) Alun perin korkean tason asiantuntijoiden käyttöön tarkoitettu ChatGPT tuli laajasti saatavilla ja helposti

käytettäväksi suurelle yleisölle, ja se saavuttikin ennätysmäisesti 100 miljoonaan käyttäjän vain kahdessa kuukaudessa (Hendriksen 2023; Ooi ym. 2023). Nykyisin markkinoilla on myös muita kielimalleihin perustuvia tekoälymalleja, kuten Googlen Bard ja Anthropicin Claude, jotka kilpailevat ChatGPT:n kanssa. Lisäksi yritykset investoivat omiin räätälöityihin tekoälyratkaisuihin, jotka hyödyntävät esimerkiksi ChatGPT:tä tai muiden kielimallien ohjelmistorajapintoja (API) osana sisäisiä järjestelmiään (Gallardo ym. 2023).

Generatiivisen tekoälyn kohdalla on puhuttanut paitsi sen tarjoamat uudet ominaisuudet, myös sen erittäin nopea kehitystahti (McKinsey & Company 2023). GenAI:n ennustetaan tuovan vuosittain miljardeja dollareita lisäarvoa globaaliin talouteen, ja GenAI teknologioiden ja palveluiden maailmanlaajuinen markkinakoko arvioidaan saavuttavan 126,5 miljardia dollaria vuoteen 2031 mennessä. (Wamba ym. 2024.) Alvarez ja Marsal (2024) arvioi, että generatiivisen tekoälyn markkina-arvo kasvaisi toimitusketjuissa noin 10 miljardia dollaria vuoteen 2032 mennessä, joka tarkoittaisi keskimäärin 44 % vuotuista kasvua.

Tekoälyn ja teknologian kehittyessä toimitusketjut ovat kohdanneet monenlaisia häiriöitä ja haasteita. Viime vuosina globaali talous, geopoliittiset jännitteet, ympäristökriisit sekä pandemiat ovat olleet keskeisiä tekijöitä, jotka ovat tuoneet toimitusketjuihin uusia epävarmuustekijöitä (Kancs 2023; Manners-Bell 2018). Näiden muuttujien myötä riskienhallinnan merkitys on kasvanut toimitusketjuissa entistä tärkeämpään rooliin. Yritysten kyky ennakoida, reagoida ja sopeutua vaihteleviin olosuhteisiin on avainasemassa toimitusketjun resilienssin ja liiketoiminnan jatkuvuuden turvaamisessa, ja näiden kykyjen hallinta voi tarjota yrityksille merkittävää kilpailuetua. (Gurtu & Johny 2021.)

Toistaiseksi olemassa oleva kirjallisuus generatiivisen tekoälyn hyödyntämisestä toimitusketjuissa ja erityisesti riskienhallinnassa on vielä vähäistä (Hendriksen 2023; Wamba 2023). Aihe on kuitenkin hyvin ajankohtainen, ja kirjallisuutta sekä uusia tutkimuksia julkaistaan jatkuvasti lisää. Toistaiseksi kirjallisuus kasvaa nopeammin muilla aloilla, kuten tietojärjestelmätieteissä, terveydenhuollossa ja markkinoinnissa (Wamba ym. 2023). Tästä huolimatta on jo tunnistettu mahdollisuuksia, joita generatiivinen tekoäly voi tarjota toimitusketjujen ja riskienhallinnan saralla. GenAI voi parantaa päätöksentekoa tarjoamalla tarkkoja ja ajantasaisia tietoja, jotka auttavat riskien tunnistamisessa ja mahdollistavat perusteltujen valintojen tekemisen riskien minimoimiseksi. (Frederico 2023; He ym. 2020; Shekhar ym. 2023) ChatGPT:n kaltaiset työkalut mahdollistavat suurten ja

monimutkaisten datamäärien tehokkaan hyödyntämisen, avaten uusia näkökulmia riskienhallintaan ja tarjoten tarkkoja sekä käyttökelpoisia oivalluksia riskienhallintaprosessin tueksi. (Hendriksen 2023, Kanti ym. 2022). GenAI mahdollistaa myös useiden riskikenaarioiden luomisen, simuloinnit ja varasuunnitelmien laatimisen, jotka tukevat riskien lieventämistä ja vahvistavat organisaation kykyä vastata mahdollisiin uhkiin (He ym. 2020; Ooi ym. 2023; Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023).

Vaikka kehittynyt tekoäly luo paljon uusia mahdollisuuksia, sen käyttöön liittyy myös paljon haasteita, joiden kanssa pitää samanaikaisesti tasapainotella. Näitä ovat muun muassa eettisyyteen, teknologian omaksumiseen ja tietoturvaan sekä yksityisyyteen liittyvät huolet. (Wamba ym. 2023.) Eettisyys nousee keskiöön erityisesti silloin, kun pohditaan tekoälyn kykyä tehdä päätöksiä, jotka vastaavat ihmisten moraalisia arvoja ja normeja. Teknologian omaksuminen tuo mukanaan koulutus- ja sopeutumishaasteita, sillä yritysten on investoitava aikaansa ja resurssejaan henkilöstön kouluttamiseen ja uusien työkalujen käyttöön. Tietoturva ja yksityisyys ovat erityisen merkittäviä haasteita, sillä tekoälyn kyky käsitellä ja analysoida valtavia datamääriä herättää huolta tietojen suojaamisesta ja väärinkäytön mahdollisuuksista. (Hendriksen 2023; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2023.)

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen päätavoitteena on kartoittaa ja analysoida tekoälyn mahdollisuuksia ja haasteita toimitusketjujen riskienhallinnassa, keskittyen generatiiviseen tekoölyyn ja sen tarkasteluun erityisesti riskienhallinnan prosessien näkökulmasta. Tutkimus keskittyy tuomaan esiin, miten GenAI voi tukea ja tehostaa riskienhallintaa ja siihen liittyviä prosesseja ja toisaalta, millaisia haasteita sen käyttöön liittyy. Samalla tarkastellaan tekijöitä, jotka ovat keskeisiä uuden teknologian, kuten generatiivisen tekoälyn, integroimisessa yrityksen omiin prosesseihin. Tulosten avulla pyritään tarjoamaan yrityksille käytännönläheistä tietoa tekoälyn mahdollisuuksien valjastamiseen ja sen tuomiin haasteisiin varautumiseen. Tutkimus toteutetaan puolistrukturoiduilla haastatteluilla, jotka tarjoavat samalla tilaisuuden tarkastella generatiivisen tekoälyn käytön nykytilaa ja hyödyntämisen tasoa suomalaisissa yrityksissä erityisesti riskienhallinnan näkökulmasta. Tavoitteena on myös kannustaa aiheeseen liittyvään jatkotutkimukseen.

Näiden tavoitteiden pohjalta esitetään seuraavat tutkimuskysymykset (TK):

- *TK1: Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita organisaatiot kohtaavat generatiivisen tekoälyn hyödyntämisessä toimitusketjun riskienhallinnassa?*
- *TK2: Mitä tekijöitä organisaation tulisi huomioida integroidessaan generatiivista tekoälyä osaksi riskienhallintaa?*

1.3 Tutkimuksen rakenne

Tämän tutkielman rakenne on suunniteltu tarjoamaan yhtenäinen ja johdonmukainen kuvaus aiheesta. Se kattaa toimitusketjun riskienhallinnan, tekoälyn ja erityisesti generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet sekä haasteet toimitusketjun riskienhallinnan näkökulmasta. Ensimmäinen luku avaa tutkimuksen johdantona, käsitellen tutkimuksen merkitystä ja esitellen keskeiset teemat, tavoitteet, tutkimuskysymykset sekä tutkimuksen rakenteen.

Luvut 2, 3 ja 4 muodostavat tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen. Luku 2 keskittyy toimitusketjun riskienhallinnan perusteisiin, tarjoten pohjan ymmärtää riskien luonnetta ja riskienhallintaprosessin vaiheita. Tässä luvussa käydään läpi riskien tunnistamisen, arvioinnin, käsittelyn ja seurannan vaiheet, jotka muodostavat perustan toimitusketjun riskienhallinnan ymmärtämiselle. Lisäksi luvussa esitellään riskienhallinnan standardi ISO 31000 ja rakennetaan prosessin vaiheista viitekehys, jota voidaan hyödyntää tutkimuksen aikana. Luku 3 tarkastelee tekoälyn roolia toimitusketjun hallinnassa. Tämä luku tarjoaa kattavan katsauksen tekoälyn, erityisesti koneoppimisen, syväoppimisen ja generatiivisen tekoälyn, perusteisiin sekä niiden soveltamiseen toimitusketjuissa. Lisäksi luvussa käsitellään digitalisaation vaikutuksia toimitusketjun hallintaan ja tekoälyn käyttöönottoa yrityksissä. Neljäs luku keskittyy generatiivisen tekoälyn soveltamiseen toimitusketjun riskienhallinnassa. Luvussa tarkastellaan generatiivisen tekoälyn tutkimusta, sen tarjoamia mahdollisuuksia ja haasteita, sekä esitellään tutkimuskirjallisuuteen pohjautuva teoreettinen viitekehys, joka ohjaa tutkimuksen analyysia.

Luku 5 käsittelee tutkimuksen metodologisia ratkaisuja, mukaan lukien tutkimusmenetelmät, aineistonkeruumenetelmät ja analysointitavat. Tämä luku antaa lukijalle selkeän kuvan siitä, miten tutkimus on toteutettu ja miten tulokset on johdettu. Kuudes luku esittelee tutkimuksen tulokset, jotka perustuvat analysoituun aineistoon ja vastaavat esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Seitsemäs ja viimeinen luku kokoaa yhteen tutkielman keskeiset johtopäätökset ja pohdinnat, peilaten haastattelujen tuloksia

kirjallisuuskatsaukseen. Lisäksi luvussa esitetään tulevaisuuden tutkimusaiheet ja arvioidaan tutkimuksen kokonaisvaltaista onnistumista sekä sen merkitystä toimitusketjun riskienhallinnan kannalta.

2 Toimitusketjun riskienhallinta

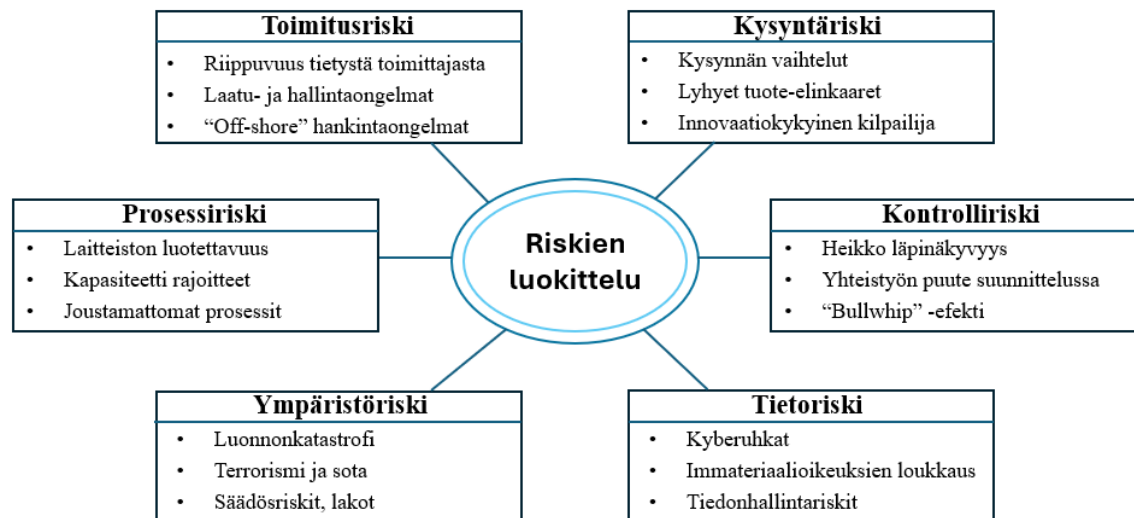
2.1 Toimitusketjun riskit

Akateemisessa kontekstissa riskin määrittely on hyvin monitahoinen, eikä sille ole vain yhtä selkeää määritelmää. Riskin määrittäminen on vahvasti kontekstisidonnaista, jolloin määrittelyn näkökulma muotoutuu asiayhteyden perusteella. (Baryannis ym. 2019; Ho ym. 2015.) Yleisellä tasolla riski on todennäköisyys sille, että odotettu tulos vaihtelee (Spekman & Davis 2004, 416). Toisin sanoen, riski ilmentää mahdollisuutta, että todelliset tapahtumat poikkeavat ennakkoon arvioiduista tai toivotuista lopputulemista, joka voi johtaa sekä suotuisiin että epäsuotuisiin seurauksiin. Kun puhutaan riskeistä toimitusketjun kontekstissa, keskitytään yleensä niiden aiheuttamiin negatiivisiin ja epäsuotuisiin seurauksiin. Tällöin riskit ilmenevät haavoittuvuuksina, epävarmuutena, häiriöinä, katastrofeina, vaaroina tai uhkina, korostaen niiden potentiaalia häiritä normaalia toimintaa. (Gurtu & Johny 2021.) Tarkemmin määriteltynä toimitusketjun riski voidaan nähdä tapahtumana tai vikatilanteena, joka keskeyttää materiaalin tai tiedon vapaan ja sujuvan virtauksen aiheuttaen siten haitallisia vaikutuksia ja keskeytyksiä toimitusketjun toiminnassa (Waters 2007). Ho ym. (2015) tarjoavat tästä vielä ehkä hieman kattavamman määritelmän, jossa toimitusketjun riski nähdään "odottamattomien makro- ja/tai mikrotason tapahtumien tai olosuhteiden todennäköisyytenä ja vaikutuksena, jotka haitallisesti vaikuttavat toimitusketjun mihin tahansa osaan, johtaen operatiivisen, taktisen tai strategisen tason vikoihin tai epäsäännöllisyyksiin".

Toimitusketjun riskien kirjo on laaja: kysyntä ja tarjonta voivat vaihdella odottamattomasti, toimittajien suorituskyky voi heilahdella ja logistiikkasektoria voivat koetella kuljetuksen häiriöt. Lisäksi geopolittiset tekijät, kuten kauppasodat ja kansainväliset konfliktit, voivat kääntää kaupan dynamiikat pääläelleen, vaikuttaen sekä kustannuksiin että toimitusketjun tehokkuuteen. (Manners-Bell 2018; Waters 2007.) Lisäksi riskeillä on useita muotoja ja luokittelutapoja. Yksi tapa on erotella sisäiset ja ulkoiset riskit toisistaan. Sisäisiä riskejä, kuten prosessien hallinta ja työntekijöiden suorituskyky, voidaan usein mitata ja kontrolloida yrityksen sisällä. Tiettyjen ulkoisten riskien, kuten raaka-aineiden saatavuuden tai poliittisten muutosten vaikutusta yrityksen toimitusketjuun voi olla merkittävästi vaikeampaa hallita, sillä ne eivät suoraan liity yrityksen sisäisiin

toimintoihin. (Manners-Bell 2018.) Kannattavuuden ylläpitämiseksi toimitusketjujen on kyettävä reagoimaan nopeasti sekä ulkoisiin että sisäisiin riskitapahtumiin (Aqlan & Lam 2015, 5640).

Ganesh ja Kalpana (2022) jakavat toimitusketjussa esiintyvät riskit kuuteen riskikategoriaan: toimitus-, kysyntä-, prosessi-, kontrolli-, ympäristö- ja tietoriskiin. (Kuvio 1). Nämä kategoriat kattavat laajasti riskityypit, joita toimitusketjussa voi esiintyä.



Kuvio 1 - Toimitusketjuriskien luokittelu kategorioittain (Ganesh & Kalpana 2022)

Toimitusriskit (engl. Supply risks) keskittyvät ulkopuolisten toimittajien aiheuttamiin riskeihin, kuten toimituskatkoksiin ja hankintojen ongelmiin. Kysyntäriskit (engl. Demand risks) puolestaan liittyvät markkinoiden kysynnän ennustamattomiin muutoksiin, jotka voivat johtua esimerkiksi taloudellisista tekijöistä tai kilpailijoiden innovaatioista. Prosessiriskit (engl. Process risks) kattavat organisaation sisäiset ongelmat, kuten laitteiston toimintahäiriöt tai tuotantoprosessien jäykkyyden, kun taas kontrolliriskit (engl. Control risks) viittaavat puutteisiin toimitusketjun hallinnassa, esimerkiksi suunnittelun ja läpinäkyvyyden osalta. Ympäristöriskit (engl. Environmental risks) sisältävät ulkoiset tapahtumat kuten luonnonkatastrofit ja poliittiset levottomuudet, jotka voivat vaikuttaa toimitusketjuun. Tietoriskit (engl. Information risks) liittyvät tietoturvariskeihin, kuten kyberuhkiin ja datan hallinnan ongelmiin, jotka voivat aiheuttaa arkaluonteisen tiedon vuotoja ja muita vakavia seurauksia yritykselle. (Ganesh & Kalpana 2022.)

Toimitusketjun riskien erottelu toisistaan on tärkeää, koska se mahdollistaa tarkemman analyysin ja kohdennetun riskienhallinnan. Kun riskit on jaoteltu selkeisiin kategorioihin, yritys pystyy paremmin kehittämään strategioita ja toimenpiteitä kunkin

riskityypin hallitsemiseksi. Tämä auttaa paitsi tunnistamaan riskien lähteet myös priorisoimaan ne riskit, jotka voivat aiheuttaa suurimman uhkan toimitusketjun toimivuudelle. (Tummala & Schoenherr 2011.)

2.2 Toimitusketjun riskienhallinta käytännössä

Toimitusketjun riskienhallinta (engl. Supply Chain Risk Management, lyh. SCRM) on herättänyt paljon keskustelua yritysten ja akateemisten tutkijoiden keskuudessa, johtuen globalisaation ja markkinoiden nopeiden muutosten aiheuttamasta lisääntyneestä epävarmuudesta ja toimitusketjujen monimutkaisuudesta (Gurtu & Johny 2021). Riskienhallinnan merkitystä ja tietoisuutta organisaatioissa on nostanut merkittävät tapahtumat, kuten vuoden 2008 finanssikriisi, vuonna 2019 puhjennut koronapandemia sekä viime vuosien aikana lisääntyneet kyberturvallisuusuhat (Baz & Ruel 2021; Blome & Schoenherr 2011; Creazza ym. 2022). Lisäksi lean-johtamisen ja just-in-time-filosofian omaksuminen tuotannossa ja logistiikassa on lisännyt tehokkuutta, mutta samalla jättänyt toimitusketjut haavoittuviksi haitallisille tapahtumille, koska ne jättävät vain vähän tilaa virheille ja muutoksille (Baryannis ym. 2019).

Toimitusketjun riskienhallinnan alueella ei ole saavutettu yksimielisyyttä määritelmän, teoreettisen ymmärryksen tai tutkimusten yhteensovittamisen osalta, mikä osittain johtuu siitä, että eri organisaatioissa, teollisuudenaloilla ja maantieteellisillä alueilla on lähestytty riskienhallintaa erilaisista näkökulmista ja käytetty erilaisia metodologioita (Fan & Stevenson 2018). Tyypillisesti riskienhallinnalla viitataan organisaatioiden sisäisiin toimintoihin, jotka keskittyvät riskien tunnistamiseen, arviointiin ja hallintaan, tarkoituksena vähentää ei-toivottujen tapahtumien seurauksia tai niiden todennäköisyyttä erilaisin toimenpitein. SCRM:n tavoitteena on tunnistaa potentiaaliset riskilähteet ja toteuttaa asianmukaisia toimenpiteitä välttääkseen tai hallitakseen toimitusketjun haavoittuvuutta. (Vilko 2012.) Useat tutkimukset kuitenkin valottavat vielä SCRM:n monipuolisuutta, osoittaen kuinka lähestymistavat ja painotukset vaihtelevat tutkijoiden ja käytäntöjen kesken. Esimerkiksi Tang (2006) esittää, että SCRM vaatii toimitusketjun kumppaneiden välistä koordinaatiota ja yhteistyötä, korostaen yhteistyön merkitystä organisaation kannattavuuden ja toiminnan jatkuvuuden turvaamisessa, etenkin ulkoisten häiriötilanteiden, kuten luonnonkatastrofien vallitessa. Gurtu ja Johny (2021) puolestaan nostavat esiin strategioiden ja suunnitelmien kehittämisen tärkeyden, mikä edistää toimitusketjun kykyä mukautua ja palautua häiriöistä. He painottavat, että tehokas riskienhallinta edellyttää

jatkuvaa tilanteen seuranta ja potentiaalisten heikkouksien tunnistamista, mikä auttaa vahvistamaan toimitusketjun kestävyyttä pitkällä aikavälillä.

Ottaen huomioon SCRМ:n moninaiset lähestymistavat ja sen merkityksen liiketoiminnalle, Fan ja Stevenson (2018) tarjoavat selkeän rakenteen, joka auttaa hahmottamaan riskienhallinnan perusprosessit tarkemmin. He tunnistavat neljä päävaihetta: riskien tunnistaminen (engl. risk identification), riskien arviointi (engl. risk assesment), riskien käsittely (engl. risk treatment) ja riskien seuranta (engl. risk monitoring). Nämä vaiheet muodostavat perustan kattavalle toimitusketjun riskienhallintaprosessille, jonka tarkoituksena on ennakoita, hallita ja minimoida potentiaaliset riskit, jotka voivat vaikuttaa toimitusketjun sujuvuuteen ja tehokkuuteen. Prosessi tarjoaa kehyksen, jonka avulla organisaatiot voivat systemaattisesti lähestyä toimitusketjun riskejä, ja seuraavaksi luvuissa 2.2.1–2.2.4 käydään tarkemmin läpi jokaista vaihetta.

2.2.1 Riskien tunnistaminen

Riskien tunnistaminen on toimitusketjun riskienhallintaprosessin (engl. Supply Chain Risk Management Process, lyh. SCRMP) ensimmäinen ja hyvin kriittinen vaihe. Sen tavoitteena on tunnistaa kaikki relevantit riskit. Riskien tunnistaminen ei vain laita riskienhallintaprosessia käyntiin, vaan samanaikaisesti määrittää sen kattavuuden ja suunnan, antaen perustan kaikille seuraaville toimenpiteille riskien lieventämisessä ja hallinnassa. (Kern ym. 2012.) Vaihe pitää sisällään kattavan ja jäsennellyn potentiaalisten toimitusketjuun liittyvien riskien tunnistamisen ja määrittämisen annetun ongelman osalta. Ongelman vaikutusalueet on tunnistettava selkeästi ja seuraamusten ymmärtäminen on tarpeen, jotta riskien lieventämiskeinoja on mahdollista toteuttaa. (Tummala & Schoenherr 2011.)

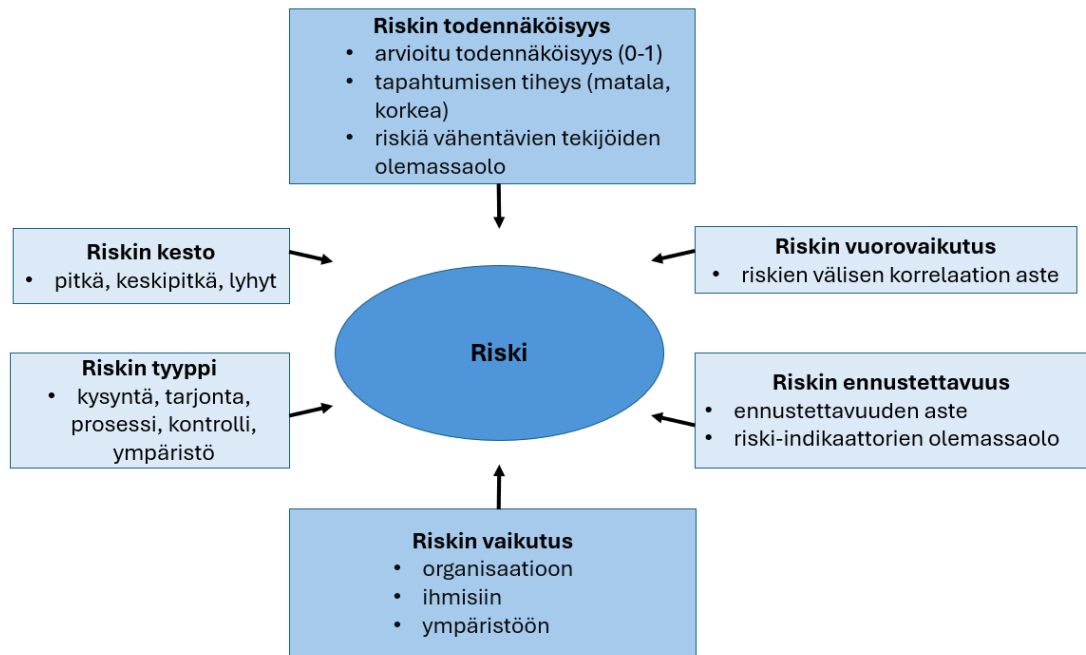
Toimitusketjussa ilmenevän riskin realisoitumisen todennäköisyys ja sen vakavuuden taso riippuu riskin varhaisen vaiheen havaitsemisesta, ja tässä yritysten on käytettävä riskien tunnistamista löytääkseen tarkasti toimitusketjun riskien lähteet. (Baz & Ruel 2021.) Toimitusketjun riskien lähteitä käytiin läpi tarkemmin luvussa 2.1, mutta yleisimpiä riskien lähteitä ovat mm. kysyntäriskit, prosessiriskit ja toimitusriskit (Tummala & Schoenherr 2011). Jos riskienhallinnassa ei onnistu tunnistamaan kaikkia mahdollisia tappioita, jotka voivat haastaa organisaation, jäävät nämä tunnistamattomat riskit hallitsemattomiksi (Lubka 2022). Riskien tunnistamista tukee vahvasti saatavilla olevat tiedot esimerkiksi tuotteista, prosesseista ja toimittajista. Ilman laadukasta dataa ei voida tehdä tietoon

perustuvia päätöksiä. Toimitusketjujen monimutkaisuuden ja resurssirajoitteiden vuoksi yritysten on kerättävä tietoa kriittisistä prosesseistaan, virtauksistaan ja kumppaneistaan toimitusketjussa, jotta riskit ja riskien lähteet voidaan tunnistaa riskienhallintaprosessissa tehokkaasti. (Baz & Ruel 2021.)

2.2.2 Riskien arviointi

Kern ym. (2012) toteaa, että riskien tunnistamisen ja arvioinnin tavoitteet ovat erilaiset ja täten ne tulisi operationalisoida kahtena erillisenä prosessina. Riskien tunnistamisen avulla voidaan tunnistaa potentiaaliset uhat, mutta riskien arvioinnissa arvioidaan riskin potentiaaliset vaikutukset yrityksen suorituskykyyn. Riskin arvioinnin keskeisenä tavoitteena on antaa olennaiset tiedot havaitusta riskistä, mikä mahdollistaa riskin tehokkaan välttämisen, sen todennäköisyyden ja vaikutusten pienentämisen, riskin hyväksymisen tai varasuunnitelmien laatimisen. Tummala ja Schoenherr (2011) kuvaa riskienarviointia synonyyminä epävarmuuksien arvioinnille, ja se keskittyy kunkin riskitekijän todennäköisyyden määrittämiseen. Bandaly ym. (2012) osoittaa, että useammalla tutkijalla on yhteinen käsitys siitä, että riskiarviointi käsittää etenkin kahden muuttujan arvioinnin: (i) haitallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyyden ja (ii) vaikutuksen suuruuden toimitusketjun suorituskykyyn.

Aqlan ja Lam (2015) hahmottelevat toimitusketjun riskien arviointiin ja hallintaan käytettävät keskeiset riskiparametrit (Kuvio 2). Heidän esittämässään mallissa riski jaetaan kuuteen pääkomponenttiin: riskin todennäköisyys, vaikutus, kesto, tyyppi, vuorovaikutus ja ennustettavuus. Todennäköisyys ja vaikutus, kuten Bandaly ym. (2012) myös totesivat, ovat erityisen merkittäviä, sillä ne perustuvat riskin ilmenemismahdollisuuden ja sen seurausten arviointiin. Riskien kesto, tyyppi, vuorovaikutukset ja ennustettavuus täydentävät profiilia, ja yhdessä nämä komponentit luovat monipuolisen kuvan riskien kokonaisvaikutuksesta toimitusketjuun. Kuvion tarkoitus on tarjota strukturoitu tapa analysoida ja ymmärtää erilaisia riskitekijöitä, niiden alkuperää ja mahdollisia seurauksia, sekä niiden keskinäisiä suhteita, jotka kaikki ovat keskeisiä riskienhallinnassa.



Kuvio 2 - Toimitusketjun riskin parametrit (Aqlan & Lam 2015)

Toimitusketjuriskien (engl. Supply Chain Risk, lyh. SCR) ajurit koostuvat todennäköisyyteen ja vaikutuksiin liittyvistä tekijöistä. Todennäköisyyden ajurit, kuten kilpailupaikneet, voivat lisätä tai vähentää toimitusketjun haavoittuvuutta. Esimerkiksi lean-menetelmät painottavat tehokkuutta, mutta voivat tehdä toimitusketjusta alttiimman riskeille, kuten toimitushäiriöille. Vaikutusten ajureita ovat puolestaan olosuhteet, jotka vaikuttavat riskien aiheuttaman tappion suuruuteen, kuten standardisoidut sopimukset ja toimittajariippuvuus. Jotkut tekijät, kuten tiedon pidättäminen, kumppanuudet ja muut läheiset suhteet, voivat toimia sekä todennäköisyyden että vaikutusten ajureina. Näiden ajurien ymmärtäminen mahdollistaa paitsi toimitusketjuriskien tunnistamisen myös sellaisten riskienhallintasuunnitelmien laatimisen, jotka huomioivat sekä riskin todennäköisyyden että sen vaikutukset. (Fan & Stevenson 2018.)

2.2.3 Riskien käsittely ja lieventäminen

Riskien käsittelyssä pyritään puuttumaan toimitusketjun riskeihin asianmukaisilla toimenpiteillä joko lieventämisstrategioiden avulla ennen häiriön tapahtumista tai varasuunnitelmien kautta tapahtuman jälkeen. Siinä hyödynnetään aiemmin kerättyä dataa oikeiden vastatoimenpiteiden kehittämiseksi ja toteuttamiseksi. Riskien lieventämisen tehokkuus riippuu vahvasti yhteistyön tasosta toimitusketjun kumppaneiden välillä sekä SCRM-käytäntöjen merkityksen tunnustamisesta yrityksen sisällä. Varhaiset ja tehokkaat

lieventämistoimet vähentävät riskien toteutumisen todennäköisyyttä ja niiden aiheuttamien haittojen vaikutusta. (Baz & Ruel 2021; Kern ym. 2012.) Kern ym. (2012) tutkimus tukee sitä käsitystä, että organisaatiot, joilla on merkittäviä riskinhallintatoimia, menestyvät yleisesti paremmin riskien vaikutusten vähentämisessä toimitusketjussaan.

Fan ja Stevenson (2018) esittelee viisi yleistä riskienhallintastrategiaa. Riski voidaan joko hyväksyä, välttää, siirtää, jakaa tai lieventää. Riskin hyväksyminen tarkoittaa, että tässä strategiassa hyväksytään tietty riskitaso, joka vaihtelee organisaation riskinottohalukkuuden mukaan. Hyväksytyjä riskejä tulisi kuitenkin seurata, jotta ne eivät pääse kasvamaan hallitsemattomiksi. Riskin välttämässä puolestaan pyritään poistamaan riskin lähteet kokonaan, esimerkiksi lopettamalla tietyt tuotteet tai välttämällä epäluotettavia toimittajia. Riskin siirtämisessä vastuu riskistä siirretään toiselle osapuolelle, esimerkiksi vakuutuksen kautta. Tätä strategiaa käytetään yleensä vähäisen todennäköisyyden ja suuren vaikutuksen riskeissä, kuten luonnonkatastrofeissa. Riskin jakamisessa riski jaetaan useiden osapuolten kesken, usein sopimusten tai kumppanuuksien kautta. Riskin lieventämisessä keskitytään vähentämään riskin todennäköisyyttä tai vaikutusta. Riskin lieventämisstrategiaa sovelletaan yleensä korkeiden todennäköisyyksien ja vähäisten vaikutusten riskeihin, ja se tulisi valita vasta, kun muut strategiat on arvioitu. (Aqlan & Lam 2015; Fan & Stevenson 2018.)

Todennäköisyys	Korkea	Riskin lieventäminen	Riskin välttäminen
	Matala	Riskin hyväksyminen	Riskin siirtäminen/ jakaminen
		Matala	Korkea

Vaikutus

Kuvio 3 - Riskien käsittelystrategiat todennäköisyyden ja vaikutuksen perusteella (Fan & Stevenson 2018)

2.2.4 Riskien seuranta

Riski ei ole staattinen ilmiö, vaan sitä on seurattava jatkuvasti, jotta voidaan arvioida, miten riskilähteet kehittyvät ja tarvitaanko muutoksia riskinhallintastrategioihin. On tärkeää, että riskin seuranta perustuu sekä arvioihin että muodollisiin prosesseihin, jotta riskinhallinnan tilannetta voidaan jatkuvasti päivittää ja tarkistaa. (Fan & Stevenson 2018.) Tämä prosessin vaihe auttaa tunnistamaan mahdollisia ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä ja tarjoaa suuntaviivoja jatkuvalle parantamiselle. Poikkeamat halutuista tuloksista, epänormaaleista tapauksista ja toimitusketjun häiriöstä raportoidaan. Raportoinnissa voi olla apuna erilaisia tietojenhallintajärjestelmiä tai riskinhallintaohjelmistoja. Riskiin liittyvät tiedot voidaan tallentaa ja päivittää aina tarpeen mukaan. (Tummala & Schoenherr 2011.) Riskinhallintaprosessiin liittyvät tiedot olisi hyvä koota keskitettyyn tietojärjestelmään, jotta kaikki riskinhallintatieto olisi helposti saavutettavissa ja jaettavissa yrityksen osastojen välillä (Tummala & Mak 2001).

2.3 Kansainvälinen riskinhallinnan standardi ISO 31000

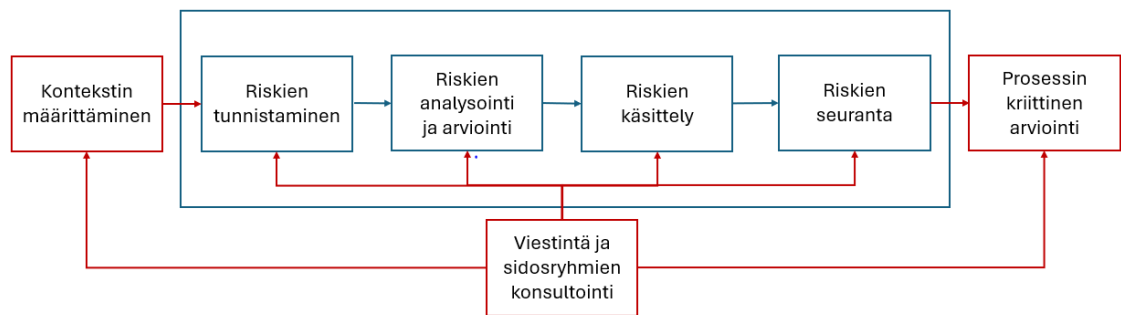
Fan ja Stevenson (2018) kuvaavat toimitusketjun riskinhallintaprosessia nelivaiheisena kokonaisuutena, jossa keskitytään riskien tunnistamiseen, arviointiin, käsittelyyn ja seurantaan. Malli kattaa käytännön perusprosessit, sisältää riskinhallinnan keskeisimmät toiminnot ja tarjoaa selkeän rakenteen yrityksen riskinhallinnan toteuttamiselle. Kansainvälisesti riskinhallintaa täydentää ISO 31000 -standardi, joka sisältää ohjeet ja periaatteet riskinhallintaan. Se tarjoaa joustavan viitekehyksen, jonka avulla organisaatiot voivat mukauttaa riskinhallinta käytäntöjään tarpeidensa mukaisesti. Standardi korostaa perusprosessin lisäksi jatkuvaa arviointia, tehokasta viestintää ja sidosryhmien osallistamista. (Oliveira ym. 2017.)

ISO 31000:n erityispiirteinä on sen joustavuus ja sovellettavuus eri toimialoille ja organisaation kaikille tasoille. Se ei rajoitu ainoastaan perusvaiheisiin, vaan painottaa riskinhallinnan integroimista osaksi strategiaa, päätöksentekoa ja päivittäisiä toimintoja. Standardi auttaa organisaatioita kehittämään riskinhallintaviitekehyksen, joka mukautuu niiden yksilöllisiin tavoitteisiin, toimintaympäristöön ja sidosryhmiin. (ISO 2009; Oliveira ym. 2017.)

ISO 31000 -standardin mukainen riskinhallintaprosessi sisältää seitsemän vaihetta:

- Kontekstin määrittäminen
- Viestintä ja sidosryhmien konsultointi
- Riskien tunnistaminen
- Riskien analysointi
- Riskien arviointi
- Riskien käsittely
- Jatkuva seuranta ja kriittinen tarkastelu

Eroten aiemmin esitetystä Fanin ja Stevensonin (2018) mallista, ISO 31000 -standardissa on lisätty riskienhallintaprosessin alkuun kontekstin määrittäminen, jolla tarkoitetaan organisaation toimintaympäristön, tavoitteiden ja sidosryhmien perusteellista ymmärtämistä ennen varsinaista riskienhallintaprosessia. Lisäksi tässä mallissa riskien arviointivaiheesta on eroteltu riskianalyysi omaksi vaiheekseen. Riskianalyysissä tarkastellaan tunnistettujen riskien todennäköisyyksiä ja vaikutuksia tarkemmin ja riskien arviointivaiheessa puolestaan keskitytään päättämään, mitkä riskit vaativat erityisiä toimenpiteitä organisaation kannalta. Keskeisin lisäys tähän prosessiin on kuitenkin viestintä ja sidosryhmien konsultointi, jossa korostetaan avoimen ja jatkuvan viestinnän merkitystä sekä sisäisten että ulkoisten sidosryhmien kanssa. Tämä vaihe varmistaa avoimuuden ja yhteistyön sidosryhmien välillä, mikä sitouttaa kaikki osapuolet riskienhallintaprosessiin sekä vahvistaa organisaation valmiuksia vastata riskeihin. (Oliveira ym. 2017.) ISO 31000 -standardi täydentää Fanin ja Stevensonin (2018) mallin kattamia perusprosesseja korostamalla riskienhallinnan kontekstisidonnaisuutta, perusteellista analyysia ja sidosryhmien aktiivista osallistamista.



Kuvio 4 - Riskienhallintaprosessi (mukaan Fan & Stevenson 2018; ISO 2009)

Kuvion 4 esittämä riskienhallintaprosessi pohjautuu Fan ja Stevensonin (2018) malliin, jossa korostetaan toimitusketjun riskienhallinnan neljää päävaihetta: riskien tunnistaminen, arviointi, käsittely ja seuranta. Mallia täydentävät ISO 31000 -standardin mukaiset elementit, kuten kontekstin määrittäminen, viestintä ja sidosryhmien konsultointi sekä prosessin kriittinen arviointi, jotka tukevat sen käytännön soveltamista. Tämä kokonaisuus toimii tässä tutkielmassa viitekehyksenä, jonka avulla tarkastellaan generatiivisen tekoälyn tarjoamia mahdollisuuksia ja haasteita toimitusketjun riskienhallinnassa.

3 Tekoälyn merkitys toimitusketjun hallinnassa

3.1 Digitalisaation vaikutus toimitusketjun hallintaan

Modernissa historiassa tunnistetaan neljä merkittävää ja samalla jatkuvasti kehittyvää vaihetta, jotka tunnetaan teollisina vallankumouksina. Ne kattavat hieman yli 250 vuoden ajanjakson, mikä osoittaa kuinka nopeasti tieteellinen kehitys on edennyt ja sen saavutuksia on otettu käyttöön tuotantoprosesseissa. (Rymarczyk 2020.) Vallankumoukselliset muutokset alkoivat 1700-luvun jälkipuoliskolla ja liittyivät höyrykoneen keksimiseen ja sen laajamittaiseen käyttöön kuljetus-, metalli- ja tekstiiliteollisuudessa. Uuden energialähteen – sähkön – käyttöönotto merkitsi siirtymää toiseen teolliseen vallankumoukseen vuosina 1870–1914, jolloin sähkö mahdollisti massatuotannon (Garay-Rondero ym. 2020; Rymarczyk 2020). Siirtyminen kolmanteen teolliseen vallankumoukseen 1980-luvulla määräytyi digitaalisen teknologian perusteella, joka ulottui paljon teollisuuden alaa laajemmalle. Digitaaliset tieto- ja viestintäteknologiat, Internet, tietokoneet, matkapuhelimet ja automaatio löysivät sovelluskohteita monilla tuotannon ja sosiaalisen toiminnan alueilla. Ne muodostavat myös perustavanlaatuiset ehdot teolliselle vallankumoukselle 4.0, jonka alkua on tavanomaisesti sijoitettu vuoteen 2000. (Rymarczyk 2020.) Termi "Teollisuus 4.0" viittaa neljänteen teolliseen vallankumoukseen ja kuvaa aikaa, jolloin edistykselliset teknologiat mullistavat perinteisiä tuotantoketjuja ja edistävät siirtymää digitaalisiin järjestelmiin. Tällä neljännen vallankumouksen kaudella innovatiiviset teknologiat, kuten IoT (Internet of Things), tekoäly, big data ja lohkoketjut mahdollistavat monipuolisten ja räätälöityjen tuotantomallien kehittämisen. (Ivanov ym. 2021.)

Toimitusketjujen digitalisoituminen on noussut ”Teollisuus 4.0” myötä merkittäväksi trendiksi, ja se on vaikuttanut siihen, miten yritykset hallitsevat tuotantoa, logistiikkaa ja jakelua. Digitalisaatiolla tarkoitetaan digitaalisten teknologioiden yhä kasvavaa leviämistä yhteiskunnassa ja siihen liittyviä muutoksia ihmisten välisissä yhteyksissä sekä heidän käyttäytymisessään. (Agrawal & Narain 2018; Korpela ym. 2017.) Digitaalinen toimitusketju puolestaan viittaa toimitusketjun eri osa-alueiden integrointiin digitaalisten teknologioiden avulla. Digitaalisen toimitusketjun ydin ei ole tuotteiden tai palveluiden fyysisyydessä tai digitaalisuudessa, vaan siinä miten itse toimitusketjua johdetaan ja hallitaan. Digitalisaatioprosessi vaikuttaa lähes kaikkeen nykypäivän organisaatioissa, mukaan lukien toimitusketjun hallinta, ja asettaa organisaatioille valtavan paineen muutokseen. (Agrawal & Narain 2018.)

Digitalisaatio vaikuttaa merkittävästi organisaatioiden toimintatapoihin, rakenteisiin ja liiketoimintamalleihin. Tämä kehitys johtuu siitä, että digitaaliset teknologiat otetaan osaksi yritysten ja niiden toimintaympäristöjen arkea. Digitalisaation vaikutukset näkyvät sekä prosessitasolla että organisaation tasolla. Prosessitasolla se parantaa toimintojen tehokkuutta, vähentää manuaalisen työn määrää ja hyödyntää uusia digitaalisia työkaluja. Organisaation tasolla digitalisaatio puolestaan mahdollistaa uusien palveluiden kehittämisen ja kannustaa vanhentuneiden toimintatapojen ja käytäntöjen uudelleenarviointiin. (Parviainen ym. 2017.)

Keskeisessä roolissa toimitusketjujen digitalisoitumisessa ja SCRM:ssä on tekoäly, sillä sen avulla voidaan parantaa päätöksentekoa ja riskien ennakoitua hyödyntämällä laajempia ja monimuotoisempia datalähteitä. Baryannis ym. (2019) toteaa, että vaikka tekoälyllä on suuri potentiaali SCRM:n tehostamisessa, monet nykyiset ratkaisut nojaavat yhä perinteisiin matemaattisiin malleihin, eivätkä hyödynnä täysimääräisesti tekoälyn tarjoamia ennustus- ja oppimismahdollisuuksia. Tekoäly mahdollistaa tarkemmat ennusteet ja nopeamman sopeutumisen muuttuviin olosuhteisiin, mikä tekee siitä erityisen hyödyllisen toimitusketjun hallinnassa.

3.2 Terminologia tekoälyn taustalla

3.2.1 Tekoäly (AI)

Tekoäly (engl. Artificial Intelligence, lyh. AI) viittaa tieteenalaan, jossa pyritään kehittämään järjestelmiä, jotka voivat simuloida ihmisen älyllistä toimintaa, kuten oppimista, päättelyä ja päätöksentekoa (Deng & Lin 2023; Zhang & Lu 2021). Toisin sanoen, se käsittää tietokonejärjestelmien tai ohjelmistojen kyvyn suorittaa tehtäviä, jotka tavallisesti vaatisivat ihmisen älykkyyttä. Tällainen järjestelmä kykenee tulkitsemaan ulkoisia tietoja, oppimaan niistä ja soveltamaan oppimaansa joustavasti tiettyjen tavoitteiden ja tehtävien suorittamiseen. (Kaplan & Haenlein 2019.)

Vaikka tekoälyn määrittäminen ei ole yksiselitteistä, sitä voidaan pitää hyvänä kattoterminä kattamaan monia eri menetelmiä, teknologioita, tutkimussuuntauksia ja sovelluksia. Tekoäly ei ole siis yksittäinen teknologia, vaan kokoelma erilaisia tekniikoita, kuten koneoppimista, syväoppimista, luonnollisen kielen prosessointia ja robotiikkaa. (Kääriäinen ym. 2018.) Tekoäly ei myöskään ole uusi termi, vaan se virallistettiin jo vuonna 1956 Dartmouthin yliopiston konferenssissa. Tämä tilaisuus merkitsi ensimmäistä askelta

uuden tutkimusalan suuntaan, jossa keskityttiin koneiden kykyyn jäljitellä ihmisen älyllisiä toimintoja. Tämän jälkeen tekoäly on käynyt läpi useampia kehityksen vaiheita. Esimerkiksi 1970-luvun lopulla asiantuntijajärjestelmät ja tiedonhallinta alkoivat muovata alaa. 1980-luvun aikana neuroverkot nousivat keskiöön, tietokoneiden laitteistojen suorituskyky parani nopeasti, ja Internetin kehitys vähensi tekoälyn kehityksen esteitä. Vuoden 2006 jälkeen alalle on tullut ratkaisevia edistysaskeleita rinnakkaisprosessoinnin, tallennuskapasiteetin kasvun ja grafiikkaprosessoreiden kehityksen myötä, mikä on auttanut ratkaisemaan aiemmin esiintyneitä teknisiä haasteita. (Zhang & Lu 2021.)

Vaikka tekoäly kävi läpi useamman kehitysvaiheen termin virallistamisen jälkeen, pysyi se silti suhteellisen tuntemattomana tieteenalana ja herätti vain vähän käytännön kiinnostusta yli puolen vuosisadan ajan. (Haenlein & Kaplan 2019.) Tekoälyn kehitystä on sittemmin vauhdittanut teknologisen infrastruktuurin kehittyminen. Tämän kehityksen ajureina on toiminut suuret datamäärät eli ns. ”Big Data”, kehittyneet algoritmit ja lisääntynyt laskentateho, jotka ovat mahdollistaneet entistä tehokkaamman tietojenkäsittelyn ja päätöksenteon. (Haenlein & Kaplan 2019; Zhang & Lu 2021.) Tekoälyn rooli ja sen tuottama arvo riippuu siitä, mihin tehtävään sitä halutaan hyödyntää. Tekoälyä käytetään esimerkiksi finanssialalla riskienhallinnassa ja markkinaennusteissa, kun taas terveydenhuollossa se auttaa diagnosoimaan sairauksia ja kehittämään uusia lääkkeitä. (Zhang & Lu 2021.)

3.2.2 Koneoppiminen

Koneoppiminen (engl. Machine Learning, lyh. ML) on tekoälyn osa-alue, joka tutkii, kuinka tietokoneet voivat oppia ja kehittyä kokemusten ja esimerkkien avulla. Se mahdollistaa tietokoneiden oppimisen datasta sekä niiden suoritus- ja päätöksentekokyvyn parantamisen ilman erillistä ohjelmointia. Sen ansiosta tietokoneet pystyvät ennakoimaan tulevia tapahtumia ja hyödyntämään aiemmista tiedoista saatuja kokemuksia mallinnuksessa. (Brynjolfsson & McAfee 2017; Sadiku ym. 2019.) Koneoppimista hyödynnetään esimerkiksi kasvojentunnistuksessa älylaitteissa, suositusjärjestelmissä suoratoistopalveluissa sekä roskapostin suodatuksessa sähköpostissa. Koneoppiminen on nykyään yksi nopeimmin kasvavista teknologian aloista, yhdistäen tietojenkäsittelytieteen ja tilastotieteen, ja se on keskeisessä roolissa tekoälyn ja datatieteen aloilla. (Jordan & Mitchell 2015.)

Sadiku ym. (2019) toteavat, että koneoppiminen voidaan jakaa kahteen oppimisen tyyppiin: ohjattu oppiminen (engl. supervised learning) ja ohjaamaton oppiminen (engl. unsupervised learning). Ohjatun oppimisen tavoitteena on luokittelu ja ennustaminen. Siinä luodaan tilastollinen malli, jonka avulla ennustetaan tai arvioidaan tulos yhden tai useamman syötteen perusteella. Brynjolfsson ja McAfee (2017) tarkentavat, että ohjatussa oppimisessa koneelle annetaan paljon esimerkkejä tietyn ongelman oikeasta ratkaisusta, jotta se oppii yhdistämään syötteet toivottuihin tuloksiin. Tämä mahdollistaa sen, että kone pystyy ennakoimaan ja tuottamaan oikeita vastauksia uusiin, samankaltaisiin tilanteisiin tulevaisuudessa. Ohjattua oppimista käytetään usein esimerkiksi riskien arvioimiseen. Ohjaamattomassa oppimisessa puolestaan ei pyritä ennustamaan tiettyä lopputulosta, vaan oppimisessa keskitytään tunnistamaan datan luonnollisia ryhmittymiä, poikkeavuuksia ja yleisiä kaavoja ilman ennalta määriteltyjä tavoitteita. Ohjaamatonta oppimista hyödynnetään esimerkiksi asiakasryhmien segmentoinnissa ja kyberturvallisuuden poikkeavuuksien tunnistamisessa.

Zhang ja Lu (2021) lisäävät vielä kaksi muuta oppimismenetelmää: puoliohjatus oppimisen (engl. semi-supervised learning) ja vahvistusoppimisen (engl. reinforcement learning). Puoliohjattu oppiminen sijoittuu ohjatun ja ohjaamattoman oppimisen välimaastoon, käyttäen sekä merkittyjä että merkitsemättömiä dataesimerkkejä. Merkitty data on samankaltaista kuin ohjatussa oppimisessa, jossa jokaiseen syötteeseen liittyy haluttu tulos. Merkitsemättömässä datassa tällaisia tuloksia ei ole. Menetelmä hyödyntää suurta määrää saatavilla olevaa merkitsemätöntä dataa parantaakseen oppimistuloksia, mikä on erityisen hyödyllistä etenkin silloin, kun merkittyä dataa on niukasti. Vahvistusoppiminen puolestaan eroaa näistä menetelmistä perustuen toiminnan ja palkkion periaatteeseen. Malli oppii tekemällä päätöksiä, jotka maksimoivat kumulatiivisen palkkion, mikä soveltuu erityisen hyvin ongelmiin, joissa vaaditaan pitkän aikavälin strategista suunnittelua ja päätöksentekoa.

Koneoppimisen merkitys ja sovellusmahdollisuudet ovat laajentuneet huomattavasti viime vuosikymmeninä. Koneoppimisen algoritmeja käytetään nykyään laajasti eri aloilla, kuten terveydenhuollossa, valmistusteollisuudessa, koulutuksessa, rahoitusmallinnuksessa, poliisityössä ja markkinoinnissa. Koneoppimisen nopea kehitys on ollut riippuvainen sekä uusista oppimismenetelmistä että suurista datamääristä, jotka ovat tulleet saataville verkon kautta. (Jordan & Mitchell 2015.) Toimitusketjun kontekstissa koneoppimisen hyödyntäminen on johtanut merkittäviin parannuksiin niin ennustetarkkuudessa

kuin toiminnallisessa tehokkuudessakin. Esimerkiksi kysynnän ennustaminen, varastonhallinta ja toimitusreittien optimointi ovat alueita, joissa koneoppiminen auttaa yrityksiä reagoimaan nopeammin markkinoiden muutoksiin ja minimoimaan hukkaa koko toimitusketjun pituudelta. (Tirkolaee ym. 2021.) Baryannis ym. (2019) korostavat tutkimuksessaan koneoppimisen roolia myös toimitusketjuriskien ennustamisessa, mikä lisää toimitusketjun joustavuutta ja vähentää potentiaalisten häiriöiden vaikutuksia. Edistyneitä koneoppimisalgoritmeja hyödyntämällä yritykset voivat ennakoita riskejä ja toteuttaa proaktiivisia toimenpiteitä, mikä auttaa varmistamaan toimitusketjun vakauden myös kriisitilanteissa.

3.2.3 Syväoppiminen

Syväoppiminen (engl. Deep Learning, lyh. DL) on tekoälyn alahaara, joka keskittyy suuriin neuroverkkopohjaisiin malleihin, jotka tekevät tarkkoja dataan perustuvia päätöksiä. Syväoppiminen soveltuu erityisen hyvin tilanteisiin, joissa data on monimutkaista ja saatavilla on suuria tietoaaineistoja. Nykyisin syväoppimista hyödyntävät laajasti monet verkko-yritykset ja edistykselliset kuluttajateknologiat. Esimerkiksi Facebook käyttää syväoppimista tekstianalyysiin verkkokeskusteluissa, ja Google, Baidu sekä Microsoft soveltavat sitä kuvahakuun ja konekäännöksiin. Lähes kaikissa moderneissa älypuhelimissa on syväoppimista hyödyntäviä järjestelmiä, jotka toimivat taustalla, kuten puheentunnistuksessa ja kasvojentunnistuksessa kameroiden yhteydessä. (Kelleher 2019.)

Syväoppimisella on kasvava merkitys toimitusketjujen hallinnassa, ja sen sovellukset kattavat laajan kirjon eri toimintoja. Yksi keskeinen sovellusalue on kysynnän ennustaminen, jossa syväoppimistekniikoita, kuten pitkäkestoisia muistiverkkoja (LSTM), hyödynnetään tarkempien ennusteiden luomiseksi tulevista tarpeista. Tämä auttaa yrityksiä optimoimaan varastonhallintaa, vähentämään kustannuksia sekä välttämään ylitarjonnan tai alitarjonnan ongelmia. (Husna ym. 2021.) Syväoppiminen on myös hyödyllinen työkalu toimitusketjujen kartoituksessa, jossa se voi automaattisesti tunnistaa ja seurata ostaja-toimittajasuhteita tekstilähteistä, kuten uutisartikkeleista. Sen käyttö voi myös parantaa toimitusketjun näkyvyyttä ja tukea riskienhallintaa. (Wichmann ym. 2020.) Lisäksi syvävahvistusoppimista hyödynnetään monimutkaisten toimitusketjujen optimoinnissa, mikä mahdollistaa tehokkaamman varastonhallinnan ja toimintojen koordinoinnin epävarmuuden keskellä (Shar ym. 2022).

3.2.4 Generatiivinen tekoäly ja suuret kielimallit (LLM)

Perinteiset tekoälyjärjestelmät keskittyvät pääasiassa tehtäviin, joissa analysoidaan dataa ja tehdään päätöksiä ennalta määriteltyjen sääntöjen tai oppimisalgoritmien perusteella. Generatiivinen tekoäly poikkeaa siten, että se pystyy luomaan täysin uutta ja merkityksellistä sisältöä, kuten tekstiä, kuvia, ääntä jopa digitaalisia simulaatioita, pohjautuen opetusaineistoon. (Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2024.) Generatiivinen tekoäly ei ainoastaan tunnista tai luokittele tietoa, vaan luo uutta sisältöä, joka perustuu opittuihin malleihin ja hyödyntää alkuperäisen datan ominaisuuksia sen sijaan, että nojautuisi suoraan ole-massa olevaan dataan. Malli oppii tunnistamaan datasta erilaisia säännönmukaisuuksia, joita se yhdistää ja muokkaa luodakseen uusia, autenttisia ja kontekstissaan johdonmu-kaisia tuotoksia. (Bubeck ym. 2023; Eloundou ym. 2023.)

Generatiiviselle tekoälylle ei ole käsitteenä yhtä vakiintunutta määritelmää, mikä voi aiheuttaa väärinkäsityksiä sen merkityksestä ja sovelluksista. Vaikka teknisesti mikä tahansa malli, joka tuottaa ulostuloa voitaisiin nähdä generatiivisena, tekoälytutkimuksen yhteisö varaa tämän termin lähtökohtaisesti monimutkaisille malleille, jotka pystyvät tuottamaan korkealaatuista ja ihmisen kaltaista sisältöä. (García-Peñalvo & Vázquez-Ingelmo 2023.) Kirjallisuudessa generatiivisesta tekoälystä puhuttaessa termillä viitataan tekoälyjärjestelmiin tai algoritmeihin, jotka kykenevät tuottamaan uutta sisältöä, kuten tekstiä, kuvia, videoita ja ääntä, analysoimalla ja oppimalla koulutusdatasta saatuja tietoja (Anantrasirichain & Bull 2022; Dwivedi ym. 2023; Richey Jr. ym. 2023).

Generatiivisen tekoälyn ytimessä ovat erityisesti syvät neuroverkot ja suuret kielimallit (engl. Large Language Models, lyh. LLM), joiden avulla järjestelmät kykenevät prosessoimaan luonnollista kieltä ja tuottamaan merkityksellistä sisältöä (Bubeck ym. 2023). Suuret kielimallit perustuvat transformer-arkkitehtuuriin, joka on suunniteltu käsittelemään ja tuottamaan dataa sekvensseissä. Ne oppivat ennustamaan seuraavan sanan sarjassa koulutusaineiston perusteella, ja mitä enemmän dataa ne käsittelevät, sitä tarkemmiksi ja monipuolisemmiksi ne tulevat ennusteissaan. (Ooi ym. 2023.) Tämä tekee LLM-malleista keskeisen osan generatiivista tekoälyä, joka luo uutta, koherenttia ja monimutkaista tekstiä (Eloundou ym. 2023). Esimerkiksi ChatGPT perustuu LLM-arkkitehtuuriin, sisältäen valtavan määrän parametreja ja hyödyntäen syviä neuroverkkoja monimutkaisten kieliyhteyksien ja kontekstien mallintamiseen. (Wamba ym. 2024). ChatGPT:n taustalla on GPT eli ”Generative Pre-trained Transformer” -malliperhe, joka käyttää

transformer-arkkitehtuuria kielen käsittelyyn ja generointiin. GPT-mallit, kuten GPT-3 ja GPT-4, on koulutettu massiivisilla tekstiaineistoilla, jotka sisältävät satoja miljardeja sanoja eri lähteistä, kuten verkkosivuilta, kirjoista ja artikkeleista. (Jackson ym. 2024.)

Tutkimukset ovat osoittaneet, että LLM-mallit voivat parantaa suorituskyykyään pelkäämään syöttötietojen perusteella ilman tarvetta ohjatulle datalle. Tämä tarkoittaa, että ne voivat tehdä tarkkoja päätöksiä ja oppia itsenäisesti ilman ennalta annettua totuus pohjaa. Yhtenä esimerkkinä tästä on Chain-of-Thought-kehoteet, joissa mallille annetaan useita ajatusketjuja, joiden avulla se pohtii ratkaisuja eri näkökulmista. Tällaisissa kehoitteissa korkealuottamusennusteet (engl. high-confidence predictions) suodatetaan ensin, minkä jälkeen mallia hienosäädetään tuottamaan luotettavampia vastauksia. Tämä lähestymistapa muistuttaa ihmisen ajatteluprosessia, jossa kysymykseen vastataan harkitsemalla useita ratkaisuja ja oppimalla oman vastauksen kautta. (Ooi ym. 2023.)

Generatiivisen tekoälyn vaikutus näkyy erityisen selvästi yrityskontekstissa, jossa suuret kielimallit voivat hyödyntää reaaliaikaisia yritysdatoja sekä ulkoisia tietolähteitä. LLM-mallit ovat auttaneet yrityksiä ratkaisemaan monimutkaisia ongelmia monilla liiketoiminta-alueilla, kuten myös toimitusketjujen hallinnassa. LLM voivat esimerkiksi auttaa ennustamaan kysyntää, optimoimaan varastohallintaa ja analysoimaan toimittajien suoritumista, mikä parantaa päätöksentekoa ja riskien ennakoimista. (Alvarez & Marsal 2023.) Näiden edistysaskeleiden taustalla on neljä keskeistä tekijää: laskentatehon kasvu, innovatiiviset malliarkkitehtuurit, mahdollisuus hyödyntää suuria määriä esikoulutusdataa sekä koulutustekniikoiden kehitys (Jackson ym. 2024).

Generatiivisen tekoälyn suosio ja merkitys on kasvanut huomattavasti viime vuosina, ja sen sovellukset ovat mullistaneet aloja, joissa luovuus, innovaatio ja tiedon käsittely ovat keskeisiä. Tunnettuja esimerkkejä tekoälypohjaisista sovelluksista ovat muun muassa DALL-E 2, joka tuottaa kuvia, GPT-4, joka kykenee tuottamaan ja ymmärtämään tekstiä sekä GitHub Copilot, joka tukee ohjelmointia tarjoamalla koodiehdotuksia ja -täydennyksiä. Näiden työkalujen merkitys ulottuu taiteellisen sisällön tuottamista pidemmälle, ja ne toimivat tehokkaina avustajina päätöksenteossa ja tiedon analysoinnissa (Feuerriegel 2023). Vaikka OpenAI kehittämä ChatGPT käynnisti laajamittaisen kiinnostuksen ja ”hypetyksen” generatiivisen tekoälyn ympärillä, markkinoille on sittemmin tullut useita kilpailijoita, kuten Googlen oma kielimalli Bard, Metan kehittämä LLaMA ja Baidun Ernie Bot (Hendriksen 2023; Jackson ym. 2024).

Taulukko 1 - Yhteenveto tekoälyn avainkäsitteistä (Alvarez & Marsal 2023)

Tekoäly (AI)	Koneoppiminen (ML)	Syväoppiminen (DL)	Generatiivinen tekoäly (GenAI)
Tavoite	Tehdä ennusteita/päätöksiä perustuen aikaisempaan dataan	Jäljitellä ihmisen älykkyyttä perustuen ennalta määriteltyihin sääntöihin	Luoda alkuperäistä ja luovaa sisältöä yksinkertaisen kehotteen perusteella
Lähestymistapa	Käyttää algoritmeja oppiakseen datasta	Käyttää konvoluutio- ja toistuvia neuroverkkoja	Käyttää tekniikoita kuten "Generative adversarial network" (GAN) ja "Variational autoencoder" (VAE)
Luovuus	Riippuvainen datan malleista	Ei välttämättä ilmene luovia kykyjä	Osoittaa luovuutta ja mielikuvitusta
Esimerkit	Ennustavat järjestelmät, havaitseminen, suositusjärjestelmät	Virtuaaliassistentit, chatbotit, tietokoneen näkö	Tekstin, kuvien, musiikin tuottaminen jne.
Koulutusdata	Historiallista merkittyä/merkitsemätöntä dataa	Historiallista merkittyä/merkitsemätöntä dataa	Oppii yleisistä dataseteistä

3.3 Tekoälyn käyttöönotto toimitusketjuissa

Tekoälyn käyttöönotto organisaatioissa on monivaiheinen prosessi, joka vaatii tarkkaa suunnittelua, riittäviä resursseja ja selkeän strategisen lähestymistavan. Organisaatioiden on yhdistettävä tekninen osaaminen ja käytännön prosessien tuntemus sekä samalla huomioitava tekoälyn eettiset ja sosiaaliset ulottuvuudet. (Richey Jr. ym. 2023.) Ihmisten asenteet ja käsitykset tekoälystä vaikuttavat myös merkittävästi siihen, miten tekoälyä otetaan käyttöön toimitusketjuissa ja millaisia hyötyjä tai haasteita sen käyttöönotto tuo mukanaan (Hendriksen 2023). Tekoäly voi parantaa toimitusketjujen tehokkuutta, mutta sen hyödyntäminen edellyttää jatkuvaa valvontaa ja hallintaa. Shekhar ym. (2023) viittaavat tutkimuksessaan tilanteisiin, joissa onnistunut tekoälyn käyttöönotto on johtanut palvelutason merkittäviin parannuksiin, jopa 35 prosentin varastotasojen laskuun ja 15 prosentin logistiikkakustannusten pienentymiseen.

Chatterjee ym. (2021) tarkastelevat tutkimuksessaan tekoälyn käyttöönottoa valmistus- ja tuotantoalalla selvittäen, miten teknologiset, organisatoriset ja ympäristölliset tekijät vaikuttavat tekoälyn integrointiin yrityksissä, ja mitkä tekijät edistävät tai estävät sen käyttöönottoa. Tutkimuksen mukaan organisaation osaaminen ja valmius ovat keskeisiä edellytyksiä, jotka vaikuttavat siihen, miten hyvin henkilöstö pystyy omaksumaan uuden teknologian. Tämän lisäksi yritysten on huolehdittava siitä, että tekoälyteknologia on yhteensopiva nykyisten prosessien kanssa, ja että sen tuomat kilpailuedut ovat selvästi

nähtävissä. Johdon vahva tuki toimii moderaattorina, joka auttaa voittamaan mahdollisen muutosvastarinnan ja varmistaa tekoälyn sujuvan integroinnin yrityksen toimintaan. Toisaalta käyttöönoton monimutkaisuus tai riittämätön osaaminen voivat vähentää koettua hyödyllisyyttä ja helppokäyttöisyyttä, mikä hidastaa tai jopa estää tekoälyn integroinnin.

Tekoälyn, erityisesti generatiivisten mallien kuten ChatGPT:n, integroinnissa ja käytössä on ensiarvoisen tärkeää kiinnittää huomiota tietosuoja- ja tietoturvakysymyksiin. Suuret kielimallit perustuvat laajoihin käyttäjätietoihin hyödyntäviin aineistoihin, mikä voi aiheuttaa yksityisyyden loukkaamisen riskejä, kuten henkilötietojen vuotamista tai luvaton käyttöä. Erityisesti toimitusketjujen hallinnassa, jossa käsitellään usein arkaluontoisia tietoja, on varmistettava, että mitään salassa pidettävää tietoa ei syötetä malleihin, jotka voivat käyttää dataa esimerkiksi jatko-opetustarkoituksiin. (Hendriksen 2023; Ullah ym. 2023; Wach ym. 2023.) Mahdollisia ratkaisuja näihin tietosuojaongelmiin ovat esimerkiksi Model as a Service (MaaS) -lähestymistavat, jotka auttavat yrityksiä hyödyntämään tekoälymalleja ilman tarvetta jakaa arkaluontoisia tietoja pilvipalveluihin (Wang ym. 2023). MaaS-mallit tarjoavat joustavan ja turvallisen tavan käyttää valmiiksi koulutettuja malleja, jotka voidaan mukauttaa yrityksen omiin tarpeisiin ilman, että luottamuksellista dataa tarvitsee siirtää kolmansille osapuolille.

Wang ym. (2023) toteavat, että teollisuuden tarpeisiin soveltuva ratkaisu voisi olla Industrial-GPT, joka on räätälöity versio generatiivisesta esikoulutetusta mallista. Industrial-GPT on suunniteltu vastaamaan teollisuuden monimutkaisiin haasteisiin, kuten vika-diagnostiikkaan, tuotannon ennustamiseen ja laadunvalvontaan. Malli yhdistää teollisuusdatan esikoulutukseen ja hienosäätöön liiketoimintakohtaisissa skenaarioissa sekä vahvistusoppimiseen alan asiantuntemuksen avulla. Tällä tavoin Industrial-GPT voi tehokkaammin käsitellä teollisuuden spesifisiä tarpeita ja parantaa tuotannon tehokkuutta.

Samankaltaisesti Ullah ym. (2023) esittelevät ratkaisun suurten kielimallien tietosuojaongelmiin PrivChatGPT-mallin avulla. PrivChatGPT-malli koostuu kahdesta keskeisestä komponentista: käyttäjän yksityisyyden suojaamisesta datan esikäsittelyn aikana ja tietosuoja-asioiden varmistamisesta koko mallin koulutusprosessin aikana. Mallissa hyödynnetään differentiaalista yksityisyyttä ja vahvistusoppimista, jotka pyrkivät estämään yksityisten tietojen tallentumisen malleihin. Lisäksi artikkelissa keskustellaan muiden tietosuojatekniikoiden, kuten satunnaistamisen ja anonymisoinnin mahdollisuuksista vähentää arkaluontoisten tietojen vuotamisen riskiä. Näiden lähestymistapojen avulla voidaan

parantaa yksityisyydensuojaa tekoälyn käytössä, mutta on myös huomioitava, että tietosuoja parantavat menetelmät voivat vaikuttaa mallien suorituskykyyn.

Tekoälyn käyttö organisaatioissa tulisi olla sekä vastuullista että eettisesti kestävä, mikä edellyttää valvontamekanismeja, jotka takaavat läpinäkyvyyden ja oikeudenmukaisuuden erityisesti kriittisissä päätöksentekoprosesseissa, joissa tekoälyn ratkaisuilla voi olla merkittäviä seurauksia, kuten turvallisuusriskejä. Organisaatioiden on varmistettava, että tekoälyn käyttö on linjassa alan sääntely- ja tietosuojavaatimusten kanssa. (Alvarez & Marsal 2023.) Eettinen tekoälyn käyttö ei ole pelkästään tekninen haaste, vaan se vaatii myös organisaatiokulttuurilta avoimuutta ja valmiutta käsitellä tekoälyn mukanaan tuomia sosiaalisia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia (Richey Jr. ym. 2023). Organisaation kulttuuri ja teknologinen osaaminen vaikuttavat merkittävästi tekoälyn integrointiin toimitusketjussa. Teknologisesti edistyneissä yrityksissä tekoälyn käyttö voi olla laajempaa ja itsenäisempää, kun taas varovaisemmissa organisaatioissa tekoäly saattaa jäädä avustavaan rooliin. Lisäksi eettiset kysymykset, kuten päätöksenteon läpinäkyvyys ja vastuunjako, voivat rajoittaa tekoälyn roolia. Onnistunut tekoälyn integraatio vaatii sekä teknisten että sosiaalisten valmiuksien huomioimista organisaation kaikilla tasoilla. (Hendriksen 2023.)

Hendriksen (2023) esittelee viitekehyksen tekoälyn integroinnin tarkasteluun toimitusketjussa 2x2-matriisin avulla. Integraatiotaso vaihtelee osittaisesta täyteen: osittaisessa integraatiossa tekoäly toimii avustavassa roolissa ihmisten päätöksenteon tukena, kun taas täydessä integraatiossa tekoäly ottaa suuremman roolin toimitusketjun hallinnassa, mutta ihminen tekee edelleen strategiset päätökset. Tekoälyn rooli päätöksenteossa voi vaihdella avustavasta autonomiseen: avustavassa roolissa tekoäly tukee ihmisiä tiedon analysoinnissa ja päätöksenteossa, kun taas autonomisessa roolissa tekoäly analysoi ja tekee päätöksiä itsenäisesti. Viitekehyksen (Taulukko 2) eri ulottuvuudet havainnollistetaan neljänä skenaariona, joissa tekoäly toimii vaihtelevasti ihmisten tukena tai itsenäisenä päätöksentekijänä.

Taulukko 2 - Tekoälyn integraatiotasot toimitusketjussa (Hendriksen 2023)

	Osittainen integraatio	Täysi integraatio
Avustava rooli	Tekoäly tarjoaa tietoa erityisiin toimitusketjun toimintoihin, kuten varastonhallintaan, tukien ihmisten päätöksentekoa.	Tekoäly tarjoaa kokonaisvaltaisen näkyvyyden toimitusketjuun ja tuottaa tietoa päätöksenteon tueksi, mutta strategiset päätökset tekee edelleen ihminen.
Autonominen rooli	Tekoäly hoitaa erityistehtäviä, kuten toimittajien valintaa tai varaston täydennystä, mutta ihmiset säilyttävät lopullisen päätösvallan.	Tekoäly hallitsee koko toimitusketjua kysynnän ennustamisesta toimituksiin, ja ihmisen puuttumista tarvitaan vain vähän.

Tätä viitekehystä voidaan hyödyntää toimitusketjun hallinnan eri skenaarioiden analysoinnissa ja arvioinnissa, jolloin yritykset voivat pohtia, mikä integraatiotaso ja päätöksentekorooli sopivat parhaiten heidän tarpeisiinsa. Osittainen integraatio voi sopia organisaatioille, jotka haluavat säilyttää ihmiskeskeisen hallintamallin ja hyödyntää tekoälyä päivittäisen operatiivisen toiminnan tukena ja tehostamisessa. Toisaalta täysi integraatio, jossa tekoälylle annetaan suurempi päätösvalta, voi olla houkutteleva vaihtoehto yrityksille, jotka tavoittelevat toimitusketjun optimointia ja automatisointia sekä nopeaa reagointikykyä monimutkaisissa ympäristöissä. (Hendriksen 2023.)

4 Generatiivinen tekoäly toimitusketjun riskienhallinnan tukena

4.1 Generatiivisen tekoälyn soveltaminen toimitusketjuissa

Generatiivinen tekoäly on laajentanut toimitusketjujen hallinnan mahdollisuuksia täydentämällä perinteisiä, koneoppimiseen perustuvia ennakoivia analytiikkamalleja luovilla ja itseoppivilla ominaisuuksillaan. Perinteiset tekoälymallit ovat yleensä reaktiivisia, eli ne hyödyntävät dataa ennusteiden laatimiseen, mutta eivät varsinaisesti luo mitään uutta. Esimerkiksi regressioanalyysi, joka on yleisesti käytetty menetelmä perinteisissä ennakoivan analytiikan malleissa, soveltuu hyvin kysynnän ennustamiseen historiallisten myynti- ja logistiikkatietojen perusteella. Se ei kuitenkaan kykene itsenäisesti muodostamaan uusia skenaarioita tai analysoimaan strategisten toimitusketjun vaihtoehtojen vaikutuksia ilman kehittyneempiä, generatiivisen tekoälyn kaltaisia teknologioita. GenAI tarjoaa laajempia mahdollisuuksia tuomalla mukanaan luovuuden elementin ja kyvyn tuottaa uusia ideoita, joiden avulla voidaan kehittää kokonaisvaltaisempia strategioita toimitusketjun eri osa-alueille, kuten hankintaan, varastonhallintaan, jakeluun ja asiakassuhteisiin. (Richey Jr. ym. 2023.) Wamba ym. (2024) tutkimus osoittaa, että nykyiset generatiivisen tekoälyn sovellukset toimitusketjuissa keskittyvät yleisimmin operatiivisiin kysymyksiin, kuten varastonhallintaan, kysynnän ennustamiseen, resurssien suunnitteluun sekä prosessien tehokkuuteen ja kustannusten säästöihin.

Generatiivista tekoälyä hyödynnetään nykyisin toimitusketjujen hallinnassa esimerkiksi toimittajien arvioinnissa ja valinnassa. GenAI:n avulla voidaan käsitellä suuria tietomääriä useista toimittajista ja optimoida toimittajavalikoima ottaen huomioon monia tekijöitä, kuten kustannustehokkuus, laadunvarmistus ja ympäristökestävyys. (Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023.) Hyödyntämällä GenAI:n tekstinluontikykyä, tekoäly tarjoaa kattavia kuvauksia kunkin toimittajan vahvuuksista ja heikkouksista, mikä tukee yrityksen strategista päätöksentekoa. Lisäksi tekoäly edistää inklusiivisuutta ja tasa-arvoa suosittelemalla keinoja integroida vähemmistöjen, naisten ja veteraanien omistamia yrityksiä osaksi toimitusketjua. (Shekhar ym. 2023; Yandrapalli 2023.)

Generatiivinen tekoäly voi tukea hankintaa ja varastonhallintaa parantamalla kysynnän ja myynnin ennusteiden tarkkuutta. Richey Jr. ym. (2023) korostavat, että tekoäly voi optimoida tilausten ajoituksen ja määrän toimittajilta sekä suunnitella ihanteelliset varastojen

säilytys- ja keräilyprosessit, ottaen huomioon tuotteiden kysyntätiheyden ja varastointitarpeet. Näin varastotasot pysyvät hallittuina, ja tuotteet saadaan asiakkaille oikea-aikaisesti. Shekhar ym. (2023) lisäävät, että tekoäly mahdollistaa joustavien varastointikäytäntöjen kehittämisen, jolloin sekä yli- että alivarastoinnin kustannuksia voidaan optimoida. Tekoälyn avulla voidaan luoda just-in-time-varastonhallintastrategioita, jotka vähentävät varastointikustannuksia ja parantavat kassavirtaa. Wamba ym. (2024) esittävät konkreettisen tapauksen, jossa ChatGPT voidaan kouluttaa hyödyntämään historiallista varastodataa antamaan suosituksia varastotasojen optimoinnista. Malli analysoi aiempia myyntitietoja ennustaen tulevaa kysyntää ja ehdottaa optimaalisia varastointitasoja eri aikoina. GenAI/ChatGPT pystyy käsittelemään suuria määriä materiaali- ja tuotedataa ja luomaan tiivistelmiä, joita voidaan hyödyntää varastonhallinnan tehostamisessa ja logististen pullonkaulojen välttämässä.

Jakelussa ja logistiikan koordinoinnissa generatiivinen tekoäly voi suunnitella älykkäitä jakelustrategioita ja optimoida kuljetusreittejä. Tekoälyalgoritmit analysoivat automaattisesti reaaliaikaisia muuttujia, kuten sääennusteita, ajoneuvotietoja, liikennemalleja sekä polttoainekustannuksia, ja laativat näiden perusteella tehokkaimmat reittisuunnitelmat. Esimerkiksi kaupunkialueella toimiva jakeluautojärjestelmä voi tekoälyn avulla vähentää polttoaineen kulutusta ja lyhentää matka-aikaa huomioimalla pysähdykset ja liikenneviiveet. Analysoimalla reaaliaikaista dataa GenAI voi optimoida kuljetusreitit ja tarjota perustelut valituille reiteille. (Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023.)

Vaikka tutkimus generatiivisen tekoälyn soveltamisesta toimitusketjuissa on vielä alkuvaiheessa, käytännön esimerkkejä sen hyödyntämisestä löytyy jonkin verran. GenAI:ta käytetään yrityksissä monin tavoin, kuten asiakaspalvelun automatisoinnissa, hankintaprosessien tehostamisessa ja tuotantoprosessien optimoinnissa. Esimerkiksi yhdysvaltalainen vähittäiskauppa Walmart hyödyntää tekoälypohjaista chatbot-ratkaisua hankintaneuvotteluissaan. Työkalu ottaa huomioon monia muuttujia, kuten maksuehdot, alennukset, hinnat ja historialliset trendit, ja suosittelee ostajille parasta hintaa. Chatbot on onnistunut saavuttamaan 68 prosentin onnistumisasteen neuvotteluissa ja tuottanut keskimäärin 3 prosentin säästöt sopimuksissa. (Jackson ym. 2024.) Saksalainen autonvalmistaja Mercedes-Benz on puolestaan ottanut käyttöön ChatGPT-pohjaisen ratkaisun osana digitaalista tuotantoekosysteemiään. Yrityksen tavoitteena on parantaa tuotantodatan analysointia, virheiden tunnistamista sekä prosessien optimointia tekoälyn avulla, mikä johtaisi parempaan tehokkuuteen ja laadunvalvontaan. (Wamba ym. 2024.) Lisäksi

generatiivinen tekoäly on alkanut saada jalansijaa muuallakin. Esimerkiksi Maersk ja DHL ovat ilmoittaneet suunnitelmista hyödyntää GenAI logistiikkaprosessien ja toimitusketjun hallinnan tehostamiseksi, mikä viittaa siihen, että teknologian käyttöönotto laajenee merkittävästi tulevana vuosina (Jackson ym. 2024).

4.2 Generatiivisen tekoälyn tutkimus toimitusketjun riskienhallinnassa

Generatiivinen tekoäly tarjoaa uusia mahdollisuuksia toimitusketjun riskienhallinnan tehostamiseen, erityisesti sen kyvyssä analysoida suuria tietomassoja ja ennakoida mahdollisia häiriöitä. Teknologian avulla voidaan luoda uusia strategioita ja skenaarioita, jotka auttavat yrityksiä valmistautumaan erilaisiin toimitusketjun riskeihin, kuten toimituskatkoksiin, luonnonkatastrofeihin tai toimittajien konkurssiin. Samalla on kuitenkin huomioitava, että GenAI:n käyttöönotto tuo mukanaan myös useita haasteita, kuten teknologian monimutkaisuuden, algoritmien läpinäkymättömyyden ja datan hallinnan ja heikon saatavuuden haasteet, jotka voivat vaikeuttaa sen integrointia toimitusketjuun. Tässä luvussa käsitellään generatiivisen tekoälyn tarjoamia mahdollisuuksia toimitusketjun riskienhallinnassa sekä niitä haasteita, joita sen käyttöön ja käyttöönottoon liittyy. Toisaalta tekoäly voi tuoda merkittävää lisäarvoa riskien ennakoinnissa ja päätöksenteon tukemisessa, mutta samalla sen käyttöönottoon liittyy huomattavia teknisiä, eettisiä ja organisaatiollisia haasteita, jotka vaativat huomiota.

4.2.1 Käyttöönoton mahdollisuudet

Yleisesti katsoen generatiivisen tekoälyn tarjoamat hyödyt perustuvat sen kykyyn luoda uutta ja ainutlaatuista sisältöä, joka voi säästää aikaa, lisätä luovuutta ja tehostaa työprosesseja. Riskienhallinnassa GenAI:n vahvuudet voidaan nähdä etenkin sen kyvyssä analysoida laajoja tietomääriä ja ennakoida mahdollisia häiriöitä. Tekoäly kykenee käsittelemään suuria määriä historiallista ja reaaliaikaista dataa, mikä antaa yrityksille mahdollisuuden tunnistaa riskejä aiempaa tarkemmin ja ennakoivammin. (He ym. 2020; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2023.) Lisäksi GenAI:n ”luovuus” elementti tarjoaa mahdollisuuden tunnistaa riskejä, joita ihminen ei välttämättä havaitse tai osaa ennakoida. Tämänkaltaisia riskejä voivat olla esimerkiksi toimittajien maksukyvyttömyys, lakot, luonnonkatastrofit tai pandemiat, joiden vaikutuksiin GenAI voi auttaa yrityksiä varautumaan. (Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023.)

GenAI:n avulla voidaan analysoida potentiaalisia riskejä ja luoda ennakoivia riskianalyyseja, joilla tunnistetaan toimitusketjun häiriöitä ja niiden vaikutuksia. Analyysien avulla yritykset voivat tehdä tietoon perustuvia päätöksiä ja varautua erilaisiin riskeihin. Shekhar ym. (2023) toteavat, että ennakoivat analyysit mahdollistavat riskien tehokkaan tunnistamisen ja arvioinnin, mikä antaa yrityksille paremmat edellytykset suunnitella strategioita, jotka auttavat lieventämään näitä riskejä. He ym. (2020) korostavat, että generatiivisen tekoälyn pääasiallinen käyttötarkoitus riskien lieventämisessä on juuri ennakoiva riskianalyysi. Heidän tutkimuksessaan esitellään, kuinka generatiivisen tekoälyn menetelmillä voidaan käsitellä niukkaa merkittävää dataa yhdessä runsaan merkitsemättömän datan kanssa, mikä mahdollistaa tarkemman riskiluokittelun sekä reaaliaikaisen varoitusjärjestelmän, joka havaitsee kriittiset toimitusketjun poikkeamat ennen niiden eskaloitumista vakaviksi ongelmiksi.

GenAI kykenee luomaan erilaisia riskiskenaarioita, joiden avulla yritykset voivat suunnitella vaihtoehtoisia toimintamalleja toimitusketjun häiriötilanteisiin. Tekoäly voi esimerkiksi simuloida toimittajan konkurssin tai tuotannon keskeytyksen sekä tarjota suosituksia, kuten vaihtoehtoisia toimittajia tai jakelureittejä, jotka minimoivat häiriöiden vaikutukset. Vaihtoehtoiset toimittajat ja logistiset verkot tukevat toimitusketjun kestävyttä ja vähentävät riippuvuutta yksittäisistä toimittajista. Syntyneiden skenaarioiden avulla yritykset voivat arvioida riskien todennäköisyyttä ja vaikutuksia toimitusketjun eri osaluoksiin, mikä tukee riskienhallintaprosessia ja auttaa tunnistamaan kriittisimmät riskit sekä sopivat lieventämistoimet. Tämä tekee samalla riskienhallinnasta proaktiivisempaa ja mahdollistaa yrityksille nopean sopeutumisen muuttuviin olosuhteisiin. Generatiivinen tekoäly tehostaa skenaarioihin perustuvaa riskinarviointia tuottamalla monimutkaisia malleja erilaisista toimitusketjun häiriöistä ja ennustamalla niiden mahdolliset seuraukset. Mallien avulla voidaan analysoida, miten erilaiset häiriötilanteet vaikuttavat tekijöihin, kuten toimitusketjun resursseihin, asiakastoimituksiin ja taloudellisiin tuloksiin. (Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023.)

Sen lisäksi, että tekoäly tukee riskianalyysiä ja skenaarioiden luomista, sillä on kyky arvioida riskien sosiaalisia ja ympäristöllisiä vaikutuksia, mikä mahdollistaa yrityksille vastuullisempien ja eettisesti kestävämpien päätösten tekemisen. Tekoäly voi esimerkiksi arvioida, kuinka toimitusketjun muutokset vaikuttavat työntekijöiden hyvinvointiin tai ympäristöön. Lisäksi sen avulla voidaan kehittää varasuunnitelmia, jotka huomioivat sekä

taloudelliset että ympäristölliset näkökohdat, tukien näin yritysten kestäväää toimintaa. (Pan & Nishant 2023; Yandrapalli 2023.)

Yksi keskeisistä eduista, jonka generatiivinen tekoäly tuo toimitusketjun riskienhallintaan, on sen kyky tarjota syvällisiä analyyseja ja ennakoivia näkemyksiä reaaliaikaisen seurannan tueksi. Tekoälyalgoritmit pystyvät analysoimaan jatkuvasti toimitusketjun eri osien suorituskykyindikaattoreita, markkinatietoja ja IoT-laitteiden tuottamia tietovirtoja, mahdollistaen nopean reagoinnin poikkeamiin. Reaaliaikainen valvonta auttaa yrityksiä torjumaan ja lieventämään häiriöitä ennen niiden eskaloitumista, mikä tekee toimitusketjujen hallinnasta joustavampaa ja reaktiivisempää. Generatiivinen tekoäly mahdollistaa myös adaptiivisen päätöksenteon, jossa toimitusketjun hallintaprosessit voivat sopeutua nopeasti muuttuviin olosuhteisiin, kuten varastotasojen, logististen reittien tai toimittajasuhteiden muutoksiin. Ketteryys auttaa yrityksiä vähentämään riskejä ja minimoimaan niiden vaikutukset operatiiviseen toimintaan. (Shekhar ym. 2023.)

Yhteenvetona voidaan todeta, että generatiivinen tekoäly tarjoaa laajoja mahdollisuuksia toimitusketjun riskienhallinnan tehostamiseen, erityisesti ennakoivan analytiikan, riskikenaarioiden luomisen ja reaaliaikaisen seurannan osalta. On kuitenkin tärkeää muistaa, että tekoälyn analyysien ja ennusteiden luotettavuus riippuu vahvasti sen käyttämän datan laadusta ja tarkkuudesta. Mitä kattavampaa ja ajantasaisempaa dataa tekoälyllä on käytettävissä, sitä tarkempia ja hyödyllisempiä sen tuottamat analyysit ovat. Toisaalta, jos data on puutteellista tai heikkolaatuista, voi se johtaa virheellisiin johtopäätöksiin ja heikentää riskienhallinnan tehokkuutta. (Feuerriegel ym. 2024; Wach ym. 2023.)

4.2.2 Käyttöönoton haasteet

Generatiivisen tekoälyn käyttöönotto toimitusketjun riskienhallinnassa tarjoaa mahdollisuuksia tukea riskien tunnistamista, ennakointia ja päätöksentekoa. Kuitenkin, kuten minkä tahansa uuden teknologian kohdalla, sen hyödyntäminen vaatii tarkkaa harkintaa ja valmistautumista. Yritysten on ymmärrettävä GenAI:n käyttöönottoon liittyvät haasteet ja riskit ennen sen integroimista omiin prosesseihinsa. Haasteiden tiedostaminen ja hallinta on välttämätöntä, jotta voidaan varmistaa teknologian eettinen ja tehokas käyttö. Tekoälyn riskien ja haasteiden huomioiminen etukäteen auttaa organisaatioita rakentamaan vankempia toimintamalleja, jotka tukevat GenAI:n turvallista ja vastuullista käyttöä sekä ehkäisevät häiriöitä, jotka voisivat vaarantaa toimitusketjun toiminnan tai yrityksen maineen. (Kanti ym. 2022; Ooi ym. 2023; Wach ym. 2023.)

Ensimmäinen keskeinen haaste liittyy generatiivisten tekoälymallien läpinäkymättömyyteen. Tekoälyjärjestelmät, kuten GPT-4, toimivat erittäin monimutkaisten neuroverkkojen avulla, joissa päätöksentekoprosessit perustuvat miljardeihin parametreihin ja suuriin datamassoihin. Prosessi, jossa tekoäly päätyy tiettyyn lopputulokseen, voi olla vaikeasti jäljitettävissä, minkä vuoksi voi olla vaikea selvittää, miten tekoälyn antama ratkaisu on syntynyt. Tämä voi johtaa tilanteisiin, joissa mallit tuottavat virheellistä tai harhaanjohdavaa tietoa ilman, että se huomataan. Pahimmassa tapauksessa tekoälymalli voi "hallusinoita," mikä tarkoittaa, että se tuottaa virheellistä tai keksittyä tietoa, joka ei perustu todellisiin lähteisiin. (Ooi ym. 2023; Richey Jr. ym. 2023; Wach ym. 2023.) Näitä haasteita yritykset yrittävät huomioida uusia malleja kehittäessään. Esimerkiksi OpenAI on tätä kirjoitettaessa julkaissut ChatGPT "o1-preview"-version, joka eroaa aiemmista malleista siten, että se käyttää enemmän aikaa ajatteluun ennen vastaamista. Tämä malli on koulutettu parantamaan ajatteluprosessiaan, kokeilemaan erilaisia strategioita ja tunnistamaan virheitään. Lisäksi o1 hyödyntää yrityksen omien sanojen mukaan uutta turvallisuus-koulutusmenetelmää, joka parantaa sen kykyä noudattaa turvallisuus- ja linjausohjeita, vähentäen virheellisen tai keksityn tiedon tuottamista. (OpenAI 2024.)

Generatiiviset tekoälymallit, kuten GPT-4, käyttävät käyttäjän antamaa syötettä (engl. prompt), joka voi olla ohje, kysymys tai kuvaus, vastauksen tuottamiseen (Ooi ym. 2023). Syötteen laadulla ja tarkkuudella on keskeinen vaikutus siihen, millaista sisältöä tekoäly tuottaa. Selkeästi muotoillut ohjeet auttavat tekoälyä tuottamaan relevanttia ja täsmällistä tietoa, kun taas epämääräiset tai virheelliset ohjeet voivat johtaa virheellisiin tai harhaanjohtaviin vastauksiin. Toimitusketjun riskienhallinnassa huonosti asetetut syötteet voivat johtaa puutteellisiin vastauksiin, jolloin riskejä saattaa jäädä tunnistamatta. Generatiiviset kielimallit toimivat keskustelemaan tyyliin, mikä tarkoittaa, että ensimmäinen tekoälylle annettu syöte ei välttämättä tuota täydellistä vastausta. Tästä syystä käyttäjän on esitettävä tarkentavia kysymyksiä tai muokattava syötettä tarpeen mukaan. (Krause 2023; Ooi ym. 2023; Wach ym. 2023.) Yksinkertainen ja liian yleinen prompti, kuten "Millaisia riskejä toimitusketjussa voi esiintyä?", voi tuottaa vastauksia, jotka eivät huomioi tiettyä kontekstia tai erityistarpeita. Sen sijaan tarkemmin muotoiltu kysymys, kuten "Mitkä ovat yleisimmät riskit autoteollisuuden toimitusketjussa, ja miten generatiivista tekoälyä voidaan hyödyntää riskien tunnistamisessa?", auttaa tekoälyä tuottamaan täsmällisemmän ja kontekstuaalisesti osuvamman vastauksen. Tällainen iteratiivinen prosessi, jossa ohjeita

muokataan ja tarkennetaan, on usein tarpeen, jotta generatiivinen tekoäly pystyy tuottamaan mahdollisimman arvokasta tietoa (Krause 2023).

Toinen merkittävä haaste on tekoälyn käytön monimutkaisuus, erityisesti sen integrointi olemassa oleviin toimitusketjun hallintajärjestelmiin. Tekoälyn käyttöönotto vaatii usein muutoksia organisaation rakenteissa ja prosesseissa, mikä voi aiheuttaa teknologisia ja organisatorisia haasteita. Teknologiset haasteet voivat ilmetä yhteensopimattomuuksina vanhojen järjestelmien kanssa, mikä tekee datan siirrosta ja yhdistämisestä hidasta ja kallista. Organisatorisesti henkilöstön vastustus uuden teknologian käyttöönottoa kohtaan voi hidastaa prosessia, erityisesti kun muutos edellyttää merkittävää uudelleen koulutusta ja uusien työskentelytapojen omaksumista. Tämä on haastavaa etenkin silloin, kun organisaatiolla ei ole riittävää asiantuntemusta tekoälyn hyödyntämiseksi. (Shekhar ym. 2023; Wamba 2023.) Lisäksi tekoälyn käyttöönoton onnistuminen edellyttää vahvaa johdon tukea sekä henkilöstön mukautumiskykyä. Tekoälyn integroiminen toimitusketjun prosesseihin vaatii laajaa muutosjohtamista ja uusien toimintatapojen omaksumista organisaation kaikilla tasoilla. (Chatterjee ym. 2021.)

Tekoälyn käyttöön liittyy merkittäviä eettisiä kysymyksiä, kuten tietosuojaan liittyvät haasteet, algoritmisen vinouman mahdollisuus sekä työpaikkojen mahdollinen väheneminen (Hendriksen 2023; Shekhar ym. 2023; Wach ym. 2023). Tekoälymallin algoritmisella vinoumalla (engl. bias) tarkoitetaan sitä, että päätöksenteko voi heijastaa ja vahvistaa koulutusdatan sisältämiä ennakkoluuloja. Tämä voi johtaa esimerkiksi syrjiviin päätöksiin, jos mallit perustavat ennusteensa virheelliseen tai puolueelliseen dataan. (Wach ym. 2023.) Tietosuojaongelmat ovat erityisen keskeisiä, kun mallit koulutetaan suurilla tietomassoilla. Tällöin vaarana on, että tietoja kerätään luvatta tai niitä käytetään väärin, mikä voi johtaa tietoturva- ja tietosuojaan liittyvien säädösten rikkomiseen (Krause 2023; Ooi ym. 2023). Tekoälyn lisääntyvä käyttöönotto voi johtaa työpaikkojen automatisointiin ja aiheuttaa työntekijöiden siirtymistä uusiin tehtäviin, mikä voi olla haasteellista erityisesti matalan taitotason töissä. Wach ym. (2023) toteaa, että tekoäly saattaa korvata jopa 45 % työpaikoista, ja erityisen haavoittuvaisia ovat toimialat, joissa suoritetaan rutiininomaisia tai helposti automatisoitavia tehtäviä.

Datan laatu, saatavuus ja hallinta ovat myös keskeisiä haasteita tekoälyn hyödyntämisessä toimitusketjun riskienhallinnassa. Tekoälymallit vaativat suuria määriä monimuotoista ja laadukasta dataa toimiakseen tehokkaasti. Toimitusketjuissa data voi olla hajanaista,

epäjohdonmukaista tai jopa puutteellista, mikä vaikuttaa suoraan mallien ennustustarkkuuteen ja päätöksenteon luotettavuuteen. (Feuerriegel ym. 2024; Kanti ym. 2022; Wamba 2024.) Lisäksi joidenkin toimitusketjujen osien, kuten alihankkijoiden tai toimitajien tietojen saatavuus saattaa olla rajoitettua tai tiedon kerääminen voi olla monimutkaista, mikä vaikeuttaa tekoälyn kattavaa hyödyntämistä. Laadukkaan ja ajantasaisen datan puute voi johtaa harhaanjohtaviin tuloksiin ja kasvattaa virheellisten päätösten riskiä. (Wach ym. 2023.) Kanti ym. (2022) korostaa, että tehokkaat big data management -järjestelmät ovat olennaisia tekoälyprojektien onnistumiselle toimitusketjuissa. Big data management -järjestelmä viittaa prosesseihin, työkaluihin ja teknologioihin, joita käytetään suurten, monimuotoisten ja nopeasti muuttuvien tietomäärien keräämiseen, tallentamiseen, käsittelyyn, analysointiin ja hallintaan. Sen tavoitteena on varmistaa, että data on laadukasta, ajantasaista ja helposti hyödynnettävissä organisaation päätöksenteossa. Ilman näitä järjestelmiä datan hallinta voi olla haastavaa, mikä estää tekoälyä tuottamasta luotettavia ja tarkkoja ennusteita toimitusketjun riskienhallintaan.

Yhteenvedona voidaan todeta, että generatiivisen tekoälyn käyttöönotto toimitusketjun riskienhallinnassa tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia, mutta se tuo mukanaan myös monia haasteita. Näihin haasteisiin kuuluvat muun muassa mallien läpinäkymättömyys, monimutkainen integraatio olemassa oleviin järjestelmiin, datan laatu ja saatavuus sekä henkilöstön mukautuminen uusiin teknologioihin. Haasteiden ratkaiseminen on keskeistä, jotta tekoälystä saatavat hyödyt voidaan maksimoida ja sen käyttö toimitusketjujen riskienhallinnassa voidaan toteuttaa vastuullisesti ja tehokkaasti.

4.3 Teoreettinen viitekehys GenAI:n mahdollisuuksille ja haasteille toimitusketjun riskienhallinnassa

Tutkimuksen analyysin lähtökohtana toimii kirjallisuuskatsauksen pohjalta muodostettu taulukko, joka esittää generatiivisen tekoälyn tarjoamia mahdollisuuksia ja haasteita toimitusketjun riskienhallinnassa (Taulukko 3). Kooste kirjallisuuden löydöksistä tarjoaa selkeät suuntaviivat haastatteluaineiston tarkastelulle ja auttaa jäsentämään tutkimuksen keskeisiä teemoja. Sen avulla voidaan esimerkiksi vertailla, vahvistaako, kumoaa vai täydentääkö haastatteluaineisto aiemmin kirjallisuudessa esitettyjä näkemyksiä generatiivisen tekoälyn mahdollisuuksista ja haasteista toimitusketjun riskienhallinnassa.

Taulukon esittämät mahdollisuudet ja haasteet toimivat tutkimuksen viitekehystenä ja ohjaavat analyysiä niille osa-alueille, joilla generatiivisen tekoälyn käyttö

toimitusketjujen riskienhallinnassa voi tuoda lisäarvoa tai kohdata esteitä. Kehyksestä on tarkoituksellisesti jätetty riskienhallintaprosessin vaiheet pois, sillä kirjallisuudessa generatiivisen tekoälyn vaikutuksia käsitellään yleisellä tasolla, eikä niitä useinkaan sidota tarkasti tiettyihin riskienhallintaprosessin vaiheisiin. Tämä tekee mahdollisuuksien ja haasteiden tarkasta sijoittamisesta haastavaa, sillä monet näistä ulottuvuuksista voivat liittyä useisiin prosessin osiin tai vaikuttaa laajasti toimitusketjun hallinnan eri osa-alueilla. Tulosten analysointivaiheessa pyritään kuitenkin tarkentamaan, miten erityisesti mahdollisuudet kytkeytyvät riskienhallintaprosessin eri vaiheisiin, jotta saadaan syvällisempi ymmärrys generatiivisen tekoälyn konkreettisesta potentiaalista. Tämä lähestymistapa varmistaa, että viitekehys säilyy selkeänä ja käyttökelpoisena tutkimuskysymyksiin vastaamisessa, mutta tukee samalla mahdollisuuksien ja haasteiden tarkempaa kontekstuaalisointia analyysivaiheessa.

Taulukko 3 - Yhteenveto GenAI:n mahdollisuuksista ja haasteista toimitusketjun riskienhallinnassa

Mahdollisuudet	Esimerkki	Lähteet
Ennakoiva riskien tunnistaminen ja analysointi suurista datamassoista	GenAI analysoi toimittajista kertyneen historiallisen datan (esim. toimitusnopeus, reklaamaatiot, laatuongelmat) ja tunnistaa ne toimittajat, jotka todennäköisesti aiheuttavat häiriötä toimitusketjussa	He ym. 2020; Kanti ym. 2022; Ooi ym. 2023; Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2023
Useiden riskiskenaarioiden simulointi ja varasuunnitelmien laatiminen riskien lieventämiseksi	GenAI luo erilaisia "mitä jos" -skenaarioita auttaakseen suunnittelemaan tehokkaita varautumistoimia	Ooi ym. 2023; Shekhar ym. 2023
Toimitusketjun riskien näkyvyyden lisääminen yhdistämällä erilaisia datalähteitä ja analyysimenetelmiä	GenAI yhdistää ja analysoi dataa eri toimitusketjun vaiheista (varastot, kuljetukset, tilaushistoria yms.) ja muodostaa kattavan näkymän mahdollisista riskeistä, kuten viivästyksistä, ylivarastoinnista tai pullonkaloista	Kanti ym. 2022; Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023
Toimitusketjun häiriöiden reaaliaikainen seuranta ja reagointi	GenAI analysoi reaaliaikaisia logistiikkatietoja, havaitsee viiveitä ja ehdottaa vaihtoehtoja reittiä toimituksen varmistamiseksi	He ym. 2020; Kanti ym. 2022; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2023
Räätälöidyt riskienhallintastrategiat organisaation tarpeisiin	Yritys laatii GenAI:n avulla yksilöllisen riskienhallintasuunnitelman, joka tunnistaa kriittiset riskialueet ja esittää mukautettuja toimintavaihtoehtoja, kuten varmuusvarastojen	Pan & Nishant 2023; Yan ym. 2023

	lisäämistä tai toimittajien hajuttamista	
Tarkat ja käyttökelpoiset oivallukset riskienhallintaprosessin tueksi	GenAI analysoi historiatietoja toimitusketjun viivästyksistä ja kertoo mitkä riskitekijät, kuten tietyt toimittajat tai kuljetusreitit, ovat toistuvasti aiheuttaneet ongelmia	Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2023
GenAI tuo tekoälyn kaikkien saataville	Mikroyritys hyödyntää helposti saatavilla olevaa ja edullista GenAI-työkalua nopeuttaakseen riskianalyyysien laatimista	Hendriksen 2023
Haasteet	Esimerkki	Lähteet
Datan sirpaleisuus, heikko saatavuus sekä laatuongelmat	Yrityksen toimitusketjun datassa on aukkoja, jotka vaikeuttavat luotettavien ennusteiden tekemistä	Feuerriegel ym. 2024; Kanti ym. 2022; Wach ym. 2023; Wamba ym. 2024
Monimutkaisten datalähteiden integrointi ja validointi	Toimitusketjun tiedot on hajautettu useisiin järjestelmiin, mikä vaikeuttaa niiden yhteensovittamista	Chatterjee ym. 2021; Shekhar ym. 2023
Kyberturvallisuuden ja tietoturvariskien varmistaminen	GenAI-järjestelmän hakkerointi johtaa toimitusketjun kriittisen tiedon vuotamiseen kilpailijalle	Alvarez & Marsal 2023; Deng & Lin 2023; Krause 2023; Ooi ym. 2023; Richey Jr. ym. 2023; Yan ym. 2023
Mallien läpinäkymättömyys ja hallusinaatioiden riski	GenAI raportoi mahdollisesta toimittajariskistä ja suosittelee yhteistyön lopettamista, mutta järjestelmä ei pysty selittämään mihin dataan tai logiikkaan sen arvio perustuu	Nah ym. 2023; Ooi ym. 2023; Wach ym. 2023; Yan ym. 2023
Henkilöstön osaamisen puute tekoälymallien käytössä ja uudelleenkoulutuksen tarve	Riskienhallintatiimi ei osaa laatia tarpeeksi laadukkaita ohjeistuksia tekoälymallille, mikä johtaa epätarkkoihin analyyseihin ja päätöksentekoa heikentäviin tuloksiin	Kanti ym. 2022; Shekhar ym. 2023; Wamba 2023
Työpaikkojen mahdollinen väheneminen automaation myötä	GenAI:n käyttöönotto varastohallinnassa vähentää manuaalisten tehtävien tarvetta, mikä johtaa osan työntekijöiden siirtymisen muihin tehtäviin tai irtisanomisiin	Alvarez & Marsal 2023; Wach ym. 2023
Työvoiman sopeutuminen ja vastarinta teknologian käyttöönottoon	Yrityksen työntekijät kokevat epävarmuutta GenAI-järjestelmän käyttöönotosta, koska he eivät ymmärrä sen toimintaa ja pelkäävät, että heidän asiantuntemuksensa käy tarpeettomaksi	Alvarez & Marsal 2023; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2024; Richey Jr. ym. 2023
Oikeudelliset ja eettiset kysymykset, kuten tietosuoja ja algoritmien vinoumat	Algoritmin vinouma johtaa vääristyneisiin riskiarvioihin ja sitä kautta eettisesti kyseenalaisiin toimittajavalintoihin	Nah ym. 2023; Ooi ym. 2023; Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023; Wach

		ym. 2023; Wamba ym. 2023; Yan ym. 2023
GenAI:n skaalautuvuuden ja soveltuvuuden haasteet globaalissa toimitusketjussa	Monikansallinen yritys kohtaa haasteita GenAI-järjestelmän implementoinnissa, koska eri alueiden datastandardit ja kielivaatimukset vaikeuttavat järjestelmän yhtenäistä käyttöä globaalisti	Shekhar ym. 2023

Kun tutkimuksen tulokset on analysoitu, voidaan tehdä vertailua kirjallisuuskatsauksen teoreettisten havaintojen ja käytännön kokemusten välillä. Tutkimus pyrkii selvittämään, miten kirjallisuudessa tunnistetut generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet ja haasteet ilmenevät käytännön liiketoiminnassa. Kirjallisuuskatsauksen teemat tarjoavat vahvan perustan analyysille, mahdollistaen syvällisen reflektion teoreettisten löydösten ja käytännön kokemusten välillä. Haastatteluaineisto avaa näkymän siihen, miten yritykset hyödyntävät GenAI-teknologioita käytännössä, millaisia esteitä ne kohtaavat ja mitkä tekijät edesauttavat teknologian tehokasta käyttöönottoa. Tarkastelu ei rajoitu pelkästään mahdollisuuksien ja haasteiden vertaamiseen, vaan tuottaa uutta tietoa GenAI:n roolista toimitusketjun riskienhallintaprosessin vaiheissa.

5 Tutkimusprosessi

5.1 Tutkimuksen menetelmän valinta

Tämä tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena, sillä sen avulla voidaan tutkia syvällisesti ja monipuolisesti generatiivisen tekoälyn mahdollisuuksia ja haasteita toimitusketjun riskienhallinnan kontekstissa. Laadullinen tutkimus on sopiva lähestymistapa uudemmille ja vähemmän tutkituille teemoille, sillä se keskittyy ilmiöiden monimutkaisuuden ja toimintaympäristön ymmärtämiseen. (Hilal & Alabri 2013; Saldana 2011.) Laadullinen tutkimus mahdollistaa ilmiön tutkimisen sen luonnollisessa kontekstissa ja ottaa huomioon haastateltavien henkilöiden kokemukset ja näkemykset (Jamshed 2014).

Tutkimuksen aineisto koostuu puolistrukturoiduista haastatteluista. Puolistrukturoitu haastattelumenetelmä on valittu, koska se yhdistää ennalta määriteltyjen kysymysten systemaattisuuden ja avoimen keskustelun joustavuuden, mikä mahdollistaa sekä haastattelurungon noudattamisen että syvempien ja odottamattomien näkökulmien esiin nousemisen haastateltavien vastausten perusteella (Jamshed 2014). Tällä tavalla voidaan varmistaa, että kaikki keskeiset tutkimuskysymykset käsitellään, mutta samalla on mahdollista tarkentaa ja syventää tiettyjä teemoja haastateltavien vastausten perusteella. Tämä on oleellista tutkittaessa uutta teknologiaa, kuten tässä tapauksessa generatiivista tekoälyä, jonka käyttökokemukset voivat vaihdella organisaatiokohtaisesti.

Aineiston analysointiin on valittu temaattinen analyysi, joka on laajalti käytetty menetelmä laadullisessa tutkimuksessa. Temaattinen analyysi sopii erityisen hyvin tilanteisiin, joissa aineisto on monimuotoista ja käsittelee useita eri näkökulmia. Tämä menetelmä auttaa tunnistamaan ja jäsentämään haastatteluaineistosta esiin nousevia teemoja, yhtäläisyyksiä ja eroja, mikä tukee ilmiön kokonaisvaltaista ymmärtämistä. (Braun & Clarke 2006; Vaismoradi 2013.) Temaattinen analyysi tarjoaa joustavan lähestymistavan, joka soveltuu erityisesti tutkimuksiin, joissa käsitellään monimutkaisia tai vielä kehittymässä olevia ilmiöitä. (Hilal & Alabri 2013).

5.2 Aineiston kerääminen

Tutkimuksen aineisto kerättiin haastatteleamalla valikoituja asiantuntijoita, joilla oli joko suoraa kokemusta riskienhallinnasta, tekoälyn käytöstä tai molempien yhdistelmästä. Haastateltavien valinnassa käytettiin harkinnanvaraista otantaa, jonka tavoitteena oli

tunnistaa henkilöitä, joiden osaaminen ja kokemus olisivat erityisen hyödyllisiä tutkimusaiheen kannalta. Valintaprosessin tavoitteena oli varmistaa, että tutkimuksen aineisto sisältäisi mahdollisimman monipuoliset ja relevantit näkemykset generatiivisen tekoälyn hyödyistä ja haasteista toimitusketjujen riskienhallinnassa.

Haastateltaviksi valikoitui henkilöitä eri toimialoilta, joilla oli laaja-alainen ja pitkä kokemus organisaatioiden toimintojen kehittamisestä sekä monilla myös teknologian, erityisesti tekoälyn, hyödyntämisestä eri liiketoimintaprosesseissa. Lisäksi osa haastateltavista oli ollut mukana uusien teknologioiden, kuten tekoälyn ja data-analytiikan, implementoinnissa organisaatioidensa toimintaan, mikä teki heistä erityisen sopivia keskustelukumppaneita tutkimuksen fokuksen kannalta. Haastateltavat edustivat yrityksiä, joiden koko vaihteli kansainvälisistä suuryrityksistä pienempiin toimijoihin. Erilaisten toimialojen ja yrityskokojen edustus haastatteluissa tukee aineiston monipuolisuutta ja auttaa tuomaan esiin generatiivisen tekoälyn soveltamisen mahdollisuuksia ja haasteita erilaisissa konteksteissa.

Aineistonkeruun menetelmänä käytettiin puolistrukturoituja yksilöhaastatteluja, joissa käsiteltiin tutkimuksen kannalta keskeisiä teemoja, kuten tekoälyn mahdollisuuksia riskienhallinnan tehostamisessa, käyttöönoton haasteita sekä tekoälyn käytön tuomia eettisiä ja käytännön kysymyksiä. Tämä lähestymistapa mahdollisti sen, että haastateltavat pystyivät vastaamaan syvällisesti ennalta asetettuihin kysymyksiin ja tuomaan samalla esille myös omia kokemuksiaan ja näkemyksiään. Haastattelurunko on kokonaisuudessaan esitetty työn liitteissä tutkielman lopussa. Taulukossa 4 on esitetty yhteenveto haastatteluista ja niihin liittyvistä tiedoista. Haastateltavien anonymiteetin säilyttämiseksi heidät on nimetty tunnuksella "H", jossa H viittaa haastateltavaan ja perässä oleva numero edustaa haastattelujärjestystä.

Taulukko 4 - Tiedot haastatteluista

Haastateltava	Titteli	Toimiala	Haastattelu-päivä	Haastattelun kesto
H1	CEO	Insinööritoimisto, suunnittelutoimisto	16.10.2024	1h 15min
H2	CEO	Rakennuttajapalvelu, Tekninen konsultointi	21.10.2024	45min
H3	CEO	IT-konsultointi, IT-palvelut	22.10.2024	40min
H4	Senior Solution Sales Executive	Ohjelmistoteollisuus	23.10.2024	32min

H5	Senior Sales Specialist	Ohjelmistoteollisuus, tietotekniikka	28.10.2024	32min
H6	CEO	Liikkeenjohdon konsultointi	13.11.2024	35min

Haastatteluita toteutettiin yhteensä kuusi: näistä neljä suoritettiin Zoom-alustan ja kaksi puhelimen välityksellä. Haastattelut tallennettiin analyysin tarkkuuden varmistamiseksi, jotta kaikki merkitykselliset näkökulmat ja yksityiskohdat tulisivat huomioiduiksi.

Haastattelujen kesto vaihteli noin 30 minuutista yli tuntiin, riippuen keskustelun syvyydestä ja haastateltavan aikataulusta. Haastattelut aloitettiin lyhyellä johdatuksella tutkimuksen aiheeseen ja luomalla avoin ilmapiiri, joka kannusti haastateltavia jakamaan kokemuksiaan ja näkemyksiään vapaasti.

Alla on lyhyesti esitelty vielä haastateltavat, heidän taustansa ja asiantuntemuksensa:

- **H1:** Haastateltava on diplomi-insinööri ja kokenut riskienhallinnan ja luotettavuustekniikan asiantuntija, jonka ura alkoi tutkimustehtävissä sähkö- ja automaatiotekniikan alalla. Hän työskenteli usean vuoden ajan tutkimusympäristössä, jossa keskityttiin teknisten järjestelmien luotettavuuteen ja riskienhallintaan. Sittemmin hän on johtanut yli 30 vuotta omaa konsulttiyritystään, joka tarjoaa asiantuntijapalveluita riskianalyysin, luotettavuustekniikan ja sertifiointivaatimusten täyttämisen alueilla. Hänen erityisosaamisensa kattaa muun muassa turvallisuusanalyysit, teknisten järjestelmien riskienhallinnan sekä korkean luotettavuuden tuotteiden laadunvarmistuksen. Hänellä on laaja kokemus useilta teollisuudenaloilta, kuten energia-, kuljetus- ja ilmailuteollisuudesta.
- **H2:** Haastateltava on rakennusinsinööri ja tuotantotalouden diplomi-insinööri, jolla on laaja kokemus rakennusalan, ydinenergia-alan ja projektinhallinnan tehtävistä. Hän on johtanut suuria projekteja, kuten ydinvoimalaitos- ja loppusijoitusprojekteja, joissa riskienhallinta ja epävarmuuksien hallinta olivat keskeisessä roolissa. Lisäksi hän on toiminut Suomen riskienhallintayhdistyksen hallituksessa, edistäen alan kehitystä valtakunnallisesti. Tällä hetkellä hän toimii konsulttina projektinhallinnan ja kehittämistehtävien parissa.
- **H3:** Haastateltava on kauppatieteiden tohtori, joka on yhdistänyt akateemisen uran ja liike-elämän kokemukset poikkeuksellisen monipuolisella urapolullaan.

Hän on toiminut tutkijana ja professorina sekä johtotehtävissä kansainvälisissä yrityksissä. Hänen erityisosaamistaan ovat toimitusketjun hallinta, lean-menetelmät, prosessien kehittäminen ja riskienhallinta. Viimeiset vuodet hän on toiminut yrittäjänä, tarjoten prosessien kehittämiseen ja automatisointiin liittyviä palveluita eri toimialoille.

- **H4:** Haastateltava on kokenut muutosjohtaja ja digitaalisten toimitusketjuratkaisujen asiantuntija, jolla on yli 20 vuoden kokemus globaalien toimitusketjujen kehittamisestä ja liiketoiminnan digitalisoinnista. Hän on työskennellyt johtotehtävissä eri organisaatioissa, vastaten toimitusketjun suunnittelusta, valmistuksesta, logistiikasta ja laitteiden elinkaaren hallinnasta. Hänen osaamisensa kattaa strategiset ja operatiiviset prosessit sekä kestäväen kehityksen integroinnin toimitusketjun ratkaisuihin.
- **H5:** Haastateltava on kokenut data-analytiikan ja tekoälyn asiantuntija, jolla on yli 10 vuoden kokemus alalta ja osallistunut yli 60 projektiin eri toimialoilla. Hän on erikoistunut datalähtöisten strategioiden kehittämiseen, tekoälypohjaisten tuotteiden ja palveluiden luomiseen sekä organisaatioiden tukemiseen pilvipalvelujen ja tekoälyratkaisujen hyödyntämisessä. Lisäksi hän on perustanut omia yrityksiä, jotka keskittyvät dataan ja tekoölyyn, ja toimii nykyisin neuvonantajana tekoälyn ja datan hyödyntämisessä liiketoiminnassa.
- **H6:** Haastateltava on kokenut asiantuntija, jolla on yli 20 vuoden kansainvälinen kokemus rauhanvälityksestä, kriisinhallinnasta ja riskienhallinnasta. Hän on työskennellyt vaativissa globaalien tason hankkeissa, kehittänyt kansallisesti merkittäviä konfliktinratkaisu- ja riskienhallintaprosesseja sekä rakentanut yhteisymmärrystä eri sidosryhmien välillä. Lisäksi hän on luennoinut yliopistossa ja ollut mukana perustamassa yritystä, joka kehittää tekoälyä hyödyntävää alustaa yhteistyöhön perustuvaan riskienhallintaan ja strategiaprosesseihin, erityisesti monimutkaisissa sidosryhmäympäristöissä.

5.3 Tutkimusaineiston analysointi

Laadullinen aineiston analyysi on prosessi, jossa pyritään tuomaan järjestystä ja rakennetta sekä antamaan merkitystä kerätyn aineiston kokonaisuudelle. Aineiston analysointi on keskeinen osa laadullista tutkimusta, sillä sen avulla kerätty tieto järjestetään ja tulkitaan systemaattisesti, jotta tutkittavasta ilmiöstä voidaan muodostaa syvälinen ymmärrys. Analyysin tavoitteena on tunnistaa aineistosta esiin nousevat teemat ja niiden väliset yhteydet sekä lisätä ymmärrystä tutkittavasta ilmiöstä. Sen sijaan, että analyysi perustuisi tiukasti ennalta määrättyihin menetelmiin, tutkijalta edellytetään joustavuutta, valppautta ja aktiivista vuorovaikutusta aineiston kanssa. (Corbin & Strauss 2008; Hilal & Alabri 2013.)

Tutkimuksen analyysi alkoi haastattelujen nauhoittamisella ja litteroinnilla tekstimuotoon, mikä mahdollisti aineiston systemaattisen tarkastelun. Litterointi on laadullisen tutkimuksen keskeinen vaihe, jossa äänitetty tai videotallennettu aineisto muunnetaan tekstimuotoon jatkoanalyysiä varten (Bailey 2008). Tämä vaihe toimi pohjana myöhemmälle analyysille, jossa aineisto käytiin huolellisesti läpi ja alustavat havainnot tunnistettiin. Tekstimuotoinen aineisto teemoiteltiin aihekohtaisesti, ja teemat rakentuivat vastausten perusteella. Tämä lähestymistapa heijastaa laadullisen analyysin pyrkimystä järjestää suuria määriä aineistoa järjestelmällisesti ja tunnistaa merkityksellisiä teemoja, jotka ovat tutkimuksen kannalta hyödyllisiä (Vaughn & Huber 2016).

Empiirisen aineiston analysoinnin viimeisessä vaiheessa teemoittelua syvennettiin etsimään yhteyksiä aineiston osien välillä. Tämä vaihe sisälsi tapausten välisen analyysin, jossa eri haastateltavien vastauksia verrattiin toisiinsa. Tavoitteena oli tunnistaa samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia haastateltavien näkökulmissa sekä löytää laajempia havaintokokonaisuuksia, jotka kuvaavat generatiivisen tekoälyn mahdollisuuksia ja haasteita toimitusketjujen riskienhallinnassa.

Seuraavassa luvussa 6, tutkimuksen tulokset -osiossa, esitellään haastatteluissa esiin nousseita keskeisiä havaintoja ja vastauksia. Lisäksi luvussa käydään keskustelua haastatteluaineistojen välisten yhtäläisyyksien ja eroavaisuuksien pohjalta. Teemaan sopivia haastattelukatkelmia sisällytettiin lainauksina, jotta haastateltavien ääni pääsisi selkeästi kuuluviin. Lopuksi analyysin löydökset suhteutettiin tutkimuksen teoreettiseen viitekehukseen luvussa 7, johtopäätökset ja keskustelu -osiossa, jossa pyrittiin yhdistämään empiirisen aineiston ja teoreettisten lähtökohtien muodostama kokonaisuus, joka vastaa

kattavasti tutkimuskysymyksiin. Analyysi tarjosi mahdollisuuden reflektoida aineistosta nousseita havaintoja suhteessa aiempaan kirjallisuuteen ja tuoda esiin uusia näkökulmia generatiivisen tekoälyn hyödyntämiseen toimitusketjujen riskienhallinnassa.

6 Tulokset

6.1 Riskienhallinnan merkitys ja käytännön toteutus organisaatioissa

Haastattelujen alkuosassa keskityttiin riskienhallintaan liittyviin kysymyksiin. Tarkoituksena oli selvittää haastateltavien näkemyksiä ja kokemuksia riskienhallinnasta ja saada käsitys siitä, miten riskienhallintaa organisaatioissa toteutetaan. Lisäksi haastateltavilta kysyttiin tunnistavatko he riskienhallintaprosessin vaiheet – riskien tunnistamisen, arvioinnin, käsittelyn ja seurannan – käytännön liiketoimintaympäristössä vai poikkeako riskienhallinnan toteutus heidän kokemuksensa mukaan tästä mallista.

Globaalien toimitusketjujen aikakaudella riskienhallinnasta on tullut kriittinen osa yritysten strategista johtamista. Riskienhallinta on toimitusketjun hallinnan kulmakivi, jonka avulla yritykset varmistavat liiketoiminnan jatkuvuuden ja kestävyuden erilaisten häiriötekijöiden keskellä. Haastatteluaineiston perusteella haastateltavien yleinen käsitys puoltaa riskienhallinnan kriittistä roolia organisaatioiden toiminnassa ja toimitusketjujen hallinnassa. Riskienhallinta nähdään proaktiivisena ja jatkuvana prosessina, joka on olennainen osa strategista päätöksentekoa ja päivittäisiä operatiivisia toimintoja. Erityisesti haastateltava H2 painotti, että riskienhallinnan tulisi olla erottamaton osa organisaation prosesseja eikä erillinen toiminto. Tämä tarkoittaa sitä, että riskienhallinta on jokaisen työntekijän vastuulla ja että riskit huomioidaan kaikilla organisaation tasoilla. H2, jolla on kokemusta riskienhallintapäällikön tehtävistä, korosti lisäksi, että vaikka joku henkilö olisi päävastuullinen organisaation tai hankkeen riskienhallinnasta, tämä ei tarkoita, että kyseinen henkilö kantaisi kaikki riskit yksin tai suorittaisi kaikki niihin liittyvät tehtävät itse.

"Riskienhallintaa pitäisi parhaimmillaan olla riippumatta yrityksen, projektin tai hankkeen koosta tai organisaatioiden suuruudesta. Riskienhallinta ei pitäisi olla mitään erillistoimintaa, vaan riskienhallinta pitäisi olla integroituna siihen kaikkien mitä tehdään." (H2, CEO)

H2 nosti keskeiseen rooliin kolmen puolustuslinjan periaatteen (engl. The Three Lines of Defence, lyh. 3LoD), jossa riskienhallinta on integroitu yrityksen kaikkiin toimintoihin. Periaate korostaa riskienhallinnan integrointia operatiiviseen toimintaan, tukitoimintoihin ja ylimmän johdon valvontaan, mikä varmistaa riskien systemaattisen hallinnan koko organisaatiossa.

"Kolmen puolustuslinjan periaate tarkoittaa, että operatiivisella tasolla vastuuhenkilöt ja heidän alaisensa huolehtivat omien toimintojensa riskeistä alusta loppuun. Toisella tasolla riskienhallintapäälliköt ja organisaation keskeiset vastuuhenkilöt varmistavat, että riskienhallintaprosessit on organisoitu, resursoitu, suunniteltu ja toimeenpantu asianmukaisesti. Kolmannella tasolla yrityksen omistajat tai sidosryhmät vastaavat siitä, että riskienhallinta on huomioitu yrityksen toiminnassa ja antavat tarvittavat valtuudet ja resurssit sen toteuttamiseksi. Tämä on yksi tapa hahmottaa riskienhallintaa kokonaisuutena." (H2, CEO)

Haastateltava H1, jolla on pitkä kokemus riskienhallinnan asiantuntijana, korostaa riskienhallinnan laaja-alaisuutta. Riskienhallinta kattaa monenlaisia järjestelmiä ja tuotteita, vaihdellen suurista teollisuuslaitoksista, kuten kemiantehtaista ja voimalaitoksista, pienempiin yksittäisiin instrumentteihin, kuten lääketieteellisiin laitteisiin, joiden toimintahäiriöt voivat johtaa vakaviin seurauksiin. Toimitusketjun riskienhallinnassa on erityisen tärkeää tarkastella huolellisesti kaikkia prosessin osa-alueita, jotta lopputuotteen luotettavuus voidaan varmistaa. Monimutkaiset toimitusketjut, joissa päämiehen lisäksi toimii useita alihankkijoita, edellyttävät erityistä huomiota. Alihankkijoiden tuottaman materiaalin laadun heikkeneminen voi heijastua suoraan koko järjestelmän toimivuuteen ja luotettavuuteen.

"Jos on joku toimitusketju, niin toki täytyy huolehtia siitä, että kaikki toimitusketjun osaset käydään läpi riskien kannalta, ettei se riski kulkeudu siihen lopputuotteeseen. Se on se pääajatus. [...] Voit kuvitella, että kemian tehtaat ja voimalaitokset ovat aika isoja systeemeitä ja niissä on paljon erilaista tekniikkaa, erilaisia riskejä ja vaaroja." (H1, CEO)

Valmistusprosessit, erityisesti korkeateknologisten tuotteiden kohdalla, sisältävät riskejä, jotka voivat toteutua huolimatta huolellisesta suunnittelusta ja tarkastuksista. Pienetkin valmistusvirheet voivat heikentää tuotteen laatua ja luotettavuutta, mikä korostaa valvonnan ja kattavan riskianalyysin merkitystä koko toimitusketjussa. Jokaisella järjestelmällä on oma ominaisluotettavuutensa, mutta se voidaan vaarantaa, jos toimitusketjun valvonta epäonnistuu tai sen turvallisuutta ei analysoida riittävästi. H1 huomauttaa lisäksi, että riskien vaikutukset voivat vaihdella merkittävästi: osa riskeistä johtaa vakaviin seurauksiin, kun taas osa ei aiheuta juurikaan vaikutuksia.

Haastateltava H2 nostaa riskienhallinnan termin rinnalle keskeiseen rooliin jatkuvuuden hallinnan (engl. Business Continuity Management, lyh. BCM), jolla viitataan organisaation kykyyn jatkaa tuotteiden tai palveluiden toimittamista ennalta määritetyillä hyväksyttävillä tasoilla häiriötilanteen jälkeen.

”Mä näen, että riskienhallinnan isomman sateenvarjon alla on myös jatkuvuuden hallinta. Mutta se saa ehkä vähän liian vähän huomiota yleensäkin. Riskienhallinnassa kyllä monille vakavimmille riskeille tehdään fallback-planit eli toipumissuunnitelmia, mutta varsinainen yritystoiminnan kattava jatkuvuuden suunnittelu saattaa jäädä vähälle.” (H2, CEO)

Jatkuvuuden hallinnan ja riskienhallinnan integrointi organisaation toimintaan on keskeistä, jotta mahdolliset epävarmuudet voidaan tunnistaa ja hallita tehokkaasti. Parhaimmillaan riskienhallinta toimii osana päivittäistä toimintaa, jolloin mahdolliset riskit pyritään eliminoimaan jo ennakkoon.

”Kun toiminta menee suunnitellusti, niin silloinhan riskit ovat hallinnassa. Ja parhaimmillaan, kun se on integroituna toimintaan, niin siellä on jo alusta alkaen huomioitu epävarmuudet, on pyritty eliminoimaan niitä, tekemään asiat niin, että riskit eivät pääse toteutumaan. Sillä tavalla se näyttäytyy niin, että ikäviä, ei toivottuja tapahtumia ei tapahdu.” (H2, CEO)

6.1.1 Riskienhallintaprosessin vaiheet ja niiden toteutuminen

Haastattelut osoittivat myös, että riskienhallintaprosessin vaiheet pääosin tunnistetaan ja niitä sovelletaan organisaatioissa, joskin käytännön toteutus voi vaihdella. Haastateltava H2 toteaa, että riskienhallintaprosessin perusvaiheet ovat hahmotettavissa ja muodostavat perustan tehokkaalle riskienhallinnalle.

”Kyllä mä uskon, että se on tavallaan, jos puhutaan prosesseista, se nelivaiheinen prosessi, se riskien tunnistaminen, arviointi yms., niin kyllä se pyritään pitämään selkeästi hahmotettuna.” (H2, CEO)

Organisaatiot noudattavat riskienhallinnassaan usein ISO 31000 -standardia, joka sisältää ohjeita ja periaatteita, jotka tarjoavat johdonmukaisen ja rakenteellisen lähestymistavan riskienhallinnan tueksi. H6 korostaa erityisesti sidosryhmien sitouttamisen merkitystä osana riskienhallintaprosessia, sillä se paitsi parantaa saatavilla olevan informaation

laatua, myös lisää sidosryhmien osallistumista ja sitoutumista riskienhallinnan onnistumiseen.

"Juu, on tunnistettavissa ja noin ne vaiheet menee. Ne ovat standardien mukaisia, ISO 31000. Kansainväliset standardit määrittävät ton prosessin aika pitkälti. Sen mukaan mennään ihan täysin. [...] Sitten katsotaan, mikä rooli on organisaation sisäisillä ja ulkoisilla – mutta usein erityisesti sisäisillä – sidosryhmillä riskien tunnistamisessa, arvioinnissa, analyysissa, toimintasuunnitelman tekemisessä ja seurannassa. Keskeistä on tunnistaa ne tärkeimmät sidosryhmät, koska A. niiden avulla saadaan parempaa informaatiota ja B. ne voidaan sitouttaa tehokkaasti riskienhallintaprosessiin." (H6, CEO)

H1 tukee tätä ajatusta korostamalla, että etenkin kattavien riskianalyyysien saavuttamiseksi on tärkeää osallistaa huippuasiantuntijat, kuten yrityksen suunnittelijat, yrityksen johto ja muut vastuuhenkilöt. Hän korostaa, että sidosryhmät usein jo omaksuvat tarvittavan tiedon, mutta sen esiin kaivaminen ja pukeminen riskienhallinnan muotoon on olennaista prosessin onnistumisessa. Yhteistyö sidosryhmien välillä mahdollistaa kattavamman ja realistisemmän arvion riskeistä sekä auttaa kehittämään toimenpiteitä niiden hallitsemiseksi.

Varsinaisessa riskienhallintaprosessissa etenkin riskien tunnistaminen nähtiin haastattelvien keskuudessa kriittisenä lähtökohtana. H1 korostaa systemaattisen tunnistamisen merkitystä ja painottaa, että se on tehokkaan riskienhallinnan perusedellytys. Kaikki ehdotetut riskit tulee kirjata ylös ilman ennakkokarsintaa, minkä jälkeen lista käydään huolellisesti läpi tunnistuen päällekkäisyydet ja yhdistäen samankaltaiset riskit. Lopuksi lista tiivistetään ja selkeytetään, jotta se on helpompi analysoida ja hyödyntää päätöksenteossa. Hän kuitenkin huomauttaa, että kaikkien riskien täydellinen tunnistaminen on äärimmäisen vaikeaa, jopa mahdotonta, mutta tavoitteena tulisi silti aina olla mahdollisimman suuri kattavuus. Ilman huolellista tunnistustyötä organisaatio altistuu odottamattomille riskeille, jotka voivat toteutua hallitsemattomasti.

"Riskien tunnistaminen on kaikkein tärkeintä. Jos se tehdään hutiloiden, vaikka kuinka analysoisit niitä riskejä, jotka olet tunnistanut, tuudittaudut uskomaan: 'Mehän teimme tämän, hyvinhän me klaarasimme tämän, kun tuli tämä vaatimus, ja nyt olemme itse tehneet tämän, saimme jopa raportinkin valmiiksi.' Jos tätä tunnistustyötä ei ole tehty kunnolla ja asianmukaisesti, jää suuri joukko riskejä

tunnistamatta, ja ne elävät omaa elämäänsä. Jotkut niistä voivat toteutua ja jotkut eivät koskaan toteudu, mutta se on kuitenkin aika vaarallista hommaa.” (H1, CEO)

Riskien tunnistamisen jälkeen tunnistetut riskit analysoidaan ja arvioidaan niiden todennäköisyys ja mahdolliset vaikutukset. Arvioinnin pohjalta riskit priorisoidaan sen mukaan, kuinka merkittäviä ne ovat organisaation toiminnan kannalta. Tämän jälkeen siirytään riskien käsittelyyn, mikä sisältää toimenpiteiden suunnittelun ja toteuttamisen riskien hallitsemiseksi tai niiden vaikutusten minimoimiseksi. Haastateltavat vahvistivat, että riskien arviointi ja käsittely ovat olennaisia osia riskienhallintaprosessia, vaikka heidän lähestymistapansa näihin vaiheisiin vaihtelivat. H1 kuvaili perinteistä riskien arviointimenetelmää, jossa riskin suuruutta arvioidaan sekä todennäköisyyden että seurausten perusteella:

"Jossain vaiheessa, kun riski on kuvattu – mistä se johtuu ja mitä siitä seuraa – arvioidaan riskin suuruutta: kuinka usein se mahdollisesti esiintyy ja mitä seurauksia siitä voi olla. Sitten päästään siihen, mitä niille pitäisi oikeastaan tehdä. Joillekin riskeille ei tarvitse tehdä mitään, jos ne ovat pieniä. Mutta jos riskiluku ylittää tietyn rajan, täytyy jotain tehdä." (H1, CEO)

H1 painottaa, että riskien arviointi on keskeinen osa päätöksentekoa, sillä sen avulla voidaan määrittää tarpeelliset toimenpiteet ja resurssien kohdentaminen. Myös H2 korostaa, että todennäköisyyksien ja vaikutusten pisteyttäminen riskien arvioinnissa helpottaa riskien priorisointia ja tukee niiden käsittelyn suunnittelua.

"Kun riskejä yleensä arvioidaan tai analysoidaan, todennäköisyydet ja vaikutukset ovat ne, jotka pyritään pisteyttämään tai arvottamaan jollain tavalla. Sitten, kun varsinaista työtä tehdään – kun kaikkea ei voida tehdä – on kolme tapaa toimia: halutaan eliminoida, pienentää tai siirtää riskejä jollekin muulle. [...] Neljäs tapa olisi vielä riskin hyväksyminen, mutta se hyväksyntä tehdään siihen kohtaan, kun asiaan ei voida vaikuttaa tai se on niin vähäinen tai vähäpätöinen, että ei ole tarvetta tehdä mitään." (H2, CEO)

Haastateltava H3 esitti oman näkemyksensä riskienhallintaprosessista ja kyseenalaisti perinteiset todennäköisyyksiin perustuvat arviointimenetelmät. Hän korosti käytännönläheistä lähestymistapaa, jossa painopiste on ennalta suunnitelluissa toimenpiteissä riskien hallitsemiseksi, riippumatta niiden aiheuttajista. Tämä lähestymistapa vähentää tarvetta

keskittyä epätodennäköisten mutta vaikutuksiltaan suurten riskien todennäköisyyksien arviointiin ja mahdollistaa resurssien tehokkaan kohdentamisen suoraan riskien vaikutusten vähentämiseen.

"Mun oma filosofia on se, että mä en usko tämmöisen todennäköisyyden käsitteen tarkasteluun riskienhallinnan prosessissa ollenkaan. Perus riskienhallintamallitahan perustuvat siihen, että tarkastellaan tätä tai pyydetään ihmisiä miettimään todennäköisyyksiä, että millä todennäköisyydellä joku tapahtuu. Se ei ole mun mielestä toimiva, koska sitten kun riski realisoituu, niin siitä ei ole mitään apua, että oliko se korkein vai alhaisin riski. Tärkeämpää on miettiä valmiita riskin mitigointi toimia." (H3, CEO)

Haastateltavat korostivat jatkuvan seurannan merkitystä riskienhallinnan tehokkuudelle ja organisaation resilienssille. H2 käytti termiä jatkuvuudenhallinta osittain riskien seurantaan liittyen. H3 painotti, että riskienhallinta on iteratiivinen prosessi, jossa seuranta auttaa havaitsemaan mahdolliset tapahtumat ajoissa.

"Sitten on tämä tavallaan se jatkuva seuranta, että sä tunnistat, mikä on tapahtuma, incident, joka voi realisoida jonkun riskin." (H3, CEO)

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että organisaatio seuraa jatkuvasti toimintaympäristöään ja prosessejaan havaitakseen varhaisessa vaiheessa tapahtumat, jotka voivat aktivoida tunnistetun riskin. Riskien seurannan avulla organisaatiot voivat reagoida nopeasti muutuviin tilanteisiin ja päivittää riskienhallintastrategioitaan vastaavasti. Seuranta mahdollistaa myös riskienhallintatoimenpiteiden tehokkuuden arvioinnin ja tarvittavien korjaavien toimenpiteiden toteuttamisen.

6.2 Generatiivisen tekoälyn käytön nykytila toimitusketjuissa

Generatiivinen tekoäly tekee hiljalleen tuloaan organisaatioihin ja toimitusketjujen hallintaan, mutta sen käyttö on vielä varhaisessa vaiheessa. Perinteisesti tekoälyn sovellukset toimitusketjuissa ovat painottuneet koneoppimiseen ja tilastollisiin malleihin, joita on hyödynnetty esimerkiksi ennusteissa, prosessien optimoinnissa ja petosten havaitsemisessa. Haastateltavat H4 ja H5 huomauttivat, että tekoäly on tähän asti ollut toimitusketjuissa vahvasti sidoksissa näihin perinteisiin lähestymistapoihin, mutta generatiivisen tekoälyn käyttö on vasta lisääntymässä. H4 huomautti, että generatiivinen tekoäly vaikuttaa lupaavalta, mutta sen laajamittainen

käyttö toimitusketjujen hallinnassa on vielä kehittymässä ja odottaa varsinaista läpimurtoaan.

”Toimitusketjut tulevat aina vähän perässä kaikkia muita aloja. Se on jännä, koska jos puhutaan perinteisen ML:n osalta ja katsotaan esimerkiksi McKinseyn vuoden 2023 raporttia, SCM oli yksi suurimmista koneoppimisen hyötyjistä. Kun menttiin tähän GenAI-puoleen, niin SCM tippui vähän niin kuin kokonaan kentältä ja kaikki keskittyy ihan johonkin muuhun. Toimitusketjun hallinnan hyvä puoli on kuitenkin se, että se on niin numeerista ja siinä on niin monta hyvää kohtaa optimoida. Perinteinen ML sujahtaa siihen hyvin ja vaikutukset voivat olla valtavia; jos pystyt leikkaamaan 10–20 prosenttia mistä tahansa prosessin vaiheesta, se tuo merkittävän vaikutuksen.” (H5, Senior Sales Specialist)

H5 mukaan generatiivista tekoälyä voitaisiin hyödyntää erityisesti toimitusketjujen alkuvaiheissa, kuten hankintaprosesseissa (procurement). Lisäksi GenAI voisi tuoda lisäarvoa skenaariosuunnittelussa ja monimutkaisten prosessien hallinnassa, mikä helpottaisi päätöksentekoa ja strategista suunnittelua. Valmistavassa teollisuudessa generatiivinen tekoäly voisi tuoda lisää älykkyyttä tuotantoympäristöihin, parantaen lattiataason prosesseja. Sen avulla voitaisiin myös hallita vikatilanteita ja optimoida prosesseja uudelleen, mikä lisäisi toimitusketjun ketteryyttä ja tehokkuutta. H5 mukaan GenAI:sta on tällä hetkellä eniten hyötyä asiakaspalvelussa sekä sisäisten prosessien, kuten henkilöstöhallinnon ja myyntituen, tehostamisessa.

H4 totesi, että generatiivista tekoälyä on jo otettu käyttöön erilaisissa prosesseissa, kuten ennakoivassa omaisuudenhallinnassa (engl. predictive asset management). Tekoäly analysoi dataa ja ennustaa huoltotarpeita, mikä lisää ennakoitavuutta ja parantaa operatiivista tehokkuutta. Hän mainitsi myös, että GenAI:ta on hyödynnetty kuljetuslaskujen tarkistuksessa, ja Copilot-tyyppiset ratkaisut on otettu käyttöön ja integroitu tuotteisiin. Lisäksi tekoäly voi nopeasti selittää algoritmien tai heuristiikkojen päätösten taustat, mikä helpottaa suunnitteluprosessien analysointia.

”Copilot on semmoinen, mikä meillä on tuotteisiin integroituna. Esimerkiksi jos katsotaan jotain planning-tuloksia, minkä on tehnyt joku algoritmi tai heuristiikka, niin sitten tekoäly pystyy selittämään siinä nopeasti, että minkä takia tämä nyt ehdottaa esimerkiksi vaihtamaan volyymit toiselle tehtaalte.” (H4, Senior Solution Sales Executive)

Joissakin organisaatioissa on kehitetty omia SaaS-tuotteita ja työkaluja, joissa hyödynnetään generatiivista tekoälyä. Esimerkiksi H3 yrityksessä on rakennettu työkalu, jossa puheohjauksella voidaan generoida prosessikaavioita. Tämä nopeuttaa suunnittelutyötä ja vähentää manuaalisen työn tarvetta. Myös H6:n yritys on kehittänyt oman pilvipohjaisen ohjelmiston, joka tukee organisaatioiden resilienssiä digitaalisen riskienhallinnan keinoin. Työkalu auttaa organisaatioita jäsentämään, ymmärtämään ja valmistautumaan epävarmuuden tuomiin riskeihin ja mahdollisuuksiin. H3:n ja H6:n tuotteet ovat julkisesti kaikkien saatavilla, mutta H5 toteaa, että GenAI:n integraatiota hidastaa se, että osa innovaatiosta ja tekoälyratkaisuista pidetään salassa.

”Niitä (tekoälyratkaisuja) tehdään kyllä, mut se ehkä mikä tulee huomata, niin harva yritys, jos ne keksii jotain uutta GenAI:n avulla, niin ne ei halua sitä julkiseksi. Esimerkiksi me yrityksessä sisäisesti tiedetään, että integraatiota ja kehitystä tapahtuu tällä hetkellä, mutta niin kauan, kun ne ei ole julkisia, niin niistä ei voi erikseen mainita. Eli kyllä siellä tapahtuu paljon, mutta ei vielä niin näkyvää.”
(H5, Senior Sales Specialist)

Tämä näkökulma korostaa generatiivisen tekoälyn kehityksen ja käyttöönoton kahden puolen: toisaalta tekoäly mahdollistaa innovatiivisia ratkaisuja, jotka voivat tuoda merkittävää lisäarvoa organisaatioille, mutta toisaalta monet näistä ratkaisuista pysyvät tois- taiseksi yritysten sisällä. Tämä voi hidastaa alan laajempaa kehittymistä ja kokemusten jakamista, jos yritykset haluavat suojella kilpailuetujaan. Kuitenkin yritysten sisäinen kehitystyö ja tekoälyratkaisujen integrointi osoittavat, että GenAI:n rooli organisaatioiden toiminnassa on jatkuvassa kasvussa, vaikkakin vielä osittain kulissien takana. Toisaalta on myös syytä huomioida, että tässä esitetyt näkemykset perustuvat vain kuuden henkilön kokemuksiin ja käsityksiin, mikä rajaa niiden yleistettävyyttä laajempaan kontekstiin.

6.3 Generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet riskienhallinnassa

Generatiivinen tekoäly tarjoaa monia mahdollisuuksia toimitusketjujen riskienhallintaan, mutta sen hyödyntäminen ja käyttötarkoitus voi vaihdella tilanteen ja prosessin vaiheen mukaan. Tässä alaluvussa 6.3 käsitellään ensin yleisellä tasolla niitä lisäarvoja, joita generatiivinen tekoäly voi tuoda riskienhallintaan, sekä tarkastellaan haastateltavien näkemyksiä sen monipuolisista käyttömahdollisuuksista. Toisessa osassa 6.3.1 puolestaan keskitytään yksityiskohtaisemmin siihen, miten generatiivista tekoälyä voidaan

hyödyntää riskienhallintaprosessin eri vaiheissa. Jako auttaa ymmärtämään sekä generatiivisen tekoälyn laajempaa potentiaalia että sen konkreettista roolia riskienhallintaprosessissa.

Haastateltavien käyttökokemukset ja näkemykset generatiivisesta tekoälystä vaihtelivat jonkin verran. Osalla, kuten H3:lla ja H5:lla, oli pidempiaikaista kokemusta GenAI:n hyödyntämisestä, kun taas esimerkiksi H1 ja H2 olivat vielä tutustumisvaiheessa sen käytön kanssa. H6 puolestaan oli jo alkanut integroida generatiivista tekoälyä suoraan riskienhallintaprosessiin, joten hänen näkemyksensä perustuivat jo käytännön kokemuksiin. Jokaisella haastateltavalla oli vähintään jonkinlaista kokemusta ja kosketuspintaa aiheeseen, ja kaikki olivat yhtä mieltä siitä, että mahdollisuuksia löytyy. Haastateltava H5 korostaa yhtenä keskeisenä mahdollisuutena sitä, että generatiivinen tekoäly on tuonut tekoälyn kaikkien saataville.

”Tämä muutti aika pitkälti tämän AI-pelikentän. Ja mikä siinä on mahtavaa, niin se toi sen AI kyvykkyyden riippumatta siitä, kuinka iso se yritys on niin kaikkien saataville. Aikaisemmin se vaati dedikoidun data science tiimin tai vastaavan, että pystyi ottamaan sitä käyttöön, niin nyt se poistui ja se on tietenkin hienoa, että kaikista pienimmätkin yritykset voivat käyttää tällaisia työkaluja.” (H5, Senior Sales Specialist)

Haastateltava H2 totesi, että generatiivinen tekoäly tarjoaa merkittävän mahdollisuuden yhteisen ymmärryksen rakentamiseen erityisesti monimutkaisissa ja teknisissä aiheissa. GenAI-mallit voivat prosessoida suuria tietomääriä, tuottaa ennusteita, luoda niiden pohjalta graafeja ja visualisoida monimutkaisia lukuja, mikä auttaa selkeyttämään tietoa. Lisäksi niiden kyky esittää tietoa verbaalisessa muodossa tekee vaikeista käsitteistä helpommin lähestyttäviä. H2 korostaa, että GenAI voi selkeyttää hankalia konsepteja ja auttaa tekemään ilmiöistä, seuraamuksista ja kompleksisista kokonaisuuksista ymmärrettäviä myös niille, jotka eivät ole asiantuntijoita. GenAI voi kaventaa asiantuntijoiden ja muiden sidosryhmien välistä osaamiskuilua parantamalla kommunikaatiota ja luomalla selkeitä, yhteisesti jaettuja näkemyksiä.

Generatiivisen tekoälyn rooli riskienhallinnassa näkyy haastateltavien antamissa käytännön esimerkeissä. H3 kertoi testanneensa esimerkiksi ChatGPT:tä riskienhallintaan liittyvissä kysymyksissä. Vaikka hän totesi, ettei tekoäly siihen aikaan vielä täysin hallinnut kaikkia riskienhallinnan käsitteitä, hän näki siinä potentiaalia erityisesti sen kehittyessä.

H1 puolestaan kertoi hyödyntäneensä ChatGPT:tä luodakseen yhteenvetoja pidemmistä, ei-salassa pidettävistä tiedostoista, joita uskaltaa syöttää malliin huoletta. Hän painotti, että monilla aloilla byrokratian ja dokumentaation hallinta on keskeisessä roolissa riskienhallinnassa. Generatiivinen tekoäly voisi merkittävästi helpottaa suurten dokumenttimäärien käsittelyä, tiivistää olennaisen tiedon ja tukea riskianalyysien tekemistä.

"Dokumentaation hallinta on keskiössä. Tekoäly voisi mahdollisesti olla siinä vaiheessa apuna, varsinkin, jos ne olisi räätälöity sitä varten ja siltä löytyisi se tieto, mitä siihen vaaditaan." (H1, CEO)

H6:n mukaan seuraava askel mikä tekoälyn/GenAI:n kehityksessä voisi tapahtua riskienhallinnassa on ennakoivien toimintamallien kehittäminen, joissa tekoäly ymmärtää lähes täysin käyttäjän kontekstin ja tarjoaa siihen perustuvia suosituksia. Esimerkiksi rakennusprojektissa tekoäly voisi analysoida aiemmista vastaavanlaisista hankkeista kerättyä dataa ja tunnistaa tyypilliset riskit sekä mahdolliset ongelmat. Tämä mahdollistaisi riskien tehokkaamman ennakoinnin ja hallinnan jo projektin suunnitteluvaiheessa. H6 totesi, että tällaisen järjestelmän toimivuus kuitenkin edellyttää kattavan ja relevantin datan keräämistä, mikä tehtäisiin yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Datan laadukkuus ja monipuolisuus ovat ratkaisevia tekijöitä, jotta tekoäly voi antaa tarkkoja ja hyödyllisiä suosituksia riskienhallinnan tueksi. H6 korosti, että tekoälyn hyödyntämisessä on vielä kehittämistä, mutta generatiivisten mallien, kuten GPT:n, yleistymisen on tehnyt teknologian käytöstä helpompaa.

"Mutta se iso, mihin tekoälyä voidaan ylipäättään kehittää, on ymmärtämään meidän huolta tulevaisuudesta ja käyttämään mieletöntä määrää dataa yksinkertaisesti tekemään erilaisia riskikartoituksia automaattisesti." (H6, CEO)

H2 ja H5 toivat esiin generatiivisen tekoälyn potentiaalin täydentää ennusteita ja parantaa niiden tulkintaa. H5 totesi, että perinteiset koneoppimismallit ovat olleet tehokkaita ennustamisessa, mutta GenAI voi tuoda mukanaan uuden ulottuvuuden, jossa dataan pohjautuvia ennusteita voidaan täydentää luovilla ratkaisuilla, kuten GenAI:n tuottamilla skenaarioanalyseillä. Tämä ominaisuus voi auttaa yrityksiä ennakoimaan paremmin esimerkiksi kysynnän muutoksia tai toimitusketjun kapasiteettiin liittyviä haasteita, jolloin ne voivat reagoida nopeasti ja mukauttaa toimintaansa tehokkaammin.

6.3.1 GenAI:n mahdollisuudet riskienhallintaprosessin vaiheissa

Generatiivisen tekoölyn mahdollisuuksia on syytä tarkastella prosessikohtaisesti, sillä se tarjoaa erilaisia hyötyjä prosessin eri vaiheissa. Etenkin haastateltava H6, joka oli jo hyödyntänyt GenAI:ta riskienhallinnassa, korosti tekoölyn prosessikohtaista tarkastelua. Jokaisessa vaiheessa on omat erityiset hyötynsä ja käyttötapauksensa, jotka voivat vaihdella tiedonkeruusta ja analyysistä aina päätöksenteon tukemiseen asti. Tämän vuoksi on tärkeää ymmärtää, miten generatiivinen tekoöly voi parhaalla tavalla tukea kutakin vaihetta, jotta sen täysi potentiaali voidaan hyödyntää riskienhallintaprosessissa.

Haastateltavat H1 ja H4 olivat erityisesti sitä mieltä, että GenAI voisi olla hyödyksi riskien tunnistusvaiheessa. H4 korosti tekoölyn kykyä yhdistää ja analysoida laajoja datamääriä, kuten uutisia ja muita tietolähteitä eri puolilta maailmaa. Myös H5 painotti, että GenAI pystyy käsittelemään tuhansia ja tuhansia tietolähteitä sekä tunnistamaan toimitusketjuun vaikuttavia tekijöitä aivan uudella tavalla. H6 oli samaa mieltä siitä, että GenAI:n suurin lisäarvo voi näkyä juuri tunnistusvaiheessa. Hän korosti, että riskin havaitsematta jääminen voi johtaa merkittäviin kustannuksiin, ja tekoöly voi auttaa tunnistamaan nämä piilevät riskit ajoissa.

"Musta se antaa niissä kaikissa lisäarvoa, mutta eniten ehkä tunnistamisvaiheessa, koska jos sä missaat jonkun riskin mikä tulee kalliiksi, niin sä oot missannu sen, niin jos se tekoöly auttaa löytämään sen, niin silloin se on tietyllä tavalla kaikista most impactful." (H6, CEO)

Generatiivinen tekoöly voisi nopeuttaa riskien tunnistamista ja tarjota yrityksille paremman näkyvyyden potentiaalisiin uhkiin. H1 totesi, että GenAI voisi parantaa riskien tunnistusastetta ja laajentaa tunnistettujen riskien kattavuutta. Hän korosti, että generatiivinen tekoöly voisi erityisesti tukea aivoriihityyppisiä menetelmiä, joita käytetään monimutkaisissa prosessijärjestelmissä. Aivoriihityyppisessä menetelmässä riskejä tunnistetaan ja arvioidaan luovasti ja ryhmäpohjaisesti. Generatiivinen tekoöly voisi täydentää tätä prosessia tuottamalla uusia näkökulmia, analysoimalla suuria tietomääriä ja ehdottamalla vaihtoehtoisia ratkaisuja, joita asiantuntijatiimi saattaisi muuten jättää huomioidamatta.

Haastateltava H6 kertoi, että riskien tunnistamisessa keskeistä on kattavan ja tarkkanäköisen riskilistan luominen, jossa hyödynnetään sekä ihmisten asiantuntemusta että tekoölyä

täydentämään puutteita ja havaitsemaan "kuolleita kulmia". Kun riskilista on koottu joko ihmisten tunnistamista tai ulkoisista lähteistä saaduista riskeistä, herää usein kysymys, onko lista kokonaisvaltainen ja huomioiko se kaikki olennaiset asiat. Tällöin GenAI:n kyvykkyydet voidaan valjastaa tutkimaan listaa ja tunnistamaan mahdollisesti puuttuvia riskejä. Tekoäly toimii tässä tapauksessa riskien täydentäjänä, varmistaa listan kattavuuden ja tunnistaa riskejä, jotka saattaisivat jäädä huomaamatta inhimillisten rajoitteiden vuoksi. Se toimii samanaikaisesti laadunvarmistajana ja tukee organisaatioiden sisäisten ja ulkoisten sidosryhmien osallistamista prosessiin.

”Koska ihmisen muisti, kyky käsitellä tietoa ja kapasiteetti jossain lyhyessä kokoussessiossa on hyvin rajallinen, jolloin se tekoäly toimii semmosena laadunvarmistajana. Vaikka ne riskit ois itsestään selviä, niin ne on silti tärkeitä ottaa huomioon, etenkin jos niitä ei ole muistettu ottaa huomioon.” (H6, CEO)

Tekoälyllä/GenAI:lla on merkittävä rooli riskien arvioinnissa, erityisesti laajojen riskilistojen käsittelyssä ja analysoinnissa. H6 korostaa, että tekoäly pystyy yhdistämään ja tiivistämään useiden ihmisten arvioita sekä tarjoamaan yhteenvedon riskeistä, niiden vakavuudesta ja taustakommenteista. Kun riskeille on annettu todennäköisyys- ja vaikutusarviot sekä sanalliset perustelut niiden vakavuudesta, tekoäly voi yhdistää jopa satojen henkilöiden arviot yhdeksi kattavaksi raportiksi. Tekoäly analysoi kommentit ja arviot, tunnistaa vakavimmat riskit sekä niiden taustatekijät ja kokoaa näistä selkeän yhteenvedon, joka tukee päätöksentekoa ja priorisointia riskienhallintaprosessissa. Myös H1 tunnisti tekoälyn mahdollisuudet tehostaa tekstipohjaisia riskianalyysimenetelmiä, kuten tarkistuslistoja. Generatiivinen tekoäly voi selkeyttää ja tiivistää monimutkaisia riskejä, mikä on erityisen hyödyllistä teknisissä ympäristöissä, joissa riskien arviointi perinteisin menetelmin voi olla haastavaa.

H3 totesi, että johdonmukaisuuden varmistaminen riskien arvioinnissa on keskeinen haaste, erityisesti silloin, kun riskejä kuvataan ja luokitellaan eri tavoin. Esimerkiksi hankintajohtaja voi korostaa riskiä, jossa yrityksellä on vain yksi toimittaja keskeiselle raaka-aineelle, kun taas tietoturva-asiantuntija saattaa nostaa esiin sitouttamisriskin. Näiden riskien painotus voi vaihdella huomattavasti sen mukaan, miten ne on verbaalisesti esitetty ja sijoitettu riskikarttaan. Tässä tekoäly voi tarjota arvokasta apua analysoimalla verbuaalisia riskikuvauksia, arvioimalla niitä uudelleen ja tarkistamalla, onko ne luokiteltu johdonmukaisesti. H6 täydensi, että tekoälyn tulokset on aina tarkistettava ja validoitava

inhimillisen asiantuntemuksen avulla, jotta niiden luotettavuus ja käytettävyys käytännön tilanteissa voidaan varmistaa.

Riskien käsittelyn ja lieventämisen osalta haastateltavat H5 ja H6 korostivat GenAI:n roolia ideoiden stimuloijana, mikä voidaan toteuttaa esimerkiksi luomalla erilaisia skenaarioita ja sitä kautta tarjoamalla uusia näkökulmia, joita ei ehkä muuten huomattaisi. Tekoäly mahdollistaa monimutkaisten skenaarioiden simuloinnin, mikä on keskeistä toimitusketjujen riskienhallinnassa, sillä se edellyttää erilaisten skenaarioiden analysointia ja niihin liittyvien riskien vaikutusten arviointia. Tämä tukee organisaatioita vaihtoehtoisten toimintasuunnitelmien kehittämisessä ja päätöksenteossa, vähentäen epävarmuutta ja parantaen toimitusketjun joustavuutta. Simulaatiot toimivat pohjana keskusteluille ja päätöksenteolle, kun organisaatiot pyrkivät valitsemaan parhaita toimintamalleja riskienhallinnan tueksi. Lisäksi, ennen kuin siirrytään riskien lieventämistoimenpiteiden toteuttamiseen, tekoäly pystyy arvioimaan organisaation luomia ehdotuksia sekä täydentämään niitä tai tarjoamaan vaihtoehtoisia ratkaisuja. H6 painotti, että myös tässä vaiheessa tekoälyn ehdotuksiin tulee suhtautua kuten kolmannen osapuolen tai konsultin mielipiteisiin: niitä ei pidä ottaa annettuina, vaan ne on tarkasteltava kriittisesti ja sovitettava organisaation kontekstiin.

Generatiivinen tekoäly voi tukea toimitusketjun riskienhallinnan seuranta ja operatiivista hallintaa tarjoamalla reaaliaikaisia ratkaisuja ja ehdotuksia. Seurantaprosessissa tekoäly pystyy yhdistämään ja analysoimaan suuria määriä dataa tehokkaasti, tunnistamaan muutoksia riskien tilassa ja tarjoamaan jatkuvaa analyysiä organisaation päätöksenteon tueksi. Esimerkiksi, jos toimitusketjussa havaitaan viive tai muu häiriö, tekoäly voi ehdottaa parhaita vaihtoehtoisia reittejä tai toimittajia tilanteen ratkaisemiseksi. Tekoälyn kyky tunnistaa heikkoja signaaleja eri datalähteistä mahdollistaa riskien aikaisemman havaitsemisen, mikä parantaa organisaation reagoitokykyä. Lisäksi GenAI:n avulla voidaan tuottaa selkeitä raportteja esimerkiksi siitä, mitkä riskit ovat kehittymässä kriittisiksi ja miksi, sekä auttaa priorisoimaan seurannan painopisteitä. Näin se lisää seurannan tarkkuutta ja tarjoaa merkittävää kilpailuetua tilanteissa, joissa nopea toiminta on ratkaisevaa.

"Mitä lyhyemmäksi sä saat sen havaitsemisaikaa, että joku riski on realisoitunut, niin sitä paremmat mahdollisuudet sulla on sekä suhteellisesti että absoluuttisesti pärjätä siinä tilanteessa." (H3, CEO)

Esimerkiksi yritys, joka reagoi riskiin kahdessa viikossa, voi mukautua tilanteeseen ja toteuttaa korjaavia toimenpiteitä huomattavasti nopeammin kuin yritys, joka toimii vasta kahden kuukauden viiveellä. Toisaalta H3 huomautti, että liiallinen kiirehtiminen voi aiheuttaa hermostuneisuutta ja johtaa uusiin ongelmiin, joten tasapainoisen ja harkitun reagoinnin merkitys korostuu.

Useampi haastateltava korosti osallistavaa lähestymistapaa riskienhallintaprosessissa. Kun eri ihmisten arvioita vertaillaan, hajontoja ymmärretään ja epävarmuuksia huomioidaan, arvioinnin luotettavuus kasvaa ja riskeistä saadaan kattavampi kokonaiskuva. H6 korosti, että mitä enemmän sidosryhmiä saadaan mukaan ennakointiin ja riskienhallintaan, sitä paremmin organisaatio voi menestyä. Suurin haaste on usein siinä, miten organisaation jäsenet ymmärtävät toisiaan ja tekoälyn tuottamaa tietoa. Riskienhallinta ei ole siis vain datan analysointia, vaan myös yhteistyötä ja yhteisymmärryksen rakentamista. Pelkkä täydellinen datatietoisuus ei riitä, jos riskejä ei ymmärretä yhdessä eikä niihin reagoida asianmukaisesti.

”Riskienhallinta on sekä datatiedettä että psykologiaa. Toisaalta kyse on siitä, mitä data kertoo, ja toisaalta siitä, miten ihmiset reagoivat tietoon ja mitä päätöksiä sen perusteella tehdään. Yhteistyö ja yhteisymmärrys ovat yhtä tärkeitä kuin itse data.” (H6 CEO)

6.4 Generatiivisen tekoälyn käytön haasteet ja esteet

Haastateltavat ilmaisivat laajaa kiinnostusta generatiivisen tekoälyn tarjoamia mahdollisuuksia kohtaan, mutta samalla he toivat esille useita merkittäviä haasteita, jotka voivat hidastaa sen käyttöönottoa ja hyödyntämistä. Mikäli näitä haasteita ei käsitellä riittävän perusteellisesti, voi tekoälyn täysi potentiaali jäädä saavuttamatta ja sen käyttöönotto johtaa odottamattomiin riskeihin tai epäonnistumisiin. Vaikka tekoäly tarjoaa uusia mahdollisuuksia ennakoida ja hallita riskejä, sen soveltaminen tuo mukanaan kysymyksiä muun muassa luotettavuudesta, eettisyydestä ja työntekijöiden sopeutumisesta uusiin teknologioihin. Tekoälyn integrointi toimitusketjun riskienhallintaan kohtaa useita haasteita, jotka liittyvät tekniseen toteutukseen, resursseihin ja osaamiseen.

Yksi haastateltavien keskuudessa esille nousseista haasteista liittyi luotettavuuteen ja tietoturvaan. Toisin sanoen voiko GenAI:n vastauksiin luottaa, minkä tiedon pohjalta vastaukset syntyvät ja voiko tietoja ylipäättään syöttää turvallisesti ilman, että tiedot leviävät

muualle. Esimerkiksi haastateltava H1 korosti, että hän allekirjoittaa asiakkaiden kanssa aina salassapitosopimukset ja niihin liittyvät aina kovat sanktiot. Täten ihan mitä tahansa tietoa ei voi ohjelmalle syöttää, jos sen tietoturva ei ole varmasti taattu. Uusien tuotteiden kehittämiseen liittyvä ydinosaaminen on yrityksille arkaluonteista, ja sen suojaaminen on välttämätöntä. Riskinä on, että tekoälyn käyttö voisi altistaa tietojen luvattomalle käytölle tai jakamiselle. H1 korostaa, että ennen kuin on varmuus siitä, että tieto pysyy turvassa eikä siirry tekoälyjärjestelmien ulkopuolelle, GenAI:n käyttö asiakastiedoilla on mahdotonta.

”Tietosuojaan ja yksityisyyden haasteet estävät GenAI:n laajempaa hyödyntämistä niin kauan kuin tietoturvaa ja tiedon hallintaa koskevat kysymykset eivät ole täysin ratkaistuja. Jos kuitenkin on olemassa riskienhallintaan soveltuva malli, joka takaa tiedon pysymisen täysin suojassa ja asiakkaiden yksityisyyden varmistamisen, voisin harkita laajempaan käyttöön. [...] Kun se on selvitetty mulle ja vakuutettu ja allekirjoitettu, että tämä tieto ei tule siirtymään tonne tekoälyvaruuteen, niin sitten mä voin käyttää sitä huoletta.” (H1, CEO)

Haastateltavat H5 ja H6 eivät näe tietoturvaa ongelmana generatiivisen tekoälyn käytössä, sillä nykyiset teknologiat mahdollistavat turvallisen datankäsittelyn. H5 korostaa, että GDPR-vaatimukset voidaan täyttää käyttämällä organisaatiokohtaisia ratkaisuja, joissa data pysyy EU-alueen datakeskuksissa eikä sitä luovuteta kolmansille osapuolille. Lisäksi organisaation sisäisellä ohjeistuksella voidaan varmistaa tietosuojan toteutuminen, kun kerrotaan selkeästi mitä palveluita saa käyttää minkäkin datan kanssa. H6 toteaa, että tietoturvaratkaisut ovat pitkälti kunnossa esimerkiksi Microsoftin pilvipalveluiden avulla, joissa data pysyy EU-alueella ja asiakkaan tietoja ei käytetä mallien kouluttamiseen. Tämä tekee H6 mukaan järjestelmistä hyväksyttäviä erityisesti eurooppalaisille yrityksille, jotka välttävät suoria integraatioita OpenAI:n julkisille alustoille. Molempien haastateltavien mukaan tietoturva ei ole este tekoälyn hyödyntämiselle, kun käytetään oikein suunniteltuja ratkaisuja ja ohjeistuksia.

Haastateltava H4 korosti, että generatiivisen tekoälyn suurin haaste on sen luotettavuus. Ensiarvoisen tärkeää on varmistaa, että käytettävät mallit ovat riittävän tarkkoja ja luotettavia, jotta niitä voidaan soveltaa toimitusketjun riskienhallinnassa ilman merkittäviä riskejä. Tähän liittyy myös kysymys siitä, millaisia kontrollipisteitä prosesseissa on käytössä, jotta voidaan varmistaa, ettei tekoäly tee virheellisiä päätöksiä. H4 nosti

esimerkkinä tilanteen, jossa tekoäly alkaisi hallusinoita ja tehdä virheellisiä tilauksia, kuten lähettämällä tehtaalle täysin tarpeettomia tavaroita. Hän myös painotti, että voi syntyä eettisiä ongelmia, jos generatiivinen tekoäly luo sisältöä, joka ei vastaa tarkasti puhuttua kieltä tai nyansseja, kuten murteita. Tämä voi johtaa siihen, että tekoäly antaa lausunnoille tai viesteille oman merkityksensä, mikä herättää kysymyksiä sen luotettavuudesta. Haastateltavat H5 ja H6 täydensivät, että GenAI on toistaiseksi vielä altis hallusinaatioille, mikä voi rajoittaa sen käyttöä. H6 kuitenkin huomautti, että hallusinaation riskiä voi vähentää tarkastelemalla mitä tietoa tekoälylle syötetään. Hän painotti, että kvantitatiivista ja kvalitatiivista dataa ei tulisi yhdistää samaan pyyntöön, sillä tämä lisää hallusinaation todennäköisyyttä. Sen sijaan on suositeltavaa syöttää nämä tiedot erikseen ja varmistaa tekoälyn tulkintojen tarkkuus. Toimitusketjun riskienhallinnassa päätöksenteko epätäydellisen tai virheellisen tiedon pohjalta muodostaa riskin itsessään.

Haastateltava H5, jolla on jo kertynyt pidempi kokemus GenAI:n parissa totesi, että haasteina generatiivisen tekoälyn ja muiden AI-ratkaisujen integroinnissa ovat erityisesti legacy-järjestelmät ja tiedon saatavuus. Legacy-järjestelmillä tarkoitetaan vanhoja ja usein yhteensopimattomia IT-järjestelmiä, jotka hankaloittavat uusien teknologioiden, kuten generatiivisen tekoälyn, käyttöönottoa ja tiedon integrointia. Saatavilla oleva tieto voi olla huonolaatuista tai sitä ei ole, ja sen parantaminen vaatii resursseja.

"Toimitusketjussa on useita toimijoita, ja se tieto ei aina kulje järjestelmästä toiseen. Esimerkiksi B2B manufacturing puolella tilattaessa ei välttämättä pystytä antamaan tarkkaa toimitusaikaa, koska sitä ei tiedetä. Ei välttämättä tiedetä, missä se laiva menee sillä hetkellä ja kun siinä on useita toimijoita ja satamassa on taas omat toimijansa, ja sitten ne tavarat liikkuu rekkoihin tai juniin, ja sitten taas tieto ei kulje. Niin ehkä se ongelmatikka on enemmän siellä legacy-järjestelmissä kuin siinä, että onko siellä mahdollisuuksia käyttää AI:ta." (H5, Senior Sales Specialist)

Toimitusketjuissa tieto on usein pirstaloitunutta, ja eri tasoilla tai vaiheissa käytetään erilaisia järjestelmiä, mikä vaikeuttaa tiedon integrointia ketjun sisällä. H6:n mukaan tämä on yksi suurimmista haasteista riskienhallinnassa, sillä yhtenäisen ja ajantasaisen tiedon puute hankaloittaa kokonaiskuvan muodostamista. Tekoäly voi auttaa harmonisoimalla ja yhdistämällä tietoa eri lähteistä sekä luomalla yhteenvetoja, mutta tällä hetkellä suurin

työ on edelleen datan keräämisessä ja järjestämisessä, mikä on välttämätön vaihe, jotta riskienhallintaprosessi voi todella hyötyä tekoälystä.

Haastateltavat H3 ja H6 korostivat promptien laadun ja tarkkuuden merkitystä. Yksi keskeinen haaste GenAI-mallien tehokkaassa käytössä on käyttäjän kyky muotoilla oikeanlaisia ohjeita ja kysymyksiä. Tekoälyn toimivuus ja vastausten laatu riippuvat pitkälti siitä, kuinka hyvin käyttäjä onnistuu antamaan selkeitä ja täsmällisiä ohjeita. Tämä haaste on erityisen merkittävä toimitusketjun riskienhallinnassa, jossa tarkkojen ja selkeiden kysymysten avulla voidaan tuottaa relevanttia tietoa ja uusia näkemyksiä.

"Tekoäly on niin, että se on ihan kiinni siitä, mitä prompteja sä käytät, että miten sä osaat sitä käyttää, miten sä osaat kysyä [...] pitää opetella kysymään hyviä kysymyksiä ja antamaan hyviä eksakteja ohjeita." (H3, CEO)

Lisäksi H6 korostaa, että yksi merkittävimmistä haasteista generatiivisen tekoälyn hyödyntämisessä on löytää tasapaino tekoälyn ja ihmisen vuorovaikutuksessa. Tekoälyyn voidaan nojata liikaa, jolloin sen tuottama tieto syrjäyttää ihmisen asiantuntemuksen, tai sitä voidaan käyttää liian vähän, jolloin sen potentiaali jää hyödyntämättä. H6 painottaa, että tekoäly ei saisi korvata ihmistä tilanteissa, joissa ihmisellä on parempi ymmärrys. Esimerkiksi riskienhallintaprosessissa tekoälyn liian aikainen käyttö voi johtaa kognitiivisiin vinoumiin, kuten ankkurointiin tai vahvistusharhaan. Jos käyttäjä pyytää tekoälyltä heti prosessin alussa riskilistaa ja saa vakuuttavalta vaikuttavan vastauksen, hän voi helposti hyväksyä sen kriitikittömästi, mikä estää omien havaintojen ja arvioiden esiin tuomisen. Tällöin päätöksenteko voi perustua puutteelliseen tietoon. Tämän välttämiseksi H6 ehdottaa, että ihmisen tulisi ensin käyttää omaa kapasiteettiaan riskien tunnistamiseen ja vasta tämän jälkeen hyödyntää tekoälyä täydentävänä työkaluna. Näin vuorotellen ihmisen ja tekoälyn vahvuudet tukevat toisiaan optimaalisesti. Myös muut haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että inhimillisen asiantuntemuksen säilyttäminen on olennaista. Esimerkiksi H2 korosti, että vaikka tekoäly voi tehostaa perustoimintoja ja tuoda hyötyjä rutiinitehtävissä, sen varaan ei pitäisi liiaksi tuudittautua, vaan inhimillisen arvioinnin rooli on säilytettävä päätöksenteossa.

Haastatteluissa nousi myös paljon ilmi tekoälyn käyttöönottoon liittyvä tietotaidon puute, muutosvastarinta ja uudelleen koulutautumisen tarve. Haastateltava H2 korosti, että generatiivisen tekoälyn käyttöönottoon liittyy haasteita, jotka ilmenevät erityisesti sen omaksumisessa ja laajamittaisessa käyttöönotossa toimitusketjun riskienhallinnassa. H5

lisäsi, että tietotaito on toistaiseksi hyvin puutteellista ja että työntekijöiden kouluttamiseen pitäisi varata tarpeeksi resursseja. H2 näkemys oli, että tekoäly voi myös herättää ihmisissä eriäviä tunteita ja johtaa muutosvastarintaan, joka hidastaa tai jopa estää uuden teknologian hyödyntämisen tehokkuuden.

“Kun se muutosvastarinta tunnetusti on aina aikamoisen kovaa, niin sitten se muutosvastarinnan taklaaminen. Sitten siinä on yhtenä haasteena sen itse asian omaksuminen ja käyttöön valjastaminen” (H2, CEO)

H2 kuitenkin uskoo, että ajan ja uuden sukupolven koulutuksen myötä generatiivisen tekoälyn omaksuminen voi kuitenkin helpottua, ja siitä voi tulla luonnollinen osa työelämää. Myös muut haastateltavat puolsivat näkemystä, että tekoäly on tullut jäädäkseen muodossa tai toisessa.

6.5 Tekoälyn käyttöönotto organisaatioissa ja sen tulevaisuuden vaikutukset

Haastatteluiden loppupuolella syvennyttiin haastateltavien näkemyksiin tekoälyn onnistuneesta integroinnista sekä heidän arvioihinsa tekoälyn tulevasta kehityksestä. Keskusteluissa selvitettiin myös, miten organisaatiot voivat omaksua tarvittavat taidot ja minkälaisessa roolissa tekoäly – erityisesti generatiivinen tekoäly – nähdään tulevaisuudessa. Tuleeko tekoäly toimimaan enemmän assistenttina ihmisten rinnalla vai itsenäisenä toimijana?

Tekoälyn integrointi organisaatioiden toimintaan nousi haastatteluisa tärkeäksi teemaksi, ja haastateltavat korostivat erityisesti perusteellisten kokeilujen merkitystä onnistuneen käyttöönoton kannalta. H1 toi esiin, että uuden teknologian, kuten generatiivisen tekoälyn, käyttöönotossa on olennaista aloittaa pienimuotoisilla kokeiluilla, jotka osoittavat teknologian hyödyt tietyillä osa-alueilla. Näin organisaatio voi asteittain laajentaa tekoälyn käyttöä, mikä tukee asteittaista oppimista ja sitoutumista teknologiaan. Hänen mukaansa käyttöönoton tulisi perustua organisaation omiin tarpeisiin, eikä siihen mitään muut tekevät.

“Ei investoida sen takia, että naapuriyrityskin investoi, vaan että käydään läpi, että miten juuri me voitaisiin hyötyä tästä ja sitten tavallaan sitä kautta edetään.” (H1, CEO)

Myös H6 puolsi niin sanottua kokeilukulttuuria. Hän painotti, että teknologian mahdollisuuksia ei tulisi rajoittaa ensimmäisiin kokeiluihin, vaan organisaatioiden olisi tärkeää testata erilaisia lähestymistapoja löytääkseen parhaiten toimivat ratkaisut. Haastateltava H5 kuvaa, että AI-ratkaisut ovat luonteeltaan usein iteratiivisia eli jatkuvasti kehittyviä, mikä erottaa ne perinteisistä, ennalta määritellyistä projekteista. Tekoälyprojektit eivät useinkaan pääty alkuvaiheeseen, vaan niiden tehokas hyödyntäminen edellyttää säännöllistä arviointia ja kehitystä, jotta ratkaisut pysyvät liiketoiminnallisten tavoitteiden ja tarpeiden tasolla. H5 korostaa, että projektien on oltava selkeästi sidottuja liiketoiminnallisiin mittareihin, ja niiden tuloksia tulee seurata jatkuvasti, jotta voidaan varmistaa, että investoinnit tuottavat toivottua lisäarvoa. Tekoälyprojekteihin liittyvät kustannukset voivat olla merkittäviä, joten on tärkeää luoda tarkasti harkittu ja perusteltu liiketoimintamalli, joka tukee investointipäätöksiä. Lisäksi olisi hyödyllistä nimetä hankkeille vastuuhenkilöt sekä tekniseltä että liiketoiminnan puolelta, jotta vastuut ja tavoitteet ovat selkeät. Näin organisaatio voi varmistaa, että AI-investoinnit edistävät liiketoiminnan tavoitteita ja että niiden kehitysprosessi on hallittu ja pitkäjänteisesti suunniteltu.

H3 piti myös huolestuttavana sitä, jos toimitaan ja reagoidaan liian nopeasti. Tärkeää on miettiä, miten reagoidaan epävarmoissa tilanteissa ja hänen mukaansa liian nopea reagointi saattaa johtaa epävarmouteen ja uusien ongelmien syntymiseen. Tämä liittyy myös generatiivisen tekoälyn käyttöön, jossa pitää tasapainottaa datan hyödyntäminen ja sen mahdolliset vaikutukset organisaation toimintaan. Tekoälyn nopea kehitystahti voi innostaa yrityksiä tekemään investointipäätöksiä kiireellä, jolloin perusteellinen pohjatyö jää helposti puutteelliseksi eikä tekoälyn todellisia käyttötarkoituksia ja sen tuottamaa arvoa ehditä arvioida riittävästi. Tämä voi johtaa siihen, että investoinnit tehdään ilman riittävää ymmärrystä, mikä voi heikentää niiden vaikuttavuutta. H1 totesi, että joskus voi olla jopa tehokkaampaa käyttää vanhoja tuttuja työkaluja kuin väkisin ottaa käyttöön uusia. Hän painotti, että on tärkeää välttää liian nopeita reaktioita ja arvioida uuden teknologian hyötyjä huolellisesti. Toisaalta H5 myös huomautti, että tekoälyinvestointien budjetit ovat usein suhteettoman pienet yrityksissä, mikä rajoittaa tekoälyn täysimääräistä hyödyntämistä. Varsinkin Suomessa tekoälyratkaisuihin ei panosteta tarpeeksi. Hänen mukaansa Suomessa olisi hyödyllistä siirtyä konservatiivisesta säästömentaliteetista investointivoiseen ajatteluun, jotta yritykset voisivat valjastaa tekoälyn potentiaalin täysimittaisesti.

Generatiivisen tekoälyn tehokas hyödyntäminen vaatii organisaatioilta erityistä panostusta henkilöstön kouluttamiseen ja uusien taitojen omaksumiseen. Erityisesti

haastateltavat H2, H3 ja H5 painottivat, että ilman riittävää osaamista tekoälyinvestoinnit voivat jäädä hyödyttömiksi, sillä tekoäly ei itsessään ratkaise ongelmia vaan toimii työkaluna, jota täytyy osata käyttää oikein.

”Ei pidä unohtaa ihmisiä, pitää aika paljon varata koulutukseen, siis yllättävän paljon pitää varata ihmisten koulutukseen, että se tulee tutuksi.” (H5, Senior Sales Specialist)

Tekoälyn/GenAI:n roolin kehittyminen tulevaisuudessa jakoi jonkin verran haastateltavien näkemyksiä. H1 ja H2 korostivat tekoälyn avustavaa roolia, jossa se tukee ihmisiä esimerkiksi tiedonhaussa, dokumenttien hallinnassa ja rutiinitehtävien nopeuttamisessa. He näkivät tekoälyn vapauttavan aikaa tärkeämpiin tehtäviin, mutta sen käyttöä rajoittavat alkuvaiheessa käyttäjien osaaminen ja kokemattomuus. Toisaalta H5 ja H6 näkivät tekoälyn kehittyvän yhä enemmän itsenäiseen tehtävien hoitamiseen. H5 totesi, että kaikki mikä on suhteellisen helposti automatisoitavissa, tullaan automatisoimaan. Yritykset miettivät jatkuvasti, mistä voi säästää ja mistä voi tehostaa, joten jos tekoälyllä löydetään esimerkiksi prosessien parantamisen ja tehostamisen paikkoja, niin ne tullaan ajan kanssa toteuttamaan. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että ihmisen rooli katoaisi kokonaan vaan ne siirtyvät toisiin tehtäviin.

”Kaikki, mikä on semi helposti automatisoitavissa, tullaan automatisoimaan [...] Mutta siitä, että kaikki ehkä tämmöiset kompleksimmat kokonaisuudet, niin sitten tulee ehkä se assistentin tyyppiseen rooliin.” (H5, Senior Sales Specialist)

H5 ja H6 kuitenkin painottivat, että ihmiset säilyvät vastuussa päätöksenteosta ja prosessien toteutuksesta. H5 toi esille, että vaikka tekoälyn itsenäinen toimijuus saattaa kehittyä ajan myötä, monimutkaiset tehtävät vaativat edelleen inhimillistä osallistumista ja valvontaa, jotta voidaan varmistaa prosessien sujuvuus ja tulosten luotettavuus. H6 totesi, että nyt oikeastaan ollaan jo siinä vaiheessa, että se on assistentin roolissa ja yhä enemmän ja enemmän mennään siihen suuntaan, että tekoäly hoitaa asioita ihmisten puolesta. Samalla H3 ja H4 nostivat esiin, että tekoälyn tehokkuus riippuu sen integroinnista organisaation kokonaisprosesseihin, jolloin inhimillinen työ ja kriittinen ajattelu ovat yhä keskeisiä. Kaikki haastateltavat olivat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että vaikka tekoäly voi tehostaa prosesseja merkittävästi, inhimillinen työ on edelleen välttämätöntä, erityisesti kriittisen ajattelun ja yhteistyön kannalta.

“Kontrolli pitäisi säilyä inhimillisillä toimijoilla, eikä saa liikaa tuudittautua tekoälyn kaikkivoipaisuuteen.” (H2, CEO)

Tulevaisuudessa tekoälyn roolia arvioidaan jatkuvasti uudelleen sitä mukaa, kun sen sovellukset kehittyvät ja organisaatiot oppivat tunnistamaan sen parhaat käyttöalueet. Vaikka tekoälyn itsenäinen toimijuus saattaa kehittyä ajan myötä, monimutkaiset tehtävät vaativat edelleen inhimillistä osallistumista ja valvontaa, jotta voidaan varmistaa prosessien sujuvuus ja tulosten luotettavuus.

7 Johtopäätökset ja keskustelu

Tutkimuksen päätavoitteena oli kartoittaa ja analysoida tekoälyn mahdollisuuksia ja haasteita toimitusketjujen riskienhallinnassa, keskittyen generatiiviseen tekoölyyn ja sen tarkasteluun erityisesti riskienhallinnan prosessien näkökulmasta. Kirjallisuuden ja haastatteluihin perustuvan empiirisen aineiston avulla tutkimus tarjosi kattavan käsityksen siitä, miten generatiivinen tekoäly voi täydentää perinteisiä riskienhallintakäytänteitä ja mitä esteitä sen hyödyntämiselle voi ilmetä. Tutkimus toi esiin myös keskeisiä edellytyksiä, joiden huomioiminen tukee generatiivisen tekoälyn onnistunutta integrointia organisaatioiden riskienhallintaan. Luku 7 kokoaa yhteen tutkielman keskeiset löydökset, tiivistäen keskeiset havainnot niin kirjallisuuden kuin empiirisen aineiston pohjalta. Lisäksi luku tarkastelee tutkimuksen kokonaiskontribuutiota, arvioi sen käytännön ja teoreettista merkitystä sekä antaa suuntaviivoja tulevalle tutkimukselle.

7.1 Haastattelutulosten peilaaminen teoriaan

Tässä luvussa 7.1 haastattelutuloksia peilataan kirjallisuuskatsaukseen, syventäen ymmärrystä generatiivisen tekoälyn mahdollisuuksista, haasteista ja käyttöönoton edellytyksistä toimitusketjujen riskienhallinnassa. Alaluvussa 7.1.1 tarkastellaan riskienhallintaprosessin ja generatiivisen tekoälyn välistä yhteyttä, tuoden esiin sen potentiaalia täydentää ja tehostaa perinteisiä käytäntöjä. Luvussa 7.1.2 keskitytään puolestaan GenAI:n käyttöön ja hyödyntämiseen liittyviin haasteisiin. Lukujen yhteydessä esitetään taulukot, jotka havainnollistavat keskeisiä löydöksiä sekä teorian että empiirisen aineiston valossa. Taulukot tarjoavat selkeän visuaalisen yhteenvedon generatiivisen tekoälyn mahdollisuuksista ja haasteista, yhdistäen teoriaan perustuvat näkemykset haastatteluista nousseisiin havaintoihin. Lopuksi alaluvussa 7.1.3 käsitellään tekoälyn onnistuneen käyttöönoton keskeisiä edellytyksiä. Tarkoituksena on vastata tutkielman alussa esitettyihin tutkimuskysymyksiin selkeästi ja johdonmukaisesti, yhdistäen teoreettiset näkökulmat ja empiiriset havainnot.

- *TK1: Millaisia mahdollisuuksia ja haasteita organisaatiot kohtaavat generatiivisen tekoälyn hyödyntämisessä toimitusketjun riskienhallinnassa?*
- *TK2: Mitä tekijöitä organisaation tulisi huomioida integroidessaan generatiivista tekoälyä osaksi riskienhallintaa?*

7.1.1 Riskienhallintaprosessi ja generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet

Tutkielman teoriaosuudessa esiteltiin Fanin ja Stevensonin (2018) riskienhallintaprosessi, joka tarjoaa selkeän ja jäsenellyn mallin toimitusketjujen riskienhallinnan perusvaiheista. Prosessin vaiheet – riskien tunnistaminen, arviointi, käsittely ja seuranta – muodostavat perustan, johon voidaan nojata pohdittaessa tekoälyn ja erityisesti generatiivisen tekoälyn integroimista osaksi riskienhallintaa. Lisäksi kansainvälinen riskienhallinnan standardi, ISO 31000, täydentää tätä prosessia, ottamalla huomioon esimerkiksi viestinnän ja sidosryhmien sitouttamisen osaksi prosessia. Haastatteluiden perusteella nämä vaiheet olivat haastateltaville pääosin tuttuja, ja niiden selkeä hahmottaminen pyritään varmistamaan käytännön riskienhallintatyössä.

Kirjallisuus tarjosi vankan pohjan generatiivisen tekoälyn mahdollisuuksien tarkasteluun riskienhallinnan kontekstissa. Teoriaosuudessa ilmeni kuitenkin haasteena mahdollisuuksien selkeä kohdentaminen kuhunkin riskienhallintaprosessin vaiheeseen, koska kirjallisuudessa ei toistaiseksi ole jaoteltu GenAI:n käyttömahdollisuuksia systemaattisesti prosessin eri osiin. Jaottelun puute johtuu osittain GenAI:n tutkimuksen puutteellisuudesta riskienhallinnan kontekstissa, mutta myös siitä, että monet mahdollisuudet ja erityisesti haasteet ulottuvat useampiin vaiheisiin, mikä vaikeuttaa niiden sijoittamista yhteen tiettyyn prosessin osaan. Esimerkiksi datan saatavuuden puute vaikuttaa läpileikkaavasti kaikkiin riskienhallinnan vaiheisiin, kun taas generatiivisten tekoälymallien käyttö konsultin roolissa voi tarjota hyötyjä jokaisessa vaiheessa. Sekä teoriaosuuden että haastattelutulosten perusteella on kuitenkin mahdollista tunnistaa keskeisiä mahdollisuuksia, jotka painottuvat eri vaiheissa riskienhallintaprosessia.

Taulukko 5 kokoaa tutkimuksessa esille nousseet generatiivisen tekoälyn tarjoamat mahdollisuudet toimitusketjujen riskienhallinnassa yhteen sekä samalla tarkentaa, missä riskienhallintaprosessin vaiheessa kukin mahdollisuus on erityisen merkityksellinen. Taulukko yhdistää kirjallisuuskatsauksen pohjalta rakennetun viitekehysten ja haastattelussa esiin tulleet käytännön kokemukset, sisältäen konkreettisia esimerkkejä, jotka havainnollistavat GenAI:n hyödyntämispotentiaalia.

Taulukko 5 - Teorian ja käytännön näkökulmat generatiivisen tekoälyn hyödyntämiseen riskienhallinnassa

Mahdollisuus	Riskienhallintaprosessin vaihe	Kirjallisuuskatsauksen havainnot	Haastatte- luissa esiin nousut	Esimerkki	Lähteet
Ennakoiva riskien tunnistaminen ja analysointi suurista datamassoista	Riskien tunnistaminen ja analysointi / arviointi	GenAI voi analysoida suuria datamääriä tunnistukseen riskejä ennakoivasti	GenAI voi parantaa riskien tunnistusasetta ja arvioinnin kattavuutta	GenAI analysoi uutisia ja tietolähteitä maailmanlaajuisesti tunnistukseen potentiaalisia riskejä	He ym. 2020; Kanti ym. 2022; Ooi ym. 2023; Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2023
Useiden riskikenaarioiden simulointi ja varasuunnitelmien laatiminen riskien lieventämiseksi	Riskien käsittely	GenAI voi simuloida erilaisia skenaarioita riskienhallinnan tueksi	GenAI:lla on kyky simuloida monimutkaisia skenaarioita	GenAI luo "mitä jos" -skenaarioita auttaakseen suunnittelemaan varautumistoimia	Ooi ym. 2023; Shekhar ym. 2023
Toimitusketjun riskien näkyvyyden lisääminen yhdistämällä erilaisia datalähteitä ja analyysimenetelmiä	Riskien tunnistaminen	GenAI koottaa dataa eri toimitusketjun vaiheista yhteen näkymään	GenAI:lla on kyky yhdistää ja analysoida laajoja datamääriä	GenAI yhdistää ja analysoi dataa varastoista, kuljetuksista ja tilaushistoriasta ja tunnistaa pullonkauloja	Kanti ym. 2022; Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023
Toimitusketjun häiriöiden reaaliaikainen seuranta ja reagointi	Riskien seuranta	GenAI voi analysoida reaaliaikaisia tietoja ja ehdottaa ratkaisuja	Tarjoaa reaaliaikaisia ratkaisuja ja jatkuvaa analyysiä päätöksenteon tueksi	GenAI havaitsee viiveitä ja ehdottaa vaihtoehtoisia reittejä toimitusten varmistamiseksi	He ym. 2020; Kanti ym. 2022; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2023
Räätälöidyt riskienhallintastrategiat organisaation tarpeisiin	Kaikki	GenAI auttaa kehittämään yksilöllisiä riskienhallintasuunnitelmia	Ennakoivien toimintamallien kehittämisen GenAI:n avulla	GenAI analysoi organisaation kontekstia ja tarjoaa siihen perustuvia suosituksia	Pan & Nishant 2023; Yan ym. 2023
Tarkat ja käytökelpoiset oivallukset riskienhallintaprosessin tueksi	Kaikki	GenAI tuottaa tarkkoja analyysiejä päätöksenteon tueksi	GenAI voi tunnistaa ja täydentää ihmisen huomauttamatta jääneitä riskejä	Tekoäly toimii laadunvarmistajana, arvioiden ja täydentäen organisaation ehdotuksia	Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2023

GenAI tuo tekoälyn kaikkien saataville	Kaikki	GenAI mahdollistaa tekoälypohjaisen sovellusten käytön ilman laajaa infrastruktuuria	GenAI demokratisoi tekoälyn käytön kaikenkokoisille yrityksille	Pienetkin yritykset voivat hyödyntää AI-työkaluja ilman suuria investointeja	Hendriksen 2023
Kommunikaation ja ymmärryksen parantaminen	Kaikki		GenAI voi selkeyttää monimutkaisia konsepteja ja luoda yhteisen ymmärryksen sidosryhmien välille	GenAI selkeyttää monimutkaisen ammattisaston riskiraportista, jolloin kaikki sidosryhmät ymmärtävät keskeiset asiat	

Vertailu kirjallisuuden ja haastatteluhavaintojen välillä osoittaa, että GenAI:n soveltaminen tarjoaa laajoja hyötyjä eri vaiheissa riskienhallintaprosessia. Erityisesti haastateltavien käytännön esimerkit korostavat, kuinka GenAI voi tehostaa operatiivista hallintaa reaaliaikaisten ratkaisujen avulla sekä tukea pitkän aikavälin strategista suunnittelua räätälöityjen riskienhallintastrategioiden muodossa. Samalla esiin nousee GenAI:n mahdollisuus demokratisoida tekoälyn käyttöä organisaatioissa, mikä antaa mahdollisuuden hyödyntää tekoälyä myös pienemmissä yrityksissä, joissa resurssit ovat rajallisemmat. Yhdistämällä teoriassa esiin nousseet näkemykset ja haastateltavien kokemukset tämä tarkastelu antaa monipuolisen kuvan siitä, miten generatiivinen tekoäly voi täydentää ja uudistaa perinteisiä riskienhallintakäytänteitä.

7.1.2 Generatiivisen tekoälyn haasteet

Vaikka tekoäly ja GenAI:n ominaisuudet tarjoavat lukuisia mahdollisuuksia toimitusketjujen riskienhallinnassa, erilaisten tekoälymallien hyödyntämiseen liittyy myös merkittäviä haasteita. Näiden haasteiden tiedostaminen on ensiarvoisen tärkeää, jotta organisaatiot voivat hyödyntää tekoälyn potentiaalin tehokkaasti ilman, että mahdolliset riskit estävät sen onnistuneen käyttöönoton tai aiheuttavat haitallisia seurauksia. Taulukko 6 koostaa yhteen sekä teoriassa että haastatteluissa esille nousseet keskeiset haasteet. Haasteet käsitellään yhtenä kokonaisuutena, sillä ne voivat monessa tapauksessa vaikuttaa riskienhallintaprosessin kaikkiin vaiheisiin. Esimerkiksi mallien läpinäkymättömyys ja

hallusinaatoriskit voivat realisoitua missä tahansa prosessin osassa, aina riskien tunnistamisesta niiden seurantaan asti.

Taulukko 6 - Teorian ja käytännön näkökulmat generatiivisen tekoälyn haasteisiin riskienhallinnassa

Haaste	Kirjallisuuskatsauksen havainnot	Haastatteluissa esiin nousut	Esimerkki	Lähteet
Datan sirpaleisuus, heikko saatavuus sekä laatuongelmat	Toimitusketjuissa data voi olla hajanaista, epäjohtonmuksista tai jopa puutteellista	Toimitusketjussa on useita toimijoita, ja tieto ei aina kulje järjestelmästä toiseen	Yrityksen data on hajautettu useisiin järjestelmiin, mikä vaikeuttaa riskien analysointia	Feuerriegel ym. 2024; Kanti ym. 2022; Wach ym. 2023; Wamba ym. 2024
Monimutkaisten datalähteiden integrointi ja validointi	Järjestelmien yhteensopimattomuus vaikeuttaa GenAI:n hyödyntämistä	Legacy-järjestelmät ja niiden yhteensopimattomuus uusien tekoälyratkaisujen kanssa	Toimitusketjun datalähteiden yhtenäistäminen eri toimijoiden välillä on haastavaa, mikä vaikeuttaa tiedonvaihtoa ja ennakoivaa riskienhallintaa	Chatterjee ym. 2021; Shekhar ym. 2023
Kyberturvallisuuden ja tietoturvariskien varmistaminen	Tietoturvariskit hidastavat GenAI:n laajempaa käyttöä	Osa kokee tietoturvakysymykset riskinä, kun taas toiset eivät pidä siitä merkittävänä ongelmana	Yritys ei voi syöttää arkaluontoista dataa GenAI:lle, jos tietoturvaan liittyviä tekijöitä ei ole huomioitu	Alvarez & Marsal 2023; Deng & Lin 2023; Krause 2023; Ooi ym. 2023; Richey Jr. ym. 2023; Yan ym. 2023
Mallien läpinäkyvättömyys ja hallusinaatioiden riski	Tekoälymalli tuottaa virheellistä tai keksittyä tietoa, joka ei perustu todellisiin lähteisiin	GenAI on toistaiseksi vielä altis hallusinaatioille, mikä voi rajoittaa sen käyttöä	Tekoäly hallusinoi ja alkaa tilaamaan vääriä tuotteita tehtaalte	Nah ym. 2023; Ooi ym. 2023; Wach ym. 2023; Yan ym. 2023
Henkilöstön osaamisen puute tekoälymallien käytössä ja uudelleen koulutuksen tarve	Tarvitaan koulutusta GenAI:n hyödyntämiseksi	Tietotaidon puute tekoälymallien käytössä on haaste, mitä voidaan ratkaista lisäämällä koulutusten määrää	Työntekijät eivät osaa laatia tarpeeksi laadukkaita ohjeistuksia tekoälylle, mikä johtaa väärin riskien priorisointiin	Kanti ym. 2022; Shekhar ym. 2023; Wamba 2023
Työvoiman sopeutuminen ja vastarinta teknologian käyttöönottoon	Työntekijät voivat vastustaa GenAI:n käyttöönottoa	Muutosvastarinta voi hidastaa tai jopa estää uuden teknologian hyödyntämisen	Työntekijät pelkäävät GenAI:n tekemän heidän asiantuntemuksensa tarpeettomaksi	Alvarez & Marsal 2023; Shekhar ym. 2023; Wamba ym. 2024; Richey Jr. ym. 2023
Oikeudelliset ja eettiset	Virheellinen tai puolueellinen	Tekoälyn käyttö voi altistaa	Työntekijä syöttää tekoälymallille	Nah ym. 2023; Ooi ym. 2023;

kysymykset, kuten tietosuoja ja algoritmien viinomat	data voi johtaa syrjiviin päätöksiin, ja suurten tietomassojen käyttö lisää tietosuojaongelmien ja tietoturvaahaavoittuvuuksien riskiä	tietojen luvattomalle käytölle tai jakamiselle	luottamuksellisia toimittajätietoja, mikä johtaa näiden tietojen luvattomaan käyttöön	Richey Jr. ym. 2023; Shekhar ym. 2023; Wach ym. 2023; Wamba ym. 2023; Yan ym. 2023
GenAI:n skaalautuvuuden ja soveltuvuuden haasteet globaalissa toimitusketjussa	Toimitusketjujen monimutkainen rakenne, erityisesti globaalissa mittakaavassa, voi asettaa haasteita AI-järjestelmien skaalautuvuudelle	GenAI:n skaalautuvuuden haasteet johtuvat monimutkaisista järjestelmistä, tiedon pirstaloitumisesta ja eri maiden standardien vaatimuksista	Yritys huomaa, että GenAI-järjestelmä ei pysty yhdenmukaistamaan eri maiden varastojen tietoja reaaliaikaisesti, mikä johtaa toimitusviiveisiin	Shekhar ym. 2023
Promptien laadun ja tarkkuuden merkitys	GenAI:n tehokkuus riippuu käyttäjän kyvystä muotoilla oikeanlaisia ohjeistuksia	Pitää opetella kysymään hyviä kysymyksiä ja antamaan hyviä eksakteja ohjeita	Epäselvät kysymykset johtavat epätarkkoihin vastauksiin, ja kriittisiä uhkia jää tunnistamatta	Krause 2023
Liian nopea reagointi ja epävakaus		Liian nopea reagointi voi myös olla riski	Yritys tekee päätöksiä kiireellä ilman perusteellista analyysia, mikä johtaa tarpeettomiin varastotilauksiin ja lisääntyneisiin kustannuksiin	
Tekoälyn hyödyntäminen liikaa tai liian vähän		Tasapainon löytäminen tekoälyn ja ihmisen vuorovaikutuksessa	Tekoäly syrjäyttää inhimillisen asiantuntemuksen tai sen potentiaali jää hyödyntämättä	

Vaikka teoriasta ja käytännöstä nousseet haasteet olivat pitkälti samansuuntaisia, haastateluaineisto nosti esiin arvokkaita käytännön näkökulmia, jotka täydensivät ymmärrystä haasteiden todellisesta merkityksestä ja vaikutuksista organisaatioiden arjessa. Näin saatiin syvällisempi käsitys siitä, miten haasteisiin tulisi suhtautua ja miten niitä voitaisiin mahdollisesti lieventää tekoälyä hyödyntäessä.

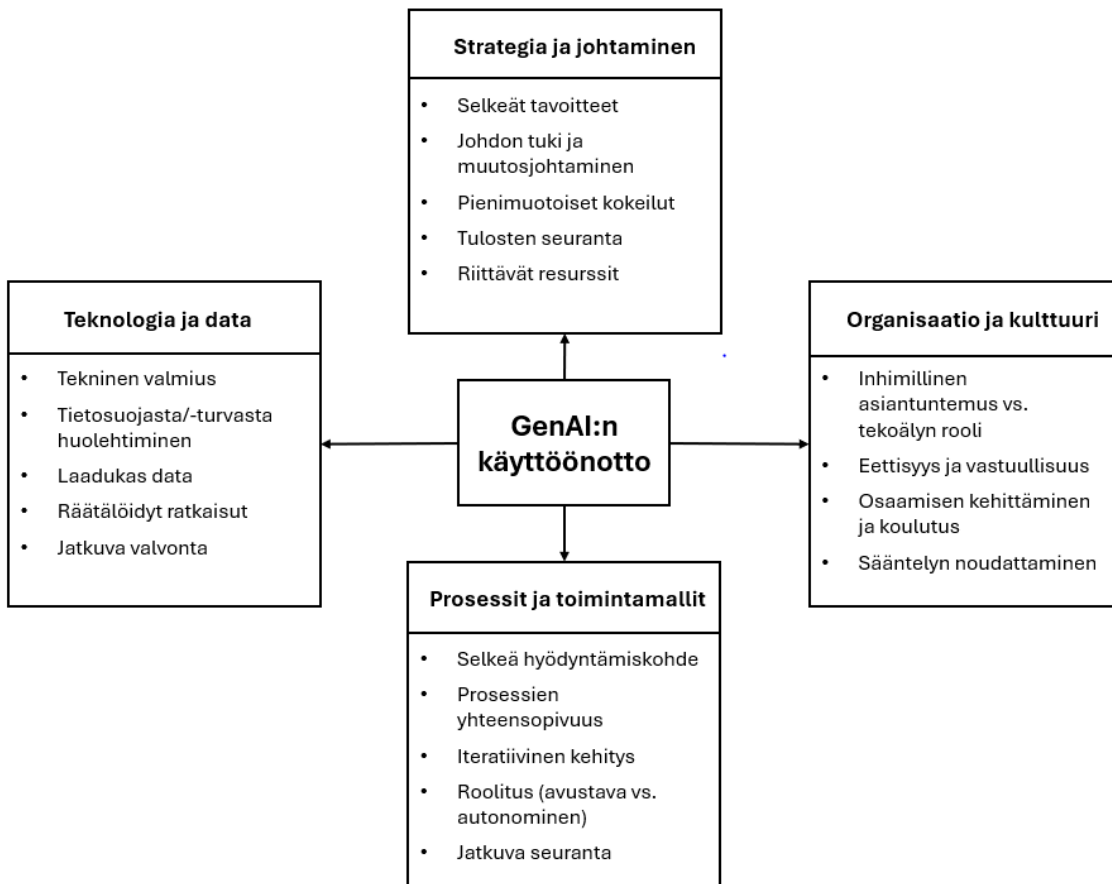
Kun generatiivisen tekoälyn tarjoamat mahdollisuudet on tunnistettu ja sen käytön haasteet tiedostettu, voidaan siirtyä tarkastelemaan tekoälyn integroimista osaksi organisaation riskienhallintaa. Onnistunut käyttöönotto edellyttää kuitenkin huolellista suunnittelua ja keskittymistä keskeisiin tekijöihin, jotka vaikuttavat teknologian hyödyntämiseen

käytännössä. Seuraavassa alaluvussa 7.1.3 käydään läpi niitä edellytyksiä, jotka mahdollistavat generatiivisen tekoälyn tehokkaan ja tuloksellisen integroinnin osaksi organisaation toimintaa, hyödyntäen sekä kirjallisuudessa esitettyjä näkemyksiä että haastattelujen tarjoamia käytännön kokemuksia.

7.1.3 Generatiivisen tekoälyn onnistuneen käyttöönoton edellytykset

Generatiivisen tekoälyn integrointi osaksi organisaation toimintaa ei tapahdu tyhjiössä, vaan se vaatii huolellista strategista suunnittelua, osaamisen kehittämistä, toimintatapojen päivittämistä ja eettisten sekä lainsäädännöllisten velvoitteiden huomioimista. (Chatterjee ym. 2021; Hendriksen 2023; Richey Jr. ym. 2023). Sekä teoria- että haastatteluaineisto korostavat, että onnistunut käyttöönotto edellyttää useamman osa-alueen samanaikaista huomioimista. Esimerkiksi Chatterjee ym. (2021) korosti, että tekoälyn onnistunut käyttöönotto vaatii organisaatioilta huolellista valmistautumista ja monipuolisia toimenpiteitä, jotka kattavat sekä tekniset että organisatoriset näkökulmat. Haastatteluissa nousi esiin teemoja, jotka ulottuivat teknisistä vaatimuksista yrityksen strategiaan tekijöihin, prosessien yhteensovittamiseen ja organisaatiokulttuurin kehittämiseen. Teknisellä tasolla painotettiin esimerkiksi tekoälymallien luotettavuutta ja tietoturvaa, kun strategisella puolella esiin nousi riittävä budjetointi ja suunnitelmallisuus. Prosessien ja toimintamallien näkökulmasta korostettiin toimivien käytäntöjen sovittamista uuden teknologian ympärille, ja organisaatiokulttuurin tasolla merkittävänä pidettiin henkilöstön osaamisen ylläpitämistä ja kehittämistä jatkuvan muutoksen keskellä.

Kuviossa 5 on jaettu GenAI:n käyttöönottoon liittyvät avaintekijät neljään osa-alueeseen: (1) Strategia ja johtaminen, (2) Teknologia ja data, (3) Organisaatio ja kulttuuri sekä (4) Prosessit ja toimintamallit. Jako perustuu sekä kirjallisuudessa tunnistettuihin että haastatteluaineistosta esiin nousseisiin teemoihin. Kategorisoinnin avulla voidaan selkeyttää eri osa-alueiden merkitystä ja niiden välisiä suhteita sekä tunnistaa keskeiset kehityskohdeet. Samalla se tukee toimenpiteiden priorisointia, kun GenAI:ta ryhdytään soveltamaan käytännössä.



Kuvio 5 - Generatiivisen tekoälyn käyttöönoton avaintekijät

Kootut avaintekijät tarjoavat organisaatioille selkeän perustan, jonka varaan ne voivat kehittää generatiivisen tekoälyn käyttöä vaiheittain ja ennakoivasti. Kun eri osa-alueiden merkitys ymmärretään ja niitä tarkastellaan rinnakkain, on mahdollista tunnistaa selkeästi kehitystä vaativat kohdat sekä kohdentaa resurssit niihin tehokkaasti. Näin varmistetaan, että strategiset päätökset perustuvat kokonaisvaltaiseen näkemykseen, tekniset ratkaisut sovitetaan yhteensopiviksi nykyisten prosessien kanssa, henkilöstön taitoja päivitetään jatkuvasti kehittyvän teknologian ehdoilla ja toimintamalleja mukautetaan muuttuvaan toimintaympäristöön. Lopputuloksena syntyy hallittu, joustava ja liiketoimintaa aidosti tukeva toimintamalli, jossa generatiivinen tekoäly toimii merkittävänä arvonluonnin mahdollistajana.

7.2 Reflektio tutkimuksen toteutuksesta ja kontribuutiosta

Tutkimuksen toteutus perustui puolistrukturoituihin haastatteluihin ja laadulliseen analyysiin, jotka osoittautuivat tarkoituksenmukaisiksi menetelmiksi generatiivisen tekoälyn tarjoamien mahdollisuuksien ja haasteiden tarkastelussa toimitusketjujen

riskienhallinnassa. Valittu tutkimusmenetelmä tarjosi syvällisen ja monipuolisen näkökulman sekä teoreettiseen viitekehykseen että käytännön sovelluksiin, joita ei olisi ollut mahdollista saavuttaa pelkän kirjallisuuskatsauksen avulla.

Tutkimuksessa onnistuttiin tavoittamaan erittäin asiantuntevia ja laajan kokemuksen omaavia haastateltavia. Haastattelut keräsivät monipuolista tietoa eri alojen asiantuntijoilta, mikä lisäsi tutkimuksen kattavuutta. Haastateltavien taustojen moninaisuus vahvisti tulosten yleistettävyyttä ja mahdollisti generatiivisen tekoälyn tarkastelun sekä strategisesta että käytännön näkökulmasta. Tästä huolimatta vaikka tutkimuksessa esiin nousseet havainnot, erityisesti mitä tulee generatiivisen tekoälyn haasteisiin, ovat monilta osin yleispäteviä, haastateltavien rajallinen määrä ja heidän keskittymisensä tiettyihin toimialoihin rajoittavat tulosten yleistettävyyttä muihin konteksteihin. Siksi on tärkeää suorittaa lisätutkimusta erilaisissa organisaatio- ja toimialaympäristöissä, jotta voidaan vahvistaa tulosten sovellettavuus ja saada kattavampi kuva generatiivisen tekoälyn vaikutuksista.

Tutkielma laajentaa olemassa olevaa kirjallisuutta generatiivisen tekoälyn soveltamisesta toimitusketjujen riskienhallinnassa yhdistämällä teoreettiset käsitteet käytännön havaintoihin. Se tarjoaa uuden näkökulman siihen, miten generatiivinen tekoäly voidaan integroida riskienhallintaprosessiin, korostaen strategisen suunnittelun, teknologisen valmiuden ja henkilöstön osaamisen merkitystä. Lisäksi tutkimus tuo esiin eettiset ja sosiaaliset ulottuvuudet, jotka ovat aiemmin saaneet vähemmän huomiota tässä kontekstissa. Näin ollen tutkimus rikastuttaa teoreettista ymmärrystä tekoälyn vaikutuksista toimitusketjujen hallintaan ja avaa uusia suuntia jatkotutkimukselle.

Käytännön tasolla tutkimus tarjoaa yrityksille konkreettisia havaintoja generatiivisen tekoälyn hyödyntämisestä riskienhallintaprosessin vaiheissa. Haastattelutulokset korostavat strategisen suunnittelun, teknologisen valmiuden ja henkilöstön osaamisen kehittämisen tärkeyttä tekoälyn käytössä. Tutkimus avaa myös näkökulmia siihen, miten organisaatiot voivat tasapainottaa tekoälyn roolia suhteessa ihmisen asiantuntemukseen, erityisesti päätöksenteon tukena. Esiin nousseet käytännön haasteet – kuten tekoälymallien luotettavuus ja henkilöstön muutosvastarinta – toimivat arvokkaina lähtökohtina organisaatioille, jotka suunnittelevat generatiivisen tekoälyn käyttöönottoa. Näiden seikkojen huomioiminen voi auttaa yrityksiä varautumaan teknologian tuomiin haasteisiin jo ennen sen laajamittaista soveltamista. Tutkielma yhdistää onnistuneesti teorian ja käytännön,

tarjoten hyödyllistä tietoa yrityksille tekoälyn strategiseen ja vastuulliseen hyödyntämiseen.

Tutkimusprosessi tarjosi syvällisen perehtymisen generatiiviseen tekoölyyn ja toimitusketjujen riskienhallintaan sekä vahvasti ymmärrystä tekoälyn käytön monimuotoisuudesta ja sen tuomista haasteista organisaatioissa. Vaikka laadullinen lähestymistapa osoittautui toimivaksi, jatkotutkimuksissa sen täydentäminen kvantitatiivisilla menetelmillä ja kansainvälisillä vertailuilla voisi syventää aihepiirin ymmärrystä entisestään.

7.3 Jatkotutkimuksen mahdollisuudet

Generatiivisen tekoälyn hyödyntäminen toimitusketjuissa on toistaiseksi ollut vähäisen tutkimuksen kohteena (Hendriksen 2023; Wamba 2023). Vaikka aihe on ajankohtainen ja siihen liittyvä kirjallisuus on lisääntymässä, tutkimuksen pääpaino on tähän mennessä ollut muilla aloilla, kuten tietojärjestelmätieteissä, terveydenhuollossa ja markkinoinnissa (Wamba ym. 2023). Tämä korostaa tarvetta laajemmalle ja syvemmälle tutkimukselle generatiivisen tekoälyn roolista toimitusketjujen hallinnassa. Toimitusketjujen riskienhallinta tarjoaa erinomaisen lähtökohdan aihealueen tutkimukselle, sillä tekoöly tarjoaa monia uusia mahdollisuuksia riskienhallinnan osa-alueilla, kuten prosessien tehostamisessa ja ennakoivan analytiikan hyödyntämisessä. Jatkotutkimus voisi keskittyä prosessi-kohtaiseen lähestymistapaan, jolloin yritykset ja organisaatiot voisivat paremmin tunnistaa generatiivisen tekoälyn konkreettiset sovelluskohteet.

Haastatteluissa nousi esille, että ongelma ei välttämättä ole mahdollisuuksissa käyttää tekoölyä, vaan toimitusketjun järjestelmien yhteensopimattomuudessa ja datan kulun puutteissa eri toimijoiden välillä. Tästä nousee esiin jatkotutkimuksen mahdollisuus, jossa keskityttäisiin toimitusketjun järjestelmien ja generatiivisen tekoälyn yhteensopivuuden parantamiseen. Tutkimuksen kohteena voisi esimerkiksi olla kuinka tekoölypohjaiset ratkaisut voivat auttaa integroimaan erilaisia järjestelmiä ja toimijoiden välisiä datavirtoja toimitusketjussa. Tämä voisi sisältää kehitystyötä, jossa kartoitetaan, miten GenAI voi analysoida ja yhdistää tietoja hajautetuista ja yhteensopimattomista järjestelmistä, jotta toimitusketjun näkyvyys ja toimivuus paranisivat. Sen lisäksi voisi tarkastella, miten erilaiset generatiiviset tekoölymallit voivat tuottaa lisäarvoa organisaatioille ilman merkittäviä häiriöitä nykyisessä infrastruktuurissa. Tällainen lähestymistapa voisi mahdollistaa tekoälyn asteittaisen integroinnin, minimoiden riskit ja kustannukset samalla kun maksimoidaan siitä saatava lisäarvo.

Toinen huomionarvoinen tutkimusalue on generatiivisen tekoälyn eettiset ja sosiaaliset ulottuvuudet toimitusketjujen riskienhallinnassa. Haasteet kuten tietosuoja, algoritmien läpinäkyvyys ja päätöksenteon vinoumat ovat erityisen kriittisiä toimitusketjuympäristössä, jossa väärät päätökset voivat johtaa merkittäviin operatiivisiin ja taloudellisiin seurauksiin. Myös organisaatioiden valmiudet käsitellä näitä haasteita ja edistää vastuullista tekoälyn käyttöä vaativat lisätutkimusta, erityisesti eettisten periaatteiden integroimisessa liiketoimintaprosesseihin, henkilöstön kouluttamisessa ja tekoälyjärjestelmien jatkuvassa valvonnassa.

Lisäksi tulevaisuuden tutkimuksissa tulisi tarkastella, miten generatiivinen tekoäly voi tukea toimitusketjujen siirtymää kohti kestävämpiä toimintamalleja. Esimerkiksi tekoälyn käyttö voi mahdollistaa entistä tarkemman resurssienhallinnan ja hävikin vähentämisen, mutta näiden mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää syvällistä ymmärrystä tekoälyratkaisujen vaikutuksista toimitusketjujen kokonaisuuteen. Myös generatiivisen tekoälyn kysyntä sekä sen käyttöön liittyvät liiketoiminnalliset kannustimet kaipaavat lisää tutkimusta. Tällä hetkellä käyttöä ohjaa pääosin sääntely, mutta tulevaisuudessa on tärkeää selvittää, miten yritykset ja kuluttajat voidaan motivoida hyödyntämään tekoälyä läpinäkyvyyden ja vastuullisuuden lisäämiseksi.

Generatiivisen tekoälyn integrointi toimitusketjujen riskienhallintaan on monivaiheinen prosessi, joka avaa runsaasti uusia tutkimusmahdollisuuksia. Tulevissa tutkimuksissa tulisi keskittyä konkreettisiin sovelluksiin ja niiden vaikutusten mittaamiseen sekä kehittää strategioita, jotka auttavat yrityksiä maksimoimaan tekoälyn hyödyt minimoiden samalla siihen liittyvät haitat. On tärkeää kartoittaa generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet riskienhallintaprosessin eri vaiheissa, jotta voidaan tunnistaa kunkin vaiheen kannalta keskeisimmät ja tarkoituksenmukaisimmat hyödyt. Keskittymällä tekoälyn tehokkaaseen integrointiin ja parhaiden käytäntöjen tunnistamiseen jatkotutkimus voi auttaa yrityksiä hyödyntämään teknologiaa kokonaisvaltaisesti ja vahvistamaan toimitusketjunsä resilienssiä.

Lähteet

- Agrawal P. & Narain R. (2018) Digital supply chain management: An Overview. *Materials Science and Engineering*. 455.
- Alvarez & Marsal (2024) Generative AI in Supply Chain: Building More Resilient Supply Chains. Saatavilla: <<https://www.alvarezandmarsal.com/insights/generative-ai-supply-chain-building-more-resilient-supply-chains>>, luettu 28.3.2024.
- Anantrasirichai, N. & Bull, D. (2022) Artificial Intelligence in the Creative Industries: A Review. *The Artificial intelligence review*. Vol. 55 (1), 589–656.
- Aqlan, F. – Lam, S. (2015) Supply chain risk modelling and mitigation. *International Journal of Production Research*. Vol. 53 (18), 5640–5656.
- Aqlan, F. – Lam, S. (2016) Supply chain optimization under risk and uncertainty: A case study for high-end server manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*. Vol. 93, 78–87.
- Bailey, Julia. (2008) First Steps in Qualitative Data Analysis: Transcribing. *Family Practice*. Vol. 25 (2), 127–131.
- Balasubramanian, S. – Vodenicharova, M. – Srinu, C. (2023) From Data to Decisions Leveraging Machine Learning in Supply-Chain Management. *Journal of Propulsion Technology*. Vol. 44 (4), 4218–4225.
- Baryannis G. – Dani S. – Antoniou G. (2019) Predicting supply chain risks using machine learning: the trade-off between performance and interpretability, *Future Generation Computer Systems*. Vol. 101, 993–1004.
- Baz, J. – Ruel, S. (2021) Can Supply Chain Risk Management Practices Mitigate the Disruption Impacts on Supply Chains’ Resilience and Robustness? Evidence from an Empirical Survey in a COVID-19 Outbreak Era. *International journal of production economics*. Vol. 233, 107972.
- Blome, C. – Schoenherr, T. (2011) Supply Chain Risk Management in Financial Crises—A Multiple Case-Study Approach. *International journal of production economics*. Vol. 134 (1), 43–57.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*. Vol. 3 (2), 77–101.
- Brynjolfsson, E. & McAfee A. (2017) Artificial Intelligence, For Real. Harvard Business Review.

- Bubeck, S. – Chandrasekaran, V. – Eldan, R. – Gehrke, J. – Horvitz, E. – Kamar, E. – Lee, P. – Lee, Y. – Li, Y. – Lundberg, S. – Nori, H. – Palangi, H. – Ribeiro, M. – Zhang, Y. (2023) Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4. Microsoft Research.
- Chatterjee, S. – Rana, N. – Dwivedi, Y. – Baabdullah, A. (2021) Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model. *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 170, 120880.
- Corbin, J. M. & Strauss, A. (2008). Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory. London: Sage Publications, Inc.
- Creazza, A. – Colicchia, C. – Spiezia, S. – Dallari, F. (2022) Who Cares? Supply Chain Managers' Perceptions Regarding Cyber Supply Chain Risk Management in the Digital Transformation Era. *Supply chain management*. Vol. 27 (1), 30–53.
- Davies, H. & Zhivitskaya, M. (2018) Three Lines of Defence: A Robust Organising Framework, or Just Lines in the Sand? *Global policy*. Vol. 9 (1), 34–42.
- Deng, J. – Lin, Y. (2023) The Benefits and Challenges of ChatGPT: An Overview. *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*. Vol. 2 (2), 81–83.
- Dwivedi, Y. ym. (2023) So What If ChatGPT Wrote It?' Multidisciplinary Perspectives on Opportunities, Challenges and Implications of Generative Conversational AI for Research, Practice and Policy. *International journal of information management*. Vol. 71 (71), 1–63.
- Eloundou, T. – Manning, S. – Mishkin, P. – Rock, D. “GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models,” August 2023.
- Fan, Y. – Stevenson, M. (2018) A Review of Supply Chain Risk Management: Definition, Theory, and Research Agenda. *International journal of physical distribution & logistics management*. Vol. 48 (3), 205–230.
- Feuerriegel, S. – Hartmann, J. – Janiesch, C. – Zschech, P. (2024) Generative AI. *Business & Information Engineering*. Vol. 66 (1), 111–126.
- Frederico, G. (2023) ChatGPT in Supply Chains: Initial Evidence of Applications and Potential Research Agenda. *Logistics*. Vol. 7 (2), 26.
- Gallardo, C. – Machuca, C. – Semblantes, Y. (2023) ChatGPT API: Brief overview and integration in Software Development. *International Journal of Engineering Insights*. Vol. 1 (1), 27–31.

- Ganesh, D. & Kalpana, P. (2022) Future of Artificial Intelligence and Its Influence on Supply Chain Risk Management – A Systematic Review. *Computers & industrial engineering*. Vol. 169, 1–20.
- Garay-Rondero, C. – Martinez-Flores, J. – Smith, N. – Caballero, S. – Aldrette-Malacara, A. (2020) Digital supply chain model in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol. 31 (5), 887–933.
- García-Peñalvo, F. & Vázquez-Ingelmo, A. (2023) What Do We Mean by GenAI? A Systematic Mapping of The Evolution, Trends, and Techniques Involved in Generative AI. *International journal of interactive multimedia and artificial intelligence*. Vol. 8 (4), 7–16.
- Gurtu, A. – Johny, J. (2021) Supply Chain Risk Management: Literature Review. *Risks*. Vol. 9 (1), 1–16.
- Haenlein, M. & Kaplan, A. (2019) A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California management review*. Vol. 61 (4), 5–14.
- He, R. – Li, X. – Chen, G. – Chen, G. – Liu, Y. (2020) Generative adversarial network-based semi-supervised learning for real-time risk warning of process industries. *Expert Systems with Applications*, Vol. 150 (113244), 1–12.
- Hendriksen, C. (2023) Artificial intelligence for supply chain management: Disruptive innovation or innovative disruption? *Journal of Supply Chain Management*. Vol. 59 (3), 65–76.
- Hilal, A. & Alabri, S. (2013). Using NVivo for data analysis in qualitative research. *International Interdisciplinary Journal of Education*, Vol. 2 (2), 181–186.
- Ho, W. – Zheng, T. – Yildiz, H. – Talluri, S. (2015) “Supply Chain Risk Management: A Literature Review.” *International Journal of Production Research*. Vol. 53 (16), 5031–5069.
- Husna, A. – Amin, S. – Shah, B. (2021). Demand Forecasting in Supply Chain Management Using Different Deep Learning Methods. *Advances in Logistics, Operations, and Management Science*.
- ISO (2009) Risk management–Principles and guidelines. *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.
- Ivanov, D. –Tang, C. – Dolgui, A – Battini D. – Das, A. (2021) Researchers’ Perspectives on Industry 4.0: Multi-Disciplinary Analysis and Opportunities for

- Operations Management. *International journal of production research*. Vol. 59 (7), 2055–2078.
- Jackson, I. – Ivanov, D. – Dolgui, A. – Namdar, J. (2024) Generative Artificial Intelligence in Supply Chain and Operations Management: A Capability-Based Framework for Analysis and Implementation. *International journal of production research*. Vol. 62 (17), 6120–6145.
- Jamshed, S. (2014). Qualitative research method-interviewing and observation. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, Vol. 5 (4), 87–88.
- Jordan, M. & Mitchell T. (2015) Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*. Vol. 349 (6245), 255-260.
- Kancs, d'Artis (2023) Uncertainty of supply chains: Risk and ambiguity. *The World Economy*, Vol.47 (5), 2009–2033.
- Kanti, P. – Sadia, R. – Suchismita, D. (2022) Artificial Intelligence Adoption in Supply Chain Risk Management: Scale Development and Validation. *Ho Chi Minh City Open University Journal of Science - Economics and Business Administration*. Vol. 12 (2), 15–32.
- Kaplan, A. & Haenlein, M. (2019) Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, Vol. 62 (1), 15–25.
- Kellerher, J. (2019) Deep Learning. The Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, London England.
- Kern, D. – Moser, R. – Hartmann, E. – Moder, M. (2012) Supply Risk Management: Model Development and Empirical Analysis. *International journal of physical distribution & logistics management*. Vol. 42 (1), 60–82.
- Korpela, K. - Hallikas J. – Dahlberg, T. (2017) Digital Supply Chain Transformation toward Blockchain Integration.
- Krause, D. (2023) Mitigating Risks for Financial Firms Using Generative AI Tools. Saatavilla: <https://ssrn.com/abstract=4452600>, luettu: 30.9.2024.
- Kääriäinen, J – Aihkisalo, T. – Halen, M. – Jurmu, P. – Matinmikko, T. – Seppälä, T. – Tihinen, M. (2018) Ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn kehitysvaateet julkiselle sektorille – alustavia havaintoja. <<https://www.etla.fi/wp-content/uploads/Ohjelmistorobotiikan-ja-tekoalyn-kehitysvaateet-julkiselle-sektorille.pdf>>, haettu 7.8.2024.

- Lubka, T. (2002) Risk Identification - basic stage in risk management. *Environmental Management and Health*. Vol. 13 (3), 290-297.
- Manners-Bell, J. (2018) *Supply Chain Risk Management: Understanding Emerging Threats to Global Supply Chains*. Second edition. London, England; Kogan Page.
- McKinsey & Company (2023) What's the future of generative AI? An early view in 15 charts. Saatavilla: <<https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/whats-the-future-of-generative-ai-an-early-view-in-15-charts>>, luettu: 28.3.2024.
- Nah, F. –Zheng, R. – Cai, J. – Siau, K. – Chen, L. (2023) Generative AI and ChatGPT: Applications, Challenges, and AI-Human Collaboration. *Journal of information technology cases and applications*. Vol. 25 (3), 277–304.
- Oliveira, U. – Marins, F. – Rocha, H. – Salomon, V. (2017) The ISO 31000 standard in supply chain risk management. *Journal of Cleaner Production*, 151, 616–633.
- Ooi, K. – Tan, G. – Al-Emran, M. – Al-Sharafi, M. – Capatina, A. – Chakraborty, A. – ... Wong, L. (2023). The Potential of Generative Artificial Intelligence Across Disciplines: Perspectives and Future Directions. *Journal of Computer Information Systems*, 1–32.
- OpenAI (2024) “Introducing OpenAI o1-preview”. Saatavilla: <https://openai.com/index/introducing-openai-o1-preview/>, luettu: 30.9.2024.
- Pan, S. & Nishant, R. (2023). Artificial intelligence for digital sustainability: An insight into domain-specific research and future directions. *International Journal of Information Management*. Vol. 72 (102668), 1–10.
- Rathor, K. (2023) Impact of using Artificial Intelligence-Based Chatgpt Technology for Achieving Sustainable Supply Chain Management Practices in Selected Industries. *International Journal of Computer Trends and Technology*. Vol. 71 (3), 34–40.
- Richey Jr., R. – Chowdhury, S. – Davis-Sramek, B. – Giannakis, M. – Dwivedi, Y. (2023). Artificial Intelligence in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research. *Journal of Business Logistics*, Vol. 44 (4), 532–549.
- Rymarczyk, J. (2020) Technologies, Opportunities and Challenges of the Industrial Revolution 4.0: Theoretical Considerations. *Entrepreneurial Business and Economics Review*. Vol. 8 (1), 185–198.

- Sadiku, M. – Musa, S. – Omotoso, A. (2019) Machine Learning in Medicine: A Primer. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, Vol. 3 (2), 98–100.
- Saldana, J. (2011). *Fundamentals of Qualitative Research*. 1st ed. Oxford University Press.
- Shahbaz, M. – Zuraidah. R. – Bin, F. – M. – Rehman, F. (2017) What is Supply Chain Risk Management? A Review. *American Scientific Publishers*. Vol. 23 (9), 9233-9238.
- Shar E. – Sun W. – Wang H. – Gupta C. (2022) Deep Reinforcement Learning toward Robust Multi-echelon Supply Chain Inventory Optimization. *IEEE 18th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, Mexico City, Mexico, pp. 1385-1391.
- Shekhar, A. – Prabhat, P. – Yandrapalli, V. – Umar, S. (2023) – Abdul, F. – Wakjira, W. (2023) Generative AI in Supply Chain Management. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*. Vol. 11 (9), 4179–4185.
- Spekman, R. – Davis, E. (2004) Risky Business: Expanding the Discussion on Risk and the Extended Enterprise. *International journal of physical distribution & logistics management*. Vol. 34 (5), 414–433.
- Tang, C. (2006) Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*. Vol. 103 (2), 451–488.
- Tirkolae, E. – Sadeghi, S. – Mooseloo, F. – Vandchali, H. – Aeini, S. (2021) Application of Machine Learning in Supply Chain Management: A Comprehensive Overview of the Main Areas, *Mathematical Problems in Engineering*. Vol. 2021 (1476043), 1–14.
- Tummala, R. – Mak, C. (2001) A risk management model for improving operation and maintenance activities in electricity transmission networks. *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 52 (2), 125–134.
- Tummala, R. – Schoenherr, T. (2011) Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). *Supply Chain Management*, Vol. 16 (6), 474–483.
- Ullah, I. – Hassan, N. – Gill, S. – Suleiman, B. – Ahanger, T. – Shah, Z. – Qadir, J. – Kanhere, S. – (2023). Privacy Preserving Large Language Models: ChatGPT Case Study Based Vision and Framework. *arXiv.org*.

- Vaismoradi, M. – Turunen, H. – Bondas, T. (2013). Content Analysis and Thematic Analysis: Implications for Conducting a Qualitative Descriptive Study. *Nursing & health sciences*. Vol. 15 (3), 398–405.
- Vaughn, P. – Turner, C. (2016) Decoding via Coding: Analyzing Qualitative Text Data Through Thematic Coding and Survey Methodologies. *Journal of library administration*. Vol 56 (1), 41–51.
- Vilko, Jyri (2012) Approaches to Supply Chain Risk Management: Identification, Analysis and Control. Lappeenranta.
- Wach, K. – Công, D. – Ejdys, J. – Kazlauskaitė, R. – Korzyński, P. – Mazurek, G. – Paliszkiwicz, J. – Ziemba, E. (2023). The dark side of generative artificial intelligence: A critical analysis of controversies and risks of ChatGPT. *Entrepreneurial Business and Economics Review*. Vol. 11 (2), 7–30.
- Wamba, F. – Guthrie, S. – Queiroz, C. – Minner, S. (2024) ChatGPT and Generative Artificial Intelligence: An Exploratory Study of Key Benefits and Challenges in Operations and Supply Chain Management. *International journal of production research*. Vol. 62 (16), 5676–5696.
- Wamba, F. – Queiroz M. – Jabbour C. – Shi, C. (2023) Are Both Generative AI and ChatGPT Game Changers for 21st-Century Operations and Supply Chain Excellence? *International journal of production economic*. Vol. 265, 1–11.
- Wang, H. – Liu, M. – Shen, W. (2023) Industrial-generative Pre-trained Transformer for Intelligent Manufacturing Systems. *IET collaborative intelligent manufacturing*. Vol. 5 (2), 1–5.
- Waters, D. (2007) Supply chain risk management: Vulnerability and resilience in logistics, Kogan Page Limited: London. UK.
- Wichmann, P. – Brintrup, A. – Baker, S. – Woodall, P. – McFarlane, D. (2020). Extracting supply chain maps from news articles using deep neural networks. *International Journal of Production Research*. Vol. 58 (17), 5320–5336.
- Yan, M. – Wang, Y. – Pan, Y. – Su, Z. – Luan, T. (2023) A Survey on ChatGPT: AI-Generated Contents, Challenges, and Solutions. *IEEE open journal of the Computer Society*. Vol. 4, 1–20.
- Yandrapalli, V. (2023) Revolutionizing Supply Chains Using Power of Generative AI. *International Journal of Research Publication and Reviews*. Vol. 4 (12), 1556–1562.

- Zhang, C. & Lu, Y. (2021) Study on Artificial Intelligence: The State of the Art and Future Prospects. *Journal of industrial information integration*. Vol. 23, 100224.
- Basias, N., & Pollalis, Y. (2018). Quantitative and Qualitative Research in Business & Technology: Justifying a Suitable Research Methodology. *Review of Integrative Business and Economics Research*, Vol. 7 (1), 91–105.

Liitteet

Liite 1. Haastattelurunko

<p>Osa 1:</p> <p>Taustoitus/Riskienhallinta</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kertoisitko lyhyesti itsestäsi, kuten koulutustaustastasi, työkokemuksestasi ja nykyisestä roolistasi organisaatiossasi? 2. Millaista kokemusta sinulla on (toimitusketjun) riskienhallinnasta? Voisitko antaa esimerkkejä siitä, miten riskienhallintaa toteutetaan edustamassasi yrityksessä? 3. Kirjallisuudessa riskienhallintaprosessi jaetaan usein vaiheisiin: riskin tunnistaminen, arviointi, käsittely ja seuranta. Ovatko nämä vaiheet selkeästi tunnistettavissa? Jos ovat, miten ne toteutuvat käytännössä?
<p>Osa 2:</p> <p>Generatiivisen tekoälyn käyttökokemukset</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Kuinka tuttua tekoäly ja erityisesti generatiivinen tekoäly (GenAI) on sinulle? Onko sinulla tai yritykselläsi kokemusta GenAI:n käytöstä? 5. Jos yrityksessäsi käytetään generatiivista tekoälyä, missä prosesseissa sitä hyödynnetään ja miten se on vaikuttanut toimintaan? Onko käytössä räätälöityjä ratkaisuja vai yleisesti saatavilla olevia malleja, kuten ChatGPT tai Copilot?
<p>Osa 3:</p> <p>Generatiivisen tekoälyn mahdollisuudet ja haasteet toimitusketjun riskienhallinnassa</p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. Mitä mahdollisuuksia generatiivinen tekoäly tarjoaa toimitusketjun riskienhallintaan, ja millaisissa tilanteissa uskot sen tuovan eniten lisäarvoa? 7. Missä riskienhallintaprosessin vaiheessa näet generatiivisen tekoälyn tarjoavan suurimmat hyödyt?

	<p>8. Mitkä ovat generatiivisen tekoälyn merkittävimmät haasteet, ja miten nämä haasteet ilmenevät toimitusketjun riskienhallinnassa?</p> <p>9. Miten arvioisit tietosuojan, yksityisyyden ja eettisiin kysymyksiin liittyvien haasteiden vaikuttavan generatiivisen tekoälyn käyttöönottoon? Millaisia ratkaisuja näiden haasteiden käsittelemiseen voisi olla?</p>
<p>Osa 4:</p> <p>Tulevaisuuden näkymät ja strategiset linjaukset</p>	<p>10. Mitä tekijöitä pidät tärkeinä, kun organisaatio integroi uutta teknologiaa, kuten GenAI:ta omiin prosesseihinsa? Millä tavoin organisaatiot voivat omaksua tarvittavat taidot tekoälyn tehokkaaseen hyödyntämiseen?</p> <p>11. Millaisia muutoksia odostat näkeväsi tekoälyn kehittyessä tulevaisuudessa, ja miten uskot sen vaikuttavan omaan työhösi sekä organisaatiosi toimintaan? Näetkö generatiivisen tekoälyn roolin enemmän assistenttina vai hoitamassa tehtäviä itsenäisesti?</p>