

Tommi Pajunen

**KOKONAISARKKITEHTUURIN ROOLI TEKOÄLYN
INTEGROINNISSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2024

TIIVISTELMÄ

Pajunen, Tommi

Kokonaisarkkitehtuurin rooli tekoälyn integroinnissa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2024, 28 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja(t): Vuorinen, Jukka

Kokonaisarkkitehtuuri (KA) on pitkään ollut yritysten tapa hallinnoida ja optimoida liiketoimintastrategioitaan ja tietojärjestelmiään. Kokonaisarkkitehtuurin historia on pitkä ja se on muuttunut sekä kehittynyt paljon. Seuraava suuri askel kokonaisarkkitehtuurissa on sen hyödyntäminen tekoälyn (AI) integroinnissa. Tekoäly on tullut muuttamaan maailmaa ja sitä hyödynnetään jo paljon tietojärjestelmien automatisoinnissa ja parantamisessa. Tekoälyn integroiminen organisaatioiden toimintaan sisältää kuitenkin paljon haasteita, joihin kokonaisarkkitehtuuri voi olla vastaus. Kokonaisarkkitehtuurin ja tekoälyn yhteyttä on tutkittu vasta vähän, mutta selviä mahdollisia hyötyjä on jo löydetty. Tässä tutkielmassa tarkastellaan, minkälainen rooli kokonaisarkkitehtuurilla on tekoälyn integroinnissa. Tutkimuksessa käydään läpi myös tekoälyä käsitteenä sekä tarkastellaan sen nykytilaa ja sen tuomia hyötyjä. Lisäksi tutkielmassa tarkastellaan kokonaisarkkitehtuurin tämän hetken isoimpia trendejä ja viitekehyksiä. Tutkielman tavoitteena on tarjota syvälinen katsaus kokonaisarkkitehtuurin ja tekoälyn käsitteisiin, sekä tunnistaa kokonaisarkkitehtuurin rooli tekoälyn integroinnissa. Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jossa haettiin tietoa Google Scholar, jykdok sekä Web of science tietokannoista löytyvästä kirjallisuudesta. Tutkimuksessa käytettyihin lähteisiin kuului tieteellisiä artikkeleita, kirjoja sekä paneelikeskustelu. Tutkielman lopussa päädyttiin tulokseen, että Kokonaisarkkitehtuuri nousee suureen rooliin tekoälyn integroimisessa, kun yhteensopivuudet liiketoiminnan ja muun ympäristön kanssa täytyy selvittää. Kokonaisarkkitehtuurin onnistuneen toteutuksen ansiosta yritys saa selkeän ja kattavan kuvan kaikesta yrityksen sisällä. Kokonaisarkkitehtuuri parantaa myös tiedonhallintaa, jonka puutteellisuus on osoittautunut yhdeksi yleisimmäksi tekoälyn integroimisen epäonnistumisen syyksi.

Asiasanat: Kokonaisarkkitehtuuri, Yritysarkkitehtuuri, Tekoäly, Mallintaminen, TOGAF, Integrointi.

ABSTRACT

Pajunen, Tommi

The role of enterprise architecture in the integration of artificial intelligence

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2024, 28 pp.

Informations systems, Bachelor's thesis

Supervisor(s): Vuorinen, Jukka

Enterprise Architecture (EA) has been the way for companies to manage and optimize their business strategies and information systems for a long time. Its history is extensive, having undergone significant changes and developments. The next big step in Enterprise Architecture is its utilization in the integration of artificial intelligence (AI). AI has been transforming the world and is already extensively used in automating and enhancing information systems. However, integrating AI into organizational operations poses numerous challenges, which Enterprise Architecture may solve. While there is minimal research done in the connection between Enterprise Architecture and AI, clear potential benefits have already been identified. This study examines the role of Enterprise Architecture in the integration of AI. I will also be looking into AI as a concept, its current state, and the benefits it brings. Additionally, the study explores the current major trends in Enterprise Architecture and Frameworks. The aim of the thesis is to provide an in-depth overview of Enterprise Architecture and AI and identify the role of Enterprise Architecture in the integration of AI. The research sought information from literature available on Google Scholar, Jykdok, and Web of Science databases. The sources used in the research included scientific articles, books, and panel discussions. In conclusion, it was found that Enterprise Architecture plays a significant role in the integration of AI, particularly in clarifying compatibility with business and other environmental factors. Successful implementation of Enterprise Architecture provides a clear and comprehensive view of all aspects within the enterprise. Additionally, Enterprise Architecture improves data management, which has been identified as one of the main reasons for failures in integrating AI.

Keywords: Enterprise Architecture, Modelling, AI, Artificial Intelligence, TOGAF, Integration.

KUVIOT

Kuvio 1 Esimerkki kerroskuvan toiminnasta (Winter & Fischer, 2006)	9
Kuvio 2 PRISM kehyksen esimerkki (Rivera, 2013)	14

TAULUKOT

Taulukko 1 viitekehysten eroavaisuudet (Urbaczewski & Mrdalj, 2006)	10
Taulukko 2 KA:n historian vaiheiden eroavaisuuksista (Kotusev, 2016)	14

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
2	KOKONAISARKKITEHTUURI.....	8
2.1	Kokonaisarkkitehtuurin määritelmä	8
2.2	Kokonaisarkkitehtuurin toteuttamisen hyödyt ja riskit.....	9
2.3	Kokonaisarkkitehtuurin viitekehykset	10
2.3.1	TOGAF (The Open Group Architecture Framework)	10
2.3.2	DoDAF (Department of Defence Architecture Framework).....	11
2.3.3	FEAF (Federal Enterprise Architecture Framework).....	11
2.3.4	TEAF (Treasury Enterprise Architecture Framework).....	11
2.3.5	Zachmans Framework.....	12
3	KOKONAISARKKITEHTUURIN HISTORIAA JA TRENDJÄ.....	13
3.1	Kokonaisarkkitehtuurin evoluutio historiassa	13
3.1.1	Business Systems Planning	14
3.1.2	Early Enterprise Architecture	14
3.1.3	Modern Enterprise Architecture	15
3.2	Kokonaisarkkitehtuurin trendit.....	15
4	TEKOÄLYN NYKYTILA	17
4.1	Tekoälyn määritelmä.....	17
4.2	Tekoälyn tyypit	18
4.2.1	Koneoppiminen	18
4.2.2	Syväoppiminen.....	18
4.3	Tekoälyn hyödyt ja nykytila.....	18
4.4	Tekoälyn riskit.....	19
5	TEKOÄLYN JA KOKONAISARKKITEHTUURIN YHTEYS.....	21
5.1	Tekoälyn vaikutukset kokonaisarkkitehtuurissa	21
5.2	Kokonaisarkkitehtuurin kriittisyys tekoälyn integroinnissa	22
5.3	Tutkimukset kokonaisarkkitehtuurin ja tekoälyn yhteyksistä	23
6	YHTEENVETO	24
	LÄHTEET.....	26

1 JOHDANTO

Kokonaisarkkitehtuuri (KA) on pitkään toiminut organisaatioiden suunnittelun ja hallinnan perustana, tarjoten kokonaisvaltaisen näkymän organisaation eri osa-alueisiin, kuten strategiaan, prosesseihin, tietotekniikkaan ja ihmisiin. Tekoälyn nousu on tuonut mukanaan uudenlaisia vaatimuksia ja mahdollisuuksia, jotka on otettava huomioon kokonaisarkkitehtuurin kehityksessä. (Bernard, 2012) Tässä tutkielmassa tarkastellaan kokonaisarkkitehtuurin evoluutiota tekoälyn kehityksen myötä, miten tekoäly vaikuttaa perinteisiin kokonaisarkkitehtuurin elementteihin ja miten organisaatiot voivat hyödyntää kokonaisarkkitehtuuria tekoälyn integroinnissa ja hallinnassa. Lisäksi tarkastelemme haasteita ja mahdollisuuksia, joita tekoälyn käyttöönotto tuo kokonaisarkkitehtuurin käytäntöihin ja kuinka organisaatiot voivat valmistautua tähän muutokseen. Tutkimuskysymyksenä on:

- Minkälainen rooli kokonaisarkkitehtuurilla on tekoälyn integroinnissa organisaation toimintaan?

Vaikka tekoälyn käyttöönotto organisaatioissa on vielä vähäistä, niin selviä onnistumisia integraatioista on jo havaittu. Tekoäly tuo mukanaan loputtoman potentiaalin ja yhä useampi yritys haluaa integroida tekoälyn osaksi toimintaansa, oli se sitten tuotantoon tai päätöksentekoon. Tekoälyn integroiminen tuo mukanaan kuitenkin paljon haasteita ja tässä tutkimuksessa on tarkoitus selvittää voisiko kokonaisarkkitehtuuri olla se ratkaiseva tekijä integraation onnistumisessa.

Tutkimuksen motivaationa on täyttää aukko kokonaisarkkitehtuurin ja tekoälyn tutkimuksissa, sillä tekoälypohjaisten ratkaisujen vaikutuksia ja integrointia ei ole tällä hetkellä vielä tutkittu tarpeeksi. Aiheesta pitää tehdä laajoja tutkimuksia, joiden tulisi kattaa koko ekosysteemi, jossa ne toimivat. Tutkimuksen tavoitteena on avata lukijalle kokonaisarkkitehtuuria ja tekoälyä käsitteinä, käydä läpi kokonaisarkkitehtuurin historiaa, trendejä ja hyötyjä, sekä miten kokonaisarkkitehtuuri ja tekoäly voivat tukea toisiaan organisaatioiden muutoksessa ja kehityksessä.

Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, eli lähteinä käytettiin kirjallisuutta, joissa käsiteltiin aiempia tutkimuksia aiheesta. Tutkimuksessa haettiin tietoa Google Scholar, jykdok sekä Web of science tietokannoista löytyvästä kirjallisuudesta. Tutkimuksessa käytettyihin lähteisiin kuului tieteellisiä artikkeleita, kirjoja sekä paneelikeskustelu.

Tutkielmassa havaittiin, että yleisin syy tekoälyn integroimisen epäonnistumiselle on tiedonhallinnan puutteellisuus ja sen yhteensopivuusongelmat ympäristön kanssa. Virheellinen tai puutteellinen tiedonhallinta vaikeuttaa yrityksen mahdollisuuksia hyödyntää tekoälyä ja se voi pahimmillaan aiheuttaa myös tekoälyn epäonnistumisen sille asetetussa tehtävässä. Tutkielman lopussa päädymme lopputulokseen, että kokonaisarkkitehtuuri nousee kriittiseen rooliin tekoälyn integroimisessa, kun tietohallinta sekä yhteensopivuudet muun ympäristön kanssa täytyy selvittää. Kokonaisarkkitehtuurin onnistuneen toteutuksen ansiosta yritys saa selkeän ja kattavan kuvan kaikesta yrityksen sisällä.

Tutkimuksen rakenne muodostuu neljästä pääluvusta, joita seuraa yhteenveto. Ensimmäisessä pääluvussa tarkastellaan kokonaisarkkitehtuuria käsitteenä ja siihen kuuluvia viitekehyksiä. Kokonaisarkkitehtuurin (KA) käsite on kehittynyt 1980-luvun lopusta lähtien tieteenalana ja menetelmänä, jonka avulla voidaan hallita yrityksen monimutkaisia tietojärjestelmiä ja niihin liittyviä liiketoimintaelementtejä (Lapalme ym., 2015) Nykyään on saatavilla erilaisia työkaluja ja kehyksiä, jotka auttavat hallitsemaan yritysten nykyisiä arkkitehtuureja ja tukevat sisäisiä muutoksia (Scheckerman, 2004). Toisessa pääluvussa tarkastellaan kokonaisarkkitehtuurin historiaa, sen kehitystä sekä tämän hetken suurimpia trendejä. Kolmannessa pääluvussa perehdytään tekoälyyn ja sen nykytilan mahdollisuuksiin. Tekoäly (AI) on teknologia-alue, joka luo suuria odotuksia monissa yrityksissä, kun kyse on mahdollisista hyödyistä liiketoiminnan parantamisessa, tehtävien automatisoinnissa tai uudenlaisten palveluiden mahdollistamisessa (Sandkhul, 2019). Viimeisessä pääluvussa ennen yhteenvetoa tarkastellaan kokonaisarkkitehtuurin ja tekoälyn yhteyksiä ja riippuvuuksia sekä luodaan vastausta tutkimuskysymykseen.

2 KOKONAISARKKITEHTUURI

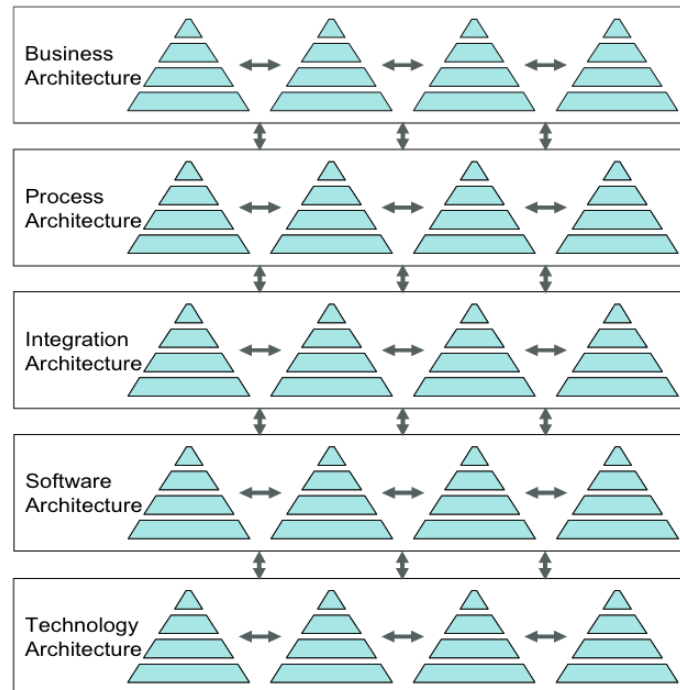
Tässä luvussa käydään läpi kokonaisarkkitehtuurin määritelmä ja avataan lukijalle mitä KA pitää sisällään. Luvun alussa tarkastellaan kokonaisarkkitehtuuria käsitteenä ja perehdytään mitä kaikkea se pitää sisällään. Seuraavaksi tarkastellaan kokonaisarkkitehtuurin tuomia hyötyjä sekä mahdollisia riskejä. Luvun lopussa käydään läpi mikä on viitekehys ja tarkastellaan syvemmin vielä viittä tunnetuinta kehystä. Luvun tarkoituksena on avata lukijalle mitä kokonaisarkkitehtuuri on ja mitä se voi hyvin toteutettuna tuoda yritykselle.

2.1 Kokonaisarkkitehtuurin määritelmä

Scott A. Bernard kuvailee vuonna 2012 julkaisemassaan ”An Introduction to Enterprise Architect” kirjassa kokonaisarkkitehtuuria seuraavasti: ”Kokonaisarkkitehtuuri on johtamis- ja teknologiakäytäntö, jonka tarkoituksena on parantaa yrityksen suosituskkyä antamalla sille mahdollisuuden tarkastella itseään liiketoimintakäytännöistä, tietovirroista, teknologiaresursseista ja strategisesta näkökulmasta. Luomalla kuvan nyky- sekä tavoitetilasta organisaatio voi hallita muutosta” (Bernard, 2012).

Bernard nostaa myös esille, että kokonaisarkkitehtuuri on lähestymistapa organisaation tai järjestelmän suunnitteluun ja hallintaan, joka pyrkii ymmärtämään ja optimoimaan kaikki sen osatekijät kokonaisuutena. Tämä lähestymistapa ottaa huomioon organisaation strategian, prosessit, tietotekniikan, infrastruktuurin, henkilöstön ja muut olennaiset elementit. Hänen mukaansa kokonaisarkkitehtuuri auttaa organisaatiota tekemään parempia päätöksiä ja varmistamaan, että eri osatekijät toimivat saumattomasti yhdessä tavoitteiden saavuttamiseksi. Kokonaisarkkitehtuuri auttaa myös hallitsemaan monimutkaisuutta ja varmistamaan, että investoinnit ovat linjassa organisaation strategisten tavoitteiden kanssa (Bernard, 2012). Winter ja Fischer (2006) nostavat esiin, että kokonaisarkkitehtuuria voidaan soveltaa eri tasoilla, kuten yritystason kokonaisarkkitehtuurina, järjestelmätason kokonaisarkkitehtuurina ja teknologiatason

kokonaisarkkitehtuurina. Näitä eri tasoja yhdistelemällä voidaan luoda kattava näkemys organisaatiosta ja sen toiminnasta (Winter & Fischer, 2006). Kokonaisarkkitehtuurin eri tasoista esimerkki kuvassa 1.



Kuvio 1 Esimerkki kerroskuvan toiminnasta (Winter & Fischer, 2006)

2.2 Kokonaisarkkitehtuurin toteuttamisen hyödyt ja riskit

Bernardin (2012) mukaan kokonaisarkkitehtuuri tarjoaa monia etuja, mutta samalla se sisältää riskejä. KA:n hyödyt ovat kuitenkin selvät. Hänen mukaansa se tarjoaa ainutlaatuisen näkökulman organisaation kokonaiskuvaan, johon kuuluvat strategia, liiketoiminta ja teknologia niiden nyky- että tavoitetilassa. Bernard lisää myös, että kokonaisarkkitehtuuri mahdollistaa myös tulevaisuuden skenaarioiden mallintamisen ja niihin varhaisen valmistautumisen, mikä voi auttaa organisaatiota selviytymään sisäisistä tai ulkoisista haasteista. Lisäksi se mahdollistaa integroidun joukon IT-resurssien suunnittelua, päätöksentekoa ja toteutusta koskevia prosesseja, jotka voivat paremmin tunnistaa ja korjata suorituskyvyn erot koko organisaatiossa. Bernard nostaa myös esille, että riskit ovat valitettavasta myös selvät. Kokonaisarkkitehtuurin toteuttaminen on aikaa vievää, kallista ja voi jopa häiritä yrityksen toimintaa. (Bernard, 2012)

Kaisler, Armour ja Valivullah (2005) mukaan kokonaisarkkitehtuurin toteuttaminen vaatii huomattavia investointeja ja voi siten aiheuttaa monia haasteita projektinhallinnassa ja muualla organisaation sisällä (Kaisler ym., 2005). Niemi ja Ylimäki (2007) taas nostavat esiin, että Organisaatiot, jotka investoivat

kokonaisarkkitehtuuriin voivat kohdata odottamattomia riskejä liiketoiminnassa sekä tieto- ja viestintäteknikassa. Niemen ja Ylimäen mukaan kokonaisarkkitehtuurin riskejä on vaikea tunnistaa sen laajuuden ja epäselvyyden takia. Arvaamattomat vaikutukset voivat ilmaantua kokonaisarkkitehtuurin prosesseista tai liittyä mihin tahansa KA:n tasoon (kuvio 1). Koska kyseessä on näin epäselvä kohde, kokonaisarkkitehtuurin riskejä koskeva tutkimus on hajanaista ja vähäistä (Niemi & Ylimäki, 2007)

2.3 Kokonaisarkkitehtuurin viitekehykset

Winter ja Fischer (2006) kertovat kokonaisarkkitehtuuriin liittyvistä erilaisista malleista, standardeista ja työkaluista, kuten TOGAF (The Group Architecture Framework) ja Zachmans Framework. Heidän mukaansa nämä auttavat organisaatiota käsittelemään ja dokumentoimaan kokonaisarkkitehtuuriaan, sekä kommunikoimaan siitä eri sidosryhmille (Winter & Fischer, 2006). Gellweilerin (2022) mukaan viitekehyksiä käytetään organisoimaan ja integroimaan it-infrastruktuuria ja järjestelmiä organisaatioon. Näitä hyödyntämällä kokonaisarkkitehtuuriin tuodaan selkeyttä ja johdonmukaisuutta (Gellweiler, 2022). Urbaczewski ja Mrdalj nostavat esille heidän artikkelissaan ”A comparison of enterprise architecture frameworks” (2006), että nykypäivänä on olemassa arkkitehtuureja ja viitekehyksiä moniin eri tarkoituksiin. Kehykset käsittelevät samoja asioita ja näkemyksiä, mutta ovat kuitenkin suunniteltu vastaamaan tietynlaisiin haasteisiin ja vaatimuksiin (Urbaczewski & Mrdalj, 2006).

Framework	Planner	Owner	Designer	Builder	Subcontractor	User
Zachman	Scope	Business Model	System Model	Technology Model	Detailed Representations	Functioning System
DoDAF	All View	Operational View	Systems View	Technical View		
FEAF	Objectives/Scope Planner's View	Enterprise Model Owner's View	Information Systems Model Designer's View	Technology Model Builder's View	Detailed Specifications Subcontractor's View	
TEAF	Planner	Owner	Designer	Builder		
TOGAF		Business Architecture View	Technical Architecture Views			

Taulukko 1 viitekehysten eroavaisuudet (Urbaczewski & Mrdalj, 2006)

2.3.1 TOGAF (The Open Group Architecture Framework)

Urbaczewskin ja Mrdaljin (2006) mukaan TOGAF kehitettiin ensimmäinen kerran vuonna 1995 ja se perustui puolustusministeriön tekniseen tietohallinnon arkkitehtuurikehukseen. Tang, Han ja Chen kertovat 2004 julkaisemassa

artikkelissaan "a comparative analysis of architecture frameworks", että TOGA-Fin keskeinen elementti on arkkitehtuurin kehittämismenetelmä (Architecture development method, ADM) joka määrittelee prosessin yritysarkkitehtuurin kehittämiseksi (Tang ym., 2004) TOGAF selittää säännöt hyvien periaatteiden kehittämiseksi sen sijaan, että se tarjoaisi joukon arkkitehtuuriperiaatteita (Urbaczewski & Mrdalj, 2006).

2.3.2 DoDAF (Department of Defence Architecture Framework)

DoD arkkitehtuuri tiimin tekemän ohjekirjan version 1.0 mukaan DoDAF on puolustusministeriön arkkitehtuurikehys, joka perustuu kolmeen näkökulmaan: toiminnallinen, järjestelmällinen ja tekninen. Toiminnallisella näkökulmalla kuvataan puolustusministeriön organisaatioiden tai henkilöstön välistä vaihtoa ja se auttaa myös paljastamaan yhteentoimivuus- ja suorituskykyvaatimukset. Järjestelmänäkökulma kuvaa todellisia nykyisiä ja tulevia järjestelmiä, jotka tukevat puolustusministeriötä ja niiden fyysistä yhteyttä toisiinsa. Tekninen näkymä lisää yksityiskohtaisuutta järjestelmänäkökulmaan antamalla tietoa järjestelmän osista tai komponenteista, joita on tällä hetkellä saatavilla. Tekninen näkymä tarjoaa myös teknisiä yksityiskohtia ja ennusteita teknologian kehityksessä, jota voidaan soveltaa arkkitehtuuriin. DoDAF kehys tarjoaa kuvauksia lopputuotteista, sekä ohjeita ja sääntöjä yhdenmukaisuuden varmistamiseksi (DoDAF_v1_Volume_I, 2024)

2.3.3 FEAF (Federal Enterprise Architecture Framework)

Ron (1999) kertoo, että Yhdysvaltain liittovaltion tietohallintajohtajien neuvosto on kehittänyt ja julkaissut liittovaltion yritysarkkitehtuurin viitekehysten. Hallitus seurasi alan suuntausta, jonka mukaan arkkitehtuurikehukset määriteltiin ohjaamaan suurten ja monimutkaisten järjestelmien kehittämistä (Ro, 1999). Urbaczewskin ja Mrdaljin (2006) mukaan FEAF oli vastaus vuoden 1996 Clinger-Cohen Act lakiin, jossa liittovaltion virastojen edellytettiin kehittävän, ylläpitävän ja helpottavan integroitujen järjestelmien arkkitehtuuria. Heidän mukaansa FEAFin päätavoitteena on organisoida ja edistää liittovaltion tiedon jakamista koko hallituksen kesken. Tällä hetkellä FEAF vastaa Zachmanin viitekehysten kolmea ensimmäistä saraketta ja Spewakin Enterprise Architecture Planning (EAP) -menetelmää. FEAF sisältää ohjeita ja sen on suunnattu yritysarkkitehtuuriin eikä it-arkkitehtuuriin. FEAF-matriisin rivit vastaavat Zachmanin viitekehystä, mutta niissä ei määrätä lähestymistapaa tuotteiden kehittämiseksi kuhunkin soluun (Urbaczewski & Mrdalj, 2006). Tunnetuimpien viitekehysten eroavaisuuksia esitelty taulukossa 1.

2.3.4 TEAF (Treasury Enterprise Architecture Framework)

Urbaczewski ja Mrdalj (2006) kertovat, että valtionvarainministeriö julkaisi vuonna 2000 heidän oman yritysarkkitehtuurikehyksensä TEAFin. Heidän mukaansa TEAFin tavoitteena on helpottaa integraatiota, tiedon jakamista ja yhteisten vaatimusten hyödyntämistä koko ministeriössä. DoDAFin tavoin TEAF

sisältää kuvauksia tuotteista yritysarkkitehtuurien dokumentointia ja mallintamista varten. TEAF:ssa todetaan myös nimenomaisesti, että nämä työtuotteet ovat linjassa FEAF-mallien ja DoDAF-tuotteiden kanssa. Urbaczewski ja Mrdalj mainitsevat myös, että TEAF voidaan kuvata Zachmanin viitekehukseen suhteutetuilla termeillä, joita ovat: näkökulmat ja näkemykset. Neljä näkökulmaa ovat samat kuin Zachmanin viitekehyksessä ja FEAF matriisissa, sillä poikkeuksella, että TEAF yhdistää Builder ja subcontractor yhdeksi Builder nimiseksi osaksi. TEAF mahdollistaa joustavasti sellaisten lisänäköymien ja -näkökulmien määrittelyn, joissa keskitytään tietyille sidosryhmille tärkeisiin alueisiin (Urbaczewski & Mrdalj, 2006)

2.3.5 Zachmans Framework

Tamm, Sheddon, Shanks ja Reynolds (2011) kertovat, että John Zachman julkaisi oman viitekehksen vuonna 1987 ja häntä pidetään yhtenä kokonaisarkkitehtuurin isähahmoista. Zachmanin vuonna 1987 julkaiseman "A framework for information systems architecture" artikkelin mukaan yhä monimutkaisempien tietojärjestelmien suunnittelun vuoksi tarvitaan loogista rakennetta tai arkkitehtuuria (Zachman, 1987). Urbaczewskin ja Mrdaljin (2006) mukaan Zachmanin viitekehys perustuu klassisen arkkitehtuurin periaatteisiin, jotka luovat yhteisen sanaston ja joukon näkökulmia yritysjärjestelmien kuvaamiseksi. Viitekehyksessä on kuusi näkökulmaa: Planner, Owner, Designer, Builder, Subcontractor ja user. Toisessa näkökulmassa käsitellään kuutta peruskysymystä mitä, miten, missä, kuka, milloin ja miksi (Urbaczewski & Mrdalj, 2006). Urbaczewskin ja Mrdaljin mukaan Zachmanin viitekehys ei anna ohjeita järjestyksestä, prosesseista tai toteutuksesta, vaan sen tarkoituksena on varmistaa, että kaikki näkökulmat on luotu hyvin ja järjestelmä on valmis. Viitekehyksessä ei ole nimenomaisia noudattamissääntöjä, mutta vaatimuksenmukaisuutta voidaan olettaa jos sitä käytetään kokonaisuudessaan ja kaikkia suhteita koskevia sääntöjä noudatetaan (Urbaczewski & Mrdalj, 2006).

3 KOKONAISARKKITEHTUURIN HISTORIAA JA TRENDEJÄ

Tämä luku tarjoaa katsauksen kokonaisarkkitehtuurin historiaan, sen kehitykseen ja nykyisiin trendeihin, jotka muovaavat sitä tänä päivänä. Aluksi tarkastellaan kokonaisarkkitehtuurin juuria ja sen alkuperäistä käyttöä tietojärjestelmien suunnittelussa ja hallinnassa. Tämän jälkeen siirrytään tutkimaan kokonaisarkkitehtuurin kehitystä ja sen soveltamista eri aikakausina. Lopuksi nostetaan esille tämän hetken kokonaisarkkitehtuurin isoimmat trendit. Tarkastellaan miten ne ovat muuttuneet vuosien varrella ja minkälaisia trendejä nähdään mahdollisesti tulevaisuudessa.

3.1 Kokonaisarkkitehtuurin evoluutio historiassa

Lähes kaikissa kokonaisarkkitehtuuria käsittelevissä julkaisuissa mainitaan Zachmanin viitekehys (Zachman, 1987). Tammnin, Seddonin, Shaksin ja Reynoldsin (2011) mukaan Zachmanin viitekehys muokkasi KA:n tieteenalaa perusteellisesti, jonka takia kirjoittajat kutsuvat John Zachmania usein kokonaisarkkitehtuurin isähahmoksi ja pitävät hänen kehitysjulkaisuaan ensimmäisenä läpimurtojulkaisuna. Zachmanin kehys loi KA:n käsitteen ja vaikuttaa merkittävästi sen nykyaikaiseen ymmärtämiseen (Tamm ym., 2011). Kotusevin (2016) mukaan monet kirjoittajat väittävät, että Zachmanin viitekehys on inspiroinut kaikkia muita myöhempiä KA:n viitekehysjä ja menetelmiä. Kotusev mainitsee myös, että kokonaisarkkitehtuurilla on pitkä historia, joka voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen: Business System Planning, Early Enterprise Architecture ja Modern enterprise Architecture (Kotusev, 2016) Taulukossa 2 kuvataan kokonaisarkkitehtuurin historian eri vaiheiden eroavaisuuksia.

Aspect	BSP	Early EA	Modern EA
Time period	1960s – 1980s	1980s – 1990s	1990s – present
Definitive source	BSP (1975)	Spewak and Hill (1992)	TOGAF (2011)
Actors	BSP study team	EA planning team	Team of Enterprise Architects
Products	Information systems plans (later architecture)	Enterprise Architecture	Enterprise Architecture
Domains	Organization, processes, data, and information systems	Business, data, applications, and technology	Business, data, applications, and technology
Modeling	Relationship matrices, information systems networks, and flowcharts	Lists, relationship matrices, and diagrams	Catalogs, matrices, and diagrams
Methodology	Describe current and desired states, prepare an action plan, and implement it	Describe current and future states, prepare an implementation plan, and implement it	Describe baseline and target states, prepare a transition plan, implement the plan, and repeat the process
Difference from the predecessor	N/A	Pays more attention to technical aspects	Iterative in nature

Taulukko 2 KA:n historian vaiheiden eroavaisuuksista (Kotusev, 2016)

3.1.1 Business Systems Planning

Kotusevin (2016) mukaan nykyaikaisen KA:n käsitteen varhaisimmat juuret voidaan jäljittää 1960-luvulle. Business Systems Planning (BSP) on ensimmäisiä kokonaisarkkitehtuurin muotoja (Kotusev, 2016). Varhaisissa suunnittelulähestymistavoissa ehdotettiin erilaisia pohdintoja siitä, miten yritysten tietojärjestelmiä tulisi suunnitella organisaation strategian (Ein-Dor & Segev, 1978) ja osastojen välisten tietovirtojen (Blumenthal, 1969) perusteella.

3.1.2 Early Enterprise Architecture

Kotusevin (2016) mukaan Early Enterprise Architecture on ensimmäinen yrityksen rakenteen loogisen suunnittelun tapa, jossa hyödynnettiin kehyksiä (Kotusev, 2016). PRISM kehys julkaistiin vuonna 1986 ja oli ensimmäinen käytetty kokonaisarkkitehtuurin viitekehys nykyaikaisen ymmärryksen mukaan (Greefhorst & Proper, 2011; Harrell & Sage, 2010; Rivera, 2013). Riveran (2013) mukaan PRISM-kehys järjestää arkkitehtuurikuvauksen 16 luokkaan neljän toimialueen (organisaatio, data, sovellus ja infrastruktuuri) ja neljän tyyppin (resurssit, periaatteet, mallit ja standardit) mukaan. Kuvio 2 esimerkki PRISM kehysten toiminnasta (Rivera, 2013).

	Inventory (Snapshot of the Current State)	Principles	Models (Description of the Desired State)	Standards
Infrastructure				
Data				
Application				
Organization				

Kuvio 2 PRISM kehysten toiminnasta (Rivera, 2013)

Vuotta myöhemmin 1987, IBM:n markkinointi asiantuntija John Zachman julkaisi samankaltaisen arkkitehtuuridokumentaation järjestämistä koskevan kehyksen (Zachman, 1987). Zachmanin 1987 julkaistun artikkelin mukaan kehyksessä arkkitehtuurikuvaus järjestetään 15 luokkaan viiden näkökulman (Planner, Owner, Designer, Builder ja Subcontractor) ja kolmen kysymyksen (mitä, miten ja missä) mukaan. Viisi vuotta myöhemmin 1992 Zachman julkaisi laajennetun version kehyksestään, jossa arkkitehtuuri kuvaus järjestetään 30 luokkaan samojen viiden näkökulman mukaan, mutta kysymyksinä ovat mitä, miten, missä, kuka, milloin ja miksi (Sowa & Zachman, 1992).

Spewakin ja Hillin (1993) mukaan ensimmäistä virallista kokonaisarkkitehtuuri menetelmää kutsuttiin nimellä ”Enterprise Architecture Planning” (EAP). Spewak ja Hill kertovat, että EAP:n mukaan kokonaisarkkitehtuurin toteutus vaatii, että seuraavat asiat otetaan huomioon (Spewak & Hill, 1993).

1. Ymmärretään ja dokumentoidaan yrityksen nykytila.
2. Hahmotetaan organisaation tulevaisuuden toivottu tila.
3. Analysoidaan nykyisen ja tulevan tilan erot.
4. Valmistellaan toteutussuunnitelma.
5. Toteutus.

3.1.3 Modern Enterprise Architecture

Kotusevin (2016) mukaan nykyaikaisen kokonaisarkkitehtuurin aikakausi alkoi vuonna 1996, kun yhdysaltain liittovaltion hallitusta koskeva Clinger-Cohen Act laki julkaistiin, ja se velvoitti hallituksen ja kaikkien sen ministeriöiden kehittämään NIST EA-mallien kanssa yhteensopivia yhtenäisiä arkkitehtuureja tietojärjestelmien parantamiseksi. Kotusevin mukaan vastauksena tähän vuonna 1999 käynnistettiin liittovaltion yritysarkkitehtuuriohjelma (FEA) ja siihen kuuluva FEAF arkkitehtuurikehys. FEAF:ssä määrätään noudattamaan samaa vaiheittaista järjestystä kokonaisarkkitehtuurin toteuttamiseksi, mutta siinä suositellaan liiketoiminta-, data-, sovellus-, ja teknologia-arkkitehtuurin kuvaamista segmentoituna. FEAFin väitetään perustuvan Zachmanin viitekehykseen. (Kotusev, 2016)

3.2 Kokonaisarkkitehtuurin trendit

Zhoun, Matsubaran ja Takadan (2023) mukaan nykyaikaisessa nopeasti kehittyvässä liiketoimintaympäristössä yritysten on pysyttävä ajan tasalla uusimmista kokonaisarkkitehtuurin trendeistä. Zhoun ym. mukaan nämä KA:n trendit kattavat strategiat, mallit, teknologiat ja infrastruktuurin, joita yritykset käyttävät voimistaakseen kokonaisarkkitehtuuriaan. Viimeaikaiset KA:n trendit ratkaisevat monenlaisia ongelmia kuten pilviteknologiat, mikropalvelut, konttitekhnologiat, dataohjautuvan arkkitehtuurin ja tietoturvallisuuden. He lisäävät, että yritysten on ymmärrettävä nämä trendit ja käytettävä niitä asianmukaisesti

saavuttaakseen liiketoimintatavoitteensa. Heidän mukaan kokonaisarkkitehtuurin trendien merkitys on auttaa yrityksiä ymmärtämään viimeisimmät teknologiasuuntaukset ja käyttämään niitä strategisesti arkkitehtuurissaan (Zhou, Matsubara, Takada, 2023). Kotusev, Kurnia ja Dilnutt (2023) kertoo, että sisäistämällä nämä trendit yritykset voivat parantaa toiminnan tehokkuutta ja vaikuttavuutta, parantaa asiakaskokemusta, optimoida kustannuksia ja lisätä innovaatiota. Toisin sanoen kokonaisarkkitehtuuri, joka seuraa viimeisimpiä trendejä, voi auttaa yrityksiä saavuttamaan kilpailuetua markkinoilla (Kotusev ym., 2023).

Alghamdin, Potterin ja Drowin (2021) mukaan kokonaisarkkitehtuurin tämän hetken suurimmat trendit ovat siirtyminen palvelupohjaiseen arkkitehtuuriin, pilviteknologian käyttöön ja tietosuunnitteluun (Alghamdi ym., 2021). Gökalp ja Martinez (2021) mainitsevat, että palvelupohjaisen arkkitehtuurin avulla organisaatiot voivat helposti rakentaa joustavia ja integroituja sovelluksia ja järjestelmiä, jotta mukautuminen nopeasti muuttuviin markkinoihin ja liiketoiminnan tarpeisiin onnistuu (Gökalp & Martinez, 2021). Batmetan, Rawis, Lengkong ja Rotty (2023) nostavat esille, että pilviteknologian käyttö auttaa organisaatioita tallentamaan ja käsittelemään tietoja tehokkaammin ja tuloksellisemmin sekä vähentämään kustannuksia. Batmetan ym. lisäävät myös, että pilviteknologian käyttö antaa myös mahdollisuuden käyttää suurempia resursseja nopeasti ja helposti. Heidän mukaansa myös datakeskeinen ajattelu on tärkeää, jotta organisaatiot voivat ymmärtää tietoja ja tehdä parempia liiketoimintapäätöksiä (Batmetan ym., 2023). Mirsalarin ja Ranjbarfardin (2020) mukaan tähän liittyy tietojen kerääminen ja käsittely keskitetysti, jotta organisaatiot voivat tunnistaa liiketoiminnan trendejä ja mahdollisuuksia nopeammin ja tehokkaammin (Mirsalari & Ranjbarfard, 2020).

4 TEKOÄLYN NYKYTILA

Tällä hetkellä lähes jokainen yritys haluaa integroida tekoälyn osaksi omaa toimintaansa haaveenaan päästä hyödyntämään sen loputonta potentiaalia. Tekoälyn avulla voidaan saavuttaa tuottavuuden kasvua, kustannussäästöjä sekä optimaalista päätöksentekoa. Tekoälyn mukana tulee kuitenkin haasteita, joihin täytyy varautua. Tässä luvussa käydään läpi ”tekoäly” käsitteenä ja mitä se pitää sisällään. Luvun alussa tutustetaan lukija tekoälyn määritelmään eri näkökulmista. Luvun toisessa alaotsikossa käydään läpi tekoälyn erilaisia tyyppisiä ja miten ne eroavat toisistaan. Luvun kolmannessa alaotsikossa katsotaan mihin tekoäly kykenee tällä hetkellä ja minkälaisia hyötyjä se tuo mukanaan. Luvun loppu käsitellään tekoälyn mahdollisten riskien tunnistamiseen ja etsitään ratkaisuja niiden minimoimiseen.

4.1 Tekoälyn määritelmä

Jöhnk, Weibert ja Wyrтки kuvaavat tekoälyä seuraavasti, ”Tekoäly (AI) on yleiskäyttöinen teknologia (GPT), jolla on ainutlaatuinen oppimiskyky ja joka tarjoaa organisaatioille mahdollisuuksia laaja-alaisiin parannuksiin, sekä täysin uusia liiketoimintamahdollisuuksia” (Jöhnk ym., 2021). Tekoälyn oppimiskyky perustuu koneoppimiseen sekä syväoppimiseen.

Jöhnk ym. mukaan tekoälyn käyttöönotto tarjoaa yrityksille sekä mahdollisuuksia että haasteita. He nostavat esiin, että tekoälyn potentiaaliset hyödyt, kuten tuottavuuden kasvu, kustannussäästöt ja päätöksenteon parantaminen ovat merkittäviä. Tekoälyn käyttöönottoon liittyy kuitenkin myös useita haasteita, kuten tietosuojan ja tietoturvaan liittyvät kysymykset, eettiset näkökohdat ja mahdollinen työpaikkojen siirtyminen muualle. Yritysten on omaksuttava yhteistyöhön perustuva lähestymistapa ja tehtävä tiivistä yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa, jotta voidaan varmistaa, että tekoälyn hyödyt toteutuvat ja samalla käsitellään sen mahdollisia haasteita (Jöhnk ym., 2021).

4.2 Tekoälyn tyypit

Tekoälyä voidaan luokitella monin eri tavoin sen toimintaperiaatteen, sovellusalueen ja käyttötarkoituksen mukaan. Yksi yleinen tapa luokitella tekoälytyyppejä on jakaa se koneoppivaan tekoölyyn (Machine learning AI) ja syväoppivaan tekoölyyn (deep learning AI).

4.2.1 Koneoppiminen

Janiesch, Zscheck ja Heinrich (2021) kertovat, että nykyään tekoälyominaisuuksia tarjoavat älykkäät järjestelmät perustuvat usein koneoppimiseen. Janieschin ym. mukaan koneoppiminen perustuu järjestelmän kykyyn oppia kokemuksen kautta. Algoritmit käsittelevät dataa ja tunnistavat siitä malleja tai säännönmukaisuuksia, joita ne voivat käyttää tulevaisuudessa uusien datojen ennustamiseen tai päätösten tekemiseen (Janiesch ym., 2021).

4.2.2 Syväoppiminen

Janieschin ym. mukaan syväoppiminen on koneoppimisen käsite, joka perustuu keinotekoisiiin neuroverkkoihin. Monissa sovelluksissa syväoppimismallit päihittävät koneoppimismallit ja perinteiset data-analyysimenetelmät (Janiesch ym., 2021).

4.3 Tekoälyn hyödyt ja nykytila

Tekoäly on noussut esiin mullistavana teknologiana, joka muuttaa yritysten toimintatapoja. Jainin (2023) mukaan organisaatioissa tekoälyn hyödyntämisellä tarkoitetaan algoritmien ja koneoppimistekniikoiden käyttöä sellaisten tehtävien automatisoimiseksi, jotka perinteisesti ovat olleet ihmisen suorittamia. Jainin mukaan tekoälyn potentiaaliset hyödyt ovat merkittäviä, kuten tuottavuuden lisääntyminen, kustannussäästöt ja parempi päätöksenteko. Jain nostaa kuitenkin myös esille, että tekoälyn käyttöönottoon liittyy useita haasteita, kuten tietosuojaan ja tietoturvaan liittyvät huolenaiheet, eettiset näkökulmat ja mahdollinen työpaikkojen siirtyminen. Jainin mukaan yksi tekoälyn merkittävimmistä eduista liiketoiminnassa on tuottavuudenkasvu. Automatisoimalla toistuvia ja arkipäiväisiä tehtäviä työntekijät voivat keskittyä enemmän lisäarvoa tuottaviin toimintoihin. Hän mainitsee, että tekoälyä voidaan esimerkiksi käyttää asiakaspalvelutehtävien, kuten usein kysytyihin kysymyksiin vastaamiseen, jolloin asiakaspalvelijat voivat keskittyä monimutkaisempiin asioihin. Lisäksi tekoäly voi auttaa yrityksiä tekemään dataan perustuvia päätöksiä analysoimalla suuria tietomääriä ja tunnistamalla malleja ja suuntauksia. Tämän avulla voidaan tehdä parempaa resurssien kohdentamista (Jain, 2023).

Jain mainitsee, että vaikka tekoälyn hyödyntäminen on vielä harvinaista organisaatioissa, niin sen onnistuneista toteutuksista on kuitenkin selviä esimerkkejä. Jainin mukaan esimerkiksi General Electric organisaatio on ottanut tekoälyn käyttöön kaasuturbiinien valmistusprosessissa. Käyttämällä tekoälyä yritys on pystynyt ennustamaan mahdollisia ongelmia, jonka seurauksena tuottavuus on lisääntynyt koneiston ollessa varmemmin toiminnassa. Toiseksi esimerkiksi Jain antaa JPMorgan Chase organisaation, joka hyödyntää tekoälyä lakisopimusten tarkistamisessa. Tekoäly pystyy Jainin mukaan tarkistamaan sopimuksia muuttamassa sekunnissa, mikä vie ihmisjuristeilta tuhansia tunteja (Jain, 2023). Vain nämä kaksi esimerkkiä tekoälyn onnistuneesta hyödyntämisestä osoittavat, että tekoälyn potentiaali on loputon.

4.4 Tekoälyn riskit

Tekoälyn potentiaalisista hyödyistä huolimatta sen käyttöönotto asettaa yrityksille myös useita haasteita. Jainin (2023) mukaan yksi merkittävimmistä haasteista on tietosuojaan ja tietoturvaan liittyvät huolenaiheet. Hänen mukaansa yritysten kerätessä ja analysoidessa yhä enemmän dataa on olemassa tietomurtojen ja verkkohyökkäysten riski. Lisäksi tekoälyn käyttö voi herättää eettisiä näkökohtia, jotka liittyvät erityisesti tekoälyn käyttöön päätöksenteossa. Jain kertoo, että on olemassa riski, että tekoäly vahvistaa ennakkoluuloja ja syrjintää, jos sitä ei kehitetä ja toteuteta huolellisesti. Myös työpaikkojen mahdollinen siirtyminen muualle on huolenaihe, sillä tekoäly voi automatisoida monia perinteisesti ihmisten suorittamia tehtäviä (Jain, 2023)

Jainin mukaan tekoälyn käyttöönottoa suunnittelevien yritysten tulisi toimia yhteistyössä sidosryhmien kanssa varmistaakseen, että tekoälyn hyödyt realisoituvat ja samalla käsitellään sen mahdollisia haasteita. Lisäksi yritysten olisi investoitava koulutusohjelmiin varmistaakseen, että työntekijöillä on tarvittavat taidot työskennellä tekoälyn rinnalla. Yritysten olisi myös oltava avoimia tekoälyn käytön suhteen ja käsiteltävä sen käyttöön liittyviä eettisiä näkökulmia (Jain, 2023)

Brynjolfsson ja McAfee (2017) nostavat esille tulkittavuuden yhdeksi tekoälyn riskiksi. Ihmisen voi olla vaikea ymmärtää miten tekoäly on päätenyt tiettyyn päätökseen. Syvissä neuroverkoissa voi olla satoja miljoonia yhteyksiä, joista jokainen vaikuttaa lopulliseen päätökseen vai pienellä osuudella. Brynjolfssonin ja McAfeen mielestä tämä voi aiheuttaa kolme riskiä. Ensinnäkin koneilla voi olla piileviä ennakkoluuloja, jotka eivät johdu suunnittelijan tahosta, vaan järjestelmän kouluttamiseksi käytetyistä tiedoista. Esimerkiksi rekrytoinnissa, jos järjestelmä käyttää aikaisempien ihmisrekrytoijien päätöksiä oppimateriaalinaan, se voi luoda ennakkoluuloja hakijan rotuun, sukupuoleen tai etniseen alkuperään liittyen. Brynjolfssonin ja McAfeen mukaan toinen mahdollinen riski on toimivuuden todentaminen. Artikkelin mukaan tekoälyn päätökset perustuvat enemmän tilastollisiin totuuksiin, kuin kirjaimellisiin totuuksiin. Tämän vuoksi voi olla mahdotonta todistaa täydellä varmuudella tekoälyn toimivuus

kaikissa tilanteissa. Erityisesti tilanteet, joita ei ollut edustettuna tekoälyn harjoitusdatassa voi tuottaa ongelmia. Brynjolfssonin ja McAfeen mukaan kolmas riski on järjestelmän virheiden korjaaminen. Tekoälyn tehdessä virheen voi olla vaikea diagnosoida ja korjata vika. Brynjolfsson ja McAfee avaavat, että ratkaisuun johtanut perusrakenne voi olla käsittämättömän monimutkainen ja ratkaisu voi olla kaukana optimaalisesta jos järjestelmän koulutusolosuhteet muuttuvat (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Brynjolfsson ja McAfee nostavat esiin, että vaikka nämä riskit ovat hyvin todellisia, ei vertailun toisessa päässä ole täydellisyyttä. Loppujen lopuksi myös me ihmiset olemme puolueellisia, teemme virheitä ja meillä on vaikeuksia selittää totuudenmukaisesti, miten päädymme kaikkiin johtopäätöksiimme (Brynjolfsson & McAfee, 2017). Tekoälyjärjestelmät ovat kuitenkin vielä kehitettyä teknologia-alue ja sen kehittymisen nopeutta on mahdotonta ennustaa. Vuosien päästä nämä ongelmat eivät välttämättä ole relevantteja.

5 TEKOÄLYN JA KOKONAISARKKITEHTUURIN YHTEYS

Tässä luvussa käydään läpi minkälaisia yhteyksiä tekoälyllä ja kokonaisarkkitehtuurilla on tällä hetkellä, ja mitä mahdollisesti tulevaisuudessa. Luvun alussa tarkastellaan minkälaisia vaikutuksia tekoäly voi tuoda kokonaisarkkitehtuuriin. Toisessa alaotsikossa käydään läpi kokonaisarkkitehtuurin kriittisyyttä tekoälyn integroinnissa ja koitetaan vastata kysymykseen: Onko kokonaisarkkitehtuuri elintärkeä tekoälyn integroinnin onnistumiseksi? Luvun lopussa tarkastellaan vielä yleisesti tämän hetken tutkimusten määrää ja tasoa tekoälystä ja kokonaisarkkitehtuurista sekä tarkastellaan tutkimusten tuloksia.

5.1 Tekoälyn vaikutukset kokonaisarkkitehtuurissa

Tekoäly on yksi digitaalisen muutoksen merkittävimmistä tekijöistä ja se haastaa yritykset sopeutumaan sen erilaisiin vaatimuksiin. Rittelmeyerin ja Sandkuhlin (2021) mukaan monet yritykset epäonnistuvat tekoälysovellusten käyttöönotossa tai niillä on huomattavia ongelmia tieto- tai prosessivaatimusten vuoksi. He lisäävät, että tekoälysovellusten käyttöönotosta johtuvat muutokset yrityksessä voivat vaihdella pienistä tietomuodon muutoksista sovelluksien uudelleenjärjestelyn kautta kokonaisten liiketoimintaprosessien muutokseen. Näin ollen tekoälysovellusten käyttöönotto voi vaikuttaa merkittävästi yritysten kokonaisarkkitehtuuriin. He kertovat, että monet yritykset ympäri maailmaa yrittävät ottaa käyttöön tekoälysovelluksia hyötyäkseen prosessien automatisoinnista, uusien tuotteiden kehittämisestä tai yleisten toimintojen tehostamisesta. Heidän mukaansa yritykset joutuvat kohtaamaan entistä monimutkaisempia tehtäviä, eikä niillä usein ole tarvittavaa tietoa tekoälysovellusten tehokkaaseen kehittämiseen ja käyttöönottoon. Rittelmeyer ja Sandkuhl korostavat, että suurena ongelmana on ratkaisujen eristäminen. Tekoälysovellusta käytetään usein vain tietyssä yrityksen osastossa, joka johtaa yhteentoimivuusongelmiin ja hukkaa suuren osan potentiaalista. Lisäksi yrityksiltä puuttuu yleinen tekoälyä koskeva yritysstrategia ja ongelmana on tekoälysovellusten integroiminen nykyisiin

prosesseihin ja tarvittavien taitojen omaavien työntekijöiden löytäminen (Rittelmeyer & Sandkuhl, 2021).

Tekoälyn käyttöönotto tuo mukanaan paljon parannettua tiedonhallintaa, josta hyötyy myös kokonaisarkkitehtuuri. Snoeck, Stirna, Weigand ja Proper keskustelevalta paneelikeskustelussaan (2019) kokonaisarkkitehtuurin tietoarkkitehtuuri ongelmista, ja kuinka tietojen valmistelutyöhön kuluu jopa 75 % hankkeen ajasta. Parannettu tietohallinta tehostaisi kokonaisarkkitehtuurin toteuttamista. Snoeckin ym. mukaan laadukas tietomallinnus edellyttää myös parempaa ymmärrystä mallinnus valintojen vaikutuksesta (Snoeck ym., 2019).

5.2 Kokonaisarkkitehtuurin kriittisyys tekoälyn integroinnissa

Snoeckin ym. (2019) paneelikeskustelun ensimmäinen johtopäätös on, että tekoälyn myötä perinteisten tiedonhallinnan tarve pikemminkin kasvaa kuin vähenee. Snoeckin ym. mukaan tiedonhallinnalla tarkoitetaan tavanomaista yhdistelmää, jossa ihmiset ja erilaiset digitaaliset toimijat keräävät, tallentavat ja käsittelevät tietoa. Tekoäly on riippuvainen datasta, joten dataan liittyvien näkökohtien integroiminen yritysten mallintamistoimiin on tärkeämpää kuin koskaan (Snoeck ym., 2019). Sandkuhlin (2019) mukaan tekoälyn tilastollinen kouluttaminen ja sen operatiivinen käyttö vaativat selkeän ja yksityiskohtaisen tiedonhallinnan. Hän lisää myös, että tietohallintaan liittyvillä haasteilla on selkeä kielteinen vaikutus organisaation kykyyn hyödyntää tekoälyä, ja ne jopa lisäävät riskiä tekoälyn epäonnistumiseen sille osoitetussa tehtävässä virheellisen tiedonkäsittelyn vuoksi (Sandkuhl, 2019).

Sandkuhlin mukaan tekoälyhankkeet ovat samanlaisia kuin useimmat tietojärjestelmien kehittämishankkeet ja siksi niissä on noudatettava vaiheita, joilla varmistetaan niiden yhteensopivuus liiketoimintaan ja sen ympäristöön. Sandkuhl mainitsee myös, että erityistä huomiota olisi kiinnitettävä siihen, millainen rooli tekoälyyn perustuvalla ratkaisulla on ympäristöön ottaen huomioon kaikki sen osa-alueet. Näiden seikkojen kartoittaminen ja dokumentointi edellyttää yrityksen liiketoiminnan ja tietojärjestelmien mallintamista (Sandkuhl, 2019).

Rittelmeyer ja Sandkuhl (2021) nostavat esiin, että kokonaisarkkitehtuurin mallintamistekniikoita voidaan käyttää tekoälyn potentiaalisten ja toteutuneiden vaikutusten kartoittamiseen, ja siten myös kokemusten keräämiseen ja jakamiseen. Tämän datan kerääminen lisää tietoisuutta mahdollisista tekoälyn integroimisen riskeistä ja niihin voidaan valmistautua paremmin (Rittelmeyer & Sandkuhl, 2021).

Näiden artikkeleiden perusteella voidaan todeta, että kokonaisarkkitehtuurilla on merkittävä rooli tekoälyn integroinnissa. Organisaatio tarvitsee selkeän kuvan ympäristöstä, johon tekoäly ollaan liittämässä, jotta yhteensopivuudet ovat kunnossa. Tekoälyn käyttöönotto vaatii myös selkeää tiedonhallintaa, jotta sen tilastollinen kouluttaminen onnistuu oikein. Kokonaisarkkitehtuurin avulla voidaan luoda yksityiskohtaisempaa tiedonhallintaa, ja tiedonhallintaan panostamalla saadaan myös kokonaisarkkitehtuurista tehokkaampaa.

Kokonaisarkkitehtuuria voidaan hyödyntää myös tekoälyn vaikutusten kartoittamiseen, jotta mahdollisiin riskitekijöihin voidaan valmistautua paremmin.

5.3 Tutkimukset kokonaisarkkitehtuurin ja tekoälyn yhteyksistä

Tutkimusta tekoälyn ja kokonaisarkkitehtuurin yhteyksistä on vielä hyvin vähän, mutta aihetta on kuitenkin käsitelty laajasti. Löysin tutkimuksia, jotka käsittelevät tekoälyn vaikutusta kokonaisarkkitehtuuriin. Artikkelit tarkastelivat, että voiko tekoäly muuttaa kokonaisarkkitehtuurin suunnittelua, toteutusta ja hallintaa. Rittelmeyerin ja Sandkuhlin artikkeli ”Effects of artificial intelligence on enterprise architecture” tarkastelee erilaisia näkökulmia tekoälyn vaikutuksista. Kyseisen artikkelin kautta löysin paneelikeskustelun vuodelta 2019, jossa Snoeck, Stirna, Weignand ja Proper keskustelevat tekoälyn ja kokonaisarkkitehtuurin yhteyksistä. Tiivistettynä paneelissa keskusteltiin näiden kahden asian keskinäisistä yhteyksistä ja siitä, miten molemmat voisivat hyötyä toisistaan. He korostivat tiedonhallinnan kasvavaa tarvetta tekoälyn tietointensiivisyyden vuoksi. Paneelin mukaan kokonaisarkkitehtuurimallinnus voisi auttaa keräämään ja analysoimaan liiketoiminnan motivaatioita ja tarpeita sekä organisoimaan tiedonhallintaa tekoälysovelluksia varten. He huomauttivat myös, että tekoälyratkaisut ovat vaarassa osoittautua ajan mittaan ”digitaaliseksi asbestiksi”, eli aluksi ne ovat tehokkain ratkaisu aiottuun tarkoitukseen, mutta loppuen lopuksi haitallisia, kun sovelluksen vaikutukset ja sivuvaikutukset kasaantuvat. Haitat huomataan vasta vuosia myöhemmin, jolloin on jo liian myöhäistä. Paneelissa nostetaan esiin, että kokonaisarkkitehtuurimallinnus voisi kuitenkin auttaa tunnistamaan nämä vaarat aikaisemmin tai jopa ennen käyttöönottoa (Snoeck ym., 2019.) (Rittelmeyer & Sandkuhl, 2021).

Muut tutkimukset painottuvat hyvin pitkälti kokonaisarkkitehtuurin rooliin tekoälyn integroimisessa, yhteentoimivuuksiin tai integraatioon yleisesti. Tekoälypohjaisten ratkaisujen vaikutuksia ei ole tällä hetkellä vielä tutkittu tarpeeksi. Vaikutuksista pitää tehdä laajoja tutkimuksia, joiden tulisi kattaa koko ekosysteemi, jossa ne toimivat.

6 YHTEENVETO

Tekoälyn hyödyntäminen on merkittävä teknologinen edistysaskel, joka tarjoaa organisaatiolle monia liiketoiminnan parannusmahdollisuuksia. Tekoälyn avulla voidaan automatisoida toistuvia tehtäviä sekä parantaa päätöksentekoa. Vaikka tekoälyn avulla voidaan saada merkittäviä hyötyjä, kuten tuottavuuden kasvu ja kustannussäästöt, niin tekoälyn käyttöön liittyy kuitenkin myös riskejä. Suurimmat riskit tekoälyn käytössä ovat tietosuojan ja tietoturvaan liittyviä haasteita sekä eettisiä ongelmia. Snoeck, Stirna, Weigand ja Proper mainitsivat paneelikeskustelussaan (2019) myös riskin, jossa tekoälyn hyödyntäminen voi muuttua ”digitaaliseksi asbestiksi”, eli aluksi tekoäly osoittautuu tehokkaimmaksi ratkaisuksi, mutta loppuen lopuksi huomataan tekoälyn haitallisuudet ja puutteellisuudet. Tässä vaiheessa haitalliset vaikutukset ja sivuvaikutukset ovat kasaantuneet jo liian suuriksi ja asiaan on liian myöhäistä puuttua (Snoeck ym., 2019). Tekoälyä voidaan jakaa erilaisiin tyyppeihin, kuten koneoppiminen ja syväoppiminen. Nämä tarjoavat erilaisia ominaisuuksia ja sovellusmahdollisuuksia. Koneoppiminen perustuu järjestelmän kykyyn oppia kokemuksen kautta, kun taas syväoppiminen hyödyntää keinotekoisia neuroverkkoja. Näistä teknologioista voi olla yritykselle merkittäviä hyötyjä tuottavuuden optimoimisessa kustannustehokkaaksi.

Kokonaisarkkitehtuuri on lähestymistapa organisaation tai järjestelmän suunnitteluun ja hallintaan, joka pyrkii ymmärtämään ja optimoimaan kaikki sen osatekijät kokonaisuutena. Tämä lähestymistapa ottaa huomioon organisaation strategian, prosessit, tietotekniikan, infrastruktuurin, henkilöstön ja muut olennaiset elementit. Kokonaisarkkitehtuurin toteuttaminen on olennainen osa modernia yritystoimintaa. Se auttaa yritystä varmistamaan, että tietojärjestelmät, teknologia ja liiketoimintastrategia tukevat toisiaan. Kokonaisarkkitehtuurin avulla yritys saa kokonaisvaltaisen näkymän yrityksen tietojärjestelmiin ja prosesseihin, jonka avulla voidaan tunnistaa tehokkuuden parantamisen mahdollisuuksia ja välttää päällekkäisyyksiä. Hyvin toteutettu kokonaisarkkitehtuuri mahdollistaa nopean sopeutumisen muuttuviin liiketoimintatarpeisiin.

Tässä tutkielmassa tutkimuskysymyksenä oli kokonaisarkkitehtuurin rooli tekoälyn integroinnissa. Tutkimuksen motivaationa oli täyttää aukko kokonaisarkkitehtuurin ja tekoälyn tutkimuksissa, sillä tekoälypohjaisten ratkaisujen

vaikutuksia ja integrointia ei ole tällä hetkellä vielä tutkittu tarpeeksi. Aiheesta pitää tehdä laajoja tutkimuksia, joiden tulisi kattaa koko ekosysteemi, jossa ne toimivat. Jatkotutkimuksissa tulisi tarkastella syvemmin kokonaisarkkitehtuurin vaikutusta tekoälyn integrointiin, sillä yhteys niiden välillä on selvä. Lisäksi tutkimuksissa tulisi paneutua tarkasti tekoälyn tuomiin haasteisiin, kuten tietoturvaan ja eettisiin kysymyksiin. Tutkimuksen tavoitteena oli avata lukijalle kokonaisarkkitehtuuria ja tekoälyä käsitteinä, tarkastella niiden yhteyttä toisiinsa ja selvittää, kuinka kriittinen rooli kokonaisarkkitehtuurilla on tekoälyn integroinnissa.

Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, eli lähteinä käytettiin kirjallisuutta, joissa käsiteltiin aiempia tutkimuksia aiheesta. Tutkimuksessa haettiin tietoa Google Scholar, Jykdok sekä Web of Science tietokannoista löytyvästä kirjallisuudesta. Tutkimuksessa käytettyihin lähteisiin kuului tieteellisiä artikkeleita, kirjoja sekä paneelikeskustelu.

Tutkimuksessa havaittiin, että kokonaisarkkitehtuuri nousee suureen rooliin tekoälyn integroimisessa, kun yhteensopivuudet liiketoiminnan ja muun ympäristön kanssa täytyy selvittää. Kokonaisarkkitehtuurin onnistuneen toteutuksen ansiosta yritys saa selkeän ja kattavan kuvan kaikesta yrityksen sisällä.

Tutkimuksessa havaittiin myös, että kokonaisarkkitehtuuri voi olla ratkaiseva tekijä tiedonhallintaan, jonka puutteellisuus on osoittautunut yhdeksi suurimmaksi tekoälyn integroimisen epäonnistumisten syyksi. Virheellinen tai puutteellinen tiedonhallinta vaikeuttaa yrityksen mahdollisuuksia hyödyntää tekoälyä, ja se voi pahimmillaan aiheuttaa myös tekoälyn epäonnistumisen sille asetetussa tehtävässä. Tekoälyhankkeet ovat samanlaisia kuin useimmat tietojärjestelmien kehittämishankkeet, ja niitä tulisi kohdella samalla tavalla ja noudattaa samoja vaiheita. Näin varmistetaan tekoälyhankkeen yhteensopivuus liiketoimintaan ja sen ympäristöön. Tutkimuksessa havaittiin, että erityisesti huomiota olisi kiinnitettävä siihen, millainen rooli tekoälyyn perustuvalla ratkaisulla on ympäristöön ottaen huomioon kaikki sen osa-alueet. Näiden seikkojen kartoittaminen ja dokumentointi edellyttää yrityksen liiketoiminnan ja tietojärjestelmien mallintamista eli kokonaisarkkitehtuurin toteuttamista.

LÄHTEET

- Alghamdi, B., Potter, L. E., & Drew, S. (2021). Validation of Architectural Requirements for Tackling Cloud Computing Barriers: Cloud Provider Perspective. *Procedia Computer Science*, 181, 477–486.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.193>
- Batmetan, J. R., Rawis, J. A. M., Lengkong, J. S. J., & Rotty, V. N. J. (2023). Future Trends for Direction in Enterprise Architecture: Systematic Literature Review. *International Journal of Information Technology and Education*, 2(3), Article 3. <https://doi.org/10.62711/ijite.v2i3.120>
- Bernard, S. A. (2012). *An Introduction to Enterprise Architecture: Third Edition*. AuthorHouse.
- Blumenthal, S. C. (1969). *Management Information Systems: A Framework for Planning and Development*. Prentice-Hall.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017, heinäkuuta 18). The Business of Artificial Intelligence. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>
- Ein-Dor, P., & Segev, E. (1978). Strategic Planning for Management Information Systems. *Management Science*, 24, 1631–1641.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.24.15.1631>
- Gellweiler, C. (2022). IT Architects and IT-Business Alignment: A Theoretical Review. *Procedia Computer Science*, 196, 13–20.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.11.067>
- Greethorst, D., & Proper, E. (2011). *Architecture Principles: The Cornerstones of Enterprise Architecture (Vsk. 4)*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-20279-7>
- Gökalp, E. and Martinez, V. (2021) Digital Transformation Capability Maturity Model Enabling the Assessment of Industrial Manufacturers. *Computers in Industry*, 132, Article ID: 103522.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103522>. (2021).
- Harrell, J. M., & Sage, A. (2010). Enterprise architecture and the ways of wickedness. *Information-Knowledge-Systems Management*, 9, 197–209.
<https://doi.org/10.3233/IKS-2010-0166>
- TOGAF (2024). Library. <https://www.opengroup.org/togaf>
- Sandkuhl, K. (2019). Putting Ai Into Context - Method Support for the Introduction of Artificial Intelligence into Organizations
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8808049>
- Jain, R. (2023). The Impact of Artificial Intelligence on Business: Opportunities and Challenges. *SSRN Electronic Journal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.4407114>

- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3), 685–695.
<https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>
- Jöhnk, J., Weißert, M., & Wyrski, K. (2021). Ready or Not, AI Comes – An Interview Study of Organizational AI Readiness Factors. *Business & Information Systems Engineering*, 63, 1–16.
<https://doi.org/10.1007/s12599-020-00676-7>
- Kaisler, S., Armour, F., & Valivullah, M. (2005). Enterprise Architecting: Critical Problems. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2005.241>
- Kotusev, S. (2016). The History of Enterprise Architecture: An Evidence-Based Review. 12(1).
- Kotusev, S., Kurnia, S., & Dilnutt, R. (2023). Enterprise architecture artifacts as boundary objects: An empirical analysis. *Information and Software Technology*, 155, 107108.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107108>
- Lapalme, J., Gerber, A., Van der Merwe, A., Zachman, J., Vries, M., & Hinkelmann, K. (2015). Exploring the future of enterprise architecture: A Zachman perspective. *Computers in Industry*.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2015.06.010>
- Mirsalari, S., & Ranjbarfard, M. (2020). A model for evaluation of enterprise architecture quality. *Evaluation and Program Planning*, 83, 101853.
<https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2020.101853>
- Niemi, E., & Ylimäki, T. (2007). Jyväskylän Yliopisto. Defining Enterprise Architecture Risks in Business Environment.
<https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/41378>
- Rittelmeyer, J. D., & Sandkuhl, K. (2021). Effects of Artificial Intelligence on Enterprise Architectures – A Structured Literature Review. 2021 IEEE 25th International Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOCW), 130–137. <https://doi.org/10.1109/EDOCW52865.2021.00042>
- Rivera, R. (2013). The PRISM Architecture Framework – Was it the Very First Enterprise Architecture Framework? 9, 14–18.
https://www.researchgate.net/publication/336854686_The_PRISM_Architecture_Framework_-_Was_it_the_Very_First_Enterprise_Architecture_Framework
- Ro, J. F. R. (1999). Federal Enterprise Architecture Framework.
https://www.academia.edu/13512768/Federal_Enterprise_Architecture_Framework
- Schekkerman, J. (2004). How to Survive in the Jungle of Enterprise Architecture Frameworks: Creating Or Choosing an Enterprise Architecture Framework. Trafford Publishing.
https://books.google.fi/books/about/How_to_Survive_in_the_Jungle_of_Enterpri.html?id=k_9cUrpT4lsC&redir_esc=y

- Schubert, V., Kuehner, S., Krauss, T., Trat, M., & Bender, J. (2023). Towards a B2B integration framework for smart services in Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 217, 1649–1659. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.365>
- Snoeck, M., Stirna, J., & Weigand, H. (2019). Panel Discussion: Artificial Intelligence meets Enterprise Modelling. <https://ceur-ws.org/Vol-2586/paper8.pdf>
- Sowa, J. F., & Zachman, J. A. (1992). Extending and formalizing the framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*, 31(3), 590–616. <https://doi.org/10.1147/sj.313.0590>
- Spewak, S. H., & Hill, S. C. (1993). *Enterprise Architecture Planning: Developing a Blueprint for Data, Applications, and Technology*. QED Publishing Group. https://books.google.fi/books/about/Enterprise_Architecture_Planning.html?id=65U-AQAAIAAJ&redir_esc=y
- Tamm, T., Seddon, P. B., Shanks, G., & Reynolds, P. (2011). How Does Enterprise Architecture Add Value to Organisations? *Communications of the Association for Information Systems*, 28. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.02810>
- Tang, A., Han, J., & Chen, P. (2004). A Comparative Analysis of Architecture Frameworks. 640–647. <https://doi.org/10.1109/APSEC.2004.2>
- Urbaczewski, L., & Mrdalj, S. (2006). A COMPARISON OF ENTERPRISE ARCHITECTURE FRAMEWORKS. 2. https://e-tarjome.com/storage/btn_uploaded/2022-05-18/1652850676_12428-English.pdf
- "DoD Architecture Framework (2004). Version 1.0. Volume 1: Definitions and Guidelines." ([Urbaczewski ja Mrdalj, 2006, s. 22](zotero://select/library/items/PQLF38N2)) ([pdf](zotero://open-pdf/library/items/K2PPZWUJ?page=5))
- Winter, R., & Fischer, R. (2006). Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture. 2006 10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW'06), 30–30. <https://doi.org/10.1109/EDOCW.2006.33>
- Zachman, J. A. (1987). A framework for information systems architecture.
- Zhou, Z., Matsubara, Y., & Takada, H. (2023). Resilience analysis and design for mobility-as-a-service based on enterprise architecture modeling. *Reliability Engineering & System Safety*, 229, 108812. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.108812>