

Lauri Lehtinen

**GENERATIIVISEN TEKOÄLYN KÄYTTÖNOTON
HAASTEITA ORGANISAATIOTASOLLA - TAM-TOE-
VIITEKEHYSNÄKÖKULMA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2024

TIIVISTELMÄ

Lehtinen, Lauri

Generatiivisen tekoälyn käyttöönoton haasteita organisaatiotasolla – TAM-TOE-viitekehysnäkökulma

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2024, 56s.

Tietojärjestelmätiede, Kandidaatintutkielma

Ohjaaja(t): Vuorinen, Jukka

Tämä kandidaatintutkielma tutkii haasteita, joita organisaatiot voivat kohdata ottaessaan käyttöön generatiivista tekoälyä. Tutkielmassa hyödynnetään yhdistettyä TAM (Technology Acceptance Model) ja TOE (Technology-Organization-Environment) -viitekehystä (TAM-TOE). Tutkielma keskittyy generatiivisiin malleihin, kuten ChatGPT:hen ja näiden mahdollisiin haasteisiin organisaatioille. Tutkielma käyttää systemaattista kirjallisuuskatsausta tunnistukseen, luokitellakseen ja analysoidakseen kirjallisuudesta löytyneitä haasteita. TAM-TOE-viitekehys tarjoaa kattavan perustan ymmärtää sekä teknologian että organisaation näkökulmia, jotka vaikuttavat generatiivisen tekoälyn omaksumiseen. Tutkielma löytää runsaasti erilaisia haasteita, mukaan lukien tekniset haasteet, datan laatuongelmat, eettiset ja lailliset haasteet sekä organisaation valmiuteen liittyvät haasteet. Löydetyt haasteet luokitellaan aineistopohjaisesti ja TAM-TOE-viitekehysten sisälle. Tutkielman havainnot viittaavat siihen, että vaikka haasteita tunnistetaan ja käsitellään laajasti kirjallisuudessa, organisaation sisäisen ympäristön ja organisaatiolle tulevaan hyötyyn liittyvien haasteiden merkitys jää usein vähemmälle huomiolle. Tämä voi olla ongelmallista, koska organisaatioille mahdollisesti merkittävimpiä haasteita ei ole otettu riittävästi huomioon. Tutkielma ehdottaa, että näitä haasteita tutkittaisiin enemmän organisaation kontekstissa.

Asiasanat: generatiivinen tekoäly, TAM, TOE, TAM-TOE, haasteet

ABSTRACT

Lehtinen, Lauri

Challenges of Implementing Generative AI at the Organizational Level – A TAM-TOE Framework Perspective

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2024, 56 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor(s): Vuorinen, Jukka

This bachelor's thesis explores the challenges that organizations may encounter when adopting generative artificial intelligence. The thesis utilizes a combined TAM (Technology Acceptance Model) and TOE (Technology-Organization-Environment) framework (TAM-TOE). The context of the thesis focuses on generative models, such as ChatGPT, and the potential challenges these present to organizations. The thesis employs a systematic literature review to identify, classify, and analyze challenges found in the literature. The TAM-TOE framework provides a comprehensive basis for understanding both technological and organizational perspectives that influence the adoption of generative artificial intelligence. The thesis finds a wide range of challenges, including technical issues, data quality problems, ethical and legal concerns, and organizational readiness. The identified challenges are categorized within the appropriate categories of the TAM-TOE framework. The findings of the thesis suggest that while challenges are widely recognized and addressed in the literature, the significance of the internal organizational environment and benefits to the organization are often overlooked. This can be problematic for organizations if the most significant challenges for them are not sufficiently considered. The thesis suggests that these challenges should be studied more in the context of the organization.

Keywords: generative artificial intelligence, TAM, TOE, TAM-TOE, challenges

KUVIOT

KUVIO 1 TAM-malli (tiedot Davis, 1989)	11
KUVIO 2 TOE-malli (tiedot Tornatzky & Fleischer, 1990).....	12
KUVIO 3 TAM-TOE-viitekehys (mukaillen Chatterjee ym., 2021)	13

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Aineistopohjaiset luokat ja TAM-TOE -viitekehys	34
TAULUKKO 2 Haasteet ja TAM-TOE -viitekehys.....	36

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1. JOHDANTO.....	6
2. GENERATIIVINEN TEKOÄLY, TAM- JA TOE-MALLIT SEKÄ TAM-TOE-VIITEKEHYS.....	9
2.1. Generatiivinen tekoäly.....	9
2.2. TAM-malli.....	10
2.3. TOE-malli.....	11
2.4. TAM-TOE-viitekehys.....	12
3. HAASTEET JA AINEISTOPOHJAINEN LUOKITTELU.....	14
3.1. Arvioinnin haasteet.....	14
3.2. Eettiset ja oikeudelliset haasteet.....	16
3.3. Harjoitusdatan laatu.....	18
3.4. Inhimillisyyden haasteet.....	19
3.5. Integraation ja automaation haasteet.....	20
3.6. Käyttäjiin kohdistuvat haasteet.....	21
3.7. Tietoturva.....	22
3.8. Tuotetun datan laatu.....	24
3.9. Vuorovaikutus ja ymmärtäminen.....	26
3.10. Yhteiskunnalliset haasteet.....	27
3.11. Ympäristövaikutukset.....	29
4. ORGANISAATIOIDEN HAASTEET TAM-TOE-VIITEKEHYKSESSÄ.....	30
4.1. Sisäinen ympäristö.....	30
4.2. Ulkoinen ympäristö.....	31
4.3. Koettu helppokäyttöisyys.....	32
4.4. Koettu hyödyllisyys.....	33
4.5. Aineistopohjainen luokitus ja TAM-TOE-viitekehys.....	33
4.6. Organisaatioiden haasteet ja TAM-TOE -viitekehys.....	35
5. YHTEENVETO.....	38

LÄHTEET

LIITEET

1. JOHDANTO

Syyskuussa 2021 Communications of the Association for Information Systems (CAIS) -lehdessä julkaistiin paneeliraportti "The 4th Industrial Revolution Powered by the Integration of AI, Blockchain, and 5G". Tässä raportissa tekoäly, yhdessä lohkoketjun ja 5G:n kanssa tunnistettiin kolmena keskeisenä voimana, jotka ajavat neljättä teollista vallankumousta eteenpäin (French ym., 2021). Siitä noin vuoden kuluessa marraskuussa 2022 ChatGPT julkistettiin, josta voidaan sanoa alkaneen tekoällyn ja erityisesti generatiivisen tekoällyn aika (Craig Van Slyke, 2023; Alavi ym., 2024). Tekoällyn markkinoiden ennustetaan kasvavan yli yhdeksänkertaiseksi vuoteen 2030 mennessä (GrandViewResearch, 2023). Workdayn (2023) tekemän kyselyn mukaan 73 % yritysten päättäjistä kokee painetta tekoölyyn investoimiseen tai tekoällyn käyttöönottoon yrityksissä. Forrester Researchin (2023) tekemän kyselyn mukaan 67 % insinöörijohtajista kokee painetta ottaa käyttöön tekoölytoimintoja kilpailuedun säilyttämiseksi. Kuitenkin vain 8 % eurooppalaisista yrityksistä olivat ottaneet tekoällyn käyttöön vuoteen 2021 mennessä (Eurostat, 2021). Nämä seikat alleviivaavat tarvetta selvittää generatiivisen tekoällyn käyttöönoton haasteita organisaatiotasolla.

Tämän tutkielman tarkoituksena on vastata kysymykseen "Mitä haasteita generatiivisen tekoällyn käyttöönotossa on ja miten ne peilaantuvat TAM-TOE viitekehykseen?". Aluksi tutkielmassa määritellään keskeiset käsitteet. Tutkielman keskeiset käsitteet ovat generatiivinen tekoäly, technological acceptance model (TAM) -malli ja technology-organization-environment (TOE) -malli sekä TAM-TOE-viitekehys. Seuraavaksi tutkielmassa kerätään kirjallisuudessa havaittuja haasteita ja luokitellaan ne aineistopohjaisesti. Kolmanneksi aineistopohjaisia luokituksia tarkastellaan TAM-TOE-viitekehyksessä, arvioidaan haasteiden lukumääriä ja näiden merkitystä tutkimuskentässä. Yhteenvedossa tiivistetään tutkielman löydökset ja keskustellaan tutkimuskentän tulevaisuuden tarpeesta.

Tutkielma on toteutettu systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on tuottaa puolueetonta tietoa noudattamalla ennalta määriteltyjä sääntöjä ja ohjeita (Kitchenham & Charters, 2007). Kirjallisuuden hakeminen johtavista tietokannoista on ensimmäinen osio kirjallisuuskatsausta, jonka jälkeen relevanttia aineistoa haetaan löydettyjen ar-

tikkeleiden viitteistä ja etsimällä artikkeleita, jotka viittaavat kyseiseen artikkeliin (Webster & Watson, 2002). Johtaviksi tietokannoiksi ja hakukoneiksi valittiin Scopus, Web of science ja Proquest, joista jälkimmäisen avulla voidaan suoraan hakea julkaisufoorumien korkean tason julkaisuja. Korkean tason julkaisuiksi valittiin Journal of the Association for Information Systems (JAIS) ja Communications of the Association for Information Systems (CAIS) perusteella, että ne sisältävät relevanttia ja laadukasta tietoa informaatioteknologian alalta ja että julkaisuiden sisältämien artikkeleiden koko tekstit ovat saatavilla.

Teoreettiseen viitekehukseen käytettiin hakusanoja: "TAM AND TOE" ja "(TAM AND TOE) AND (publication.exact(Communications of the Association for Information Systems) OR publication.exact(Journal of the Association for Information Systems))". Haasteiden löytämiseksi käytettiin hakusanoja: "generative AND ("artificial" AND "intelligence" OR "AI") AND ("challenges" OR "barriers")" ja "generative AND ("artificial" AND "intelligence" OR "AI") AND ("challenges" OR "barriers") AND (publication.exact(Communications of the Association for Information Systems) OR publication.exact(Journal of the Association for Information Systems))". Kaikki haut rajattiin sisältämään vain vertaisarvioituita artikkeleita, jotka oli kirjoitettu englannin kielellä. Scopusin osalta rajattiin haku artikkelin otsikkoon, tiivistelmään ja avainsanoihin. Muiden osalta haku kattoi kaikki kentät. Haut tehtiin 17.2.2024 ja 23.2.2024 välisenä aikana.

Teoreettisen viitekehysen hauista löydettiin 14 artikkelia ja kaksoiskappaleiden poistamisen jälkeen jäi 12 artikkelia. Tiivistelmien perusteella jäljelle jäi 8 artikkelia. Koko tekstin perusteella näistä jäi jäljelle 6 artikkelia. Haut viitteistä ja viittaajista lisäsivät 11 artikkelia ja 2 kirjaa. Lähteitä teoreettiseen viitekehukseen muodostui siis yhteensä 19 kappaletta. Haasteiden hauista löydettiin yhteensä 82 artikkelia ja kaksoiskappaleiden poistamisen jälkeen jäi 73 artikkelia. Tiivistelmien perusteella jäljelle jäi 42 artikkelia ja koko tekstin perusteella jäljelle jäi 40 artikkelia. Lähteitä generatiivisen tekoälyn haasteisiin muodostui siis yhteensä 40 kappaletta. Hakujen ulkopuolisia lähteitä tuli yhteensä 11 kappaletta sisältäen tilastoja, yleismääritelmiä ja taustoja tutkielmaa varten.

Tiivistelmien perusteella karsittiin artikkeleita, jos tiivistelmässä ei mainittu avainsanoja tai, jos tiivistelmän mukaan artikkeli ei sisällä tutkielman kannalta merkityksellistä tietoa. Esimerkiksi artikkelien avainsanat tai koko tekstit saattoivat sisältää hakusanoja, mutta tiivistelmän mukaan artikkeli ei käsittelee kyseistä asiaa suoraan. Koko tekstien perusteella karsittiin artikkeleita, jos koko tekstistä haettujen avainsanojen ei nähty tekstissä antavan tutkielman kannalta merkityksellistä tietoa. Esimerkiksi koko tekstissä saattoi olla viittauksia tai mainintoja avainsanoihin, mutta itse teksti ei niitä käsitellyt.

Luvussa 2 käsitellään tutkielman kannalta keskeisimmät käsitteet. Ensimmäisenä käsitellään generatiivinen tekoäly, joka on tekoälyteknikoista tällä hetkellä ajankohtaisin erityisesti ChatGPT:n myötä. Generatiivinen tekoäly on järjestelmä, joka pyrkii jäljittelemään ihmisen tuottamaa kieltä. Seuraavaksi käsitellään TAM-malli, joka on vakiintunut teknologian omaksumista arvioiva malli vuodelta 1989. Sitten käsitellään TOE-malli, joka on kehitetty kuvaamaan organisaatioiden teknologian omaksumista ottaen huomioon ulkoisen ja sisäisen ympäristön. Nämä mallit on yhdistetty muun muassa Chatterjee ym. (2021) toimesta TAM-TOE-viitekehukseksi, jossa TAM-mallin teknologian kuvaus yhdistetään TOE-mallin ympäristöiden kuvaukseen ja näiden yhdistelmien myötä kuvataan teknologian omaksumista.

Luvussa 3 käydään läpi kirjallisuudesta löytyneitä haasteita ja luokitellaan niitä aineistopohjaisesti. Aineistosta paljastuu selkeitä luokkia haasteille ja huomataan myös, että osa haasteista voi sijoittua useampaan kuin yhteen luokkaan. Aineistosta löytyvistä haasteista nähdään myös miten haasteet voivat koskettaa organisaatioita ja miten ne voidaan nähdä organisaatiolle haasteina generatiivisen tekoälyn käyttöönotossa. Haasteet on kirjattu sellaisena, kun ne ovat teksteistä nousseet ilmi lukemisen hetkellä, eli kirjatuissa haasteissa voi olla toisiinsa nähden eroja kirjoitusasussa tai on voitu käyttää synonyymia. Väärinymmärrykset ja käännösvirheet ovat aina mahdollisia, kun aineistoa luetaan vieraalla kielellä. Kokonaisuuden kannalta yksittäiset virheet tai väärinymmärrykset eivät kuitenkaan yleensä ole merkittäviä. Aineistosta löydetty haasteet on listattu liitteessä 1 ja haasteiden sijoittelu aineistopohjaisiin luokkiin on listattu liitteessä 2.

Luvussa 4 tarkastellaan aineistopohjaisia luokituksia ja peilataan niitä TAM-TOE-viitekehukseen. Luokituksista on nähtävissä, että aineiston haasteiden painotus on eettisissä ja oikeudellisissa haasteissa sekä tuotetun datan ja harjoitusdatan laadullisissa haasteissa. Luokituksista on myös nähtävissä, että aineistossa vähemmälle huomiolle on jäänyt haasteet liittyen ympäristövaikutuksiin ja tietoturvaan. TAM-TOE-viitekehyksessä tarkasteltuna havaitaan, että aineiston haasteiden painotus on ulkoisen ympäristön haasteissa ja koetun hyödyllisyyden haasteissa. Huomattavasti vähemmälle huomiolle on jäänyt sisäisen ympäristön haasteet ja koetun hyödyllisyyden haasteet. Tutkimuskenttä on painottunut toisaalta abstrakteihin kysymyksiin tuomalla esiin esimerkiksi eettisiä haasteita, mutta toisaalta yksityiskohtaisiin teknisiin kysymyksiin tuomalla esiin esimerkiksi harjoitusdatan haasteita. Tutkimuskentässä tekoälyjärjestelmien arviointi ja erityisesti tekoälyjärjestelmien hyödyllisyyden mittaamisen haasteet ovat jääneet vähemmälle huomiolle. Myös organisaatioiden sisäisten prosessien haasteet, organisaation henkilöstöön liittyvät haasteet ja organisaatorakenteeseen liittyvät haasteet esiintyvät kirjallisuudessa harvemmin.

Tässä tutkielmassa on löydetty runsaasti erilaisia ja aineiston pohjalta luokitettavia haasteita organisaatioille generatiivisen tekoälyn käyttöönotossa. Lisäksi näitä haasteita on onnistuttu tarkastelemaan TAM-TOE-viitekehysten kautta luontevasti ja loogisesti. Tutkielma tuo TAM-TOE-viitekehysten kautta tarkasteltuna esiin tutkimuskentässä olevia vajavaisuuksia erityisesti organisaation sisäisen ympäristön haasteissa ja koetun hyödyllisyyden haasteissa. Tutkielma ehdottaa, että näitä haasteita ja niiden vaikutusta generatiivisen tekoälyn käyttöönottoon organisaatioissa tutkittaisiin enemmän.

2. GENERATIIVINEN TEKOÄLY, TAM- JA TOE-MALLIT SEKÄ TAM-TOE-VIITEKEHYS

Tässä luvussa määritellään ja kuvataan tutkielman keskeiset käsitteet. Ensin määritellään generatiivinen tekoäly, seuraavaksi technological acceptance model (TAM) -malli, sitten technology-organizational-environment (TOE) -malli ja lopuksi määritellään näistä yhdistetty TAM-TOE -viitekehys.

2.1. Generatiivinen tekoäly

Tekoälyn määritelmä on jo itsessään hyvin laaja ja esimerkiksi Legg ja Hutter (2007) listaavat yli 70 eri määritelmää tekoälylle. Tässä tutkielmassa tekoälyä käytetään samoin kuten Brynjolfsson ym. (2023) määrittelevät, eli sateenvarjo-terminä, jossa tekoälyjärjestelmiin kuuluvat kaikki järjestelmät, jotka esittävät älyllistä toimintaa yhdessä ongelmien ratkaisemisen tai kielellisten perusteluiden kanssa.

Generatiivinen tekoäly on yksi tekoälytekniikka, joka käyttää malleja ja algoritmeja oppiakseen hahmoja olemassa olevasta datasta ja joka luo uutta sisältöä näiden opittujen hahmojen perusteella (Accenture, 2023). Generatiivisen tekoälyn sovelluksia ovat suuret kielimallit ja niihin liittyvät työkalut kuten ChatGPT, jonka voidaan sanoa olevan kasvavasti merkittävä generatiivisen tekoälyn sovellus (Brynjolfsson ym., 2023).

Generatiiviset tekoälyjärjestelmät on suunniteltu tuottamaan sisältöä, joka jäljittelee ihmisen luomaa materiaalia, kuten esimerkiksi tekstiä, kuvia, videoita, musiikkia ja tietokonekoodia. Generatiiviset järjestelmät käyttävät syväoppimista harjoitteludataan, jonka tyylejä ja rakenteita generatiivinen tekoäly pyrkii jäljittelemään. Tähän liittyy generatiivisten tekoälyjärjestelmien keskeinen heikkous, joka on riippuvuus harjoitteludatasta. Tämä määrittää pitkälti tuotetun aineiston sisällön ja mahdollisen puolueellisuuden. (Farrelly & Baker, 2023.)

Generatiivisen tekoälyn käsite ei ole uusi vaan se juontaa juurensa jo 1950-luvulle. Generatiivinen tekoäly on kuitenkin kokenut merkittäviä edistysaskelia vasta äskettäin. Generatiivisen tekoälyn kehittymistä on siivittänyt kerätyn da-

tan räjähdysmäinen kasvu ja kehittyneiden syväoppimisalgoritmien kehittäminen. Erityisesti vuoden 2017 transformer-algoritmin voidaan sanoa mullistaneen tiedon käsittelyn itsetarkkailumekanismien avulla. Nämä mahdollistavat kielen vivahteiden ymmärtämisen ja inhimillisen tekstin matkimisen. (Lin, 2023.)

Transformer-algoritmia hyödyntää esimerkiksi ChatGPT, jonka voidaan sanoa olleen ennennäkemätön menestys marraskuun 2022 julkaisusta lähtien. Jo kuukauden sisällä sen julkaisusta alettiin puhumaan sen mullistavista vaikutuksista työelämään. (Craig Van Slyke ym, 2023.) ChatGPT:n poikkeuksellisuus on sen luonnollisen kielen ymmärtämisessä ja koherenttien vastauksien antamisessa (Shankland, 2023). ChatGPT tunnustetaan jo disruptiiviseksi innovaatioksi ja sen vaikutukset työelämään ovat todennäköisesti merkittäviä (Craig Van Slyke ym, 2023).

Tässä tutkielmassa pyritään keskittymään generatiiviseen tekoälyn käyttöön haasteisiin. ChatGPT:n merkittävyyden vuoksi se on myös merkittävä tälle tutkielmalle. On kuitenkin huomattava, että generatiivinen tekoäly on ollut olemassa jo kauan ennen ChatGPT:tä ja generatiivinen tekoäly kuuluu terminä tekoälyn alle. Tekoälyyn liittyvää kirjallisuutta on runsaasti jo ennen generatiivisen tekoälyn läpimurtoa ja sitä voidaankin käyttää soveltuvin osin generatiiviseen tekoälyyn liittyvässä tutkimuksessa.

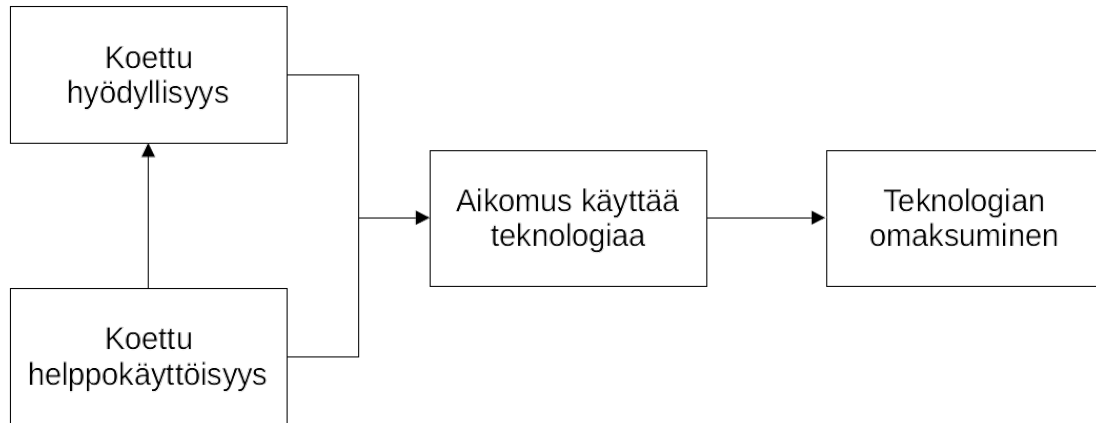
2.2. TAM-malli

Technological Acceptance Model (TAM) -mallin tarkoitus on ymmärtää tekijöitä, jotka vaikuttavat teknologian omaksumiseen (Davis, 1989). TAM-malli pohjautuu Fishbeinin ja Ajzenin (1975) Theory of Reasoned Action (TRA) -malliin ja TAM-mallia pidetäänkin hyvänä lähtökohtana teknologian hyväksymisen tutkimiseen (Katebi ym., 2022). TAM-malli on käynyt useita akateemisia vaiheita läpi ja sitä voidaan pitää vakiintuneena ja hyvin tunnettuna mallina, jota on sovellettu laajasti informaatioteknologian tutkimuksessa. Se on myös eniten käytetty malli kuvaamaan teknologian omaksumista. (Lee ym., 2003.)

TAM-mallissa koettu helppokäyttöisyys ja koettu koettu hyödyllisyys vaikuttavat aikomukseen käyttää teknologiaa, joka lopulta johtaa teknologian omaksumiseen (Davis, 1989). TAM-malli on havainnollistettu kuviossa 1. Teknologian omaksuminen tulee aikomuksesta käyttää teknologiaa, eli lopputulos edellyttää päätöksentekoprosessista syntyvää aikomusta. TAM-mallin koettu hyödyllisyys on yksilön käsitys siitä, miten teknologia voi olla hyödyksi esimerkiksi tehokkuuden lisääjänä. Koettu helppokäyttöisyys TAM-mallissa on yksilön käsitys teknologian käyttöön nähtävästä vaivasta esimerkiksi teknologian käytön opiskeluun tai teknologian ylläpitämiseen. (Katebi ym., 2022.)

Teknologian omaksumiseen on esitetty myös muita malleja TAM-mallin lisäksi ja niihin kuuluu muun muassa Theory of Planned Behavior (TPB), Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) ja Value-based Adoption Model (VAM), joista VAM-mallin on nähty ennustavan hyvin tekoälyn omaksumista yksilötasolla (Sohn & Kwon, 2020). Myös TAM-mallia on kehitetty TAM2-malliksi, joka ottaa huomioon runsaasti erilaisia ulkoisia tekijöitä

(Lee ym., 2003). Vaikka tutkimuksessa käytettäisiin alkuperäistä TAM-mallia, niin on tyypillistä, että sitä laajennetaan lisäämällä ulkoisia tekijöitä, joita ei TAM-mallissa itsessään ole (Rosli ym., 2022).

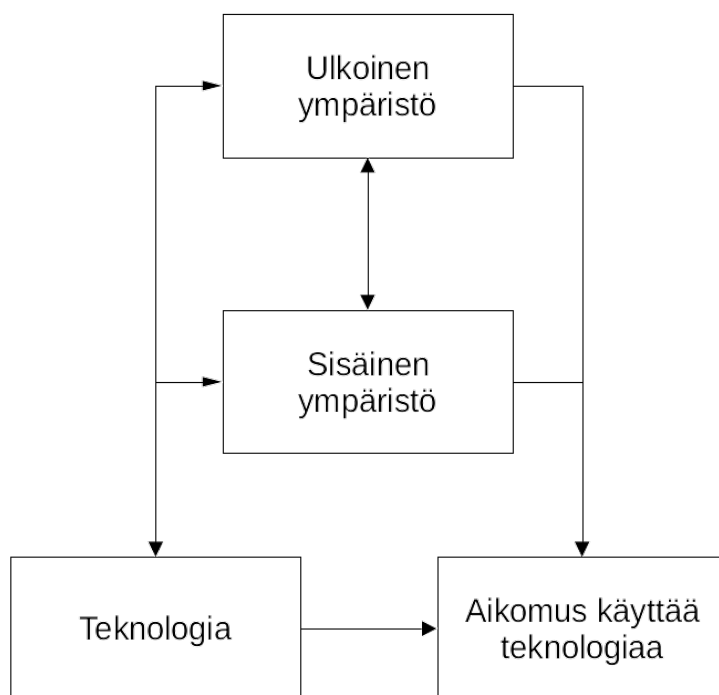


KUVIO 1 TAM-malli (tiedot Davis, 1989)

2.3. TOE-malli

Tornatzky ja Fleischer (1990) ovat esittäneet organisaatiotasolle Technology-Organizational-Environment (TOE) -mallin kuvaamaan teknologian omaksumista. TOE-mallissa ulkoisen ympäristön tekijät ja sisäisen ympäristön tekijät vaikuttavat yhdessä teknologian kanssa teknologian omaksumiseen (Tornatzky & Fleischer, 1990). TOE-mallia on käytetty yli 30 vuoden ajan laaja-alaisesti sekä laajassa kulttuurisessa kontekstissa ja sen toimivuuteen on yleisesti luotettu (Bryan & Zuva, 2021). TOE-mallia on käytetty lukuisissa empiirisissä tutkimuksissa ja vaikka tutkimuksien määrittelemät tekijät ovat vaihdelleet, niin itse malli on toiminut tutkimuksissa johdonmukaisesti (Lippert & Govindarajulu, 2015). On kuitenkin huomattava, että TOE-mallilla voi olla vaikeuksia kuvata johdonmukaisesti esimerkiksi web-palveluiden omaksumista, jos palveluita ei käytetä samalla tavalla eri organisaatioissa (Kim & Olfman, 2011).

TOE-mallissa on kolme keskeistä kategoriaa, jotka vaikuttavat organisaation aikomukseen käyttää teknologiaa: teknologia, ulkoinen ympäristö ja sisäinen ympäristö. TOE-mallin rakenne näkyy kuviossa 2. Teknologian kategoria käsittelee teknologian ominaisuuksia, eli esimerkiksi laitteiden tai ohjelmistojen ominaisuuksia, jotka voivat vaikuttaa teknologian omaksumiseen. Sisäisen ympäristön kategoria liittyy organisaation resursseihin sekä ominaisuuksiin, eli esimerkiksi organisaation koko, prosessit ja hallintorakenne. Ulkoisen ympäristön kategoria liittyy laajempaan ympäristöön, missä organisaatio toimii, eli esimerkiksi toimiala, kilpailijat, tavarantoimittajat ja lainsäädäntö. Kategoriat ovat luonnollisesti vuorovaikutuksessa toistensa kanssa sen lisäksi, että ne vaikuttavat aikomukseen käyttää teknologiaa. (Tornatzky & Fleischer, 1990.; Cruz-Jesus ym., 2019.)



KUVIO 2 TOE-malli (tiedot Tornatzky & Fleischer, 1990)

TOE-mallia vastaavia teorioita on myös muita. Näitä ovat muun muassa Diffusion of Innovation (DOI) -teoria ja institutionaalinen teoria. DOI-teoria keskittyy siihen, miten innovaation tai teknologian ominaisuudet ja organisaation piirteet vaikuttavat innovaatioiden tai teknologioiden omaksumiseen. Erityisesti DOI-teoria on ollut laajasti käytetty viimeisen kahden vuosikymmenen aikana. TOE-malli tunnistaa kuitenkin laajemmin eri tekijöitä teknologian omaksumiseen. Institutionaalisen teorian juuret ovat sosiologiassa ja 1970- ja 1980-lukujen tutkimuksessa. TOE-mallista poiketen institutionaalinen teoria kuvaa hyvin päätöksentekoprosessia institutionalisoiduissa ympäristöissä. (Saddoughi ym., 2019.)

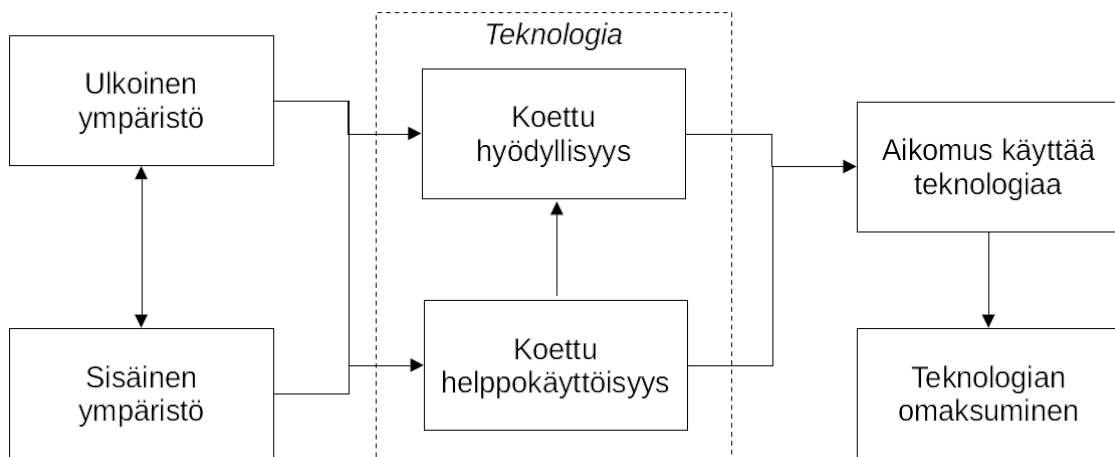
2.4. TAM-TOE-viitekehys

Tähän tutkielmaan on valittu sovellettavaksi TAM-mallin ja TOE-mallin yhdistelmä. Laajennettuja TAM-malleja ja TOE-malleja käytetään runsaasti eri tutkimuksissa (Taherdoost, 2022). Erityisesti TAM-malli ja TOE-malli on yhdistetty eri tutkimuksissa usein ja ne täydentävät toisiaan hyvin (Bryan & Zuva, 2021). TAM-TOE-viitekehys muistuttaa VAM-mallia, joka ennustaa hyvin tekoälyn omaksumista yksilötasolla (Sohn & Kwon, 2020). TAM-TOE-viitekehys on kuitenkin keskittynyt organisaatiotasolle (Chatterjee ym., 2021), kun VAM-malli on keskittynyt vain yksilötasolle (Sohn & Kwon, 2020). TAM-mallin ja TOE-mallin yhdistelmä TAM-TOE-viitekehysenä pystyy kuvaamaan kaikki sisäiset ja ul-

koiset tapaukset, jotka selittävät tekoälyn omaksumista organisaatioilla (Chatterjee ym., 2021).

TAM-TOE-viitekehys antaa yhtenäisen teoreettisen viitekehksen, jossa molempien mallien vahvuudet saadaan yhdistettyä. TAM-malli laajentuu organisaation ja ympäristön tekijöillä, kun ne otetaan TOE-mallista mukaan ulkoisena ympäristönä ja sisäisenä ympäristönä. TOE-malli laajentuu subjektiivisella kokemuksella teknologian ominaisuuksista, kun ne otetaan TAM-mallista mukaan koettuna hyödyllisyytenä ja koettuna helppokäyttöisyytenä. Näin yhdistettynä saadaan kattavampi ja tarkempi viitekehys teknologian omaksumisen ymmärtämiseksi. (Bryan & Zuva, 2021.) Tässä tutkielmassa sovellettu TAM-TOE-viitekehys on havainnollistettu kuviossa 3.

TAM-mallista ja TOE-mallista yhdistetty TAM-TOE-viitekehys on erityisen hyödyllinen tutkittaessa tekoälyn omaksumista organisaatioissa. TAM-TOE-viitekehksen avulla voidaan ymmärtää kattavasti erilaisia haasteita tekoälyn omaksumisessa organisaatioissa. TAM-TOE-viitekehys ottaa erityisen hyvin huomioon laajan kentän, missä tekoälysovelluksia voidaan hyödyntää ja omaksua. (Chatterjee ym., 2021.)



KUVIO 3 TAM-TOE-viitekehys (mukaillen Chatterjee ym., 2021)

Tässä tutkielmassa TAM-malli ja TOE-malli on yhdistetty pääosin Chatterjee ym. (2021) esittämällä tavalla TAM-TOE-viitekehyykseksi, jossa TAM-mallin koettu helppokäyttöisyys ja koettu hyödyllisyys on TOE-mallin teknologiakategoria. TOE-mallin ulkoinen ympäristö ja sisäinen ympäristö vaikuttavat tähän teknologiakategoriaan. Tämä sitten vaikuttaa aikomukseen käyttää teknologiaa ja lopulta teknologian omaksumiseen.

Chatterjee ym. (2021) esittämää yhdistämistä on kuitenkin yksinkertaistettu tässä tutkielmassa jättämällä pois johdon tuen vaikutus aikomuksen käyttää teknologiaa. Johdon tuki onkin sisällytetty usein sisäisen ympäristön kategoriaan (Wang ym., 2010; Wei-Hsi ym., 2015; Xu ym., 2017; Cruz-Jesus ym., 2019). Lisäksi on jätetty määrittelemättä ulkoisen ympäristön ja sisäisen ympäristön tarkemmat kategoriat, koska niiden merkitys tämän tutkielman kannalta on vähäinen. Myöskään kategorioiden tai haasteiden välisiä vuorovaikutuksia ei tässä tutkielmassa tarkastella lähemmin vaan tutkielman pääpaino on itse haasteissa ja miten haasteet peilaantuvat TAM-TOE-viitekehyykseen.

3. HAASTEET JA AINEISTOPOHJAINEN LUOKITTELU

Tässä luvussa käydään läpi aineistosta löytyviä haasteita generatiivisen tekoälyn käyttöönottoon liittyen. Löydetyt haasteet on luokiteltu aineistopohjaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että aineistosta löytyvistä haasteista on löydetty yhtäläisyyksiä, joiden pohjalta haasteita on voitu käsitellä yksittäisen otsikon alla kuitenkin rajaamatta haasteita vain yhden tietyn otsikon alle. Luvussa pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksen ensimmäiseen osaan: ”Mitä haasteita generatiivisen tekoälyn käyttöönotossa on?”.

Kussakin aineistopohjaisessa luokassa on pyritty kuvaamaan aineistosta löytyneitä haasteita tarkemmin ja avaamaan sitä, mitä nämä haasteet ja luokat tarkoittavat. Pääpaino on siinä, miten aineisto kyseiset haasteet käsittelee. Ymmärtämistä helpottamaan on pyritty havainnollistamaan haasteita aineistoista löytyneillä käytännön esimerkeillä. Aineistopohjainen luokittelu on myös pyritty perustelemaan johdonmukaisesti ja löytämään niistä erityisesti organisaatioille merkitykselliset näkökulmat.

Useille löytyneille haasteille soveltuu myös toinen luokitus. Esimerkiksi erityisosaamisen puute voi liittyä tuotetun datan laatuun tai harjoitusdatan laatuun. Toisaalta esimerkiksi hallusointi ei voi liittyä harjoitusdatan laatuun vaan on järjestelmän tekninen heikkous tuotettaessa dataa. Luokitus on kuitenkin pyritty valitsemaan aineiston painotuksen perusteella.

3.1. Arvioinnin haasteet

Generatiivisen tekoälyn luotettava kokonaisarvioiminen on vaikeaa. Järjestelmien tuomien hyötyjen ja sen viemien resurssien kokonaisuus on vaikeasti mittaavissa eivätkä vaikutukset ole välttämättä välittömiä vaan voivat realisoitua vasta useiden vuosien jälkeen. Tämän myötä generatiivisen tekoälyn hyödyllisyyttä organisaatiolle voi olla vaikea mitata ja siihen liittyviä haasteita on tarkasteltava kriittisesti.

Tekoälyteknologian nopea kehittyminen vaikeuttaa standardoitujen arviointimenetelmien kehittämistä ja näin luotettavien arviointien tekemistä (Watters & Lemanski, 2023). Esimerkiksi terveydenhuollossa monimutkaisen datan, tasa-arvokysymyksiä ja kliinisten tuloksien arvioiminen yhdessä ilman standardoituja arviointiperusteita on haastavaa (Oniani ym., 2023). Lisäksi tekoälyn käytön hyötyjen arviointi on vaikeaa tilanteissa, missä tulokset eivät ole välittömästi havaittavissa vaan voivat muodostua vuosien kuluessa ja kun virheiden seuraukset voivat olla vakavia ja aiheuttaa jopa kuolemia (Cheng ym., 2023).

Tekoälyjärjestelmien kustannukset voivat olla suurille organisaatioille merkittäviä. Tämä koskettaa erityisesti esimerkiksi terveydenhuollon organisaatioita, jotka yleensä kamppailevat budjettirajoitusten kanssa ja järjestelmien tuomien hyötyjen perustelu voi olla hintaan suhteutettuna vaikeaa (Gala & Makaryus, 2023). Generatiivisen tekoälyn tehokas hyödyntäminen edellyttää järjestelmien jatkuvaa opettamista ja ylläpitoa, jonka hintaa voi myös olla vaikea arvioida (Ali ym., 2023). Esimerkiksi Wang ym. (2023) tuo esille, että tekoälyn käyttäminen tieteellisissä yhteyksissä voi edellyttää aktiivista ja toistuvaa mallien päivittämistä. Myös erityisaloilla kuten ruuan valmistuksessa muuttuvat trendit, uudet yhdistelmät ja valmistusmenelmät voivat edellyttää jatkuvaa päivittämistä (Al-Sarayreh ym., 2023). Aktiivisen ja toistuvan mallien päivittämisen myötä energian käyttö ja prosessoritehon kustannukset voivat muodostua pitkällä aikavälillä erittäin suuriksi (Wang ym., 2023).

Saka ym. (2024) lisäävät, että erikoisaloilla nämä kustannukset voivat olla hyvinkin suuria. Esimerkiksi videokäsittelyssä prosessointivaatimukset nousevat merkittävästi tuotettavan datan tilan ja ajan ulottuvuuksien myötä (Al-dausari ym., 2023). Generatiivisen tekoälyn tuottamaa dataa tulisi myös jatkuvasti seurata ja arvioida, jotta sen toimintaa voisi kehittää käytön myötä. Tämä edellyttää jatkuvaa ylläpitämistä ja sen myötä merkittäviä resursseja. (Khenouche ym., 2024.) Pienempien mallien kehittäminen voi olla taloudellisesti edullista, mutta mallien kasvaessa kasvaa myös vaadittavat prosessointiresurssit, jolloin laitteistokustannukset tai prosessointikustannukset voivat nousta liian suuriksi pienille organisaatioille (Bandi ym., 2023). Generatiivisen tekoälyn tehokas hyödyntäminen voi olla mahdollista vain suurille yrityksille, joilla on riittävästi taloudellisia resursseja (Saka ym., 2024).

Vaikka generatiiviset tekoälyjärjestelmät suoriutuvat hyvin tietyissä tehtävissä, niin joissakin tehtävissä suorituskyky voi olla huono ja kokonaisuuden arvioiminen voi edellyttää jatkuvaa tutkimustyötä (Yan ym., 2024). Sabherwal ja Grover (2024) lisäävät kokonaisarviointin vaikeutta tuomalla esiin generatiivisen tekoälyn tuoman automaation ja työn tehostuksen eron. Sabherwal ja Grover (2024) korostavat näiden erilaista suhdetta käyttäjään, jossa automaatio korvaa käyttäjän tekemiä toimintoja ja tehostus auttaa käyttäjää tekemään toimintoja paremmin.

Yhteenvedona voidaan todeta, että generatiivisen tekoälyn hyödyllisyyden arviointi on moniulotteinen alue, joka sisältää runsaasti erilaisia haasteita. Teknologian jatkuva ja erittäin nopea kehittyminen vaikeuttaa standardoitujen arviointimenetelmien luomista. Tekoälyjärjestelmien kehittämisen ja käytön hinta voi olla suuri ja eriarvoistava sekä sitä voi olla hyvin vaikea arvioida luotettavasti, koska se vaihtelee suuresti käyttötapauksesta riippuen. Lisäksi parhaan ja ajantasaisen hyödyn saaminen edellyttää jatkuvaa ylläpitoa, jonka kustannuk-

sia voi olla vaikea arvioida. Tuotettua dataa ja hyötyjä tulisi myös jatkuvasti seurata etenkin, koska tuotetun datan laatu vaihtelee huomattavasti. Kokonaisyödyn arviointi on myös hankalaa, koska järjestelmät toisaalta lisäävät automaatiota ja toisaalta lisäävät käyttäjien tehokkuutta tehtävien suorittamisessa. Organisaation voi olla järkevää huomioida, että hyötyjen arviointi on monimutkaista eikä vallitsevaa standardia hyötyjen arviointiin ole olemassa. Organisaation voi olla tarpeen seurata hyötyjen muodostumista erityisen tarkasti omassa käytössään.

3.2. Eettiset ja oikeudelliset haasteet

Generatiiviseen tekoälyyn liittyy useita eettisiä ja oikeudellisia haasteita, joita aineistossa on käyty hyvin laajasti läpi. Eettiset kysymykset liittyvät siihen, että mikä on oikein ja väärin, eli tässä yhteydessä, että onko generatiivisen tekoälyn käyttö tai käytön vaikutukset oikein vai väärin. Oikeudelliset kysymykset liittyvät siihen, että miten lainsäädäntö, sopimukset tai muiden oikeudet vaikuttavat generatiivisen tekoälyn käyttöön. Seuraavaksi käydään läpi aineistoista löytyneitä eettisiä ja oikeudellisia haasteita.

Generatiivisten tekoälyjen arvomaailma ei välttämättä ole yhteensopiva käyttäjien arvomaailman kanssa. Generatiiviset tekoälyt eivät lähtökohtaisesti ymmärrä arvojen vivahteita, ota huomioon eettisiä kysymyksiä tai laatustandardeja, joita ihmiset omassa toiminnassaan ylläpitävät automaattisesti. (Drori & Te'eni, 2024.) Esimerkiksi ChatGPT:n arvomaailma on linjassa vain englannin kielisen maailman arvomaailman kanssa eikä se näin ollen edusta erilaisten ihmisten, kielten ja kulttuurien laajaa arvomaailmojen kirjoa (Yu ym., 2023).

Lisäksi generatiivisissa tekoälyissä järjestelmä ennustaa seuraavan syöteen harjoitusdatan pohjalta ilman, että ottaa aidosti huomioon käyttäjän yksilölliset tekijät. Tämä on järjestelmissä sisäänrakennettu ominaisuus, joka väistämättä sisällyttää järjestelmän tuotoksiin puolueellisuutta. (Yu ym., 2023.) Generatiivisten tekoälyjen harjoitusdata ei välttämättä sisällä tasaisesti erilaisia näkökulmia eikä näin ota huomioon ihmisyyden laajaa kirjoa. Tämä puolueellisuus voi sitten laajassa mittakaavassa vahvistua käytettäessä tekoälysovelluksia esimerkiksi tieteellisten artikkeleiden kirjoittamisessa. (Lin, 2023.)

Generatiivisten tekoälyjen käyttö sisältää useita merkittäviä tekijänoikeushaasteita. Tekoälyjärjestelmien käyttö voi johtaa plagiointiin, haamukirjoittamiseen ja epäluotettaviin vaikkakin vakuuttaviin tuloksiin. Esimerkiksi epäselvien tekijänoikeudellisten ongelmien takia jotkin organisaatiot ovat kokonaan kieltäneet ChatGPT:n käytön. (Kim, 2023.) Voidaan myös kysyä, että rikkooko generatiiviset tekoälyt tekijänoikeuksia käyttäessään harjoitusdataa. Avoimeksi on jäänyt myös, että miten järjestelmän tuotoksia pitäisi käsitellä tekijänoikeudellisesti. Epäselväksi jää siis, että miten näiden järjestelmien tuotoksia voi loppujen lopuksi käyttää eettisesti ja laillisesti. (Mondal ym., 2023.)

Generatiivisen tekoälyn harjoitusdata sisältää ja käsittelee runsaasti yksityishenkilöiden henkilökohtaista dataa, joka voi olla tiukan tulkinnan mukaan suojattu henkilötietoja käsittelevässä lainsäädännössä esimerkiksi Euroopan Unionissa. Lisäksi henkilötietoja saatetaan käsitellä keskusteluita tai muuta da-

taa käytettäessä harjoitusdatana. (Gupta ym., 2023.) Avoimena kysymyksenä on vielä, että miten henkilötietojen käsittelyn on voinut hyväksyä ja tarvitaanko hyväksyntä harjoitusdatan käyttöön generatiivisten tekoälyjen toimesta. Lisäksi epäselvää on vielä, että miten generatiivisilla tekoälyillä tehtyjen tuotoksien mahdollisesti henkilötietoja sisältävien aineistojen käsittely voi noudattaa kulloistakin lainsäädäntöä. (Farrelly & Baker, 2023.) Esimerkkinä yksityisyyden haasteiden merkityksestä ja epäselvyydestä voidaan mainita tapaus, jossa Italia esti pääsyn ChatGPT-sovellukseen vuonna 2023 epäiltyjen laajojen henkilötietolain rikkomuksien vuoksi (Zhang & Kamel Boulous, 2023). Kyseinen tapaus alleviivaa ongelmaa, vaikka pääsy palautettiin pian ChatGPT:n sallissa keskusteluhistorian käytöstä poistamisen.

Generatiivisen tekoälyn tuotokset muodostuvat läpinäkymättömästi, eli luontiprosessia ei voida tarkastella tai arvioida. Tämä aiheuttaa lukuisia ongelmia, kun generatiivisen tekoälyn prosessia ei voida arvioida avoimesti ja mahdollisia virheellisiä johtopäätöksiä ei voida havaita prosessista. (Kankanhalli, 2024.) Ongelmat korostuvat esimerkiksi lääkkeiden suunnittelussa, jossa generatiivinen tekoäly voi ehdottaa lääkkeitä ilman, että ehdotuksia on mahdollista perustella tai edes toistaa. Tämä voi vaikeuttaa esimerkiksi jatkotutkimusta, kun toimivat tulokset hyväksytään sellaisenaan ilman tietoa tai ymmärrystä toimivuuden syistä. (Hamed ym., 2024.) Henkilötietoja koskevan lainsäädännön kanssa tämä haaste nousee erityisesti esille, kun henkilötietojen mahdollista käsittelyä ei voida seurata tai arvioida. Esimerkiksi vähemmistöryhmien seksuaalisen suuntautumisen, sukupuoli-identiteetin ja terveystietojen käsittely voidaan nähdä hyvin ongelmallisena lainsäädännöllisesti ja eettisesti. (Bragazzi ym., 2023.)

Generatiivista tekoälyä voidaan käyttää haitallisiin tarkoituksiin siinä missä sitä voidaan käyttää hyväksyttäviin tarkoituksiin. Generatiivisen tekoälyn avulla voidaan nopeasti ja tehokkaasti tuottaa esimerkiksi syvävääreännöksiä, disinformaatiota, automatisoituja hyökkäyksiä tai laitonta sisältöä. (Bandi ym., 2023.) Lisäksi Craig Van Slyke ym. (2023) tuovat esille huolen, että generatiivista tekoälyä voidaan käyttää opiskelussa huijaamisessa, kun tekoälyllä voidaan tuottaa raportteja laadukkaasti ja uskottavasti. He huomauttavat generatiivisen tekoälyn tuomasta epätasa-arvosta niitä käyttävien ja käyttämättä jättävien opiskelijoiden välillä. He myös toteavat, että näiden työkalujen väärinkäyttö voi heikentää opiskelijoiden kriittistä ajattelua ja työelämävalmiuksia. On ongelmallista, että käyttäjät voivat helposti käyttää tekoälyjärjestelmiä tehtävien tekemiseen vaikka se olisi kiellettyä tai jopa haitallista tekoälyn käyttäjille (Skulmowski, 2023).

Yhteenvetona voidaan ajatella, että generatiivisen tekoälyn käyttöönotto edellyttää käsitystä sen eettisistä ja oikeudellisista haasteista. Organisaation tulee ymmärtää miten tekoälyn tuottama data peilaantuu organisaation eettiseen ympäristöön, työkalujen käyttäjiin ja datan käyttökohteeseen. Erityisen tärkeää on kuitenkin huomioida oikeudelliset seikat, joiden laiminlyönnistä voi olla vakavia seurauksia organisaatiolle. Mikäli generatiivista tekoälyä käytetään ratkaisujen tai päätöksiä muodostamisessa, niin niiden perustelu jälkikäteen voi olla mahdotonta, koska kyseinen prosessi ei ole läpinäkyvä. On myös otettava huomioon, että käyttäjät voivat käyttää järjestelmiä myös väärin ja niiden käyttö voi myös aiheuttaa organisaatiolle vahinkoa.

3.3. Harjoitusdatan laatu

Generatiivinen tekoäly on opetettu ennalta määrätyn harjoitusdatan avulla, jota se käyttää ja josta se ammentaa osaamisensa (Brynjolfsson ym., 2023). On siis ensisijaisen tärkeää, että harjoitusdata on laadukasta, virheetöntä ja että se ei sisältäisi puolueellisuutta, jota ei haluta lopullisessa tuotoksessa olevan. Harjoitusdataan liittyy useita haasteita, joita löydettiin aineistosta ja jota käydään seuraavaksi läpi.

Generatiivisen tekoälyn toiminnan kannalta harjoitusdatan laatu on ensisijaisen tärkeää. Harjoitusdatan ollessa vääristynyttä tai vajavaista voi myös tuotettu data olla vastaavasti vääristynyttä ja vajavaista, joka vaikuttaa suoraan generatiivisen tekoälyn käytettävyyteen. (Bandi ym., 2023.) Esimerkiksi rakennusalan harjoitusdatan tulee olla hyvin monipuolista ja määrällisesti suurta, jotta se voi kattaa rakentamisen erilaiset skenaariot ja haasteet. Lisäksi harjoitusdatan kerääminen rakentamisen eri vaiheissa edellyttää erityistä ja korkean tason osaamista rakentamisesta ja datan keräämisestä. (You ym., 2023.) Toisaalta esimerkiksi lääkkeiden suunnitteluun harjoitusdatan tulee olla erittäin korkealaatuista ja laajamittaista, ja joka on tarkkaan käyty läpi mahdollisten virheiden tai puutteiden varalta. Tällaisessa kontekstissa vähäisetkin harjoitusdatan virheet tai puutteet voivat tehdä tuotetusta datasta hyödytöntä. (Tong ym., 2021.)

Harjoitusdatan yhtenä merkittävänä haasteena nähdään sen ajantasaisuus. Harjoitusdatan ollessa massiivinen voi se myös vanhentua nopeasti jatkuvasti muuttuvassa maailmassa, joka voi johtaa virheellisiin tuloksiin ja tulkintoihin. Esimerkiksi talouden tai lääketieteen sovelluksissa voi harjoitusdata vanhentua hyvinkin nopeasti. (Gupta ym., 2023.) Myös monet muut alat kehittyvät ja muuttuvat nopeasti, josta ajantasaisuus nousee ongelmaksi käytettäessä generatiivista tekoälyä. Esimerkiksi tietotyöntekijöille ja luovan työn tekijöille tämä voi muodostua merkittäväksi ongelmaksi, kun vanhentunut tieto on rajoitteena uudelle tiedolle. (Benbya ym., 2024.) Ajantasaisuuden haasteeseen liittyy myös harjoitusdatan ajallinen otanta. Harjoitusdata ei välttämättä sisällä riittävästi historiallista dataa ja tietoa, joka on dataan sisällytettyä yleisesti tiedostettua tietoa, mutta mitä ei välttämättä esiinny datassa sellaisenaan. Harjoitusdata voi sisältää myös painotuksia ajanjakson trendien myötä ja voi jättää huomiotta nousevia ja kehittyviä asioita. (Ray ym., 2023.)

Harjoitusdatassa voi olla myös selkeitä puutteita tai rajoituksia, jotka estävät generatiivisen tekoälyn käyttämisen tehokkaasti eri sovelluksissa. Esimerkiksi lääketieteen osalta harjoitusdatasta saattaa puuttua jokin tietty tutkimus tai tieto hoitokäytännöstä, joka voi olla kriittinen puute diagnoosin tekemisessä tai hoidon suunnittelussa. (Gala & Makaryus, 2023.) Harjoitusdataan on myös vaikeaa sisällyttää erityistietoa kuten esimerkiksi tarkkoja geometrisia malleja tai rakennelmien mekaanisia ominaisuuksia. Myös koon ja rakenteen tietoja usein puuttuu harjoitusdatasta, joka tekee generatiivisen tekoälyn hyödyntämisestä käytännön sovelluksissa vajavaisia. (Liao ym., 2024.) Jotkin mahdolliset käyttökohteet ovat myös erittäin monimutkaisia ja sisältävät lukuisia erilaisia muuttujia, rakenteita, sisältöjä ja valmistustekniikoita. Tällainen käyttökohde on esimerkiksi ruuan valmistus, joka sisältää ruuan rakenteen, ulkonäkötekijät,

haju- ja makutekijät, ravintosisällön ja valmistusmenetelmät. (Al-Sarayreh ym., 2023.)

Harjoitusdatan laatua heikentää myös generatiivisella tekoälyllä tuotettu data. Osa harjoitusdatasta voi olla keinotekoisesti tehtyä eikä harjoitusdatan käsittelijä välttämättä pysty tunnistamaan sen keinotekoista luonnetta. Tämä heikentää harjoitusdatasta johdettujen tuotoksien laatua, kun laatua verrataan harjoitusdataan, joka on myös tuotettua. Esimerkiksi aidon videopohjaisen harjoitusdatan saaminen voi olla haastavaa tai epäkäytännöllisiä, jolloin harjoitusdatana voidaan käyttää generoituja videoita. Tämä voi johtaa siihen, että generatiivisen tekoälyn luomat videot sisältävät toistuvia virheitä. (Aldausari ym., 2023.) Harjoitusdata saattaa myös puuttua kokonaan tai olla niin vajavaista ettei riittävää harjoitusdataa saada generatiivisen tekoälyn kehittämiseen. Esimerkiksi englannin kieli on generatiivisten tekoälyjen keskiössä eikä muille kielille kuten arabian kielelle ole tarjolla vastaavasti harjoitusdataa. (Saiydu & Gammoudi, 2023.)

Yhteenvetona voidaan todeta, että generatiivisen tekoälyn käyttöönottoon vaikuttaa merkittävästi tekoälyn harjoitusdataan liittyvät haasteet. Harjoitusdata ei välttämättä ole riittävän laajaa tai tarkkaa tiettyä käyttötarkoitusta varten. Harjoitusdata ei välttämättä ole myöskään riittävän ajantasaista tai se voi olla saastunut tekoälyn luomasta datasta. Organisaatiolle voikin olla tärkeää ottaa huomioon valitsemansa työkalun harjoitusdatan laatu ja harjoitusdatan koostamisen haasteet siihen käyttökohteeseen, johon organisaatio olisi generatiivista tekoälyä ottamassa käyttöön.

3.4. Inhimillisyyden haasteet

Kaikessa vuorovaikutuksessa on luonnollista olettaa inhimillisiä ominaisuuksia vuorovaikutuksen kohteelta. Generatiiviset tekoälyjärjestelmät mallintavat ihmismäistä toimintaa ja jäljittelevät ihmisten välistä vuorovaikutusta, jolloin vuorovaikutuksessa olevalle käyttäjälle järjestelmän olennaiset inhimillisyyden puutteet voivat olla erityisen hankalia. Järjestelmässä, joka uskottavasti jäljittelee ihmismäistä vuorovaikutusta voi nämä puutteet olla erityisen ongelmallisia, kun ulosanti antaisi ymmärtää järjestelmän omaavan näitä inhimillisiä ominaisuuksia, vaikka niitä ei todellisuudessa ole. Seuraavaksi käsitellään näitä haasteita aineiston pohjalta.

Yhtenä inhimillisyyden haasteena voidaan nähdä empatian puute. Ray (2023) tuo esille, että generatiiviset tekoälyjärjestelmät kuten ChatGPT pohjautuvat suurelle määrälle harjoitusdataa, josta järjestelmä tuottaa vastauksia. Tämä harjoitusdata ei sisällä todellista tunteiden tai kontekstin ymmärtämistä, jota ihmismäinen empatia edellyttää. Kontekstin ymmärtämättömyys ja empatian puute on erityisen ongelmallista terveyspalveluissa, asiakaspalvelussa tai opetustehtävissä (Ray, 2023). Lisäksi empatian puute nähdään ongelmallisena erityisesti vähemmistöryhmille, joille erilaisuuden ymmärtäminen ja henkinen tuki voi olla erityisen tärkeää identiteetin, syrjinnän ja terveyden kysymyksissä (Bragazzi ym., 2023). Tunteiden ja empatian sisällyttäminen keskustelusuvel-

luksiin nähdään tärkeänä ja oleellisena osana ihmisten kanssa keskustelemaa järjestelmää (Roumeliotis & Tselikas, 2023).

Inhimillinen luovuus on myös generatiiviselle tekoälylle ongelmallinen. Vaikka tekoälyjärjestelmät antavat jo ensisilmäyksellä omintakeisia, uusia ja uniikkeja tuotoksia, niin nämä tuotokset kuitenkin pohjautuvat olemassa olevaan dataan ja tässä harjoitusdatassa esiintyviin hahmoihin, joiden pohjalta todellinen ihmismäinen luovuus ei heijastu (Benbya ym., 2024). Toisaalta esimerkiksi ChatGTP on pystynyt tuottamaan uusia ideoita ja taiteellista ilmaisua, joka ylittää harjoitusdatan sisällön ja siinä esiintyvät hahmot. Kuitenkin syvällisen ymmärryksen ja aidon omaperäisyyden puutteet ovat olemassa ja näitä inhimillisiä piirteitä on vaikea mallintaa generatiivisissa tekoälyjärjestelmissä. (Roumeliotis & Tselikas, 2023.)

Yksi generatiivisen tekoälyn ongelmista on arkijärjen puuttuminen, eli käytännöllisen arkiajattelun taidon puuttuminen. Ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa esiintyy runsaasti arkijärjen käyttöä, jota tarvitaan kontekstin, informaation ja vastausten käsittelyyn, ja joka olennaisesti puuttuu generatiivisilta tekoälyjärjestelmiltä ja joka on erityisen tärkeää esimerkiksi terveydenhuollossa (Oniani ym., 2023). Generatiiviset tekoälyjärjestelmät pohjautuvat pitkälti internetistä kerättyyn aineistoon, joka voi sisältää valtavasti dataa, mutta voi olla sisältämättä runsaasti piilotettua tietoa, jota ihmiset pitävät itsestäänselvyytenä, eli arkijärkenä (Ray, 2023).

Yhteenvedona voidaan nähdä, että aineistossa esiintyy erityisesti empatian puute ja luovuuden puute. Haasteissa tulee esille myös omaperäisyyden puute ja persoonallisuuden puute sekä arkijärjen puute. Inhimillisyyden haasteet generatiivisissa tekoälyjärjestelmissä vaikuttavat vuorovaikutuksiin käyttäjien kanssa sekä tuotetun datan laatuun luovuuden ja arkijärjen puuttumisen myötä. Nämä haasteet tulevat harjoitusdatan puutteista ja laadullisista ongelmista sekä osaltaan generatiivisen tekoälyn teknisestä toteutuksesta. Organisaation voi olla vaikeaa ottaa huomioon näitä inhimillisyyden puutteita ja niiden vaikutuksia.

3.5. Integraation ja automaation haasteet

Ennen kuin teknologiaa voidaan hyödyntää organisaatiossa, niin se pitää integroida organisaation prosesseihin. Tämä tarkoittaa yksinkertaisesti keinoja ja menetelmiä teknologian käyttämiseen työtehtävien ohella. Pidemmälle vietyinä teknologia voi mahdollistaa tehtävien automatisoinnin kokonaan, jolloin teknologia ottaa tehtäväkseen ihmisen aikaisemmin tekemät tehtävät. Näihin liittyy aineistosta löytyviä haasteita, joita käydään seuraavaksi läpi.

Generatiivisen tekoälyn käyttöönotolla on useita haasteita integroitumisessa organisaatioiden prosesseihin. Generatiivisen tekoälyn käyttöönotto muokkaa koko organisaatiota ja edellyttää organisaatiolta merkittäviä panostuksia. Epävarma integroitumiseen sijoitetun pääoman tuotto yhdessä henkilöstön osaamattomuuden ja vastustuksen kanssa tekee integroitumisen vaikeaksi jo suunnitteluvaiheessa. (Budhwar ym., 2023.) Esimerkiksi molekyylien kehittämisen alalla integraation haasteet tulevat vaikeuksista yhdistää generatiivista

tekoälyä tilastolliseen ennustamiseen kokeellisessa kehittämisessä (Bilodeau, ym., 2022). Organisaatioille integraation haasteet voivat näkyä esimerkiksi henkilöstön vähentyneessä yhteistyössä ja yhteistoiminnassa, kun henkilöstö turvautuu generatiiviseen tekoölyyn yhteisön sijasta. Lisäksi generatiivisen tekoölyn käyttö edellyttää seurantaa, jotta mahdolliset virheelliset tuotokset eivät pääse kertautumaan. Tämä edelleen vaikeuttaa generatiivisen tekoölyn integroimista organisaatioon. (Alavi ym., 2024.) Integraatiota haastaa myös organisaatioiden käytössä olevat moninaiset dataformaattit ja toisaalta generatiivisten tekoälyjärjestelmien rajallisesti hyväksymät dataformaattit, joka voi edellyttää datan muuttamista formaatista toiseen, jotta järjestelmä voitaisiin integroida osaksi muita järjestelmiä (Saka ym., 2024).

Automaation merkittävänä haasteena on, että generatiivisen tekoölyn tuotoksissa voi olla huomattavia virheitä ja koska generatiivisen tekoölyn päätöksentekoprosessia ei voida tarkastella, niin generatiivisen tekoölyn käyttäminen automatisoiduissa tehtävissä on ongelmallista (Wang ym., 2023). Esimerkiksi vertaisarvioinnissa generatiivisen tekoölyn automatisoitu käyttö on haasteellista, koska generatiivinen tekoäly ei hallitse vertaisarvioinnin monimutkaisuutta, joka sisältää muun muassa merkityksen arviointia, puolueellisuuden arviointia ja mahdollisen plagioinnin havaitsemista (Kankanhalli, 2024). Automaation sijaan tulisikin keskittyä paranteluun, eli generatiivisen tekoölyn käyttämiseen siten, että nykyisiä prosesseja ja ihmisten tehtäviä tehostetaan tekoölyn avulla (Sabherwal & Grover, 2024).

Yhteenvetona voidaan havaita, että aineistosta nousee esille generatiivisen tekoölyn integroimiseen liittyvät haasteet, jossa panostuksien epävarmuus, tekniset toteutustavat ja henkilöstön vastustus on tuotu esille. Automaatioon liittyvä vahvasti generatiivisen tekoölyn kyvykkyys suorittaa monimutkaisia tehtäviä automaattisesti ja toisaalta ajatus, että automaation sijaan tulisi keskittyä nykyisten prosessien tehostamiseen. Organisaation kannalta generatiivisen tekoölyn integroiminen prosesseihin on luonnollisesti tärkeää, jonka haasteita tulisi punnita tarkasti.

3.6. Käyttäjiin kohdistuvat haasteet

Generatiivisen tekoölyn käyttö kuten minkä tahansa muunkin teknologian käyttö voi aiheuttaa käyttäjille ongelmia. Uudet teknologiat voivat vaatia uusia taitoja, joiden opettelu lisää käyttäjien kuormitusta. Uudet teknologiat voivat myös sisältää piirteitä ja ominaisuuksia, jotka eivät ole käyttäjille tuttuja ja näin edellyttävät uutta ymmärrystä, jotta teknologiaa voi käyttää hyödyksi. Seuraavaksi käymme läpi aineistosta löytyneitä haasteita käyttäjille.

Generatiivisen tekoölyn käyttö voi johtaa kriittisen ajattelun ja opiskelutaitojen heikentymiseen, kun generatiiviselta tekoölyltä voi saada suoraan vastukset ja ratkaisut tehtäviin, joiden tekeminen itsenäisesti olisi kehittävä (Kim, 2023; Tikhonova & Raitskaya, 2023). Kriittisen ajattelun heikentymisen lisäksi erityisesti ongelmanratkaisutaitojen nähdään heikentyvän generatiivisen tekoölyn liiallisen riippuvuuden myötä (Govindarajan & Christuraj, 2023). Myös käytännön osaaminen voi heikentyä esimerkiksi ohjelmoinnissa, kun ohjelmointi-

tehtävät ovat tehtävissä generatiivisen tekoälyn avulla ja näin käyttäjä ei saa arvokasta käytännön kokemusta ohjelmoinnista (Craig Van Slyke ym., 2023). Lisäksi useilla aloilla taitojen jatkuva kehittäminen on edellytys urakehitykselle sekä hyvälle työsuorituksille ja liiallinen turvautuminen tekoälyyn voi heikentää henkilöstön kehittymistä (Benbya ym., 2024). Toisaalta vähemmän kokeneet käyttäjät voivat hyötyä tekoälyn käytöstä parantuneen työpanoksen ja nopeutuvan oppimisen myötä (Alavi ym., 2024).

Vaikka generatiivinen tekoäly helpottaa käyttäjien kognitiivista kuormaa, niin siirtämällä tehtäviä generatiiviselle tekoälylle voi käyttäjien oma muisti ja oppiminen heikentyä. Lisäksi käyttäjille voi tulla virheellinen käsitys omasta osaamisesta, kun vastaukset ja ratkaisut ongelmiin ovat helposti saatavilla, vaikka todellista osaamista ei ole syntynyt. (Skulmowski, 2023.) Generatiivisen tekoälyn käytön myötä voi muodostua liiallista itseluottamusta ja annettuihin ratkaisuihin voidaan luottaa projektien eri vaiheissa ilman riittävää tarkastelua. Tämä voi johtaa käytännön virheisiin ja väriin strategisiin ratkaisuihin, joiden vaikutukset paljastuvat käyttäjille vasta projektin edetessä. (Saka ym., 2024.) Liiallinen riippuvuus generatiivisesta tekoälystä voi myös johtaa toistuvasti huonoihin päätöksiin ilman riittävää valvontaa (Drori & Te'eni, 2024).

Generatiivisen tekoälyn käyttö edellyttää käyttäjiltä laajaa ymmärrystä generatiivisen tekoälyn rajoituksista ja heikkouksista sekä eettisistä ja oikeudellisista kysymyksistä esimerkiksi terveydenhuollon sovelluksissa (Gala & Makaryus, 2023). Generatiivisen tekoälyn nopea kehittyminen on tehnyt oppimiskäyrästä jyrkän eikä laajamittaiseen käyttöön ole vielä olemassa riittävästi opetusta akateemisessa ympäristössä tai edes asiantuntijoille, eikä vaadittavaa generatiivisen tekoälyn ymmärrystä ole käyttäjille vielä kehittynyt (Farrelly & Baker, 2023). Oppimista vaikeuttaa käyttäjien skeptisyys ja vastustus generatiivista tekoälyä kohtaan. Esimerkiksi rakennusalalla voidaan olla skeptisiä generatiivisen tekoälyn luotettavuudesta ja hyödyllisyydestä, kun oikeat ratkaisut ja niiden turvallisuus ovat ensisijaisia. Samoin rakennusala pohjautuu syvälle juurtuneisiin perinteisiin, jossa ensisijaisesti luotetaan vanhoihin ratkaisuihin uusien teknologisten ratkaisujen sijaan. (Farrelly & Baker, 2023.)

Yhteenvetona voidaan nähdä, että käyttäjille voi muodostua monia haasteita generatiivisen tekoälyn käyttöönotosta. Pitkällä aikavälillä käyttäjien taidot voivat heikentyä ja kehittyminen pysähtyä mikäli generatiivinen tekoäly helpottaa tehtäviä olennaisesti. Myös käyttäjien perustaidot esimerkiksi muistin kanssa voivat heikentyä. Käyttäjille voi tulla myös virheellinen käsitys omista taidoista. Käyttäjille voi muodostua myös huomattava tarve opiskella uuden teknologian käyttöä käytännössä. Organisaation tulisikin huomioida henkilöstöön kohdistuvia haasteita pitkällä aikavälillä ja ottaa huomioon uusi ja laaja koulutuksen tarve.

3.7. Tietoturva

Tietoturva tarkoittaa yksinkertaisesti tiedon luottamuksellisuuden säilyttämistä ja tiedon eheyden ylläpitämistä, eli tiedon rajaamista niille, joilla on oikeus käsitellä kyseistä tietoa ja tämän tiedon säilyttämistä muuttumattomassa muodos-

sa. Kuten kaikissa tietojärjestelmissä, niin myös generatiivisessa tekoälyssä tietoturva on merkittävä tekijä, johon liittyy useita erilaisia haasteita. Näitä haasteita käydään seuraavaksi läpi aineiston pohjalta.

Generatiivisen tekoälyn tietoturva liittyy harjoitusdatan ja syötetyn datan haavoittuvuuteen. Harjoitusdata voi olla saastunut ja sen myötä siitä muodostetut tuotokset ovat myös saastuneita esimerkiksi virheellisten tai puolueellisten tuloksien myötä. Syötetty data voi saastua ja näin sen perusteella tehdyt tuotokset voivat sisältää virheellistä tai haitallista aineistoa. Saastuminen voi olla hienovaraista, jolloin saastumista ei välttämättä havaita välittömästi. (Ray, 2023.) Tämä korostuu generatiivisen tekoälyn luonteenomaisen sopeutumiskyvyn ja monipuolisuuden myötä, kun se pystyy käsittelemään ongelmitta haitalliseksi muutetun datan ja tuottamaan siitä uskottavaa vaikkakin haitallista aineistoa (Wang ym., 2023).

Generatiivisissa tekoälysovelluksissa on myös tietoturvariskejä viestintään ja tietoturvahyökkäyksiin liittyen. On mahdollista, että generatiivisen tekoälyn avulla päästään käsiksi dataan, joka ei ole julkista. Esimerkiksi tekoälyn avulla voidaan onnistua jäljittämään luotetun henkilön keskustelutapaa ja siten voidaan houkutella luovuttamaan suojattua dataa tai tekemään hyökkääjän haluamia toimenpiteitä. (Gupta ym., 2023.) Generatiivista tekoälyä voidaan käyttää tehtailemaan kalasteluhyökkäyksiä, syvävääreännöksiä ja muita manipulointi- ja harhautushyökkäyksiä. Näiden ehkäisemiseksi tarvitaan tiukempia tietoturvaprotokollia, autentikoitumismenetelmiä ja seurantamenetelmiä. (Bandi ym., 2023.)

Generatiivisen tekoälyn käyttö lisää myös riskejä, että organisaation liikesalaisuuksia tai tekijänoikeudellista dataa paljastuu, kun niitä syötetään huolimattomasti tai vahingossa tekoälyn käyttöön (Alavi ym., 2024). Esimerkiksi suojaamattoman verkon kautta tehty generatiivisen tekoälyn käyttö voi altistaa datan ulkopuolisten käsiin. Lisäksi palveluiden sopimusehdot voivat heikentää käyttäjän yksityisyyttä ja mahdollistaa datan vapaan käytön, johon käyttäjät voivat suhtautua naivisti (Ali ym., 2023.) Samoin generatiivisen tekoälyn käytön myötä voidaan käyttää tahattomasti tekijänoikeudella suojattua dataa, jonka käytöllä voi olla vakaviakin oikeudellisia seurauksia. Esimerkiksi Getty Images haastoi Stability AI:n oikeuteen tekijänoikeuksien rikkomisesta, kun tekijänoikeudellista aineistoa käytettiin ilman lupaa tekoälymallin kehittämiseen. (Alavi ym., 2024.)

Yhteenvedona voidaan todeta, että keskeiset tietoturvaan liittyvät haasteet generatiivisen tekoälyn kanssa liittyvät harjoitusdatan ja syötetyn datan koskemattomuuteen, jotka ovat erityisen haavoittuvia saastumaan generatiivisen tekoälyn luonteen vuoksi. Lisäksi generatiivinen tekoäly voi tehokkaasti avustaa tietoturvaloukkauksien tekemisessä ja generatiivinen tekoäly voi myös vuotaa luottamuksellista tietoa kolmansille osapuolille. Lopuksi myös käyttäjien huolimattomuus tai varomaton käyttö voi heikentää organisaation tietoturvaa. Tietoturva on kaikille organisaatiolle tärkeä ja siihen liittyvät haasteet tuleekin ottaa vakavasti huomioon ennen generatiivisen tekoälyn käyttöönottoa.

3.8. Tuotetun datan laatu

Generatiivinen tekoäly tuottaa dataa. ChatGPT:n tapauksessa se tuottaa palautteen sille annettuun syötteeseen, eli esimerkiksi vastauksia kysymyksiin. Näiden vastauksien laatu on merkittävä ominaisuus generatiivisella tekoälyllä. Tämän tuotettuun datan laatuun liittyviä haasteita käsitellään aineiston pohjalta seuraavaksi.

Generatiivisen tekoälyn tuotokset voivat olla ennalta arvaamattomia, joka johtuu pohjimmiltaan järjestelmään luodusta kyvystä luoda vaihtelevia vastauksia. Tämä ominaisuus aiheuttaa myös laadullista vaihtelua, jolloin voi olla vaikea arvioida, että milloin järjestelmä tuottaa laadukkaan vastauksen ja milloin taas ei. (Zhang & Kamel Boulos, 2023.) Myös harjoitusdata ei ole täysin ajantasaista, joka voi johtaa siihen, että generatiivisen tekoälyn tuottamat tuotokset eivät ole myöskään ajantasaisia tai välttämättä enää oikein. Tämä on merkittävä haaste aloilla, joilla kehitys on nopeaa ja joilla uudet tutkimustulokset voivat muuttaa käytäntöjä. (Cobb, 2023.) Generatiiviset tekoälysovellukset saattavat tuottaa puolueellista dataa, mikäli generatiivisen tekoälyn opettamiseen on käytetty puolueellista dataa. Lisäksi generatiivisilla tekoälysovelluksilla on haasteita säilyä johdonmukaisena eri syötteiden ja vastauksien välissä. (Yu ym., 2023.) Esimerkiksi generatiivisen tekoälyn tuottamissa videoissa voi esiintyä epäjohdonmukaisuuksia ja jälkiä tunnistusoppimisesta. Etenkin kolmiuloitteisen tilan muodot ja mittasuhteet voivat olla epäjohdonmukaisia. Samoin niissä luodut elementit voivat sisältää keskenään yhteisiä ja tunnistettavia piirteitä, jotka tulevat harjoitusdatasta. Myös biologiset merkit kuten hengitys, sydämenlyönnit ja silmien räpyttely voi puuttua luoduista videoista. (Naitali ym., 2023.)

Hallusinaatiot ovat merkittävä haaste generatiivisen tekoälyn käyttöönotossa, koska niitä voi olla hyvin vaikea havaita tai korjata ja sen myötä ne voivat integroitua päätöksentekoon tuottaen mahdollisesti haitallisia tuloksia (Alavi ym., 2024). Erityisen haasteellisia ne ovat kriittisillä aloilla kuten lääketieteessä, oikeustieteessä tai taloustieteessä, joilla virheet voivat olla vaikutuksiltaan katastrofaalisia (Benbya ym., 2024). Esimerkiksi terveydenhuollossa hallusinoituja faktoja sisältävät vastaukset voivat olla vakavia ja johtaa väärin hoitotoimenpiteisiin. Erityisen vaarallista tämä on siksi, että generatiivinen tekoäly osaa antaa hallusinoituja faktoja vakuuttavasti. (Oniani ym., 2023.) Toisena esimerkkinä voidaan mainita hallusinoinnit vertaisarvioinnissa, jotka vaikeuttavat argumenttien ja referointien arviointia sekä mahdollistavat virheellisten tietojen leviämisen eteenpäin (Kankanhalli, 2024).

Generatiivisella tekoälyllä kuten ChatGPT:llä on vaikeuksia pitkäaikaisen muistin kanssa, eli ChatGPT ei muista aikaisempia keskusteluita tai kyseisen keskustelun historiaa pitkälle taaksepäin (Roumeliotis & Tselikas, 2023). Toisin kuin ihmisen muisti, joka kehittyy ja sopeutuu, niin pahimmillaan generatiivisen tekoälyn muisti voi tulla epävakaa ja arvaamattomaksi ajan kanssa. Tämän tyyppinen muistin ylikuormitus on generatiiviselle tekoälylle tyypillistä, koska se ei omaa ihmisille tyypillistä taitoa unohtaa tarpeetonta tietoa. (Skulmowski, 2023.)

Generatiivisen tekoälyn käyttö käytännössä on haasteellista, koska fyysisen maailman ja digitaalisen maailman yhdistäminen on ongelmallista. Ongel-

ma muodostuu jo siitä, että generatiivisen tekoälyn tuotokset ovat vain vähän virheellisiä eivätkä kuvasta reaali maailmaa tarkasti. Tästä seuraa, että käytännön luottamus tällaisiin järjestelmiin heikkenee virheiden seurauksena. (Sabherwal & Grover, 2024.) Lisäksi generatiivisen tekoälyn integroiminen käytännön työprosesseihin voi olla haasteellista, koska näiden järjestelmien tuottama data edellyttää jatkuvaa hienosäätöä ja ylläpitoa mahdollisen virheellisen datan tuottamisen takia (Benbya ym., 2024). Esimerkiksi molekyylien kehityksessä generatiivisen tekoälyn yhdistäminen käytännön prosesseihin on haasteellista, koska työprosessien tuotoksien ja lopputuotteen käytännön sovelluksien yhdistäminen on vaikeaa. Lisäksi generatiivisen tekoälyn voi olla vaikeaa ottaa huomioon tekniset, turvallisuus ja lainsäädännölliset haasteet työprosessien ja lopputuotteen kanssa. (Bilodeau ym., 2022.) Vaikka generatiiviset tekoälyt hallitsevat hyvin kielellisen vuorovaikuttamisen, niin niillä ei ole käytännön ymmärrystä tai mahdollisuutta vaikuttaa fyysiseen maailmaan. Tämä irti kytkeytyminen tekee tekoälylle haasteelliseksi vastata tai ymmärtää asioita liittyen fyysiseen maailmaan, joka taas voi tehdä tekoälyn hyödyntämisestä vaikeaa sellaisissa käyttökohteissa, joissa fyysisen ympäristön ymmärtäminen on ensisijaisen tärkeää. (Roumeliotis & Tselikas, 2023.)

Yleisesti ottaen automatisoiduilla järjestelmillä on vaikeuksia sopeutua ja toimia huonosti ennustettavissa ja avoimissa ympäristöissä kuten rakennustyömailla. Vastaavat ongelmat rakennustyömailla löytyvät myös generatiivisilta tekoälyiltä ja erityisesti muuttuvien maalajien, sään ja esteiden hallinta on niille haasteellista. (You ym., 2023.) Generatiivinen tekoäly kuten ChatGPT vaatii usein huomattavaa määrää muokkauksia ja hienosäätöä, jotta sitä voidaan käyttää yksityiskohtaisissa rakennustehtävissä. Muokkaukset ja hienosäätö on tarpeellista koska generatiivisella tekoälyllä on vaikeuksia ymmärtää teknistä sanastoa ja sen vivahteita sekä vaikeuksia ymmärtää standardeja tai tarkkoja määräyksiä, joita tulisi noudattaa. Ilman muokkauksia ja hienosäätöä tällaisissa tehtävissä generatiivinen tekoäly tuottaa epätarkkaa ja huonolaatuista dataa. (Saka ym., 2024.)

Generatiivisen tekoälyn tuottamalla datalla voi olla puutteita kolmiulotteisuuden ja ajan hallinnassa erityisesti liikkuvassa kuvassa. Lisäksi yhtenäisyyden säilyttäminen kolmiulotteisissa elementeissä ja ajan kulussa on erityisen haastavaa. (Aldausari ym., 2023.) Myös datan erilaisten ulottuvuuksien käsitteilyssä voi olla merkittäviä haasteita. Esimerkiksi ruuan valmistuksessa generatiivisen tekoälyn voi olla vaikea yhdistää rakennetta, aistikokemusta, ravintosisältöä ja valmistustekniikoita siten, että tuotettu data löytäisi näistä ulottuvuuksista tasapainoisen ratkaisun (Al-Sarayreh ym., 2023). Lisäksi esimerkiksi molekyylien kehittämisessä on otettava huomioon ulottuvuudet kuten molekyylikaavojen suhde tilakordinaatteihin, jonka huomioon ottamisessa on generatiivisella tekoälyllä haasteita tuotetussa datassa. (Bilodeau ym., 2022.)

Yhteenvetona voidaan tiivistää, että generatiivisen tekoälyn tuotetussa datassa on useita haasteita. Yksinkertaisina laadullisina haasteina nousi esille haasteet ajantasaisuuden, johdonmukaisuuden ja puolueellisuuden kanssa. Erityisesti hallusinointi mainittiin aineistossa useamman kerran. Pitkäaikaisen muistin haasteet nousi myös esille. Keskeinen haaste oli myös generatiivisen tekoälyn irtonaisuus fyysisestä maailmasta ja siitä tuleva haaste digitaalisen maailman ja fyysisen maailman yhdistämisestä. Laadukkaan datan kannalta myös erityistehtävät ja ympäristöt nähtiin haasteellisena. Organisaation tulee

olla tietoinen generatiivisen tekoälyn tuottaman datan laadullisista haasteista ja huomioida erityisesti haasteet, jotka liittyvät generatiivisen tekoälyn käyttämiseen fyysisen maailman sovelluksissa.

3.9. Vuorovaikutus ja ymmärtäminen

Generatiivisen tekoälyn hyödyntämiseen liittyy sen kanssa vuorovaikuttaminen ja sen kyky ymmärtää sille annettua syötettä. Vuorovaikuttamista voi olla esimerkiksi ChatGPT:n kanssa keskustelu ja siinä esiintyvät haasteet. Toisaalta ChatGPT:llä voi olla haasteita ymmärtää sille annettua syötettä, eli esimerkiksi kysymyksiä. Seuraavaksi käydään läpi aineistosta löytyviä haasteita liittyen generatiivisen tekoälyn vuorovaikutukseen ja ymmärtämiseen.

Generatiivisella tekoälyllä voi olla vaikeuksia ymmärtää vuorovaikutuksen vivahteita kuten sarkasmia, kulttuurillista kontekstia tai tunnetiloja, joka voi johtaa väärinymmärryksiin ja asiattomiin vastauksiin (Ray, 2023). Esimerkiksi ChatGPT:llä on vaikeuksia ymmärtää tunteiden ja kulttuurin kontekstia vuorovaikutuksessa, mikä tekee sen käytöstä esimerkiksi terveystalveissa haastellista (Watters & Lemanski, 2023). Erityisesti kulttuurien erilaiset vivahteet ovat ongelmallisia ChatGPT:n kaltaisille generatiivisille tekoälyille (Roumeliotis & Tselikas, 2023). Lisäksi generatiivisella tekoälyllä voi olla vaikeuksia vuorovaikuttaa luovasti ja sopeutua muuttuviin tilanteisiin, koska järjestelmien vuorovaikutustaidot pohjautuvat mallien harjoitusdataan eikä vuorovaikutustilanteeseen (Ali ym., 2023).

Generatiivisen tekoälyn merkittävä haaste on ymmärtää kielellisiä vivahteita, jotka esiintyvät slangissa, murteissa ja kielen vaihtelevissa syntakseissa. Näiltä tekoälyiltä saattaa puuttua kontekstin syvä ymmärrys, mikä on ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa sisäänrakennettua ja hiljaisesti ymmärrettyä. (Khennouche ym., 2024.) Generatiivisella tekoälyllä voi olla vaikeuksia vuorovaikuttaa monikielisessä ympäristössä ja sen tekemät käännökset eivät välttämättä ole täsmällisiä (Gala & Makaryus, 2023). Esimerkiksi arabian kielessä on monimutkaisuutta monipuolisen morfologian ja syntaksin myötä, mikä vaikeuttaa ymmärtämistä etenkin nopeasti muuttuvissa tilanteissa. Tätä vaikeuttaa myös arabian kielen runsas määrä erilaisia murteita ja maantieteellisiä alueita, jotka lisäävät ymmärtämisen monimutkaisuutta. (Saoudi & Gammoudi, 2023.)

Generatiivisen tekoälyn sovellukset kuten ChatGPT toimivat syötteen perusteella, jolloin syöte vaikuttaa suoraan annettuun vastaukseen. Huonosti muotoiltu tai vahingossa johdatteleva kysymys saattaa antaa vääristyneen vastauksen virheellisen ymmärtämisen myötä, joka voi tehdä tälläisen järjestelmän käytöstä esimerkiksi psykiatriassa vaarallista. (Cheng ym., 2023.) Lisäksi nämä järjestelmät saattavat antaa vain yleisiä vastauksia tilanteissa, joissa vastauksen tulisi olla täsmällinen ja yksityiskohtainen (Gala & Makaryus, 2023). Vaikka tällaiset vastaukset voivat olla hyvinkin laadukkaita, niin ne eivät välttämättä vastaa käyttäjän kysymykseen käyttäjän odottamalla tavalla (Bandi ym., 2023). Ongelmaa lisää se, että generatiivinen tekoälyn päättelyä ei voida tarkastella,

joka vaikeuttaa käyttäjän ja järjestelmän välistä vuorovaikutusta ja ymmärtämistä (Bragazzi ym., 2023).

Esimerkiksi ChatGPT:llä on vaikeuksia ymmärtää tai muistaa sen kanssa käytyjä aikaisempia vuorovaikutuksia, jolloin kokonaisuuden ymmärtäminen muodostuu sille usein vaikeaksi (Roumeliotis & Tselikas, 2023). Tämä johtuu siitä, että näillä järjestelmillä on rajoitettu työmuisti, eli järjestelmä ei enää tietyn rajan ylitettyä muista samassa keskustelussa aikaisemmin käsiteltyä asiaa. (Ray, 2023.) Toisaalta yhtenä haasteena vuorovaikutukselle on myös latenssi, joka on ongelma etenkin reaaliaikaisissa sovelluksissa kuten rakennusteollisuudessa, missä työpörosessien ja -koneiden seuranta vuorovaikutuksessa päätöksenteon kanssa voi muodostua ongelmalliseksi, jos niiden vuorovaikutuksen nopeus on liian hidas. (Saka ym., 2024).

Yhteenvetona voidaan havaita, että haasteina nähdään esimerkiksi kyky ymmärtää kulttuuria, tunteita tai sarkasmia. Haastellista voi olla myös sopeutua vuorovaikutuksessa muuttuviin tilanteisiin. Myös kielen vivahteet ja monikielisyys nähdään selkeinä haasteina. Ongelmallista on myös, että annettu syöte vaikuttaa suoraan annettuihin vastauksiin, eli vuorovaikutuksessa käyttäjällä on suuri vastuu antamastaan syötteestä, jotta haluttu tulos saadaan. Myös lyhyt muisti ja vuorovaikutuksen mahdollinen hitaus nähdään ongelmana generatiivisen tekoälyn kanssa. Organisaatiolle on tärkeää huomioida oma kulttuurinen ja kielellinen toimintaympäristö ja miten generatiivinen tekoäly sopeutuu siihen. Organisaation tulee myös huomioida, että generatiivisen tekoälyn käyttäjällä on suuri vaikutus generatiivisen tekoälyn toimintaan ja vuorovaikutukseen.

3.10. Yhteiskunnalliset haasteet

Uudet innovaatiot aiheuttavat disruptiota yhteiskunnassa, eli innovaatiot muuttavat yhteiskunnan ja markkinoiden sen hetkistä vallalla olevaa tilaa. Muutoksella voi olla pitkällä aikavälillä merkittäviäkin vaikutuksia, jotka myös vaikuttavat organisaation toimintaan pitkällä aikavälillä. Seuraavaksi käydään läpi näitä aineistosta löydettyjä haasteita.

Generatiiviset tekoälyt voivat kasvattaa epätasa-arvoa, kun niiden kehittäminen on kallista ja vain muutamilla yrityksillä on taloudellisia resursseja kehittää niitä eikä pienemmillä yrityksillä tai yksilöillä ole vastaavia mahdollisuuksia (Cobb, 2023). Generatiivisen tekoälyn käytöllä on suuret potentiaaliset hyödyt, mutta vain suurimmilla yrityksillä on resurssit ja mahdollisuudet käyttää generatiivista tekoälyä tehokkaasti, joka lisää yritysten välistä epätasa-arvoa ja vähentää reilua kilpailua (Benbya ym., 2024). Generatiivisen tekoälyn ollessa vain muutamien yritysten hallussa, voi se siirtää yhteiskunnallista valtaa ja vaikutusmahdollisuuksia kansalaisilta kyseisille yrityksille (Sabherwal & Grover, 2024).

Kansainvälisillä työmarkkinoilla matalapalkkaisten maiden ihmisiä työllistetään tarkistamaan tekoälyjen tuotoksia, jossa he joutuvat jatkuvasti käsittelemään haitallista sisältöä pienellä palkalla (Cobb, 2023). Generatiivisen tekoälyn käyttö ei välttämättä ole mahdollista matalapalkkaisille yksilöille tai syrjäi-

sille alueille, joka voi rajoittaa tekoälyn tuomien hyötyjen jakautumista näille yksilöille ja alueille (Bragazzi ym., 2023). Tämä herättää kysymyksiä generatiivisen tekoälyn hyötyjen ja haittojen epätasaisesta jakautumisesta yhteiskunnassa (Cobb, 2023).

Generatiivisen tekoälyn harjoitusdatasta tuleva puolueellisuus voi johtaa yhteiskunnallisella tasolla siihen, että vähemmistöryhmiä syrjitään automatisoidun päätöksenteon yhteydessä (Bragazzi ym., 2023). Generatiivisen tekoälyn käyttö laajasti yhteiskunnan eri osa-alueilla voi siis lisätä puolueellisuutta ja epätasa-arvoa (Ray, 2023). Toisaalta generatiivisen tekoälyn avulla tasa-arvo voi yhteiskunnassa lisääntyä, kun kielellisten ja taidollisten sekä saatavilla olevien resurssien erojen merkitys voi vähentyä. Kuitenkin yhteiskunnat, yksilöt ja ryhmät, joilla on jo hyvä digitaalinen infrastruktuuri ja osaaminen voivat hyötyä tekoälystä suhteellisesti enemmän (Lin, 2023).

Generatiivisen tekoälyn käyttö voi myös aiheuttaa merkittäviä muutoksia työmarkkinoilla, kun jotkin työtehtävät pystytään automatisoimaan tai tehostamaan niin, että vastaavia työntekijöitä ei enää tarvita (Ray, 2023). Monilla aloilla generatiivinen tekoäly voi syrjäyttää valtaosan työpaikoista, joka voi aiheuttaa merkittäviä yhteiskunnallisia muutoksia (Bandi ym., 2023). Esimerkiksi monilla aloilla asiakaspalvelijoita saatetaan korvata kokonaan generatiivisella tekoälyllä (Mondal ym., 2023). Yleisesti tähdenetään tarvetta ottaa huomioon generatiivisen tekoälyn työllisyyteen aiheuttamien muutosten strategista hallintaa yhteiskunnan kaikilla osa-alueilla (Bandi ym., 2023; Watters & Lemanski, 2023).

Generatiivisella tekoälyllä voi olla useita haitallisia yhteiskunnallisia vaikutuksia esimerkiksi työyhteisöissä. Työntekijöiden stressi ja epävarmuus voi kasvaa nopeiden teknologisten muutosten myötä. Lisäksi uudet teknologiat vaativat uusien taitojen oppimista sekä muuttaa totuttuja työtapoja, joka voi johtaa riittämättömyyden tunteeseen ja kasvaneeseen paineeseen työntekijöillä. (Budhwar ym., 2023.) Toisaalta generatiivisella tekoälyllä on mahdollisuus vähentää ihmisten työtaakkaa ja stressiä. Esimerkiksi opettajien työläistä työtehtävistä, kuten kysymysten laatimisesta, palautteista ja esseiden arvioinnista voisi suuren osan suorittaa tekoäly. (Yan ym., 2024.) Generatiivisen tekoälyn käyttöönotto voi edellyttää nopeaa uusien taitojen oppimista ja uusien työtapojen omaksumista, mikä voi jakaa työvoiman henkilöihin, jotka pysyvät kehityksen mukana ja jotka putoavat kyydistä. Tämä taas voi lisätä stressiä ja epätasa-arvoa työntekijöille. (Budhwar ym., 2023.)

Generatiivisten tekoälyjen tuottamat ratkaisut ja vastaukset eivät välttämättä peilaannu todelliseen maailmaan ja tämän myötä käyttäjille voi muodostua maailmankuva, joka perustuu generatiivisen tekoälyn käsitykseen maailmasta (Sabherwal & Grover, 2024). Yhteiskunta ei myöskään välttämättä ole valmis generatiivisen tekoälyn laajamittaiseen käyttöön nopealla aikataululla. Teknologian nopea kehitys ja sen tuomat välittömät hyödyt käytössä eivät odota riittävien kriittisten taitojen, tietoturvapuitteiden tai eettisten puitteiden kehittymistä, jonka seurauksena laajamittaisen käytön riskejä ei pystytä välttämättä hallitsemaan. (Craig Van Slyke ym., 2023.) Mikäli ihmisten kognitiivinen taakka, eli tiedon säilyttäminen ja päätösten tekeminen siirretään ihmisen ulkopuolelle esimerkiksi generatiiviselle tekoälylle, niin tällainen yhteiskunta on haavoittuvainen datan manipulaatioille (Skulmowski, 2023).

Yhteenvedona voidaan nähdä, että generatiivisen tekoälyn käyttöönotto yhteiskunnallisessa kontekstissa sisältää useita haasteita, joilla on laajoja vaikutuksia koko yhteiskuntaan. Generatiivisen tekoälyn hyödyntäminen voi painottua suurille yrityksille tai yksilöille, joilla on paremmat edellytykset hyödyntää uutta teknologiaa. Generatiivisen tekoälyn yleistyessä voi sillä olla merkittäviä vaikutuksia työllisyyteen ja työyhteisöihin. Generatiivinen tekoäly voi vaikuttaa myös yhteiskuntaan yleisellä tasolla ja altistaa koko yhteiskunnan manipulaatiolle. Organisaatiolle on tärkeää huomioida yhteiskunnassa tapahtuvat muutokset ja erityisesti ne muutokset, jotka vaikuttavat markkinoihin tai henkilöstöön. Samoin organisaation tulee tunnistaa, että henkilöstö ja toimintaympäristö voi olla haavoittuvainen generatiivisen tekoälyn laajamittaisen käytön myötä.

3.11. Ympäristövaikutukset

Ympäristövaikutukset ovat jokaisen organisaation toiminnan kannalta merkittävä asia. Niihin liittyy suoria ja välillisiä taloudellisia vaikutuksia ja myös eettisiä ulottuvuuksia. Seuraavaksi käydään läpi aineistosta löytyneitä ympäristölle kohdistuvia haasteita.

Generatiivisten tekoälyjen kehittäminen ja ylläpitäminen kuluttaa suuret määrät energiaa, joka lisää merkittävästi hiilipäästöjä. Lisäksi järjestelmien datakeskukset kuluttavat jatkuvasti suuret määrät energiaa palvelimien pyörittämiseen ja jäähdyttämiseen, joka osaltaan kasvattaa ympäristövaikutusta. (Ray, 2023.) Suurin osa tästä energiasta on peräisin uusiutumattomista energian lähteistä (Bandi ym., 2023). Toisaalta sähköenergiaa on mahdollista tuottaa esimerkiksi aurinkopaneelilla tai muilla uusiutuvilla lähteillä, joka vähentää näitä energiankäytön vaikutuksia ympäristölle (Cobb, 2023). Kuitenkin laitteistojen valmistaminen näitä järjestelmiä varten kuluttaa runsaasti harvinaisia mineraaleja (Ray, 2023), joten kaikkia ympäristövaikutuksia ei voida kokonaan poissulkea.

Yhteenvedona voidaan todeta, että generatiivisen tekoälyn kehittäminen ja käyttö kuluttaa suuret määrät energiaa, jolla on välittömiä ja välillisiä ympäristövaikutuksia. Vaikka energian käyttöä voi ohjata uusiutuviin energialähteisiin, niin kaikkia ympäristövaikutuksia ei voida välttää. Organisaation tulee ottaa ympäristövaikutukset omassa kokonaisarviointissa huomioon ja ympäristövaikutuksien hallinta onkin usein pakollista esimerkiksi organisaation sidosryhmien vaatimuksesta.

4. ORGANISAATIOIDEN HAASTEET TAM-TOE-VIITEKEHYKSESSÄ

Tässä luvussa yhdistellään aineistosta löydetyt haasteet ja tarkastellaan niitä TAM-TOE-viitekehelyksessä, josta saadaan käsitys tutkimuskentän tilasta yleisesti ja miten tutkimuskenttä vastaa organisaatioiden tarpeisiin. Luvussa pyritään havainnoimaan tutkimuskentässä mahdollisesti olevia puutteita ja arvioimaan niiden merkitystä. Luvussa vastataan aineiston perusteella tutkimuskysymyksen toiseen osaan ”Miten generatiivisen tekoälyn käyttöönoton haasteet peilaantuvat TAM-TOE-viitekehelykseen?”.

Luvuissa 4.1 - 4.4 tarkastellaan aineistopohjaisia luokkia TAM-TOE-viitekehelyksen kategorioissa ja käsitellään löydettyjä haasteita näiden sisällä. Chatterjee ym. (2021) esittämien TAM-TOE-viitekehelyksen kategorioiden sisältö määritellään tarkemmin ja niissä tarkastellaan aineistosta löytyneitä aineistopohjaisia luokkia. Lisäksi määritellään, että millä perusteilla aineistopohjaisia luokkia tarkastellaan näissä kategorioissa. Luvussa 4.5 tarkastellaan haasteiden lukumääriä ja painotuksia aineistopohjaisissa luokissa sekä arvioidaan niiden merkitystä organisaatiolle. Samasta luvusta löytyy yhteenveto aineistopohjaisten luokkien haasteiden lukumääristä ja TAM-TOE-viitekehelyksen kategorioista (TAULUKKO 1). Luvussa 4.6 tarkastellaan löydettyjä haasteita kokonaisuutena TAM-TOE-viitekehelyksessä. Tässä luvussa otetaan myös kantaa löydettyjen haasteiden lukumääriin sekä arvioidaan tarkemmin tutkimuskentän tilaa sekä mahdollisia puutteita organisaatioiden kannalta. Samasta luvusta löytyy yhteenveto aineistosta löydettyjen haasteiden lukumääristä TAM-TOE-viitekehelyksen kategorioissa (TAULUKKO 2).

4.1. Sisäinen ympäristö

Sisäisen ympäristön haasteet liittyvät organisaation kykyyn ja valmiuteen ottaa teknologia käyttöön (Tornatzky & Fleischer, 1990). Sisäiseen ympäristöön kuuluu myös organisaation ja organisaation henkilöstön tekninen kyvykkyys (Lippert & Govindarajulu, 2015). Eli sisäisen ympäristön haasteisiin sisällytetään

kaikki haasteet, jotka liittyvät organisaation kykyyn ja valmiuteen käyttää generatiivista tekoälyä (Chatterjee ym., 2021). Näitä ovat esimerkiksi haasteet liittyen organisaation osaamiseen, tietoturvaan ja kykyyn integroida uusi teknologia prosesseihin. Sisäisen ympäristön haasteisiin voidaan yleistäen laskea kaikki organisaation sisäiset tekijät, jotka voivat vaikuttaa teknologian käyttöönottoon (Wallace ym., 2020).

Sisäisen ympäristön merkittävinä haasteina nähtiin generatiivisen tekoälyn integroiminen organisaation prosesseihin, joista tuotiin esille esimerkiksi henkilöstön mahdollinen vastustus, vaadittavat panostukset ja yhteensopimattomat työvaiheet tai dataformaatit. Automaation haasteina nähtiin puutteet organisaation kyvyissä ja järjestelmän tuottamien tulosten ennustettamattomuudessa. Esimerkiksi ongelmat dataformaateissa ja organisaation kykyjen puutteet voidaan nähdä myös tuotetun datan laadun haasteina. Lukumäärällisesti näitä haasteita oli suhteellisen vähän vaikka esimerkiksi integraation haasteet voidaan nähdä merkittävässä roolissa organisaatioilla. Automaation haasteet saivat myös eettisiä ja oikeudellisia vivahteita. Molemmissa haasteissa oli nähtävissä myös teknisiä piirteitä harjoitusdatan ja tuotetun datan laadun suuntaan. TAM-TOE-viitekehyksessä sisäisen ympäristön haasteet liittyvät tällaisiin organisaation kykyihin ja valmiuksiin käyttää generatiivista tekoälyä (Chatterjee ym., 2021).

Sisäiseen ympäristöön kuuluu myös organisaation henkilöstöressurssit (Tornatzky & Fleischer, 1990). Haasteina nähtiin esimerkiksi käyttäjien osaamisen heikentyminen, liiallinen riippuvuus tekoälystä, liiallinen luottamus tekoälyyn, käyttäjien osaamisen puute ja mahdollinen vastustus generatiivista tekoälyä kohtaan. Nämä haasteet vaikuttavat suoraan organisaation henkilökuntaan ja henkilökunnan suorituskykyyn. TAM-TOE-viitekehyksessä sisäiseen ympäristöön lasketaan kaikki tekijät jotka vaikuttavat työntekijöiden suorituskykyyn työtehtävässä (Chatterjee ym., 2021), joten käyttäjiin kohdistuvat haasteet sijoittuvat tähän sisäiseen ympäristöön luontevasti. Myös näitä haasteita oli lukumäärällisesti suhteellisen vähän. Erityisesti organisaatioille voisi olla merkittävää selvittää uuden teknologian käyttöönoton vaikutusta henkilökunnan taitoihin. Myös näissä haasteissa oli vivahteita eettisiin ja oikeudellisiin haasteisiin.

4.2. Ulkoinen ympäristö

Ulkaisen ympäristön haasteisiin liittyvät kaikki ulkoiset tekijät, jotka voivat vaikuttaa organisaation teknologian käyttöönottoon (Wallace ym., 2020). Näitä ovat esimerkiksi lainsäädäntö, kumppanit ja palveluntuottajat (Lippert & Govindarajulu, 2015). Ulkoinen ympäristö on siis yksinkertaistettuna se ympäristö, missä organisaatio toimii ja siellä olevat tekijät (Katebi ym., 2022). Ulkaisen ympäristön haasteisiin voidaan nähdä sisältyvän lailliset sekä eettiset haasteet (Tornatzky & Fleischer, 1990) ja vallitsevaan arvomaailmaan liittyvät haasteet.

Ulkoiseen ympäristöön liittyen eniten haasteita löytyi eettisten ja oikeudellisten haasteiden luokasta, joista nousi esille erityisesti puolueellisuuden, yksityisyyden ja tekijänoikeuksien haasteet. Näillä haasteilla voi olla vaikutusta organisaation tarpeille noudattaa lainsäädäntöä ja eettisiä standardeja. Näiden

haasteiden vaikutukset voivat olla luonnollisesti merkittäviä organisaatiolle ja esimerkiksi yksityisyyden tai tekijänoikeudellisen lainsäädännön rikkomisesta voi koitua huomattavia taloudellisia seurauksia. Lukumäärällisesti näitä haasteita oli eniten ja myös monissa muissa haasteissa painotukset viittasivat eettisiin haasteisiin. Esimerkiksi yhteiskunnalliset haasteet liittyvät usein myös eettisiin haasteisiin.

Ulkoiseen ympäristöön voidaan laskea myös yhteiskunnalliset haasteet ja ympäristö vaikutukset (Tornatzky & Fleischer, 1990). Yhteiskunnallisista haasteita nousi esille generatiivisen tekoälyn vaikutukset työvoimaan ja generatiivisen tekoälyn mahdollinen epätasainen jakautuminen yksilöiden ja organisaatioiden resurssien mukaan. Näitä haasteita esiintyi kohtalaisesti aineistossa ja niiden vaihtelu oli varsin laajaa. Ulkoiseen ympäristöön kuuluu lisäksi myös ympäristövaikutukset, jotka keskittyivät lähinnä generatiivisen tekoälyn käyttämään sähköenergiaan. Näitä löytyi aineistosta lukumäärällisesti vähiten eikä ympäristövaikutukset saaneet aineistossa juurikaan painoarvoa. Yllättäen aineistosta ei löytynyt haasteita liittyen kilpailuetuun tai sidosryhmiin, kuten TOE-viitekehyksessä on aikaisemmin nähty (Wang ym., 2010; Chatterjee ym., 2021).

4.3. Koettu helppokäyttöisyys

Koettu helppokäyttöisyys tarkoittaa koettua teknologian käytön helppoutta tai vaivattomuutta (Davis, 1989). Tähän voidaan kuitenkin sisällyttää haasteet, jotka liittyvät teknologian ominaisuuksiin. Esimerkiksi virheherkkyys ja odottamattomat tulokset ovat koetun helppokäyttöisyyden teemoja (Davis, 1989). Koetun helppokäyttöisyyden haasteet liittyvät haasteisiin, jotka vaikuttavat generatiivisen tekoälyn käytön helppouteen (Chatterjee ym., 2021) ja yleisesti teknologian käyttöön liittyviin ominaisuuksiin (Davis, 1989). Näin ollen generatiivisella tekoälyllä laadukkaan datan tuottaminen, luotettavuus ja laaja, mutta yksityiskohtainen osaaminen muodostavat koetun helppokäyttöisyyden.

Koetussa helppokäyttöisyydessä merkittävin luokitus oli tuotetun datan laatu, jossa tuotiin esiin hallusinointi, muisti ja erityisosaaminen. Tuotetun datan laadun ongelmia kuvattiin laajasti. Lukumäärällisesti näitä haasteita oli runsaasti ja osittain esimerkiksi harjoitusdatan laadun ja vuorovaikutuksen haasteet liittyivät tuotettuun dataan.

Koettuun helppokäyttöisyyteen kuuluu olennaisesti käytön helppous (Davis, 1989), eli myös vuorovaikutuksen ja ymmärtämisen haasteet. Näistä tuotiin esille kielelliset, kulttuuriset ja kontekstin ymmärtämiseen liittyvät haasteet. Näitä oli lukumäärällisesti kohtuullisesti ja osittain nämä haasteet voivat olla myös tuotetun datan sekä harjoitusdatan laadun haasteita sekä vastaavasti myös toistepäin. Näitä luokkia voidaan kuitenkin tarkastella saman TAM-TOE-viitekehyyksen kategorian alla, jolloin näiden haasteiden vaihtoehtoisella luokittamisella ei ole oleellista eroa organisaation kannalta.

4.4. Koettu hyödyllisyys

Koettu hyödyllisyys on yksinkertaistettuna kokemus teknologian tuomasta hyödystä käyttäjälle (Davis, 1989) tai organisaatiolle. Esimerkiksi tuottavuuden kasvu ja laadun parantuminen ovat mitattavaa koettua hyödyllisyyttä (Davis, 1989). Koettua hyödyllisyyttä voi olla esimerkiksi digitalisoitujen toimintojen tuoma tehokkuus dokumenttien hallintaan tai hajautettujen järjestelmien parempi tietoturva ja suorituskyky (Li ym., 2021). Koetun hyödyllisyyden haasteina voidaan nähdä haasteet, jotka vaikuttavat teknologian käytöstä saatuun hyötyyn tai haasteisiin näiden hyötyjen arvioinnissa. Tiivistettynä koetun hyödyllisyyden haasteet liittyvät hyötyihin, joita yksilöt uskovat saavansa generatiivisen tekoälyn käyttöönotosta (Chatterjee ym., 2021). Laajemmin ne voidaan nähdä liittyvän haasteisiin, joita organisaatiot kokevat järjestelmistä saatavien hyötyjen kanssa sekä näiden hyötyjen arviointiin liittyen.

Keskeisinä haasteina nousi esille kustannukset ja standardoitujen arviointimenetelmien puuttuminen. Nämä on helppo ymmärtää organisaatiolle keskeisinä haasteina, mutta lukumäärällisesti näitä tuotiin aineistoissa esille vain kohtuullisesti. Lisäksi osa haasteista voidaan nähdä liittyvän muihin luokkiin. Esimerkiksi tehokkuuteen liittyvät kustannushaasteet voivat olla tuotetun datan tai harjoitusdatan laadun parantamisen myötä ratkaistavissa. Samoin kustannukset ja tehokkuushaasteet voivat liittyä suoraan ympäristövaikutuksiin esimerkiksi energian käytön myötä.

4.5. Aineistopohjainen luokitus ja TAM-TOE-viitekehys

Seuraavaksi tarkastellaan aineistosta löydettyjen haasteiden lukumääriä ja painopisteitä aineistopohjaisesti luokiteltuna ja TAM-TOE-viitekehukseen peilaen. Lisäksi arvioidaan aineistopohjaisesti luokiteltujen haasteiden painotuksien merkitystä. Aineistosta löydetyt ja aineistopohjaisesti luokiteltujen haasteiden tarkastelu tuo esille tutkimuskentän painopisteet ja mahdolliset puutteet.

Aineistopohjaisista luokista voidaan todeta, että TAM-TOE-viitekehysten sisäisen ympäristön haasteina voidaan nähdä organisaation kompetenssiin tai organisaation mahdollisuuksiin liittyvät haasteet teknologian käyttöönotossa. Viitekehysten ulkoisen ympäristön haasteina voidaan nähdä haasteet, jotka tulevat organisaation ulkoisesta toimintaympäristöstä, eli esimerkiksi vallitsevat lailliset ja eettiset tekijät. Viitekehysten koetun helppokäyttöisyyden haasteisiin pystytään lukemaan teknologian käyttöön ja käytön helppouteen liittyvät tekniset haasteet. Viitekehysten koetun hyödyllisyyden haasteisiin voidaan lukea haasteet, jotka liittyvät teknologian käytöstä saataviin hyötyihin.

Oheisessa taulukossa 1 on nähtävissä aineistosta löytyneiden haasteiden lukumäärät aineistopohjaisesti luokiteltuina ja TAM-TOE-viitekehyksessä. Tästä on nähtävissä havaittujen haasteiden lukumäärien ja aineistossa esiintyvien painotuksien pohjalta, että generatiivisen tekoälyn haasteiden painopiste on eettisissä ja oikeudellisissa haasteissa. Toinen selkeä keskittyminen generatiivisen tekoälyn haasteissa on sen tekniset ominaisuudet ja erityisesti heikkoudet

tuotetussa datassa, vuorovaikutuksessa, inhimillisyydessä ja harjoitusdatassa. Integraation haasteita, automaation ja käyttäjiin kohdistuvia haasteita on käsitelty vain kohtalaisesti, vaikka erityisesti organisaatioille nämä voisivat olla merkittäviä haasteita. Suhteellisen vähäiselle huomiolle oli jäänyt myös arvioinnin haasteet, vaikka ne voidaan nähdä organisaatioille tärkeinä ja merkittävänä. Yhteiskunnallisia haasteita oli sivuttu merkittävästi vaikkakin ne osataan ovat samankaltaisia eettisten haasteiden kanssa. Ympäristövaikutukset olivat saaneet erittäin vähän huomiota.

TAULUKKO 1 Aineistopohjaiset luokat ja TAM-TOE -viitekehys

Aineistopohjainen luokka	Lkm	Viitekehyyksen kategoria
Arvioinnin haasteet	27	Koettu hyödyllisyys
Eettiset ja oikeudelliset haasteet	103	Ulkoinen ympäristö
Harjoitusdatan laatu	19	Koettu helppokäyttöisyys
Inhimillisyyden haasteet	11	Koettu helppokäyttöisyys
Integraation ja automaation haasteet	17	Sisäinen ympäristö
Käyttäjiin kohdistuvat haasteet	19	Sisäinen ympäristö
Tietoturva	8	Koettu helppokäyttöisyys
Tuotetun datan laatu	48	Koettu helppokäyttöisyys
Vuorovaikutus ja ymmärtäminen	27	Koettu helppokäyttöisyys
Yhteiskunnalliset haasteet	20	Ulkoinen ympäristö
Ympäristövaikutukset	3	Ulkoinen ympäristö

Yhteenvedon voidaan todeta, että generatiivisen tekoälyn eettiset ja oikeudelliset haasteet yhdessä generatiivisen tekoälyn datan käsittelykyvyn haasteiden kanssa muodostavat suurimman osan (79 %) eri haasteista. Vastaavasti arvioinnin haasteet yhdessä integraation ja automaation haasteiden sekä käyttäjien haasteiden kanssa muodostavat vain suhteellisesti pienen osan (21 %) haasteista. Tutkimuskentässä on siis keskitytty generatiivisen tekoälyn eettisiin ja oikeudellisiin haasteisiin sekä teknisiin ominaisuuksiin. Generatiivisen tekoälyn tuomiin hyötyihin, henkilöstöön kohdistuviin välittömiin vaikutuksiin ja integroimiseen organisaation prosesseihin on keskitytty suhteellisen vähän vaikka organisaatioiden kannalta nämä voisivat olla kaikista tärkeimpiä aihealueita.

4.6. Organisaatioiden haasteet ja TAM-TOE -viitekehys

Seuraavaksi tarkastellaan organisaatioiden haasteita generatiivisen tekoälyn käyttöön otossa TAM-TOE-viitekehyksessä. Lisäksi arvioidaan TAM-TOE-viitekehysten kautta haasteiden kokonaismääriä ja niiden merkitystä organisaatioille. Tässä arvioidaan myös mahdollista ongelmaa aineistopohjaisessa luokittelussa ja TAM-TOE-viitekehukseen peilaamisessa. Aineistosta löydetty ja aineistopohjaisesti luokiteltujen haasteiden tarkastelu TAM-TOE-viitekehyksessä tuo selkeästi esille tutkimuskentän painopisteet ja mahdolliset puutteet. Erityisesti puutteet organisaatioiden kannalta käy selkeästi ilmi, kun aineistoa tarkastellaan TAM-TOE-viitekehysten kautta.

Aineistosta on nähtävissä, että haasteiden keskiössä on TAM-TOE-viitekehysten ulkoinen ympäristö, johon lukeutuu eettiset ja oikeudelliset haasteet sekä yhteiskunnalliset haasteet. Myös muissa haasteissa on nähtävissä painotusta ulkoisen ympäristön kategoriaan, joka edelleen vahvistaa sen painopistettä lukumäärää enemmän. Esimerkiksi tietoturvaan liittyvät haasteet osaltaan liittyvät myös lainsäädännön vaatimuksiin ja näin ulkoiseen ympäristöön. Samoin esimerkiksi käyttäjiin kohdistuvat haasteet voidaan nähdä osittain eettisinä haasteina käyttäjiin mahdollisesti kohdistuvien haittojen myötä. Useista kategorioista on löydettävissä haasteita, jotka liittyvät jollakin tavalla ulkoiseen ympäristöön. Lisäksi voidaan huomioida, että ulkoiseen ympäristöön voidaan nähdä kuuluvan myös ympäristövaikutukset, mutta niitä on aineistossa käsitelty hyvin vähän. Yllättäen organisaation kilpailuympäristöä ei ole aineistossa huomioitu vaikka organisaatiolla voidaan nähdä olevan paineita ottaa generatiivinen tekoäly käyttöön juurikin kilpailuedun säilyttämiseksi (Workday, 2023; Forrester Research, 2023), ja vaikka TOE-mallissa se on yksi keskeinen ulkoisen ympäristön tekijä (Tornatzky & Fleischer, 1990).

Toiseksi merkittävimpänä haasteiden kategoriana voidaan nähdä TAM-TOE-viitekehysten koettu helppokäyttöisyys. Siihen painottuu tuotetun datan laatuun, harjoitusdatan laatuun sekä vuorovaikutukseen ja ymmärtämiseen liittyvät haasteet, eli keskeisesti ne haasteet, jotka ovat teknologian ominaisuuksissa ja laadukkuudessa. Myös muissa haasteissa on nähtävissä painotusta tekniisiin ominaisuuksiin, jota löytyy esimerkiksi integraatiossa ja automaatiassa. On luonnollista, että teknologian tekniset ominaisuudet peilaantuvat kaikkiin kategorioihin ainakin jollakin tasolla. TAM-mallin mukaisesti koettu helppokäyttöisyys vaikuttaa suoraan koettuun hyödyllisyyteen (Davis, 1989), jolloin koettuun helppokäyttöisyyteen liittyvät haasteet peilaantuvat myös suoraan koettuun hyödyllisyyteen. Ymmärrettävästi mitä paremmat tekniset ominaisuudet teknologialla on ja mitä helpompi sitä on käyttää, niin sen mahdollisuudet muodostaa organisaatiolle hyötyä myös kasvaa. On kuitenkin huomioitava, että TAM-mallin mukaisesti koettu hyödyllisyys on määräävämpi tekijä kuin koettu helppokäyttöisyys teknologian käyttöönoton ennustamisessa (Davis, 1989).

TAM-TOE-viitekehyksestä katsottuna vähemmälle huomiolle haasteissa on jäänyt sisäinen ympäristö, johon on painotettu haasteita integraatioon, automaatioon ja käyttäjiin kohdistuviin haasteisiin liittyen. Näissäkin haasteissa painopiste on esimerkiksi automaation osalta koetussa helppokäyttöisyydessä teknisten ominaisuuksien takia ja käyttäjien haasteiden osalta ulkoisessa ympä-

ristössä eettisten vivahteiden takia. Sisäiseen ympäristöön voidaan laskea esimerkiksi organisaation kompetenssi, organisaation monimutkaisuus, organisaation valmiudet ja organisaation yhteensopivuus (Chatterjee ym., 2021). Lisäksi TOE-mallissa siihen lasketaan organisaation koko, henkilökunta, kommunikatio ja vapaat resurssit (Tornatzky & Fleischer, 1990). Aineistossa käsiteltiin kuitenkin lähinnä vain organisaation kompetenssiin ja henkilökuntaan liittyviä haasteita, eli viitekehyksen kannalta käsittely voidaan nähdä vajavaisena.

Vähiten haasteissa on huomioitu TAM-TOE-viitekehyksen koettu hyödyllisyys, jossa on kuitenkin huomioitu generatiivisten tekoälyjärjestelmien käyttöönoton hinta, jatkuvan ylläpidon hinta ja näiden vaikea sekä standardisoimaton arviointi. Myös näissä haasteissa painopiste liikkuu eettisten ja oikeudellisten haasteiden sekä teknisten ominaisuuksien puolella. TAM-mallissa koettu hyödyllisyys sisältää ominaisuuksia liittyen kasvaneeseen tuottavuuteen, työn nopeutumiseen ja laadun parantumiseen (Davis, 1989). Yksilöllinen kokemus työsuorituksen parantumisesta generatiivista tekoälyä käyttämällä voidaan nähdä liittyvän suoraan motivaatioon sen käyttöönottamiseksi (Chatterjee ym., 2021). Tästä näkökulmasta katsottuna onkin yllättävää, että näitä haasteita ei ole juurikaan käsitelty aineistossa ja että aineiston käsittely on painottunut suoraan kustannuksien arviointiin ja arviointimenetelmien puutteeseen.

Oheisessa taulukossa 2 on nähtävissä TAM-TOE-viitekehysessä tarkasteltujen haasteiden kokonaismäärät. Siitä on nähtävissä, että löydettyjen haasteiden lukumäärät vastaavat hyvin myös niihin kohdistuneita painotuksia. Eli vaikka joidenkin haasteiden osalta voidaan arvioida luokitusta mahdollisesti uudelleen, niin tässä nähtävä ero painopisteissä ei olennaisesti muuttuisi. Lisäksi enemmistö uudelleen harkittavien haasteiden luokitukselta on saman viitekehyksen kategorian sisällä, joka ei tällöin muuta lainkaan lukumäärää tai painotusta. Esimerkiksi tuotetun datan laadun ja harjoitusdatan laadun haasteissa voidaan hyvinkin vaihdella näiden luokitusta näkökulmasta riippuen. Nämä molemmat kuitenkin kuuluvat samaan koetun hyödyllisyyden kategoriaan.

TAULUKKO 2 Haasteet ja TAM-TOE -viitekehys

Viitekehyksen kategoria	Haasteiden lukumäärä
Koettu helppokäyttöisyys	113
Koettu hyödyllisyys	27
Sisäinen ympäristö	36
Ulkoisen ympäristö	126

Yhteenvedon voidaan todeta, että ulkoiseen ympäristöön liittyvät haasteet muodostavat suurimman osan (42 %) eri haasteista. Toiseksi suurimman osan (37 %) muodostaa koettuun helppokäyttöisyyteen liittyvät haasteet. Seuraavaksi suurimman osan (12 %) muodostaa sisäiseen ympäristöön liittyvät haasteet. Pienimmän osan (9 %) muodostaa koettuun hyödyllisyyteen liittyvät haasteet. Tutkimuskentässä on siis keskitytty ulkoisen ympäristön haasteisiin ja koetun helppokäyttöisyyden haasteisiin. Sisäisen ympäristön ja koetun hyödyllisyyden

lisyyden haasteet ovat selkeästi vähemmällä huomiolla. Voidaan kuitenkin ajatella, että juuri organisaatioille sisäiseen ympäristöön ja koettuun hyödyllisyyteen liittyvät haasteet olisivat oleellisia. Sisäiseen ympäristöön liittyvät haasteet liittyvät siihen, miten käytännössä generatiivista tekoälyä voidaan hyödyntää organisaatioissa ja mitä vaikutuksia sillä on organisaatioille. Koettuun hyödyllisyyteen liittyvät haasteet liittyvät taas siihen, mitä hyötyä generatiivisen tekoälyn käyttö tuottaa organisaatioille.

5. YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa on käsitelty kirjallisuudesta löytyviä generatiivisen tekoälyn haasteita organisaatioilla ja niitä on tarkasteltu TAM-TOE-viitekehysessä. Tutkielman johdannossa käsitellään generatiivisen tekoälyn nykyistä ja tulevaa merkitystä sekä sen käytön ennustettua kasvua. Generatiivisen tekoälyn käyttöönottoon liittyy kuitenkin monia haasteita, jotka voivat hidastaa tai estää generatiivisen tekoälyn tehokkaan käyttöönoton organisaatioissa. Tutkielman tavoitteena on ollut selvittää, että ”Mitä haasteita generatiivisen tekoälyn käyttöönotossa on ja miten ne peilaantuvat TAM-TOE viitekehykseen?”.

Tutkielman luvussa 2 on määritelty generatiivinen tekoäly, TAM-malli, TOE-malli ja TAM-TOE-viitekehys. Generatiivinen tekoäly on järjestelmä, joka jäljittelee ihmisen tuottamaa kieltä ja muuta sisältöä, kuten kuvia ja musiikkia. Generatiivinen tekoäly johtaa tuottamansa datan harjoitusdatasta ja siellä esiintyvistä datahahmoista. TAM-malli keskittyy teknologian käyttöönoton yksilöllisiin tekijöihin tarkastelemalla teknologian käyttöönoton helppoutta ja hyödyllisyyttä. TOE-malli tarkastelee teknologian lisäksi organisaation sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä. TAM-TOE-viitekehysessä on yhdistettynä TAM-malli ja TOE-malli siten, että TOE-mallin teknologiakategorian sisälle asetetaan TAM-malli. TAM-TOE-viitekehys pyrkii kuvamaan niin teknologian yksilölliset tekijät kuin organisaation sisäiset ja ulkoisetkin tekijät. Näin TAM-TOE-viitekehys pyrkii sisällyttämään kaikki teknologian käyttöönottoon ja omaksumiseen vaikuttavat tekijät.

Luvussa 3 on käyty läpi kirjallisuudesta löytyneitä haasteita generatiivisen tekoälyn käyttöönotossa ja ne on luokiteltu aineistopohjaisesti. Haasteiden aineistopohjaiset luokitukset ovat: arvioinnin haasteet, eettiset ja oikeudelliset haasteet, harjoitusdatan laatu, inhimillisyyden puute, integraation ja automaation haasteet, käyttäjiin kohdistuvat haasteet, tietoturva, tuotetun datan laatu, vuorovaikutus ja ymmärtäminen, yhteiskunnalliset haasteet ja ympäristövaikutukset. Esimerkiksi eettiset ja oikeudelliset haasteet ovat merkittäviä, koska generatiivisen tekoälyn käyttö voi vaikuttaa henkilötietojen käsittelyyn tai yksityisyyden suojaan. Teknisissä haasteissa keskitytään muun muassa harjoitusdatan laatuun ja generatiivisten tekoälyjärjestelmien kykyyn tuottaa luotettavaa ja

puolueetonta sisältöä. Tässä luvussa vastattiin tutkimuskysymyksen ensimmäiseen osaan: ”Mitä haasteita generatiivisen tekoälyn käyttöönotossa on?”.

Luvuissa 4.1 - 4.4 aineistopohjaisia luokkia tarkasteltiin TAM-TOE-viitekehyksessä Koetun hyödyllisyyden kategoriassa tarkasteltiin arvioinnin haasteita. Koetun helppokäyttöisyyden kategoriassa tarkasteltiin harjoitusdatan laadun haasteita, tuotetun datan laadun haasteita, vuorovaikutuksen ja ymmärtämisen haasteita, inhimillisyyden puutteen haasteita ja tietoturvan haasteita. Sisäisen ympäristön kategoriassa tarkasteltiin integraation ja automaation haasteita sekä käyttäjiin kohdistuvia haasteita. Ulkoisen ympäristön kategoriassa tarkasteltiin eettisiä ja oikeudellisia haasteita, yhteiskunnallisia haasteita sekä ympäristövaikutuksien haasteita. Luvussa 4.5 havaittiin, että lukumäärällisesti eniten haasteita löytyi eettisistä ja oikeudellisista haasteista ja seuraavaksi eniten tuotetun datan haasteista. Selkeää painotusta löytyi myös vuorovaikutuksen ja ymmärtämisen liittyvistä haasteista sekä yhteiskunnallisista ja arviointiin liittyvistä haasteista. Erityisen vähän oli painotettu tietoturvaa ja ympäristövaikutuksia.

Luvussa 4.6 arvioitiin haasteiden lukumääriä TOE-TAM-viitekehyksen kategorioissa. Tästä nähtiin, että eniten haasteita löytyi ulkoisen ympäristön kategoriasta ensisijaisesti eettisten ja oikeudellisten haasteiden myötä. Toiseksi eniten ja lähes yhtä paljon kertyi haasteita koetun helppokäyttöisyyden kategoriasta ensisijaisesti tuotetun datan laadun, harjoitusdatan laadun sekä vuorovaikutuksen ja ymmärtämisen haasteista. Koetun hyödyllisyyden ja sisäisen ympäristön kategorioihin kertyi aineistosta huomattavasti vähemmän haasteita. Näitä oli yhteensä vain noin 21 % kaikista aineistosta löydettyistä haasteista. Myös näissäkin haasteissa nähtiin painotuksia ulkoiseen ympäristöön ja koettuun hyödyllisyyteen. Tässä vastattiin tutkimuskysymyksen toiseen osaan: ”Miten haasteet peilaantuvat TAM-TOE viitekehykseen?”.

Useat haasteet on kuitenkin nähtävissä monissa eri aineistopohjaisissa luokissa ja niitä voidaan myös tarkastella monien eri TAM-TOE-viitekehyksen kategorioiden kautta, joten tarkka rajanveto luokituksista tai kategorioista on haasteellista. Esimerkiksi läpinäkymättömyyden haaste voidaan nähdä liittyvän hyvin moneen eri luokkaan. Keskeisesti se liittyy eettisiin ja oikeudellisiin haasteisiin. Kun ei voida tarkastella järjestelmän prosessia, niin ei voida tietää, että miten esimerkiksi henkilötietoja on käsitelty järjestelmän käytön yhteydessä tai minkälaisesta puolueellisesta datasta järjestelmän tuotos on peräisin. Toisaalta läpinäkymättömyys liittyy myös tietoturvaan. Läpinäkymättömyyden myötä ei voida tarkastella tai arvioida harjoitusdatan tai käyttäjän antaman syötteen mahdollista saastumista. Samoin läpinäkymättömyys aiheuttaa haasteita organisaation osaamisen kehittämisen kanssa, kun mahdollisia virheitä tai ongelmia ei pystytä selvittämään prosessia avaamalla. Yhtälailla läpinäkymättömyys vaikuttaa myös koettuun hyödyllisyyteen. Kun järjestelmän prosessia ei voida avata, niin ei myöskään pystytä yksiselitteisesti arvioimaan, että mitkä panostukset tosiasiallisesti antavat parhaan tuoton. Vastaavasti monet haasteet voidaan nähdä liittyvän eri luokkiin ja kategorioihin ilman, että niitä voi tiukasti rajata mihinkään luokkaan tai kategoriaan. Tämän myötä onkin ollut tärkeää, että TAM-TOE-viitekehyksen avonaisten kategorioiden avulla on voitu käsitellä aineistosta löytyneitä haasteita niiden painotuksien perusteella.

Tutkielmassa korostetaan, kuinka tärkeää on ymmärtää generatiivisen tekoälyn haasteet ja niiden vaikutukset generatiivisen tekoälyn käyttöönottoon.

Tutkielma nostaa esiin tarpeen lisätutkimukselle generatiivisen tekoälyn käyttöönoton haasteista liittyen koettuun hyödyllisyyteen ja sisäiseen ympäristöön. Erityisesti olisi tarpeen saada luotettava ja standardoitu arviointimenetelmä generatiivisen tekoälyn hyödyistä ja haitoista organisaatiolle. Samoin tulisi tutkia generatiivisen tekoälyn tehokasta integroimista organisaation prosesseihin ja vaikutusta organisaation henkilöresursseihin. Lisätutkimuksen tulisi myös ottaa huomioon haasteiden dynaaminen luonne ja pyrkiä löytämään selkeitä raameja eri haasteiden käsittelyyn.

Tutkielma osoittaa, että on olennaista tunnistaa ja ymmärtää ne haasteet, jotka liittyvät generatiivisen tekoälyn käyttöönottoon organisaatioissa. TAM-TOE-viitekehys tarjoaa hyödyllisen työkalun näiden haasteiden tarkasteluun ja niiden ymmärtämiseen organisaatioiden kontekstissa. Tämä auttaa organisaatioita valmistautumaan ja sopeutumaan generatiivisen tekoälyn tuomiin muutoksiin ja hyödyntämään generatiivista tekoälyä tehokkaasti ja turvallisesti.

LÄHTEET

- Accenture. (2023). Generative AI: Understanding generative AI and how it will fundamentally transform our world. Noudettu 4 helmikuuta 2024, osoitteesta <https://www.accenture.com/us-en/insights/generative-ai>
- Al-Sarayreh, M., Reis, M., Carr, A., & dos Reis, M. (2023). Inverse design and AI/Deep generative networks in food design: A comprehensive review. *TRENDS IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY*, 138, 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.06.005>
- Alavi, M., Leidner, D. E., & Mousavi, R. (2024). Knowledge Management Perspective of Generative Artificial Intelligence. *Journal of the Association for Information Systems*, 25(1), 1–12. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1jais.00859>
- Aldausari, N., Sowmya, A., Marcus, N., & Mohammadi, G. (2023). Video Generative Adversarial Networks: A Review. *ACM COMPUTING SURVEYS*, 55(2). <https://doi.org/10.1145/3487891>
- Ali, O., Murray, P., Momin, M., & Al-Anzi, F. (2023). The knowledge and innovation challenges of ChatGPT: A scoping review. *TECHNOLOGY IN SOCIETY*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102402>
- Bandi, A., Adapa, P. V. S. R., & Kuchi, Y. E. V. P. K. (2023). The Power of Generative AI: A Review of Requirements, Models, Input–Output Formats, Evaluation Metrics, and Challenges. *Future Internet*, 15(8). Scopus. <https://doi.org/10.3390/fi15080260>
- Benbya, H., Strich, F., & Tamm, T. (2024). Navigating Generative Artificial Intelligence Promises and Perils for Knowledge and Creative Work. *Journal of the Association for Information Systems*, 25(1), 23–36. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1jais.00861>
- Bilodeau, C., Jin, W., Jaakkola, T., Barzilay, R., & Jensen, K. F. (2022). Generative models for molecular discovery: Recent advances and challenges. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science*, 12(5). Scopus. <https://doi.org/10.1002/wcms.1608>
- Bragazzi, N. L., Crapanzano, A., Converti, M., Zerbetto, R., & Khamisy-Farah, R. (2023). The Impact of Generative Conversational Artificial Intelligence on the Lesbian, Gay, Bisexual, Transgender, and Queer Community: Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research*, 25(1). Scopus. <https://doi.org/10.2196/52091>
- Bryan, J. D., & Zuva, T. (2021). A Review on TAM and TOE Framework Progression and How These Models Integrate. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 6(3), 137–145. <https://doi.org/10.25046/aj060316>
- Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. R. (2023). Generative AI at work. National Bureau of Economic Research.

- Budhwar, P., Chowdhury, S., Wood, G., Aguinis, H., Bamber, G., Beltran, J., Boselie, P., Cooke, F., Decker, S., DeNisi, A., Dey, P., Guest, D., Knoblich, A., Malik, A., Paauwe, J., Papagiannidis, S., Patel, C., Pereira, V., Ren, S., ... Varma, A. (2023). Human resource management in the age of generative artificial intelligence: Perspectives and research directions on ChatGPT. *HUMAN RESOURCE MANAGEMENT JOURNAL*, 33(3), 606–659. <https://doi.org/10.1111/1748-8583.12524>
- Chatterjee, S., Rana, N. P., Dwivedi, Y. K., & Baabdullah, A. M. (2021). Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120880.
- Cheng, S.-W., Chang, C.-W., Chang, W.-J., Wang, H.-W., Liang, C.-S., Kishimoto, T., Chang, J. P.-C., Kuo, J. S., & Su, K.-P. (2023). The now and future of ChatGPT and GPT in psychiatry. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 77(11), 592–596. Scopus. <https://doi.org/10.1111/pcn.13588>
- Cobb, P. (2023). Large Language Models and Generative AI, Oh My! *ADVANCES IN ARCHAEOLOGICAL PRACTICE*, 11(3), 363–369. <https://doi.org/10.1017/aap.2023.20>
- Craig Van Slyke, Johnson, R. D., & Sarabadani, J. (2023). Generative Artificial Intelligence in Information Systems Education: Challenges, Consequences, and Responses. *Communications of the Association for Information Systems*, 53, 1–21. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.05301>
- Cruz-Jesus, F., Pinheiro, A., & Oliveira, T. (2019). Understanding CRM adoption stages: Empirical analysis building on the TOE framework. *Computers in Industry*, 109, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.03.007>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Drori, I., & Te'eni, D. (2024). Human-in-the-Loop AI Reviewing: Feasibility, Opportunities, and Risks. *Journal of the Association for Information Systems*, 25(1), 98–109. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1jais.00867>
- Eurostat. (2021). Use of artificial intelligence in enterprises. Noudettu 4 helmikuuta 2024, osoitteesta https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_artificial_intelligence_in_enterprises
- Farrelly, T., & Baker, N. (2023). Generative Artificial Intelligence: Implications and Considerations for Higher Education Practice. *Education Sciences*, 13(11). Scopus. <https://doi.org/10.3390/educsci13111109>
- French, A., Shim, J. P., Risius, M., Larsen, K. R., & Jain, H. (2021). The 4th Industrial Revolution Powered by the Integration of AI, Blockchain, and 5G. *Communications of the Association for Information Systems*, 49, 6. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.04910>

- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley. <https://people.umass.edu/aizen/f&a1975.html>
- Forrester Research. (5.2023). *The State Of AI In Engineering*. Noudettu 4. helmikuuta 2024, osoitteesta <https://www.theengineer.co.uk/media/adodnna/forrester-report-the-state-of-ai-in-engineering--2023.pdf>
- Gala, D., & Makaryus, A. N. (2023). The Utility of Language Models in Cardiology: A Narrative Review of the Benefits and Concerns of ChatGPT-4. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(15). Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijerph20156438>
- Govindarajan, R., & Christuraj, G. (2023). OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF USING ChatGPT IN THE ELT SCENARIO OF UTAS, NIZWA, OMAN. *Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes*, 11(3), 593–605. Scopus. <https://doi.org/10.22190/JTESAP230529046G>
- Gupta, M., Akiri, C., Aryal, K., Parker, E., & Praharaj, L. (2023). From ChatGPT to ThreatGPT: Impact of Generative AI in Cybersecurity and Privacy. *IEEE Access*, 11, 80218–80245. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3300381>
- GrandViewResearch. (2.2.2023). *Artificial Intelligence Market Size And Share Report, 2030*. Noudettu 4. helmikuuta 2024, osoitteesta <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-market>
- Hamed, A. A., Zachara-Szymanska, M., & Wu, X. (2024). Safeguarding authenticity for mitigating the harms of generative AI: Issues, research agenda, and policies for detection, fact-checking, and ethical AI. *iScience*, 27(2). Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.108782>
- Kankanhalli, A. (2024). Peer Review in the Age of Generative AI. *Journal of the Association for Information Systems*, 25(1), 76–84. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1jais.00865>
- Katebi, A., Homami, P., & Najmeddin, M. (2022). Acceptance model of precast concrete components in building construction based on Technology Acceptance Model (TAM) and Technology, Organization, and Environment (TOE) framework. *Journal of Building Engineering*, 45, 103518. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103518>
- Khennouche, F., Elmir, Y., Himeur, Y., Djebari, N., & Amira, A. (2024). Revolutionizing generative pre-trained: Insights and challenges in deploying ChatGPT and generative chatbots for FAQs. *Expert Systems with Applications*, 246. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.123224>
- Kim, T. W. (2023). Application of artificial intelligence chatbot, including ChatGPT in education, scholarly work, programming, and content generation and its prospects: A narrative review. *Journal of Educational*

- Evaluation for Health Professions, 20, 38. Scopus. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2023.20.38>
- Kim, D., & Olfman, L. (2011). Determinants of Corporate Web Services Adoption: A Survey of Companies in Korea. *Communications of the Association for Information Systems*, 29, 1. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.02901>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. 2.
- Lee, Y., Kozar, K. A., & Larsen, K. R. T. (2003). The Technology Acceptance Model: Past, Present, and Future. *Communications of the Association for Information Systems*, 12. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01250>
- Legg, S., & Hutter, M. (2007). A collection of definitions of intelligence. *Frontiers in Artificial Intelligence and applications*, 157, 17.
- Li, X., Lai, P.-L., Yang, C.-C., & Yuen, K. F. (2021). Determinants of blockchain adoption in the aviation industry: Empirical evidence from Korea. *Journal of Air Transport Management*, 97, 102139. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2021.102139>
- Liao, W., Lu, X., Fei, Y., Gu, Y., & Huang, Y. (2024). Generative AI design for building structures. *Automation in Construction*, 157. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105187>
- Lin, Z. (2023). Why and how to embrace AI such as ChatGPT in your academic life. *Royal Society Open Science*, 10(8). Scopus. <https://doi.org/10.1098/rsos.230658>
- Lippert, S. K., & Govindarajulu, C. (2015). Technological, Organizational, and Environmental Antecedents to Web Services Adoption. *Communications of the IIMA*, 6(1). <https://doi.org/10.58729/1941-6687.1303>
- Mondal, S., Das, S., & Vrana, V. G. (2023). How to Bell the Cat? A Theoretical Review of Generative Artificial Intelligence towards Digital Disruption in All Walks of Life. *Technologies*, 11(2). Scopus. <https://doi.org/10.3390/technologies11020044>
- Naitali, A., Ridouani, M., Salahdine, F., & Kaabouch, N. (2023). Deepfake Attacks: Generation, Detection, Datasets, Challenges, and Research Directions. *COMPUTERS*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/computers12100216>
- Oniani, D., Hilsman, J., Peng, Y., Poropatich, R., Pamplin, J., Legault, G., & Wang, Y. (2023). Adopting and expanding ethical principles for generative artificial intelligence from military to healthcare. *NPJ DIGITAL MEDICINE*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00965-x>
- Ray, P. P. (2023). ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, 121–154. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.003>

- Rosli, M., Saleh, N., Ali, A., Abu Bakar, S., & Tahir, L. (2022). A Systematic Review of the Technology Acceptance Model for the Sustainability of Higher Education during the COVID-19 Pandemic and Identified Research Gaps. *SUSTAINABILITY*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/su141811389>
- Roumeliotis, K., & Tselikas, N. (2023). ChatGPT and Open-AI Models: A Preliminary Review. *FUTURE INTERNET*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/fi15060192>
- Sabherwal, R., & Grover, V. (2024). The Societal Impacts of Generative Artificial Intelligence: A Balanced Perspective. *Journal of the Association for Information Systems*, 25(1), 13–22. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1jais.00860>
- Sadoughi, F., Khodaveisi, T., & Ahmadi, H. (2019). The used theories for the adoption of electronic health record: A systematic literature review. *Health and Technology*, 9(4), 383–400. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s12553-018-0277-8>
- Saka, A., Taiwo, R., Saka, N., Salami, B. A., Ajayi, S., Akande, K., & Kazemi, H. (2024). GPT models in construction industry: Opportunities, limitations, and a use case validation. *Developments in the Built Environment*, 17. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100300>
- Saoudi, Y., & Gammoudi, M. (2023). TRENDS AND CHALLENGES OF ARABIC CHATBOTS: LITERATURE REVIEW. *JORDANIAN JOURNAL OF COMPUTERS AND INFORMATION TECHNOLOGY*, 9(3), 261–286.
- Shankland, S. (19.2.2023). Why we're all obsessed with the mind-blowing ChatGPT AI chatbot. Noudettu 4 helmikuuta 2024, osoitteesta <https://www.cnet.com/tech/computing/why-were-all-obsessed-with-the-mind-blowing-chatgpt-ai-chatbot/>
- Skulmowski, A. (2023). The Cognitive Architecture of Digital Externalization. *Educational Psychology Review*, 35(4). Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09818-1>
- Sohn, K., & Kwon, O. (2020). Technology acceptance theories and factors influencing artificial Intelligence-based intelligent products. *Telematics and Informatics*, 47, 101324. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.101324>
- Taherdoost, H. (2022). A Critical Review of Blockchain Acceptance Models – Blockchain Technology Adoption Frameworks and Applications. *Computers*, 11(2). Scopus. <https://doi.org/10.3390/computers11020024>
- Tikhonova, E., & Raitskaya, L. (2023). ChatGPT: Where Is a Silver Lining? Exploring the realm of GPT and large language models. *Journal of Language and Education*, 9(3), 5–11. Scopus. <https://doi.org/10.17323/jle.2023.18119>
- Tong, X., Liu, X., Tan, X., Li, X., Jiang, J., Xiong, Z., Xu, T., Jiang, H., Qiao, N., & Zheng, M. (2021). Generative Models for De Novo Drug Design. *Journal of Medicinal Chemistry*, 64(19), 14011–14027. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.1c00927>

- Tornatzky, L.G, Fleischer, M., 1990. *The Processes of Technological Innovation*. Lexington books, Lexington, MA.
- Wallace, S., Green, K. Y., Johnson, C., Cooper, J., & Gilstrap, C. (2020). An Extended TOE Framework for Cybersecurity-adoption Decisions. *Communications of the Association for Information Systems*, 47, 51. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.04716>
- Wang, H., Fu, T., Du, Y., Gao, W., Huang, K., Liu, Z., Chandak, P., Liu, S., Van Katwyk, P., Deac, A., Anandkumar, A., Bergen, K., Gomes, C., Ho, S., Kohli, P., Lasenby, J., Leskovec, J., Liu, T., Manrai, A., ... Zitnik, M. (2023). Scientific discovery in the age of artificial intelligence. *NATURE*, 620(7972), 47–60. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06221-2>
- Wang, Y.-M., Wang, Y.-S., & Yang, Y.-F. (2010). Understanding the determinants of RFID adoption in the manufacturing industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(5), 803–815. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.03.006>
- Watters, C., & Lemanski, M. (2023). Universal skepticism of ChatGPT: a review of early literature on chat generative pre-trained transformer. *FRONTIERS IN BIG DATA*, 6. <https://doi.org/10.3389/fdata.2023.1224976>
- Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, 26(2), xiii–xxiii.
- Wei-Hsi, H., I-Cheng, C., Yen, D. C., & Che-Ming, L. (2015). Critical Factors of Adopting Enterprise Application Integration Technology: An Empirical Study on Larger Hospitals. *Communications of the Association for Information Systems*, 36, 31. ProQuest Central; SciTech Premium Collection. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03631>
- Workday. (28.6.2023). Workday Research: ‘AI IQ’ Study Reveals Artificial Intelligence Adoption Barriers for Business Leaders. Noudettu 4. helmikuuta 2024, osoitteesta <https://blog.workday.com/en-us/2023/workday-research-ai-iq-study-reveals-artificial-intelligence-adoption-barriers-business-leaders.html>
- Xu, W., Ou, P., & Fan, W. (2017). Antecedents of ERP assimilation and its impact on ERP value: A TOE-based model and empirical test. *Information Systems Frontiers*, 19(1), 13–30. <https://doi.org/10.1007/s10796-015-9583-0>
- Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martinez-Maldonado, R., Chen, G., Li, X., Jin, Y., & Gašević, D. (2024). Practical and ethical challenges of large language models in education: A systematic scoping review. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 90–112. Scopus. <https://doi.org/10.1111/bjet.13370>
- You, K., Zhou, C., & Ding, L. (2023). Deep learning technology for construction machinery and robotics. *Automation in Construction*, 150. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104852>

- Yu, P., Xu, H., Hu, X., & Deng, C. (2023). Leveraging Generative AI and Large Language Models: A Comprehensive Roadmap for Healthcare Integration. *Healthcare (Switzerland)*, 11(20). Scopus. <https://doi.org/10.3390/healthcare11202776>
- Zhang, P., & Kamel Boulos, M. N. (2023). Generative AI in Medicine and Healthcare: Promises, Opportunities and Challenges. *Future Internet*, 15(9). Scopus. <https://doi.org/10.3390/fi15090286>

LIITE 1 LÖYDETYT HAASTEET

Lähde	Löydetyt haasteet
(Al-Sarayreh ym., 2023)	Ympäristön monimutkaisuus, Opetusdatan esittäminen, Datapohjaisen aineiston puute, Jatkuva parantaminen (tekoälyn), Integraatio
(Alavi ym., 2024)	Puolueellisuus, Liiallinen riippuvuus, Hallusinointi, Tuotetun datan laatu, Tietoturva, Integrointi, Saatavuus (reilu kilpailu), Käyttäjien osaamisen heikentyminen
(Aldausari ym., 2023)	Tuotetun datan laatu, Harjoitusdatan kerääminen, Ulottuvuuksien hallinta (myös aika), Koherenssi (jatkumo ja juonen säilyminen), Moniuloitteisen datan tulkinta, Prosessointitehon tarve
(Ali ym., 2023)	Ymmärtämisen ongelmat, Luovuus, Kontekstin ymmärtäminen, Hinta, Yksityiskohtaisuuden puute, Yksityisyys, Tietoturva, Puolueellisuus
(Bandi ym., 2023)	Käyttäjäkokemus, Harjoitusdatan laatu, Tuotetun datan laadun arviointi, Tekijänoikeusongelmat, Väärinkäyttö, Tuotetun datan virheet, Puolueellisuus, Skaalautuvuus, Tehokkuus, Integraation ongelmat, Laillisuuskysymykset, Yksityisyys, Tietoturva, Vaikutukset työllisyyteen, Ympäristövaikutukset (energian kulutus)
(Benbya ym., 2024)	Vanhentunut harjoitusdata, Hallusinointi, Käytännön puute, Luovuuden puute, Käyttäjien osaamisen heikkeneminen, Tekijänoikeusongelmat, Saadun hyödyn tasapuolinen jakaminen, Integraatio työprosesseihin
(Bilodeau ym., 2022)	Monen samanaikaisen tavoitteen ongelma, Tuloksien käytännöllisyys, Tuotetun datan luotettavuus, Peilaantuminen oikeaan maailmaan, Integroinnin ongelmat, Automatisointi
(Bragazzi ym., 2023)	Puolueellisuus, Käyttäjävirheet, Yksityisyys, Laillisuuskysymykset, Empatian puute, Epätasa-arvon lisääntyminen, Liiallinen riippuvuus, Läpinäkymättömyys
(Budhwar ym., 2023)	Työllisyysvaikutukset, Henkilöstöhallinnan muutokset, Vaikutukset hyvinvointiin, Integroinnin ongelmat, Puolueellisuus
(Cheng ym., 2023)	Vähän käytännön kokemusta, Annettavien kysymysten laatu vaikuttaa tulokseen, Hallusinointi, Empatian puute, Standardien noudattaminen, Automaatio, Jatkuva ylläpito, Riskit vääristä vastauksista, Tulosten seuranta, Vastuukysymykset

Lähde	Löydetyt haasteet
(Cobb, 2023)	Plagiointi harjoitusdatasta, Tuotetun datan virheet, Hallusinointi, Puolueellisuus, Stereotypiat, Energian kulutus (ympäristövaikutukset), Saatavuus (epätasa-arvo)
(Craig Van Slyke ym., 2023)	Käyttö huijaamisessa, Käyttäjien omien taitojen heikentyminen, Ympäristön valmius (ottaa huomioon tekoäly)
(Drori & Te'eni, 2024)	Puolueellisuus, Arvomaailma, Väärinkäyttö, Riippuvuus tekoälystä, Läpinäkyvyys, Ihmisen pitäminen mukana, Monimuotoisuuden varmistaminen, Vastuullisuus, Tietoturva, Yksityisyys
(Farrelly & Baker, 2023)	Läpinäkyvyys, Tekijänoikeusongelmat, Yksityisyys, Piilotettu työ, Puolueellisuus, Plagiointi, Oikean työkalun valinta, Työkalujen käytön osaaminen, Tuotetun datan laatu, Käyttö ja integraatio käytännössä
(Gala & Makaryus, 2023)	Tiedon ajantasaisuus, Hinta, Saatavuus, Käytön opettelu, Puolueellisuus, Harjoitusdatan rajoitukset, Integrointi, Käyttäjien osaaminen, Laillisuuskysymykset, Yksityisyys, Riippuvuus tekoälystä, Tuotetun datan laatu, Kielelliset ongelmat, Kulttuuriset ongelmat
(Govindarajan & Christuraj, 2023)	Liiallinen riippuvuus, Plagiointi tuotetusta datasta, Puolueellisuus, Stereotypiat, Tekoälyllä tehtyjen tehtävien arviointi
(Gupta ym., 2023)	Väärät tulokset, Harjoitusdatan ajantasaisuus, Yksityisyys, Tietoturvallisuus, Tekijänoikeusongelmat, Oikeus käytettyyn ja tuotettuun dataan (ikärajoitukset), Hallusinointi, Haitallisen aineiston tuottaminen
(Hamed ym., 2024)	Luotettavuus, Tuotetun datan laatu, Tekoälyllä tuotetun datan tunnistaminen, Läpinäkyvyys, Toistettavuus, Puolueellisuus, Vastuullisuus
(Kankanhalli, 2024)	Puolueellisuus, Vanhentunut data, Läpinäkymättömyys, Vastuullisuus, Hallusinointi, Yksityisyys, Tasapaksuuntuminen, Automatisointi, Plagioinnin tunnistaminen
(Khennouche ym., 2024)	Kontekstin ymmärrys, Empatian puute, Yksityisyys, Harjoitusdatan laatu, Puolueellisuus, Liiallinen riippuvuus, Vääriymmärtäminen, Jatkuva ylläpito, Käyttäjien vastustus
(Kim, 2023)	Puolueellisuus, Harjoitusdatan ajantasaisuus, Tekijänoikeusongelmat, Tuloksien epäluotettavuus, Investoinnin tuotto

Lähde	Löydetyt haasteet
(Liao ym., 2024)	Tuotetun datan laadulliset ongelmat, Sääntöjen noudattaminen, Avoimuus, Kolmiulotteisen harjoitusdatan puute
(Lin, 2023)	Väärinkäyttö, Puolueellisuus, Käyttäjien taitojen heikentyminen, Tuotetun datan virheet, Tekoälyllä tuotetun datan tunnistaminen, Epätasa-arvon lisääntyminen, Plagiointi, Tekijänoikeusongelmat
(Mondal ym., 2023)	Väärinkäyttö, Tekijänoikeusongelmat, Puolueellisuus, Työllisyysvaikutukset, Tuotetun datan laatu
(Naitali ym., 2023)	Tekoälyllä luodun sisällön tunnistamisen ongelmat
(Oniani ym., 2023)	Puolueellisuus, Hallusinointi, Maalaisjärjen puute, Arviointiperiaatteiden puute
(Ray, 2023)	Puolueellisuus, Kontekstin puute, Epäselvyyden hallinta, Persoonallisuuden puute, Maalaisjärjen puute, Empatian puute, Asiattoman sisällön tuottaminen, Tietoturvasuus, Läpinäkyvyyden puute, Yksityisyys, Lailliset kysymykset, Ympäristövaikutukset, Saatavuusongelmat, Pitkän ajan vaikutukset yhteiskuntaan, Harjoitusdatan ajantasaisuus
(Roumeliotis & Tselikas, 2023)	Puolueellisuus, Kontekstin puute, Sarkasmin ymmärtämättömyys, Fyysisen maailman ymmärtämättömyys, Pitkän ajan muisti, Luovuuden puute, Kielelliset ongelmat, Faktan ja fiktion erotus, Empatian puute, Kulttuurin ja sosiaalisten piirteiden ymmärrys
(Sabherwal & Grover, 2024)	Käytännön kokemuksen puute, Tasapaksuuntuminen, Pitkän ajan vaikutukset, Yksityisyys, Järjestelmien eettinen käyttö, Tekijänoikeusongelmat, Lailliset kysymykset, Yhteisön vaatimukset, Kokonaishyöty, Automaation ja parantelun tasapaino
(Saka ym., 2024)	Hallusinointi, Harjoitusdatan laatu, Datan siirrettävyys, Eri-tyisosaamisen puute, Tekijänoikeusongelmat, Tuotetun ratkaisun turvallisuus, Luottamus järjestelmään, Järjestelmän hyväksyntä, Järjestelmän seurattavuus, Järjestelmän vastuu, Integraatio, Hinta, Puolueellisuus, Vaikutukset työllisyyteen, Skaalautuvuus, Järjestelmän ylläpito ja kehittäminen, Kulttuurin ja sosiaalisten piirteiden ymmärrys, Latenssiongelmat

Lähde	Löydetyt haasteet
(Saoudi & Gammoudi, 2023)	Kontekstin ymmärtäminen, Kielen epäselvyys, Joidenkin kielten monimutkaisuus (arabia), Kulttuuriset haasteet, Kielen kulttuurisidonnaiset säännöt, Harjoitusdatan puute, Kielellisten murteiden erot, Tilanteen vaihtumisen monimutkaisuus
(Skulmowski, 2023)	Käyttäjien osaamisen heikentyminen, Kognitiivinen purku, Osaamisen illuusio, Muistiongelmat, Arvomaailma, Vaikutukset yhteiskuntaan
(Tikhonova & Raitskaya, 2023)	Käyttäjien taitojen heikentyminen, Tekijänoikeusongelmat
(Tong ym., 2021)	Moniulotteisuuden tuomat ongelmat, Harjoitusdatan laatu, Tuotetun datan ymmärtäminen, Integroinnin ongelmat
(Wang ym., 2023)	Harjoitusdatan laatu, Standardoinnin puute, Yksityisyys, Integraatio, Muutokset henkilöstöön, Energiakustannukset, Automaation kehittäminen, Järjestelmien vastuullinen käyttäminen, Tietoturva
(Watters & Lemanski, 2023)	Puolueellisuus, Yksityisyys, Läpinäkyvyys, Monimutkaiset sosiaaliset tilanteet, Laillisuuskyymykset, Tekijänoikeus, Tuotetun datan virheet, Työllisyysvaikutukset, Järjestelmän kyvykkyyden arviointi
(Yan ym., 2024)	Teknologian kypsyys, Suorituskyky, Toistettavuus, Läpinäkyvyys, Yksityisyys, Saatavuus (epätasa-arvo), Hyvinvoinnin varmistaminen
(You ym., 2023)	Harjoitusdatan laadun ongelmat, Vähäinen itsenäinen osaminen
(Yu ym., 2023)	Opetusdatan laatu, Tuotetun datan laatu, Yksityisyys, Tietoturva, Spesifisyys, Lailliset kysymykset, Puolueellisuus, Hallusinointi, Arvomaailma
(Zhang & Kamel Boulos, 2023)	Tuotetun datan luotettavuus, Järjestelmien sertifiointi, Järjestelmien kliiniset arvioinnit, Yksityisyys, Tekijänoikeus

LIITE 2 AINEISTOPOHJAINEN LUOKITUS

Aineistopohjainen luokitus	Sijoitellut haasteet
Arvioinnin haasteet	<p>Arviointiperiaatteiden puute, Kustannukset, Hinta, Hinta, Hinta, Investoinnin tuotto, Jatkuva parantaminen (tekoälyn), Jatkuva ylläpito, Jatkuva ylläpito, Järjestelmien kliiniset arvioinnit, Järjestelmien sertifiointi, Järjestelmän kyvykkyyden arviointi, Järjestelmän ylläpito ja kehittäminen, Kokonaishyöty, Oikean työkalun valinta, Prosessointitehon tarve, Skaalautuvuus, Skaalautuvuus, Standardien noudattaminen, Standardoinnin puute, Suorituskyky, Tehokkuus, Teknologian kypsyys, Tekoälyllä tehtyjen tehtävien arviointi, Tulosten seuranta, Tuotetun datan laadun arviointi, Vähän käytännön kokemusta</p>

Aineistopohjainen luokitus	Sijoitellut haasteet
Harjoitusdatan laatu	Datapohjaisen aineiston puute, Harjoitusdatan ajantasaisuus, Harjoitusdatan ajantasaisuus, Harjoitusdatan ajantasaisuus, Harjoitusdatan kerääminen, Harjoitusdatan laadun ongelmat, Harjoitusdatan laatu, Harjoitusdatan laatu, Harjoitusdatan laatu, Harjoitusdatan laatu, Harjoitusdatan puute, Harjoitusdatan rajoitukset, Kolmiulotteisen harjoitusdatan puute, Opetusdatan esittäminen, Opetusdatan laatu, Tiedon ajantasaisuus, Vanhentunut data, Vanhentunut harjoitusdata
Inhimillisyyden puute	Empatian puute, Empatian puute, Empatian puute, Empatian puute, Luovuuden puute, Luovuuden puute, Luovuus, Maalaisjärjen puute, Maalaisjärjen puute, Henkilökohtaisuuden puute
Integraation ja automaation haasteet	Automaatio, Automaation ja parantelun tasapaino, Automaation kehittäminen, Automatisointi, Automatisointi, Datan siirrettävyys, Integraatio, Integraatio, Integraatio , Integraatio työprosesseihin, Integraation ongelmat, Integroinnin ongelmat, Integroinnin ongelmat, Integroinnin ongelmat, Integrointi, Integrointi, Käyttö ja integraatio käytännössä
Käyttäjiiin kohdistuvat haasteet	Järjestelmän hyväksyntä, Kognitiivinen purku, Käyttäjien vastustus, Käytön opettelu, Liiallinen riippuvuus, Liiallinen riippuvuus, Liiallinen riippuvuus, Luottamus järjestelmään, Riippuvuus tekoälystä, Riippuvuus tekoälystä, Työkalujen käytön osaaminen, Käyttäjien omien taitojen heikentyminen, Käyttäjien osaaminen, Käyttäjien osaamisen heikentyminen, Käyttäjien osaamisen heikentyminen, Käyttäjien osaamisen heikkeneminen, Käyttäjien taitojen heikentyminen, Käyttäjien taitojen heikentyminen
Tietoturva	Tietoturva, Tietoturva, Tietoturva, Tietoturva, Tietoturva, Tietoturva, Tietoturva, Tietoturvallisuus, Tietoturvallisuus

Aineistopohjainen luokitus	Sijoitellut haasteet
Tuotetun datan laatu	<p>Erityisosaamisen puute, Faktan ja fiktion erotus, Fyysisen maailman ymmärtämättömyys, Haitallisen aineiston tuottaminen, Hallusinointi, Hallusinointi, Hallusinointi, Hallusinointi, Hallusinointi, Hallusinointi, Hallusinointi, Hallusinointi, Hallusinointi, Hallusinointi, Koherenssi (jatkumo ja juonen säilyminen), Käytännön kokemuksen puute, Käytännön puute, Luotettavuus, Monen samanaikaisen tavoitteen ongelma, Muistiongelmat, Osaamisen illuusio, Peilaantuminen oikeaan maailmaan, Pitkän ajan muisti, Spesifisyys, Sääntöjen noudattaminen, Tekoälyllä luodun sisällön tunnistamisen ongelmat, Toistettavuus, Tuloksien epäluotettavuus, Tuloksien käytännöllisyys, Tuotetun datan laadulliset ongelmat, Tuotetun datan laatu, Tuotetun datan laatu, Tuotetun datan laatu, Tuotetun datan laatu, Tuotetun datan laatu, Tuotetun datan laatu, Tuotetun datan laatu, Tuotetun datan laatu, Tuotetun datan luotettavuus, Tuotetun datan luotettavuus, Tuotetun datan virheet, Tuotetun datan virheet, Tuotetun datan virheet, Tuotetun datan virheet, Tuotetun datan ymmärtäminen, Ulottuvuuksien hallinta (myös aika), Vähäinen itsenäinen osaaminen, Väärät tulokset, Yksityiskohtaisuuden puute, Ympäristön monimutkaisuus</p>
Vuorovaikutus ja ymmärtäminen	<p>Kontekstin puute, Kontekstin puute, Kontekstin ymmärtäminen, Kontekstin ymmärtäminen, Annettavien kysymysten laatu vaikuttaa tulokseen, Epäselvyyden hallinta, Joidenkin kielten monimutkaisuus (arabia), Kielelliset ongelmat, Kielelliset ongelmat, Kielellisten murteiden erot, Kielen epäselvyys, Kielen kulttuurisidonnaiset säännöt, Kontekstin ymmärrys, Kulttuurin ja sosiaalisten piirteiden ymmärrys, Kulttuurin ja sosiaalisten piirteiden ymmärrys, Kulttuuriset haasteet, Kulttuuriset ongelmat, Käyttäjäkokemus, Käyttäjävirheet, Latenssiongelmat, Monimutkaiset sosiaaliset tilanteet, Moniulotteisen datan tulkinta, Moniulotteisuuden tuomat ongelmat, Sarkasmin ymmärtämättömyys, Tilanteen vaihtumisen monimutkaisuus, Väärinymmärtäminen, Ymmärtämisen ongelmat</p>

Aineistopohjainen luokitus	Sijoitellut haasteet
Yhteiskunnalliset haasteet	Epätasa-arvon lisääntyminen, Epätasa-arvon lisääntyminen, Henkilöstöhallinnan muutokset, Hyvinvoinnin varmistaminen, Muutokset henkilöstöön, Piilotettu työ, Pitkän ajan vaikutukset, Pitkän ajan vaikutukset yhteiskuntaan, Saadun hyödyn tasapuolinen jakaminen, Saatavuus (epätasa-arvo), Tasapaksuuntuminen, Työllisyysvaikutukset, Työllisyysvaikutukset, Työllisyysvaikutukset, Vaikutukset hyvinvointiin, Vaikutukset työllisyyteen, Vaikutukset työllisyyteen, Vaikutukset yhteiskuntaan, Yhteisön vaatimukset, Ympäristön valmius (ottaa huomioon tekoäly)
Ympäristövaikutukset	Energian kulutus (ympäristövaikutukset), Ympäristövaikutukset, Ympäristövaikutukset (energian kulutus)