



# Tekoälyn hyödyntäminen kone- tekniikassa

Mika Korpela

OPINNÄYTETYÖ  
Syyskuu 2024

Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Tuotekehitys

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Tuotekehitys

KORPELA, MIKA:  
Tekoälyn hyödyntäminen konetekniikassa

Opinnäytetyö 43 sivua  
Syyskuu 2024

---

Opinnäytetyön aihe valittiin ajankohtaisuuden perusteella, ja tekoälyn hyödyntäminen konetekniikan alalla täytti vaatimuksen. Tekoälyn kehitys on ollut nopeaa viime vuosina, ja sitä hyödynnetään useilla tekniikan aloilla. Tekoälyä hyödynnetään tehostamaan perinteisiä työmenetelmiä, sekä sen antamat mahdollisuudet ovat mahdollistaneet täysin uusia työmenetelmiä ja teknologioita.

Työn tavoite oli antaa hyvä idea tekoälystä yleisesti, sekä sen mahdollisuuksista alalla. Työ jaoteltiin koostumaan kahdesta osasta, joissa ensimmäisessä, teoriaosassa käytäisiin läpi tekoälyn tavoitteet, historia, kehitys, osa-alueet, termit sekä näkökulmia ja mietteitä sen hyödyntämisestä. Toisessa, sovellusosiossa käytäisiin läpi tekoälyn käyttötarkoituksia konetekniikan alalla esimerkeillä, sekä analysoimalla nykytilannetta.

Työ toteutettiin internet-painotteisella tutkimuksella, johon hyödynnettiin useita lähteitä, joista huomattavimpia olivat teknologiayritys IBM, sekä useat konetekniikan alan yritykset. Työ toteutti siltä toivotut tavoitteet, sillä teoriaosio on perusteellinen kokoelma tietoa, joka sopii vasta-alkajan ensimmäiseksi tietolähteeksi, ja sovellusosio avaa tekoälyn mahdollisuuksia konetekniikan ja muun teollisuuden aloilla. Työn pohdinnassa saavutettiin optimistisia johtopäätöksiä tekoälyn tulevaisuudesta.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Product Development

KORPELA, MIKA:  
Utilization of artificial intelligence in mechanical engineering

Bachelor's thesis 43 pages  
September 2024

---

The subject of the thesis was chosen due to its topical nature, and the utilization of artificial intelligence in mechanical engineering fits it well due to the speed of its development, and the fact that it is being utilized in several engineering related fields. Artificial intelligence is being used to boost the efficiency of traditional working methods, and it grants possibilities for the development of new methods and technologies.

The goal of the thesis was to give a good understanding of artificial intelligence, and particularly its possibilities in the mechanical engineering field. The thesis was divided into two parts, the first one being theory, which consists of the goals, history, development, areas and keywords of artificial intelligence, and viewpoints and thoughts of its use. The second part, use cases, consists of examples and analysis of the use of artificial intelligence in mechanical engineering and related fields.

The thesis was completed by using an internet-based research method, in which several different sources were being used. The main sources were the technology corporation IBM, and several mechanical engineering related companies. The thesis fulfilled its goals thanks to the theory section being a thorough collection of information, that would be helpful to a newcomer in the field of artificial intelligence and the use case section gives a good idea of what can be achieved by utilizing artificial intelligence in the mechanical engineering field. The conclusion of the work was that the outlook of utilization of artificial intelligence is optimistic.

---

Key words: artificial intelligence, mechanical engineering

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	TEKOÄLY YLEISESTI .....	8
2.1	Historia ja kehitys .....	9
2.2	Osa-alueet ja termit.....	11
2.2.1	Kapea tekoäly & koneoppiminen .....	12
2.2.2	Yleinen ja vahva tekoäly .....	13
2.2.3	Luonnollisen kielen prosessointi .....	14
2.2.4	Suuri kielimalli.....	14
2.2.5	Generatiivinen tekoäly .....	15
2.2.6	Synteettinen data.....	16
2.2.7	Tietokonenäkö & konenäkö .....	16
2.2.8	Autonomiset järjestelmät .....	17
2.3	Kehitys ja hyödyntäminen .....	18
2.3.1	Työmarkkinallinen näkökulma .....	18
2.3.2	Yhteiskunnallinen ja sosiaalinen näkökulma .....	19
2.3.3	Kiistanalaisuudet .....	19
2.3.4	Tekoälyn hyödyntäminen töissä .....	20
3	TEKOÄLYN SOVELLUKSET .....	22
3.1	Keskustelubotit.....	22
3.2	Suunnittelu .....	25
3.2.1	Generatiivinen suunnittelu .....	25
3.2.2	3D-malleja kehoitteella (Text-to-3D).....	27
3.2.3	CNC & G-koodi.....	28
3.3	Ajoneuvoteollisuus .....	29
3.4	Robotiikka & konenäkö .....	30
3.5	Toimitusketju & logistiikka .....	32
3.6	Ennakoiva kunnossapito .....	34
3.7	Puheentunnistus ja puhesynteesi.....	35
3.8	Simulaatio & data-analytiikka .....	36
4	POHDINTA .....	37
	LÄHTEET .....	39

## LYHENTEET JA TERMIT

AGI	Artificial General Intelligence, vahva/yleinen tekoäly
ANI	Artificial Narrow Intelligence, heikko/kapea tekoäly
ASI	Artificial Superintelligence, supertekoäly
CAD	Computer-aided design, tietokoneavusteinen suunnittelu, tietokoneen hyödyntäminen suunnittelutyössä
CAE	Computer-aided engineering, tietokoneavusteinen tekniikka, tietokoneen hyödyntäminen tekniikan alan analyysissä
CAM	Computer-aided manufacturing, tietokoneavusteinen valmistus, tietokoneen hyödyntäminen CAD-mallin tietojen muuttamisessa CNC-koneiden ymmärtämään muotoon
LLM	Large language model, suuri kielimalli on tehokas malli, joka hyödyntää NLP:tä ja muita moderneja tekoälyteknologioita
NLP	Natural language processing, luonnollisen kielen prosessointi antaa tietokoneelle kyvyn ymmärtää ja tuottaa ihmisten puhumaa tai kirjoittamaa kieltä
PwC	PricewaterhouseCoopers, yksi maailman suurimmista kirjanpitoa sekä yrityskonsultointia tarjoavista yrityksistä
STL	Tiedostomuoto, joka on yhteensopiva useiden 3D-mallinnusohjelmien ja 3D-tulostimien kanssa
Algoritmi	Algorithm, Asteittaiset ohjeet, joita seuraamalla prosessi saadaan suoritettua alusta loppuun
Asiantuntijajärjestelmä	Expert system, kapeaa tekoälyä hyödyntävä järjestelmä, joka simuloi yhden osa-alueen asiantuntijaa
Avoin lähdekoodi	Open source, ohjelmiston lähdekoodi on avoin tarkastelulle ja muokkauksille
CNC-kone	Computer numerical control machine, tietokoneohjattu kone, kuten sorvi ja jyrsin
Fortune 500	Liikevaihdoltaan 500 suurinta yhdysvaltalaisista yritystä

Fotorealismi	Photo-realism, Taidemuoto, joka jäljittelee valokuvan tarkkuutta
Generatiivinen tekoäly	Generative AI, tekoäly, jonka tarkoitus on luoda sisältöä hyödyntämällä sen saatavilla olevaa tietoaaineistoa
Keskustelubotti	Chatbot, tietokoneohjelma, jonka tavoite on vastata käyttäjän kysymyksiin
Koneoppiminen	Machine learning, algoritmeja, joita luomalla järjestelmä opetetaan suoriutumaan tehtävistä
Metatieto	Metadata, tietoa tiedosta, esim. kuvasta, joka kuvailee sen sisältöä
Neuroverkko	Neural network, koneoppimisessa termiä käytetään malleista, jotka jäljittelevät eläinten aivojen neuroverkkoja
Singulariteetti	Technological singularity, teoreettinen kohta tulevaisuudessa, jolloin teknologisen kehityksen vauhtia ei pystytä hidastamaan, ja sillä on ennennäkemättömiä vaikutuksia ihmiskuntaan
Tekoälytalvi	AI winter, aikakausi jona tekoälyn kehitys hidastui huomattavasti, termi lainattu ydintalvesta, nuclear winter
Tilastollinen malli	Statistical model, matemaattinen malli, jonka avulla hyödynnetään olemassa olevaa tietoa esimerkiksi ennustuksien tekemiseen tai yhteyksien löytämiseen
Topologinen optimointi	Topological optimization, rakenteen optimointi haluttujen tavoitteiden mukaan, kuten painon vähentäminen halutun lujuuden rajoissa pysyen

## 1 JOHDANTO

Tekoälyn tavoite on antaa koneille kyky hyödyntää ihmismäistä älykkyyttä. Sitä on aloitettu kehittämään virallisesti 1940-luvulla, mutta suurimmat harppaukset sen kehityksessä ovat tapahtuneet viime vuosien aikana. Sitä hyödynnetään useilla eri aloilla, sen hyödyt ovat yksityishenkilöiden saatavilla, sekä selvästi näkyvillä arkielämässä. Sitä hyödynnetään yksinkertaisissa asioissa, kuten tekstin luomisessa, sekä monimutkaisemmissa asiantuntijatehtävissä. Konetekniikassa sitä hyödynnetään mm. suunnittelussa, asiakasneuvonnassa ja tuotannossa.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää tekoälyn nykytilanne, sekä kartoittaa sen tämänhetkisiä ja tulevaisuuden käyttötarkoituksia. Työssä käydään läpi tekoälyä yleisesti, avaten alan avaintermejä, historiaa, kiistanalaisuuksia sekä sen kehityksen vaikutusta työmarkkinoihin ja yleisesti ihmiskuntaan, sekä siinä annetaan yleisiä suosituksia tekoälyn hyödyntämiseen työelämässä. Työ keskittyy erityisesti konetekniikalle relevantteihin tekoälyn käyttötarkoituksiin. Koska aihe on erittäin laaja-alainen, työn tavoite ei ole käydä läpi kaikkia tekoälyn käyttötarkoituksia, vaan ainoastaan tarpeellinen määrä, jotta lukija voi muodostaa idean sen mahdollisuuksista konetekniikan alalla.

## 2 TEKOÄLY YLEISESTI

Tekoälyä on monenlaista, joten sitä on vaikea määritellä yhtenä kokonaisuutena. Järjestelmällä on tekoälyä esimerkiksi, jos se osaa hyödyntää saatavilla olevaa sekä mahdollisesti aiemmin opittua tietoa päätöksien tekemisessä, tai suoriutumaan itsenäisesti muista ihmismäiseen älykkyyteen yhdistetyistä tehtävistä, kuten luovuudesta tai suunnittelusta (Tobin 2023; Oxford Reference 2024.)

Tekoälyn yleisimpiä tehtäviä ovat em. saatavilla olevan tiedon kerääminen kameeroilla (koneäkö), mikrofoneilla (puhe tekstiksi), sekä perinteisempi data-analyysi. Tekoälyllä voidaan myös luoda puhetta tekstistä, sekä sitä voidaan hyödyntää autonomisiin robotteihin ja ajoneuvoihin. Tekoälyllä voidaan myös luoda sisältöä, jolloin puhutaan generatiivisesta, luovasta tekoälystä. Tämä sisältö voi olla esimerkiksi kuva, musiikkia ja tekstiä. Tekoäly ei kuitenkaan osaa luoda mitään tyhjää, vaan se hyödyntää koneoppimista ja sen saatavilla olevaa tietoaineistoa. (Hao 2018a; IBM 2020a.)

Tekoälyä on kehitetty jo pitkään, mutta se on noussut valokeilaan viime vuosina. Syynä tähän ei ole pelkästään sen kehityksen nopeutuminen, vaan myös sen tuomien hyötyjen laaja-alaisuus. Tekoälyllä voidaan tehostaa useita olemassa olevia teknologioita tai järjestelmiä, sekä sen hyödyntäminen avaa mahdollisuuksia uusille teknologioille ja työmenetelmille.

Tekoälyn kehitys on ollut niin nopeaa viime vuosina, että siitä on innostuttu ja huolestuttu, kun on tullut esille uusia mahdollisuuksia sekä riskejä. Tekstipohjaisia, suuren kielimallin tekoälyjä kuten Claude 3, GPT-4 ja Gemini Ultra voidaan hyödyntää esimerkiksi tietokoneohjelmien kirjoittamiseen, tekstin tulkkaukseen, tiivistämään pitkiä tekstejä, sekä ne suoriutuvat keskusteluista. (Privitera ym. 2024, 15.)

Tekoälyä hyödynnetään arkielämässä laajalti, terveydenhuollosta kauppajen osittain autonomisiin robottikuljetuksiin, sekä jokapäiväiseen tiedonhakuun. Yksi yleisimmistä kaupallisista käyttötavoista on koneoppimisen hyödyntäminen inter-

netmainonnan kohdistamiseen. Esimerkiksi jos käyttäjä suunnittelee lomamatkaa hakukonetta käyttäen, hän saattaa saada samalla laitteella sosiaalisessa mediassa hotelleja tarjoavan yrityksen mainoksia. Myös hakukoneiden tuloksia optimoidaan koneoppimisella. (Duch Guillot 2023, 3–5.)

## 2.1 Historia ja kehitys

Tekoälyn historia alkoi virallisesti 1940-luvulla ohjelmointikielten syntymisen mukana. Ensimmäiset ideat keskittyivät keinotekoiisiin aivoihin, mutta vuonna 1945 yhdysvaltalainen insinööri ja keksijä Vannevar Bush toi esille ideansa mekaanisesta laitteesta, joka kehittäisi ihmisten oppimista ja ymmärrystä ”laajentamalla muistia”. Tämä idea vaikutti epäsuorasti mobiililaitteiden keksimiseen. Hän myös ennusti onnistuneesti teknologian kehitystä kuvailemalla internetin tapaisen järjestelmän. (Bush 1945, 1–7, 8.)

Vuonna 1950 englantilainen matemaatikko ja logiikan tutkija Alan Turing julkaisi tutkimuksen, joka käsitteli tietokoneita ja niiden mahdollista älykkyyttä. Turingin tutkimukset keskittyivät hänen kehittämäänsä Turingin testiin, jonka läpäissyt järjestelmä olisi tietoinen itsestään ja omaisi ihmismäisen älykkyyden. Turingin arvon mukaan suurin este testin läpäisylle olisi järjestelmien muistin määrä, ja hän ennakoiki, että testi läpäistäisiin luotettavasti noin 50 kuluttua. (McGuire 2006, 5–6.)

Tähän mennessä muutama tekoäly on teoriassa läpäissyt Turingin testin, mutta ne ovat kaikki hyödyntäneet kapeaa tekoälyä, joka on suunniteltu erityisesti testin läpäisemiseen. Oppilaitokset ovat käyttäneet alkuperäistä testiä tutkimuksen ja vertailun motivaattoreina, mutta testistä on tehty myös muunneltuja, joskus vaikeampia versioita. Yksi esimerkki on yhdysvaltalaisen keksijän Hugh Loebnerin ylläpitämä vuosittainen Loebner palkinto, jonka tavoitteena oli Turingin testin läpäiseminen, mutta myös parhaat yritykset palkittiin. (McGuire 2006, 7–9.)

Termiä tekoäly käytti ensimmäisen kerran yhdysvaltalainen matemaatikko ja tietojenkäsittelytieteilijä John McCarthy vuonna 1956, kun hän järjesti ensimmäisen aiheita koskevan konferenssin. Hänellä oli pitkä ja palkittu ura tekoälyn ympärillä,

jonka aikana hän kehitti mm. tekoälyn kehityksen kannalta tärkeän LISP-ohjelmointikielen. Kieltä hyödynnettiin pitkään tekoälyn kehittämisessä, sekä erityisesti teollisuudessa 1960- ja 1970-luvuilla asiantuntijajärjestelmien kehittämisessä. 1980-luvun loppupuolella tekoälyn suosio räjähti asiantuntijajärjestelmien kautta, ja yli puolet Fortune 500 yrityksistä hyödynsi ja/tai kehitti niitä. (Huang 2006, 12; Smith 2006, 4.)

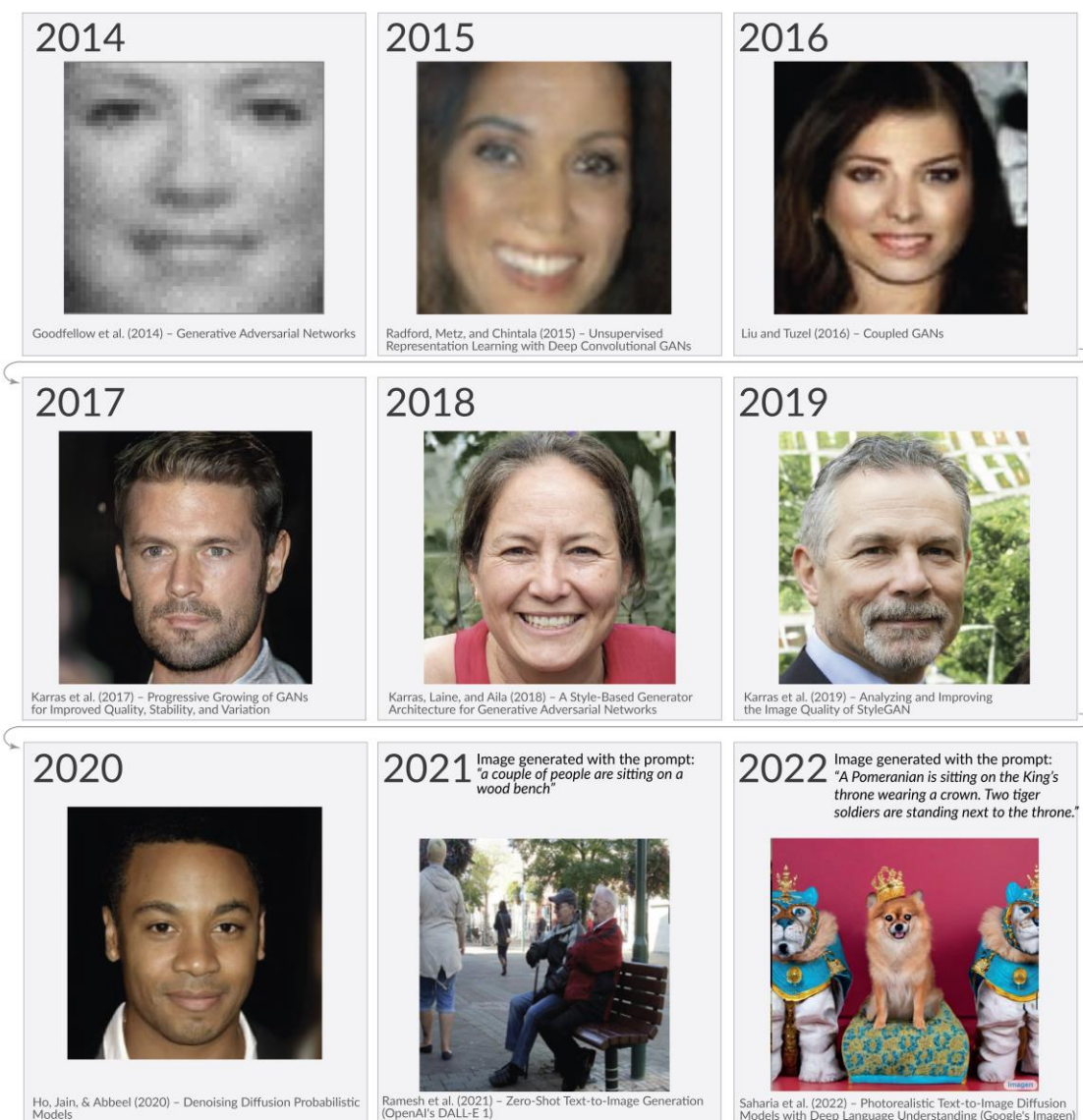
Huomattavasta kehityksestä ja asiantuntijajärjestelmien suosiosta suuryritysten keskuudessa huolimatta, useat valtiot ja tutkimuslaitokset vähensivät huomattavasti tekoälytutkimuksen rahoitusta 1970-luvun vaihteessa. Tämä johti kehityksen huomattavaan hidastumiseen tutkimus- sekä kaupalliskäytössä. Näitä tekoälyalvia oli useita, mutta yleisesti ne ylettyivät 1960-luvun lopusta 1990-luvun loppuun. (Yang 2006, 17–21.)

Rahoitusta alettiin tuomaan takaisin 2000-luvulla, ja siitä lähtien kehitys on ollut huomattavaa. Ensimmäiset suuret läpimurrot ovat tapahtuneet viimeisen 10 vuoden aikana, ja tekoäly on saavuttanut ihmismäisen tason usealla aihealueella. Tekoälyn kyky tunnistaa käsin kirjoitettua tekstiä sekä kuvia saavutti ihmismäisen tason vuonna 2015, kyky tunnistaa puhetta vuonna 2017, luetun ymmärtäminen vuonna 2018 ja kielten ymmärtäminen vuonna 2019. (Roser 2022.)

Samoihin aikoihin on tapahtunut useita läpimurtoja generatiivisen, luovan tekoälyn saralla. Vuonna 2014 generatiivinen tekoäly pystyi luomaan vain sumeita, epätarkkoja kuvia (kuva 1). Tämä toiminnallisuus kehittyi kuitenkin nopeasti, ja vuonna 2017 tekoäly pystyi luomaan fotorealistisia kuvia esimerkiksi ihmisen kasvoista. Nykypäivänä kehittyneimmät generatiiviset tekoälyt pystyvät luomaan lähes mitä tahansa, kunhan niiden tietoaineistot ovat tarpeeksi laajoja, ja kehote on suunniteltu tekoälyn tuntien. (Roser 2022.)

## Timeline of images generated by artificial intelligence

These people don't exist. All images were generated by artificial intelligence.



OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Charlie Giattino and Max Roser

KUVA 1. Generatiivisen tekoälyn kehitys kuvien luomisessa vuosina 2014–2022 (Roser & Giattino 2022).

### 2.2 Osa-alueet ja termit

Tekoäly voidaan jakaa eri osa-alueisiin monella eri tavalla. Yleisimmät jaot ovat tehtäväpohjainen, oppimispohjainen ja kykypohjainen jako. Tässä opinnäytetyössä käytetään kykypohjaista kolmen jakoa, joka perustuu tekoälyn kykyihin ihmisen älykkyyteen verrattuna.

Kapea tai heikko tekoäly ei ole ihmisen tasolla kaikilla osa-alueilla, mutta suoriutuu tehtäväkuvansa sisällä parhaimmillaan paremmin kuin ihminen. Seuraavat kaksi tekoälyn tasoa ovat vielä teoreettisia, mutta yleinen tekoäly on niistä lähempänä todellisuutta. Yleisellä tai vahvalla tekoälyllä olisi ihmismäinen tietoisuus ja sen älykkyys vastaisi ihmistä. Se pystyisi myös ymmärtämään tuottamaansa sisältöä ja oppimaan siitä. Supertekoäly on vielä täysin teoriapohjainen, ja sen omaava järjestelmä ei ainoastaan ylittäisi ihmisen älykkyyttä, mutta myös ymmärtäisi tunteita, sekä sillä olisi mahdollisesti omia tavoitteita (IBM 2023, 3).

### **2.2.1 Kapea tekoäly & koneoppiminen**

Kaikki vuonna 2024 arkikäytössä olevat tekoälyn sovellukset hyödyntävät kapeaa tekoälyä. Kapea tai heikko tekoäly eli ANI (Artificial Narrow Intelligence) perustuu algoritmeihin ja niiden käsittelemiin tietoaineistoihin. Kapean tekoälyn algoritmeilla on käytössään ennalta määritetyt tietoaineistot, ja niiden käsittelemisellä tarkoitetaan monivaiheista prosessia, jossa tiedot kerätään ja mahdollisesti tarkastetaan sekä esikäsitellään, jonka jälkeen alkaa tekoälyn opettaminen. Opettamisen aikana ja sen jälkeen tekoälyn pitäisi osata havaita tietoaineiston sisäisiä yhteyksiä, sekä hakea aineistosta käyttäjän tarvitsemaa tietoa. (IBM 2020c, 2023, 1.)

Kapean tekoälyn tavoite on antaa järjestelmälle resurssit suoriutua vain ja ainoastaan ennalta suunnitellusta, kapeasta tehtäväkuvasta mahdollisen tehokkaasti. Vaikka tehtäväkuva saattaa sisältää useamman kuin yhden tehtävän, kapea tekoäly ei pysty suoriutumaan mistään sen ulkopuolisesta tehtävästä ilman, että järjestelmää muokataan. Sen tehokkuus suoriutua tehtäväkuvastaan on usein vähintään ihmisen tasolla, tai sen yläpuolella. (IBM 2023, 1.)

Jotta järjestelmä pystyy suoriutumaan tehtävistä mahdollisimman tehokkaasti ja luotettavasti, tarvitsee se opettaa siihen. Tämä opettaminen on nimeltään koneoppimista, ja se tapahtuu soveltamalla algoritmeilla, joita noudattamalla järjestelmä käsittelee tietoaineistoa ja suoriutuu tehtävistä. (Hao 2018b).

Koneoppiminen voidaan suorittaa usealla eri tavalla, ja niistä suosituimmat ovat ohjattu, ohjaamaton, vahvistus sekä syväoppiminen (IBM 2020b). Jokaisella tavalla on omat heikkoudet ja vahvuudet, mutta kallis sekä luotettava ohjattu oppiminen on ollut historiallisesti laajimmassa käytössä (Hao 2018b). Siinä syötetään järjestelmälle esimerkkejä tilanteista ja niiden toivotuista tuloksista, jonka jälkeen se voi soveltaa näitä esimerkkejä kartoittamattomaan tietoaaineistoon (IBM 2020b).

Ohjaamattomassa oppimisessa järjestelmään ei syötetä esimerkkejä, vaan sen annetaan käsitellä kartoittamatonta tietoaaineistoa heti. Tästä syystä se on epäluotettavampi sekä halvempi vaihtoehto, mutta se saattaa myös löytää tietoaaineistosta yllättäviä yhteyksiä. Sillä on tällä hetkellä rajattuja käyttötarkoituksia, kuten kyberturvallisuus. Vahvistusoppimisessa järjestelmän annetaan käsitellä tietoaaineistoa itsenäisesti, mutta sille annetaan palautetta tuloksien perusteella. Mitä enemmän se saa palautetta, sitä luotettavampi se on. (Hao 2018b.)

Syväoppiminen on erittäin tehokas ja kallis oppimistapa, joka hyödyntää neuroverkkoja ohjatun tai ohjaamattoman oppimisen toteuttamisessa. Tämä auttaa järjestelmää löytämään aikaisemmin huomaamattomia yhteyksiä entistä syvemältä tietoaaineistosta. (IBM 2020b.)

Jopa kehittyneimmät syväoppimista hyödyntävät järjestelmät, kuten Amazonin Alexa, IBM:n Watson sekä OpenAI:n ChatGPT ovat vain kapeaa tai heikkoa tekoälyä. Ne eivät ole yleistä tai vahvaa tekoälyä muutamasta syystä:

- Toimivat vain yhdellä väylällä, esim. ChatGPT tekstillä ja Alexa äänellä.
- Rajoitettu käyttämään vain ennalta määritettyjä algoritmeja sekä tietoaaineistoja.
- Eivät ymmärrä tuottamaansa sisältöä, eivätkä opi siitä. (IBM 2023, 1.)

## 2.2.2 Yleinen ja vahva tekoäly

Yleinen tekoäly on suurelta osin vielä teoriaa. Jotkut asiantuntijat arvioivat sen kehittyvän käytettävään muotoon seuraavan 30 vuoden aikana, mutta alalta löytyy myös täysiä skeptikkoja. Tämänhetkinen idea yleisestä tekoälystä eli AGI:sta

(Artificial General Intelligence) on, että se rakennettaisiin samoista osista kuin heikko tekoäly, eli algoritmeista ja tietoaineistoista. (IBM 2024a; Mucci & Stryker 2024.)

Yleinen tekoäly olisi syntyessään verrattavissa ihmislapseen, se olisi tietoinen ja sillä olisi kyky oppia tuottamastaan sisällöstä. Sille pitäisi kuitenkin aluksi opettaa palautteen ja kokemusten avulla, mutta ajan kuluessa se kehittyisi ja suoriutuisi itsenäisesti mistä tahansa tekoällyn tehtävästä ihmisen tasolla. (IBM 2024a.)

Myös supertekoäly eli ASI (Artificial Superintelligence) on vahvaa tekoälyä, mutta se on vielä täysin teoriapohjalla. Supertekoäly suoriutuisi tehtävistään huomattavasti paremmin kuin yleinen tekoäly tai ihmiset, sillä olisi mahdollisesti omia tavoitteita sekä se ymmärtäisi tunteita. Lähimmät esimerkit tämän tasoista tekoälyä hyödyntävistä järjestelmistä ovat tieteisfiktiosta, esimerkiksi elokuvan 2001: Avarusseikkailun HAL sekä Terminator-elokuvasarjan Skynet. (IBM 2024b.)

### **2.2.3 Luonnollisen kielen prosessointi**

Luonnollisen kielen prosessointi eli NLP (Natural Language Processing) on tietotekniikan alalaji, jossa on tavoitteena antaa tietokoneelle kyky ymmärtää ja luoda ihmisten puhumaa tai kirjoittamaa kieltä. NLP:n pohjalla ovat tietokonelingvistiikka, jonka tavoite on ymmärtää kielioppia ja lauseiden merkitystä yhdistettynä tilastollisiin malleihin sekä tekoälyteknologioihin, kuten kone- ja syväoppimiseen. NLP:tä hyödynnetään tekoälytyökalujen lisäksi esimerkiksi hakukoneissa, äänellä toimivissa GPS-järjestelmissä sekä älypuhelimien virtuaaliavustajissa. (Holdsworth 2024.)

### **2.2.4 Suuri kielimalli**

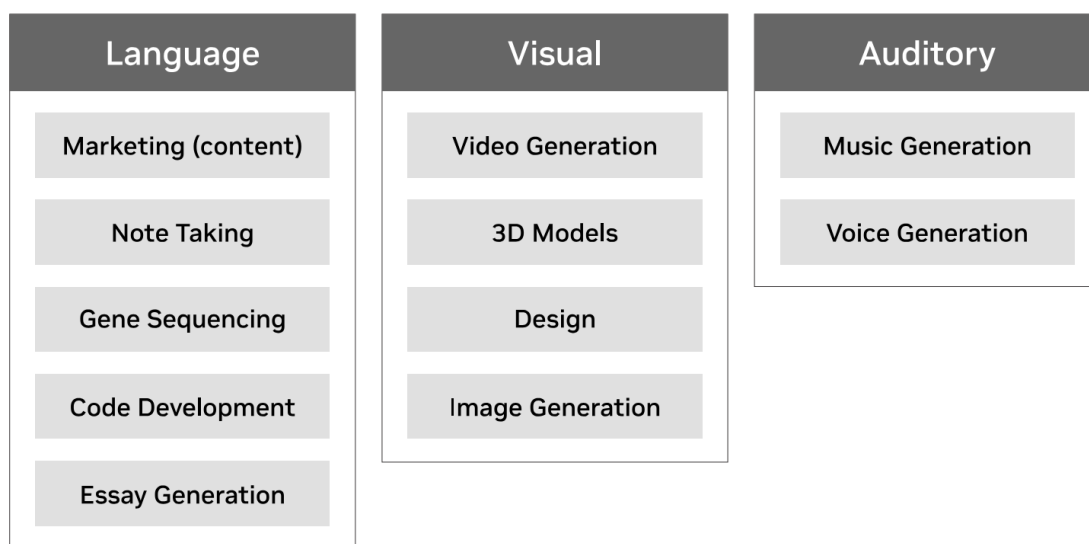
Suuri kielimalli eli LLM (Large Language Model) on tekoälymalli, jonka tavoite on hyödyntää NLP-tekniikkaa sekä moderneja tekoälyteknologioita, kuten neuroverkkoja, yhdistettynä erittäin suuriin tietoaineistoihin. NLP:tä hyödynnetään yk-

sinkertaisissa sovelluksissa, kun taas LLM:n tavoite on suoriutua kielen ymmärtämisestä ja luomisesta ihmisen tasolla. Ne suoriutuvat keskusteluista ja luovasta kirjoittamisesta, ymmärtävät asiayhteyttä, tiivistävät ja tulkkavat tekstiä sekä osaavat avustaa ohjelmoinnissa. Yleisesti niitä hyödynnetään monimutkaisemmissa tarkoituksissa, kuin NLP-sovelluksia, kuten OpenAI:n ChatGPT. (IBM 2024c.)

### 2.2.5 Generatiivinen tekoäly

Generatiivisen tekoälyn yleisin käyttötarkoitus on luoda sisältöä hyödyntämällä sen saatavilla olevaa tietoa. Sillä voidaan luoda mm. tekstiä, kuvamateriaalia sekä puhetta, mutta konetekniikan kannalta relevantti, suhteellisen uusi käyttötarkoitus on 3D-mallien luominen (kuva 2). Generatiivista tekoälyä voidaan hyödyntää myös esim. tuotantotekniikassa yrityksen toimintojen optimointiin. (Sheridan & Breunig 2023; NVIDIA 2024.)

## Generative AI Use Cases



KUVA 2. Yleisimmät, luovat generatiivisen tekoälyn käyttötarkoitukset (NVIDIA 2024).

Generatiivisen tekoälyn luoman sisällön laatu riippuu teknologian kehityksen lisäksi käyttäjän pyynnön, tai kehotteen laadusta. Tällöin puhutaan kehotesuunnit-

telusta (prompt engineering), joka tarkoittaa yksinkertaisesti kehotteen suunnittelua tavalla, jonka ansiosta saadaan toivottuja ja mahdollisimman tarkkoja tuloksia. Käytännössä se tarkoittaa usein sitä, että käyttäjä kokeilee useampaa variaatiota kehotteesta, ja tarkastelee tulosten välisiä eroja. Tätä voidaan myös verrata esimerkiksi hakukoneiden käyttöön, joissa käyttäjä ei välttämättä löydä toivottua tietoa ensimmäisellä yrityksellä. Termiä käytetään myös muiden kuin generatiivisten tekoälyjen kehoitteiden suunnittelusta. (IBM 2024d.)

### **2.2.6 Synteettinen data**

Generatiivisella tekoälyllä voidaan luoda synteettistä dataa. Synteettinen data on keinotekoisesti luotua tietoa, jota voidaan hyödyntää useilla tekoälyn aihealueilla, kuten datatieteessä. Sitä voidaan hyödyntää tietoaaineiston paikanvaraajana (placeholder) tekoälyn kehitystyössä, sekä sitä hyödynnetään laajentamaan olemassa olevia tietoaaineistoja monesta eri syystä, kuten terveydenhuollossa hyödynnettävien tekoälysovellusten opettamiseen, jotta voidaan minimoida luottamuksellisten potilastietojen käyttäminen. (IBM 2024f.)

### **2.2.7 Tietokonenäkö & konenäkö**

Tietokonenäkö tekoälyn alalaji, jonka tavoite on antaa tietokoneelle ihmismäinen kyky nähdä, tulkita ja ymmärtää. Se hyödyntää koneoppimista ja neuroverkkoja opettamaan järjestelmää tulkitsemaan kuvia, videoita tai muuta visuaalista materiaalia, sekä antamaan suosituksia tai tekemään päätöksiä sen suorittaman tulokinnan perusteella. Tietokonenäkö pystyy mm.

- tunnistamaan kuvan tyyppin tai siinä olevan objektin, esim. onko kuva koirasta, omenasta vai ihmisen kasvoista, ja mitä muuta kuvasta löytyy
- seuraamaan videossa näkyvää objektia, esim. autonominen ajoneuvo pystyy tunnistamaan ihmisen tai toisen ajoneuvon, sekä seuraamaan sitä, jotta voidaan välttyä törmäyksiltä
- etsimään kuva-aineistoista tiettyjä kuvia niiden sisällön perusteella välittämättä mahdollisesta metatiedosta, tai määrittelemään niille metatiedot sisällön perusteella.

Tietokonenäköä hyödynnetään mm. kasvontunnistuksessa, terveydenhuollossa, autonomissa ajoneuvoissa sekä yksinkertaisemmissa, konenäköä hyödyntävissä järjestelmissä. (IBM 2024i; Zebra n.d.)

Konenäöllä viitataan etenkin tuotantotekniikan koneisiin, joille on annettu kyky nähdä ja tulkita. Konenäköä pidetään tietokonenäön alalajina, koska se hyödyntää tietokonenäköä, mutta sen sovellukset eivät aina hyödynnä tekoälyä. Se on rajattu suoriutumaan vain halutusta tehtävästä, kuten yksittäisen viivakoodin tarkastaminen jokaisesta tuotantolinjan tuotteesta. Konenäköä hyödynnetään mm. laaduntarkastuksessa ja prosessinvalvonnassa. (Zebra n.d.)

### **2.2.8 Autonomiset järjestelmät**

Autonomia tarkoittaa itsehallintoa, eli tekoälyn yhteydessä sen kykyä tehdä päätöksiä itsenäisesti, ilman ihmisen hallintaa. Autonomiasta tekoälyä hyödyntäviä järjestelmiä sanotaan AI (Artificial Intelligence) agenteiksi. Ne hyödyntävät suuria kielimalleja adaptoitumaan käyttäjän toiveisiin, ja saattavat muistuttaa muuten yleistä tekoälyä, mutta niillä on yleensä vain yksi tavoite, kuten turvallisesti ajaminen. Tästä syystä niillä on oltava tekoälyteknologian lisäksi työkalut tehtävään vaikuttavien muuttujien tarkkailuun, kuten tietokonenäkö ja anturit autonomisessa ajoneuvossa. (Gutowska 2024.)

Autonomisia järjestelmiä kehitetään useille eri aloille, kuten

- asiakasneuvonta, generatiivista tekoälyä hyödyntävät keskustelubotit, jotka osaavat vastata käyttäjän kysymyksiin rajoitusten sisällä
  - terveydenhuolto, diagnoosin tekemisessä ja hoidon suunnittelussa avustavat järjestelmät
  - maanviljely, ajoneuvot kuten traktorit, elonkorjuun sekä poiminnan tarpeen arviointi ja toteutus lennokeilla ja muilla roboteilla
  - logistiikka, ajoneuvot kuten lennokit ja muut kuljetus-, sekä varastorobotit.
- (Advanced Navigation 2024; Gutowska 2024; Zhuravlova 2024.)

## 2.3 Kehitys ja hyödyntäminen

Tekoälyn kehitykseen sekä hyödyntämiseen arki- ja työelämässä liittyy useita etuja ja riskejä, ja niitä kartoitetaan lisää jatkuvasti. Osa eduista ja riskeistä jakavat aihealueensa, esimerkiksi automaation nopea kehittyminen kehittää markkinoita ja parantaa ihmisten elämänlaatua, mutta saattaa samalla vähentää työpaikkojen määrää. Tässä opinnäytetyössä ei ole listattu kaikkia kehitykseen sekä hyödyntämiseen liittyviä etuja ja riskejä, vaan niistä on listattu ja avattu huomattavia esimerkkejä.

### 2.3.1 Työmarkkinallinen näkökulma

Nopea, säätelemätön kehitys on yksi tekoälyn suurimmista riskeistä ja mahdollisuuksista. Se on parhaillaan ihmisten elämänlaatua parantava mahdollisuus, mutta jos kehitys on täysin säätelemätöntä, saatetaan menettää suuria määriä työpaikkoja automaatiolle, suuret yritykset saattavat saada liikaa valtaa, tai pahimmillaan vaarannetaan ihmisten olemassaolo. (Marr 2023.)

Kirjanpito- ja yrityskonsultointiyritys PricewaterhouseCoopers (2021) arvioi tekoälyn vaikutusta työmarkkinoihin varoittavasti. PwC (2021) arvioi, että seuraavan viiden vuoden aikana noin 7 % Ison-Britannian tämänhetkisistä työpaikoista olisi vaarassa kadota tekoälyn mahdollistaman automaation vuoksi, ja prosenttimäärä kasvaa huomattavasti seuraavan 30 vuoden aikana. Suurin osa näistä työpaikoista olisi tuotantoteollisuudessa, joka oli jo menettänyt tasaisesti työpaikkoja automaatiolle. (PwC 2021, 5–11.)

PwC (2021) antoi raportissaan kuitenkin neutraalin arvion kokonaiskuvasta, sillä raportin mukaan pitkän aikavälin vaikutus työmarkkinoihin Iso-Britanniassa olisi neutraali, ja että tekoälyn mahdollistama automaatio vaikuttaisi enemmän suurilla, kuin pienillä palkkatasoilla. PwC (2021) arvioi myös, että tekoäly ja siihen liittyvät teknologiat kasvattaisivat Iso-Britannian bruttokansantuotetta jopa 10 % vuoteen 2030 mennessä. Tämän lisäksi konsulttiyhtiö McKinsey & Company (2023) arvioi, että tekoäly saattaa kasvattaa maailmanlaajuisista markkina-arvoa triljoonilla dollareilla (PwC 2021, 5–11; McKinsey & Company 2023).

### 2.3.2 Yhteiskunnallinen ja sosiaalinen näkökulma

Yksityishenkilölle yksi suurimmista riskeistä on yksityisyyden heikkeneminen, sillä tekoälyä hyödyntämällä on mahdollista kerätä ja käydä läpi tehokkaasti suuria määriä yksityistä tietoa. Lisäksi kun tekoälyn hyödyntäminen yleistyy, siihen saattaa myös syntyä riippuvaisuutta. Tämä riippuvaisuus saattaisi vähentää ihmistenvälistä kontaktia ja sen kautta esimerkiksi empatiaa ja sosiaalisia taitoja. (Marr 2023.)

Tekoälyä hyödynnetään myös virheellisen informaation tuottamisessa, jota levittämällä saatetaan tavoitella poliittista tai ekonomista hyötyä. Tekoälyllä tuotetut sekä muokatut viestit ja kuvat eivät ainoastaan ole harhaanjohtavia, vaan ne heikentävät myös ihmisten yleistä luottamusta. (Stanford University 2021.)

### 2.3.3 Kiistanalaisuudet

Tekoälyjen tietoaaineistot ovat erittäin kiistanalainen aihe useasta syystä. Koska useimmiten tietoaaineiston suuruus on suoraan verrannollinen tekoälyn tehokkuuden kanssa, kerätään oppimiseen käytettävää tietoa osittain tietoa tekijänoikeuksista välittämättä. Tällä hetkellä on myös mahdollista, että oppimisessa hyödynnettäisiin julkisesti saatavilla olevia henkilötietoja ilman erillistä lupaa. Nämä kyseenalaiset toimet johtavat myös epäsuorasti kehitykseen liittyvän tiedon salailuun, mutta eivät tietysti päde jokaisessa tilanteessa, sillä esimerkiksi Googlen Gemini-Med tekoälyn opettamiseen on käytetty vain anonymisoituja, julkisia terveystietoja. (Privitera ym. 2024, 61–62.)

Yksi tähän liittyvistä huomattavista riskeistä on tietoaaineistojen mahdollinen puolueellisuus sekä aliedustus. Tämä ilmenee esimerkiksi silloin, jos terveydenhuollossa tai työmarkkinoilla hyödynnettävä tekoäly käyttää oppiessaan valtaosin länsimaalaista tietoaaineistoa. Jos tällaista tekoälyä hyödynnetään esimerkiksi työntekijän valitsemisessa, erityisesti länsimaiden ulkopuolella, se saattaa tietämättään tuottaa ei-haluttuja tuloksia. (Privitera ym. 2024, 49–51.)

Teknologinen singulariteetti on yksi puhutuimmista tekoälyyn liittyvistä kiistoista, ja tekoälyyn se liitetään usein, etenkin mediassa, dystopiatäytteisinä tulevaisuudenkuvina, joissa tekoäly on vallassa. Asiantuntijoiden mielipiteet tekoälyn kehityksen vaikutuksesta yhteiskuntaan vaihtelevat negatiivisen, neutraalin ja positiivisen välillä. Yhdysvaltalainen tietotekniikan tieteilijä Ray Kurzweil pitää singulariteettia väistämättömänä ja positiivisena asiana. Hän on arvioinut pitkään, että yleinen tekoäly saavutetaan vuonna 2029 ja supertekoäly vuonna 2045. (Corbyn 2024; Privitera ym. 2024, 51–53.)

Nopeaan kehitykseen liittyy ajankohtaisempiakin ongelmia, kun autonomiset järjestelmät kehittyvät ja yleistyvät esimerkiksi liikenne- ja aseteollisuudessa. Tämä on potentiaalisesti suuri riski ja se ei rajoitu ainoastaan autonomisiin järjestelmiin. Riskiä korostaa, että tällaisiin järjestelmiin vaadittavan tekoälyn kehittäminen maksaa satoja miljardeja tai jopa biljoonia dollareita, joka johtaa siihen, että suurin osa järjestelmistä perustuu yhden yrityksen pohjatuotteeseen. Tästä syystä mahdolliset viat ja etenkin turvallisuusheikkoudet voivat johtaa katastrofisiin tuloksiin. (Privitera ym. 2024, 58–59.)

Yksi ajankohtainen esimerkki kyseisestä ilmiöstä tapahtui heinäkuussa 2024, kun vika yhden yrityksen tuotteessa lamautti IT-järjestelmiä maailmanlaajuisesti. Huomattavia seurauksia oli mm. yli 2000 lennon peruminen, sairaaloiden toiminnan hidastuminen, sekä katkokset pankkien ja media-alan yritysten palveluissa. (Milmo ym. 2024.)

#### **2.3.4 Tekoälyn hyödyntäminen töissä**

Tekoälyn hyödyntäminen esimerkiksi sähköpostien tai tiedotteiden kirjoittamiseen on suosiossa, mutta on tärkeää perehtyä teknologiaan ja yrityksen käytäntöihin ennen kuin alkaa hyödyntämään sitä työtehtävissä, sillä monilla yrityksillä on tekoälyn hyödyntämiseen liittyviä sääntöjä. Ennen tekoälyn hyödyntämisen aloittamista on aina hyvä kysyä asiasta, sekä huomioida seuraavat ohjeet:

- Älä käytä tekoälytyökaluja, joita ei ole erikseen mainittu hyväksyttävänä yrityksen käytännöissä.

- Älä syötä tekoälytyökaluihin luottamuksellista tietoa.
- Älä syötä tekoälytyökaluihin asiakkaiden tai yrityksen työntekijöiden henkilötietoja. (Afshar 2023.)

Lisäksi kannattaa ottaa huomioon, että vaikka kyseinen tekoälytyökalu on hyväksytty käyttöön, siihen luultavasti liittyy muitakin käyttöohjeita ja sääntöjä. Monet yritykset haluavat hyödyntää vain lokaaleja tekoälytyökaluja. Lokaalius tässä tapauksessa tarkoittaa sitä, että ne on asennettu yrityksen valitsemaan paikkaan, esimerkiksi fyysisesti yrityksen tiloissa olevaan tietokoneeseen. Tämä parantaa tietoturvaa, sillä työkaluun syötetty tietoa ei lähetä työkalun tarjoajalle tai muulle kolmannelle osapuolelle. Tämän lisäksi jotkut lokaalit työkalut hyödyntävät avointa lähdekoodia, joka saattaa olla tärkeä ominaisuus tietoturvaa arvostaville yrityksille. (Marshall 2024; LangChain n.d.)

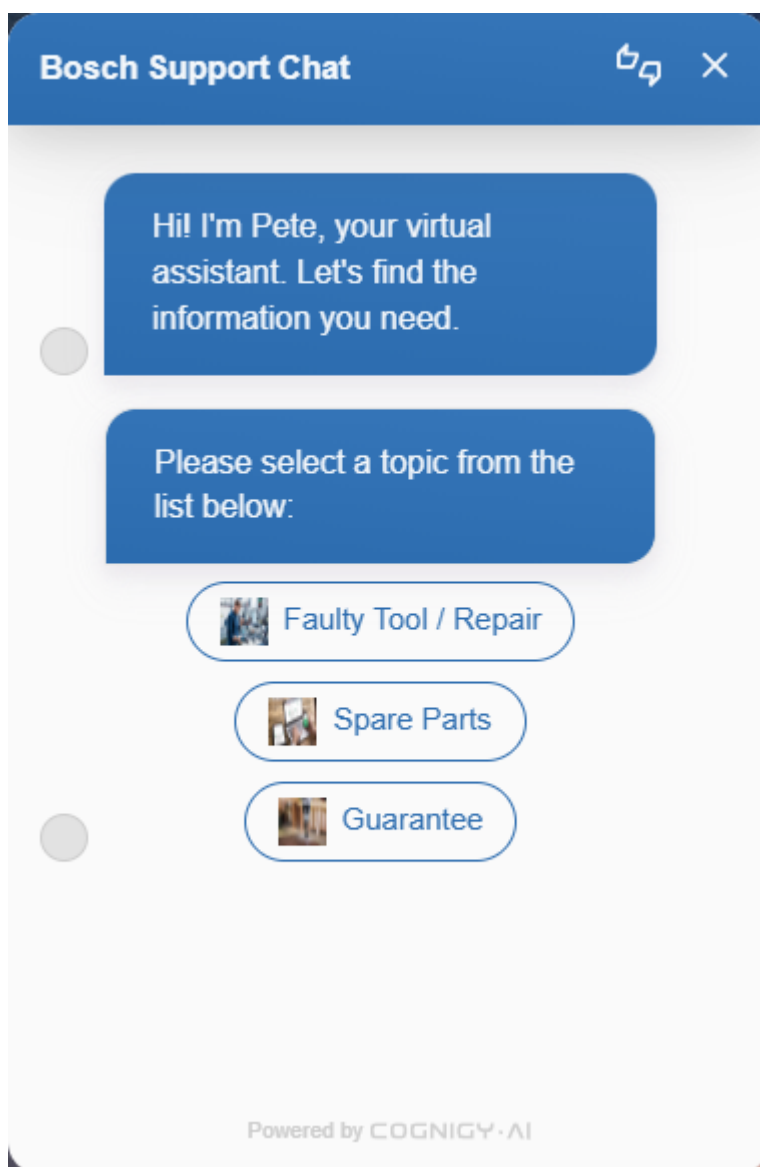
### 3 TEKOÄLYN SOVELLUKSET

Tässä osiossa käydään tarkemmin läpi tekoälyn sovelluksia ja niiden mahdollisuuksia. Osio keskittyy sovelluksiin, joilla on tällä hetkellä tai mahdollisesti tulevaisuudessa konetekniikan kannalta relevantteja käyttötarkoituksia. Kehittyneempiä käyttötarkoituksia avataan perustasolla, kun taas uudempia ja tulevaisuuden käyttötarkoituksia käydään läpi tarkemmin. Jokaisessa osiossa avataan mitä tekoälyn osa-alueita se hyödyntää.

#### 3.1 Keskustelubotit

Keskustelubotit hyödyntävät useita eri tekoälyn osa-alueita, riippuen niiltä toivotuista ominaisuuksista. Yksikertaisimmat botit hyödyntävät sääntöpohjaista ohjelmointia, kun taas monipuolisemmat hyödyntävät luonnollisen kielen prosessointia (NLP), tai jopa suuria kielimalleja (LLM). Keskustelubotteja voidaan käyttää useaan eri käyttötarkoitukseen, joista yleisimmät ovat tiedon hakeminen, asiakasneuvonta sekä myyntityö. Niiden tavoitteita on mm. ohjata käyttäjä verkkosivujen sisällä oikeaan osoitteeseen, vastata usein kysytyihin kysymyksiin sekä ohjata käyttäjä asiakasneuvojalle pyynnöstä, tai kun sen kyvyt eivät riitä ongelman ratkaisemiseen. Niitä löytyy nykyisin useiden yritysten ja yhdistysten verkkosivuilta, ja ne ovat kustomoitu tilaajan tarpeet ja riskit huomioon ottaen. (Church 2023; IBM 2024e.)

Mitä yksinkertaisempi botti on, sitä vähemmän sen hyödyntämiseen liittyy riskejä. Tästä syystä yksinkertaisin ja samalla vähiten tekoälyä hyödyntävä, valikkopohjainen bottityyppi tulee usein vastaan verkkosivuilla (kuva 3). Valikkopohjainen botti ei anna käyttäjälle mahdollisuutta kirjoittaa, vaan se antaa vaihtoehtoja, joita klikkaamalla käyttäjä navigoi haluamaansa tulokseen. Tällaisella botilla on kuitenkin hitain käyttökokemus, ja käyttäjä ei löydä aina haluamaansa ensimmäisien valikkopuiden alta, tai lainkaan. (Church 2023.)



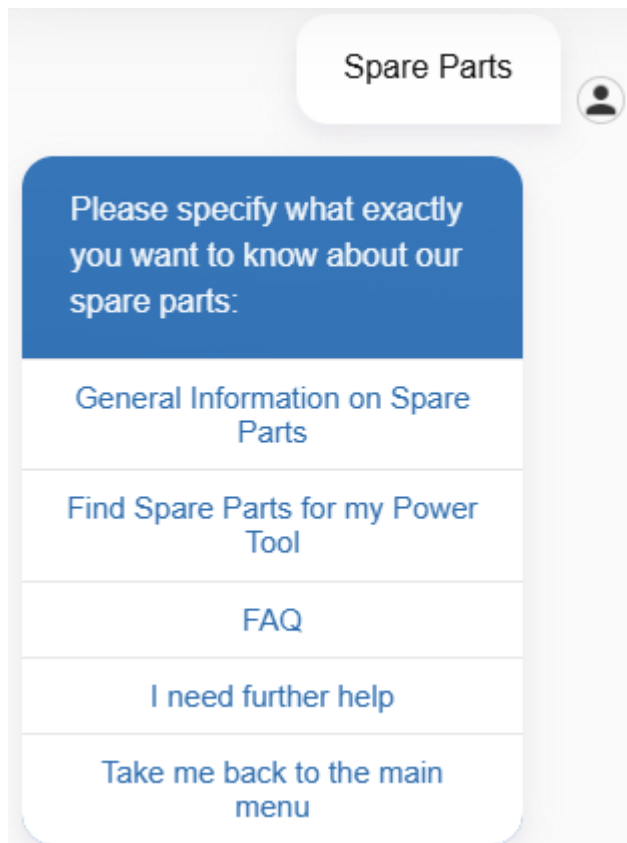
KUVA 3. Esimerkki valikkopohjaisesta keskustelubotista, Bosch Support Chat (Bosch 2024).

Sääntöpohjainen botti perustuu samaan ideaan, mutta siinä käyttäjä kirjoittaa tekstikenttään, ja botti auttaa parhaansa mukaan. Ne vaativat kuitenkin enemmän työtä suunnitteluvaiheessa, eivätkä aina ymmärrä monimutkaisia kysymyksiä, koska ne toimivat usein avainsanojen avulla. Viime vuosina on aloitettu käyttämään asiakasneuvonnassa suuria kielimalleja hyödyntäviä keskustelubotteja, jotka ovat useimmiten rajoitettuja versioita markkinoilla olevista generatiivista tekoälysovelluksista, kuten OpenAI:n ChatGPT tai IBM:n Watson. Myös puheäänellä toimivia vaihtoehtoja on tutkittu ja kokeiltu asiakasneuvonnassa, mutta teknologian kehitystilanteen vuoksi käyttäjät ovat suhtautuneet niihin negatiivisesti. (Church 2023.)

Kun teknologia kehittyi ja tilaajat halusivat enemmän boteiltaan, ne pääsivät otsikoihin maailmanlaajuisesti, ja jopa suomessa. Useimmat keskustelubotteihin liittyvät riskit voidaan välttää, kun sovelluksia rajoitetaan ja testataan tarpeeksi. Teknologian alkutaipaleilla, vuonna 2019 suomalainen yritys otti käyttöön sääntöpohjaisen, asiakasneuvontaa tekevän keskustelubotin. Sen asiakkaalle antama vastaus päätyi sosiaaliseen mediaan ja uutisiin, aiheuttaen yritykselle negatiivista mainetta. (Yle 2019.)

Tuoreempi esimerkki tapahtui vuonna 2023, kun yhdysvaltalainen yritys otti käyttöön ChatGPT:tä hyödyntävän, asiakasneuvontaa tekevän keskustelubotin. Asiakkaille selvisi nopeasti, että sitä ei ollut rajattu millään tavalla, ja siltä pystyi esimerkiksi pyytämään apua minkä tahansa aiheen kanssa tai solmimaan epäedullisia kauppia. Täten käyttäjät olivat mm. pyytäneet siltä ohjelmointiapua, sekä sopineet ostavansa yrityksen tuotteita huomattavilla alennuksilla. (Business Insider 2023.)

Näistä virheistä on kuitenkin selvästi opittu, sillä kuvan 3 esimerkki, valikkopohjainen Bosch Support Chat -botti vaikuttaa olevan yksinkertainen sekä erinomaisesti suunniteltu. Käyttäjän pyytäessä apua esimerkiksi varaosiin liittyen, se ainoastaan ohjaa toivotulle sivulle, parantaen sivujen käyttökokemusta (kuva 4). (Bosch 2024.)



Kuva 4. Bosch Support Chat:n antamat vaihtoehdot, kun käyttäjä tarkentaa tarvitsevänsä apua varaosiin liittyen (Bosch 2024).

## 3.2 Suunnittelu

Generatiivista tekoälyä voidaan hyödyntää 3D-suunnittelussa usealla eri tavalla, ja niitä käytetään eri käyttötarkoituksiin. Tekoälyä voidaan hyödyntää avustamaan 3D-suunnittelussa, luomaan 3D-malleja tekstistä sekä ohjelmoimalla, ja luomaan g-koodia 3D-malleista ja piirustuksista. G-koodi on ohjelmointikieli, joka antaa 3D-tulostimille ja muille perinteisemmille CNC-koneille (kuten sorvi tai jyrsin) ohjeet halutun tuloksen saavuttamiseksi. (Awati 2024.)

### 3.2.1 Generatiivinen suunnittelu

Konetekniikalle näistä hyödyllisin on generatiivinen suunnittelu (generative design), jota käytetään 3D-mallien luomiseen, sekä yleisesti avustamaan suunnittelussa. Siinä hyödynnetään tekoälyä CAD-ohjelman sisällä, ja se osaa käyttää

suurta osaa ohjelmiston ominaisuuksista, kuten topologista optimointia. Ohjelman käyttäjä määrittelee vaatimukset mallille, kuten valmistusmenetelmän, materiaalin, alkugeometrian sekä kuormitukset, joiden perusteella ohjelma luo yhden tai useamman version mallista (kuva 5). (McClintock 2023; Siemens n.d.)

Ominaisuudesta on apua kaiken tasoisille suunnittelijoille, mutta tällä hetkellä siitä hyötyvät eniten kokemattomat suunnittelijat. Se ei kuitenkaan tarkoita sitä, että ohjelma tekee kaikki työt suunnittelijan puolesta, sillä vaatimusten asettaminen ja tulosten tulkitseminen vaatii itsessään ammattitaitoa. Yleisesti ominaisuudesta on hyötyä eniten prosessin alkuvaiheessa, sekä yleiseen ideointiin. Suunnittelija voi myös keskittyä muihin mahdollisiin työtehtäviinsä, kun tietokone generoi malleja. Oikein käytettynä, ja etenkin teknologian kehittyessä, generatiivisella suunnittelulla on suunnattomasti potentiaalia auttaa innovatiivisten tuotteiden luomisessa, sekä säästää aikaa ja rahaa. (McClintock 2023; Siemens n.d.)

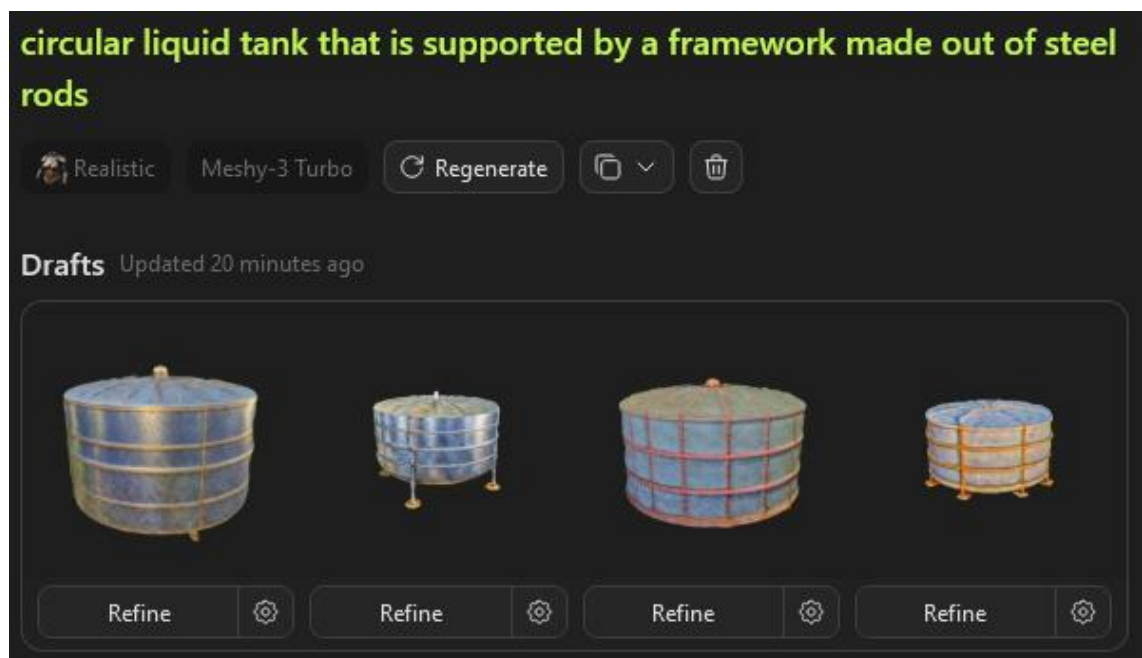


KUVA 5. Generatiivisen suunnittelun luomia vaihtoehtoja (Siemens n.d.).

### 3.2.2 3D-malleja kehoitteella (Text-to-3D)

CAD-ohjelmassa tapahtuvan generatiivisen suunnittelun lisäksi 3D-malleja voidaan luoda tekstistä kehoitteilla (Text-to-3D). Monet näistä palveluista ovat verkkosivupohjaisia, ja osaa on myös mahdollista kokeilla ilmaiseksi. Arvioisin, että niistä voisi olla apua konetekniikassa ensimmäisten prototyyppien ideointiin, mutta suurin käyttäjäkunta on luultavasti pelien ja videoiden parissa työskentelevät.

Yksi parempilaatuisista kokeilemistani verkkosivustoista oli Meshy (<https://www.meshy.ai>), mutta jopa sen luomia 3D-malleja olisi haastavaa hyödyntää konetekniikassa muuhun, kuin ideointiin tai aikaisena esittelymateriaalina. Esimerkkinä tästä kuva 6, jossa pyysin sitä luomaan pyöreän nestesäiliön, jota tukee teräsrakenne. Palvelu antaa yhdestä kehoitteesta useamman vaihtoehdon, joista käyttäjä voi valita yhden tai useamman, jota haluaa työstää pidemmälle. Palvelussa luodut mallit on mahdollista ladata useassa eri tiedostomuodossa, joista yksi on STL.



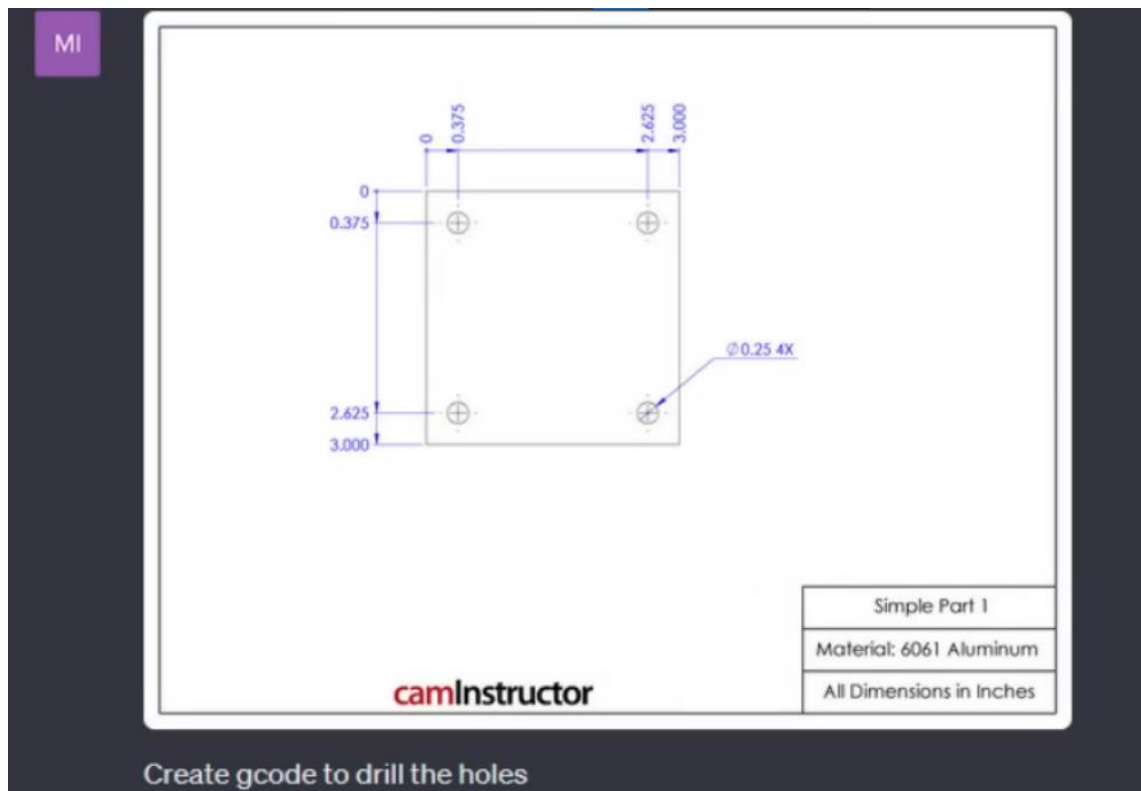
KUVA 6. Meshy-palvelun luomat 3D-mallit, kuvan yläosassa valitsemani kehoite (Meshy 2024).

### 3.2.3 CNC & G-koodi

Jotta malli voidaan 3D-tulostaa tai työstää muilla perinteisemmällä CNC-koneilla, sen tiedot pitää muuttaa G-koodiksi. G-koodin luominen onnistuu suoraan useissa suunnitteluohjelmistoissa, mutta se onnistuu huomattavasti vaivattomammin 3D-malleista, kuin 2D-piirustuksista. Se onnistuu myös generatiivisella tekoälyllä, ja sen hyödyntäminen on yksi mahdollisista ratkaisuista tapauksissa, joissa mallia ei ole saatavilla, mutta piirustukset ovat. Generatiiviselle tekoälylle voi myös yrittää kuvailla haluttua tulosta, mikäli se on yksinkertainen, ja siitä ei ole piirustusta tai mallia. Tietysti työasioissa pitää muistaa, että tuntee yrityksen kannan tekoälyn hyödyntämiseen ennen kuin hyödyntää etenkin ei-lokaaleja tekoälysovelluksia. (Afshar 2023; Hider 2023; Awati 2024.)

Wearne (2023) on tehnyt aiheesta kaksi videota, joissa hän arvioi generatiivisen tekoälyn kykyä luoda G-koodia 2D-piirustuksista. Kehotteen ja piirustuksen lisäksi, hän antaa tekoälylle tiedon, että G-koodin tulisi olla sopivaa Haas:n pystykaraiselle jyrsimelle. Ensimmäisessä videossa hän arvioi OpenAI:n ChatGPT-3:sta, ja kuusi kuukautta myöhemmin toisessa videossa tuoreempaa GPT-4:sta. Uudemmallalla videolla GPT-4 suoriutuu hyvin yksinkertaisesta piirustuksesta (kuva 7), mutta sillä on vaikeuksia monimutkaisemman kanssa. Hän testaa G-koodin CIMCO Edit -ohjelmalla, ja arvioi, että jos ne olisivat olleet oppilaina aloittelijakurssilla, olisi hän antanut GPT-3:lle arvosanaksi B:n tai C:n, kun taas GPT-4 olisi saanut A:n, eli kiitettävän. (Hider 2023; Wearne 2023.)

GPT-4 antaa käyttäjälle mahdollisuuden luoda siitä oman, kustomoidun version. Wearne (2023) kokeili myös tätä ominaisuutta luomalla oman version, jonka tietoineistoksi hän syötti Haas:n jyrsimen ohjelmoinnin ohjekirjan. Hän uskoo sen olevan mainio työkalu tiedonhakuun, sillä se on nopeampaa kuin ohjekirjan manuaalinen selaaminen. Hänen mielestään tekoäly on kehittynyt erittäin nopeasti, sekä hän toivoo, että CAD/CAM-ohjelmistojen kehittäjät hyödyntäisivät sitä tulevaisissa projekteissaan. (Hider 2023; Wearne 2023.)



KUVA 7. Piirustus, jonka muuttamisesta G-koodiksi GPT-4 suoriutui kiitettävästi, sekä sille annettu kehote (Wearne 2023).

### 3.3 Ajoneuvoteollisuus

Ajoneuvoteollisuudessa hyödynnetään tekoälyä moneen käyttötarkoitukseen, mutta niistä ikonisin on itseohjautuvat, eli autonomiset ajoneuvot. McKinsey & Company:n (2024) tekemän tutkimuksen mukaan tason 4 autonomisia takseja odotetaan markkinoille viimeistään vuonna 2030, ja täysin autonomista rekkaliikennettä vuosien 2028 ja 2031 välillä. (Chiao ym. 2024.)

Taso 4 tarkoittaa, että ajoneuvo toimii täysin itsenäisesti, mutta vain ennalta suunnitellussa tilanteessa ja ympäristössä, kun taas tason 5 ajoneuvo olisi täysin itsenäinen kaikissa tilanteissa. Vaikka useat yritykset, kuten Bosch Mobility kertovat saavuttaneensa tason 4, on teknologian kaupallinen hyödyllisyys vielä rajallinen. (Bosch Mobility n.d.)

Autonomisten ajoneuvojen opettamiseen hyödynnetään AI agentteja, tietokonenäköä ja generatiivista tekoälyä. Generatiivisen tekoälyn pääasiallinen käyttötarkoitus on tehdä opettamisesta edullisempaa, tehokkaampaa ja turvallisempaa, ja siinä hyödynnetään generatiivisella tekoälyllä luotuja 3D-maailmoja ja -malleja sekä synteettistä dataa. (IBM 2024f; NVIDIA 2024.)

Koska autonomisia ajoneuvoja on erilaisia henkilöautoista rekkoihin, yhdellä ajoneuvotyypillä kerättyä tietoaineistoa ei ole tehokasta tai turvallista käyttää toisen ajoneuvotyypin opettamisessa (kuva 8). Tekoälyä hyödynnetään mm. muokkaamaan tietoaineiston korkeutta tai kuvakulmaa sopivammaksi toiselle ajoneuvotyypille, luoden synteettistä dataa, ja mahdollistaen sen, että henkilöautolla kerättyä tietoainestoa voidaan hyödyntää myös rekkojen opettamiseen, tai päinvastoin. (Sholingar, Alvarez, Choe & Joo 2023).



KUVA 8. Erot ajoneuvotyyppien näkökentissä, jotka vaikuttavat kerätyn raakatiendon hyödyllisyyteen eri sovelluksissa (NVIDIA 2023).

### 3.4 Robotiikka & konenäkö

Robotiikka ja konenäkö ovat suurimpia tekoälyn kehityksestä hyötyneitä tuotantotekniikan osa-alueita. Molempia on hyödynnetty tuotannossa jo ennen niiden

tehostamista tekoälyllä, sekä niitä tullaan todennäköisesti hyödyntämään tulevaisuudessa entiseen tapaan, sekä tekoälyn kanssa. Robotiikka ja konenäkö liittyvät myös toisiinsa enemmän ja enemmän, mitä useammin robotiikka alkaa hyödyntämään kone- ja tietokonenäköä. Yksi tuotantotekniikkaan liittyvä esimerkki tästä on Micropsi Industries:n MIRAI 2, joka on esim. tuotanto- tai testausrobotteihin liitettäväksi kehitetty tekoälypohjainen konenäköjärjestelmä. (Micropsi Industries 2024c.)

Tekoälypohjaiset konenäköjärjestelmät hyödyntävät kone- ja syväoppimista, jonka avulla ne voivat kehittyä tehtävässään jatkuvasti, korjaten liikkeitään reaaliajassa. Niille riittää muutama esimerkki, toisin kuin perinteisille konenäköjärjestelmille, joiden käyttöönotto esim. tietyissä valoisuus- tai heijastusolosuhteissa saattaa olla erittäin haastavaa. (Micropsi Industries 2024b.)

Suurimpia tekoälyn hyödyntämisen hyötyjä konenäkö- ja robotiikkajärjestelmissä on käyttöönoton ja muutosten tekemisen vaivattomuus, ja nopeus. Micropsi Industries antaa verkkosivuillaan esimerkin asiakkaansa tilanteesta (kuva 9), jossa heidän tuotantolinjansa tarvitsisi erittäin hienovaraisen asennuksen, jos he haluaisivat turvautua perinteiseen robotiikkajärjestelmään. Robotin tarvitsee nostaa hammaspyörän akselit pesusta lämpökäsittelytelineeseen, jossa on niille sopivat ulokkeet. Tämä teline ei ole kuitenkaan aina samassa paikassa, ja hallin valoisuustilanne aiheuttaa heijastuksien kautta vaikeuksia metallisten komponenttien tunnistamisessa. (Micropsi Industries 2024a, 2024b.)



KUVA 9. Asiakasesimerkki, jossa tekoälypohjainen konenäkörobotti suoriutuu haastavasta automaatiotyöstä (Micropsi Industries 2024).

### 3.5 Toimitusketju & logistiikka

Tekoälyä, ja erityisesti koneoppimista voidaan hyödyntää toimitusketjun suunnittelussa, toteuttamisessa sekä hallinnassa, koska sillä voidaan analysoida suuria määriä tietoa erittäin nopeasti. Sillä voidaan mm. ennakoida tulevia asiakastarpeita tai markkinoiden yleistä suuntaa, sekä optimoida toimitusketjua yleisesti. Yleiseen optimointiin sisältyy varastotyön automaation lisääminen mm. autonomisilla roboteilla ja tietokonenäöllä, sekä inventaarion valvomista ja hallintaa tekoälyä hyödyntämällä. Myös kuljetuksia voidaan optimoida tekoälyllä reittien suunnittelusta autonomisiin kuljetusajoneuvoihin. Täysin automaattinen toimitusketju saattaa tämän perusteella kuulostaa hyvältä, mutta sen käyttöönotto on pahimmillaan erittäin kallista ja hidasta, sekä se vaatii silti työntekijöitä valvomaan sen toimintaa. (Downie & Finn 2024; Zhuravlova 2024.)

Suuret maailmanlaajuiset ja suomalaiset logistiikka-alan yritykset hyödyntävät jo tekoälyä, esim.

- Amazon hyödyntää satoja tuhansia robotteja varastotöissä tavaroiden siirtämiseen, järjestämiseen ja pakkaamiseen
- FedEx hyödyntää robotteja pakettien lajitteluun sekä reittien suunnitteluun, ennakoiden haitallisia säätiloja sekä ruuhkaa
- Postilla on käytössä dynaaminen ohjausjärjestelmä, joka ennakoi paketti-automaattien täyttöasteita. (Posti 2021; Zhuravlova 2024.)

Generatiivisella tekoälyllä voidaan valvoa toimitusketjun tilaa. Google Cloud:n (2023) tekemän tutkimuksen (kuva 10) mukaan 72 % siihen vastanneista tahoista pitää em. ominaisuutta, ja sen kautta päätöksentekoon saatavaa tukea vähintään melko hyödyllisenä. (Sheridan & Breunig 2023.)

## How valuable would implementing this use case be for your organization?

### Machine generated events monitoring with gen AI



### Customer service automation with gen AI



### Document search and synthesis with gen AI



### Product/content catalog discovery with gen AI



### Supply chain advisor with gen AI



■ Extremely valuable  
 ■ Fairly valuable  
 ■ Somewhat valuable  
 ■ Not very valuable  
 ■ Not valuable at all  
 ■ N/A or "I Don't Know"

Source: Google Cloud Gen AI Benchmarking Study, July 2023, Financial services respondents n=200

KUVA 10. Google Cloud:n tekemä tutkimus generatiivisen tekoälyn mahdollisuuksista tuotantotekniikassa (Google Cloud 2023).

### 3.6 Ennakoiva kunnossapito

Tekoälyä voidaan hyödyntää usealla tavalla tuotantotekniikassa, ja yksi niistä on ennakoivan kunnossapidon tehostaminen. Toisin kuin ennaltaehkäisevässä kunnossapidossa, jossa hyödynnetään aikaisempaa tietoa laitteen huolloista sekä asiantuntijatyötä arvioimaan ja asettamaan huollot etukäteen tietyille aikaväleille, ennakoivassa kunnossapidossa seuraavan huollon ajankohdan arvioimiseen em. tiedon lisäksi yhden tai useamman anturin tuottamaa tietoa. Generatiivista tekoälyä hyödyntävät kunnossapito-ohjelmistot eivät ainoastaan kerro käyttäjälle huollon tarpeesta, vaan osaavat arvioida ongelmien lähteen, sekä mahdollisesti myös auttaa niiden ratkaisussa. Yleisesti, ennakoivan kunnossapidon tavoitteet ovat minimoida huoltokustannukset, maksimoiden tuottavuuden sen kautta. (Sheridan & Breunig 2023; IBM 2024g.)

Ennakoiva kunnossapito ei ole kuitenkaan aina näistä kahdesta parempi vaihtoehto, sillä sen alkukustannukset ovat huomattavasti suuremmat. Kunnossapito-ohjelmiston lisäksi tarvitaan antureita, joiden pitää olla yhteensopivia tuotantolaitteiden kanssa, jotka ovat usein iäkkäitä. Toinen mahdollinen ongelma on tietoaikoneiston koko, sillä tekoälyn hyödyllisyys on suoraan verrannollinen historiallisten huoltotietojen määrään kanssa. Mikäli tietoa ei ole tarpeeksi, muuttuu ennakoiva kunnossapito nopeasti tekoälytyöstä asiantuntijatyöksi, joka kasvattaa kustannuksia edelleen. (IBM 2024g.)

Ennakoivan kunnossapidon kannalta hyödylliset anturit vaihtelevat laitteiden välillä, mutta yleisiä esimerkkejä ovat ultraääni-, lämpötila- sekä värähtelyanturit. Tekoälyllä tehostettua ennakoivaa kunnossapitoa hyödynnetään tällä hetkellä mm. energia-, tuotanto- sekä rautatieteollisuudessa. (IBM 2024g.)

Google Cloud:n (2023) tekemän tutkimuksen (kuva 10) mukaan 80 % siihen vastanneista tahoista pitää generatiivisen tekoälyn hyödyntämistä laitteiden tilan valvomiseen sekä ennakoivassa kunnossapidossa vähintään melko hyödyllisenä. (Sheridan & Breunig 2023.)

### 3.7 Puheentunnistus ja puhesynteesi

Puheentunnistus on ihmisen puheen tunnistamista ja muuttamista tekstiksi, kun taas äänentunnistus on käyttäjän puheen tunnistamista yleisellä tasolla. Molempia näistä, sekä puhesynteesiä, on kehitetty jo pitkään ennen tekoälyn yleisty mistä mutta suuret tietoaaineistot, luonnollisen kielen prosessointi, kielimallit sekä koneoppiminen kaikissa muodoissaan on vienyt ne uudelle tasolle. (IBM 2024h.)

Samoin kuin puheen- ja äänentunnistus, puhesynteesi eli ihmispuheen tuottaminen keinotekosesti on kehittynyt muiden generatiivisen tekoälyn osa-alueiden lailla erittäin nopeasti 2020-luvun aikana. Vielä muutama vuosi sitten useille saattoi tulla puhesynteesistä ensimmäisenä mieleen englantilaisen tiedemiehen Stephen Hawkingin hyödyntämä Speech Plus CallText 5010. Sen tuottama puhe kuulostaa robottiselta, ja kuulijalle oli ilmiselvää, että kyseessä ei ole oikean ihmisen puheääni, vaikka se perustui sitä kehittäneen tutkijan ääneen. Kun teknologia oli kehittynyt tarpeeksi, tarjottiin Hawkingille uusia, kehittyneempiä ääniä, joista yksi olisi luotu generatiivisella tekoälyllä hänen omasta äänestään. Hän kuitenkin kieltäytyi tarjouksista, koska hän piti pitkään hyödyntämäänsä puhesyntetisaattoria omana äänenään. (Johnson 2024; Sanusi 2024.)

Nykyään kehittyneimpiä puhesyntetisaattoreita on vaikea tunnistaa tekoälyn tuotamiksi, ja teknologialla on myös mahdollista luoda musiikkia, joka alkaa olemaan lähes samalla tasolla. Puhetta on mahdollista luoda usealla eri kielellä, kuten englanniksi, suomeksi, arabiaksi tai japaniksi. (ElevenLabs 2023.)

Puheentunnistusta sekä puhesynteesiä voidaan hyödyntää konetekniikassa useilla tavoilla, käytettävyyden ja käyttökokemuksen parantamisesta aikaa säästäviin toimintoihin, esim.

- koneiden statuksen, virheviestien tai varoitusten ilmoittamisessa myös puheella, sekä niiden ohjaaminen puhekomennolla
- korjauksissa, kokoonpanoissa tai muissa moniosaisissa tehtävissä, työntekijä voisi varmistaa seuraavan askeleen tekoälyltä
- varastotöissä, työntekijä voi kysyä tekoälyltä mistä tarvittava esine löytyy
- kirjoittamaan puhtaaksi muistiinpanoja, kokouksia tai ohjeita. (Soundarya 2022.)

### 3.8 Simulaatio & data-analytiikka

Tekoälyä hyödynnetään paljon data-analytiikassa, koska sillä pystyy käsittelemään paljon tietoa nopeasti, luoden yhteyksiä ja ennakoiden muutoksia. Myös generatiivinen tekoäly loistaa, kun samankaltaista tehtävää toistetaan useasti, ja niiden tuloksia käytetään tietoaineistona. Esimerkkejä tästä teknologioiden kohtaamisesta on monia, kuten aikaisemmin käsitelty ennakoiva kunnossapito, sekä simulaatio-ohjelmistot. Yksi em. ohjelmistoihin eniten sijoittaneista yrityksistä on tekniikan alan yritys Ansys, joka kehittää useita tekniikan alan simulaatio-ohjelmistoja.

Konetekniikalle niistä tärkein on Ansys Mechanical, joka hyödyntää elementtime-netelmää simulointiin. Yksi tärkeimmistä ja työläimmistä tällaisen simulaation työvaiheista on mallin verkotus ja yksinkertaistaminen. Ansys ei ole ymmärtääkseni vielä kehittänyt tähän kaupallista ratkaisua, mutta aihetta on tutkittu eri tekniikan aloilla, ja sen tulevaisuus vaikuttaa optimistiselta. Myös muiden työvaiheiden tehostamista tekoälyllä on tutkittu. (Lorsung & Farimani 2023; Ansys 2024a.)

Ansys kehittää tällä hetkellä mm.

- tekoälypohjaista digitaalinen kaksonen -simulaattoria
- generatiivista keskustelubottia, joka neuvoo sen ohjelmistojen käytössä
- useita tekoälytoimintoja olemassa oleviin ohjelmistoihinsa
- kokonaan uusia, tekoälypohjaisia ohjelmistoja.

Yksi niistä on Ansys SimAI, joka yhdistää Ansyksen simulaatiotoiminnot generatiivisen tekoälyn hyötyjen kanssa. Yksi sen suurimmista hyödyistä on prosessointiajan minimointi. Kun ohjelmistoa on opetettu käyttämällä tietoaineistona aikaisempia simulaatiotuloksia, on prosessointiin kuluva aika mahdollista pudottaa parhaillaan tunneista minuutteihin, mahdollistaen entistä useampien variaatioiden kokeilemisen. Simulaationopeutta ei kuitenkaan saada leikattua ilman haittapuolia, sillä ohjelmiston antamat tulokset eivät ole aina luotettavia. Niiden luotettavuus riippuu aikaisempien ja samankaltaisten tulosten määrästä. Ohjelmisto kuitenkin ilmoittaa käyttäjälle tulosten arvioidun luotettavuuden. (Ansys 2024b.)

## 4 POHDINTA

Työtä suunnitellessa mietin useasti, miten saisin sen kohdistettua tehokkaammin tiettyyn tekoälyn osa-alueeseen. Tulin kuitenkin lopulta siihen lopputulokseen, että työstä olisi enemmän hyötyä minulle sekä lukijalle tässä muodossa, sillä vastaavia opuksia ei ole juurikaan tarjolla suomeksi, sekä halusin oppia aiheesta mahdollisimman laaja-alaisesti. Mielestäni työ tarjoaa paljon tekoälyn vasta-alkajalle, siihen jo aikaisemmin tutustuneille sekä sen sovelluksista konetekniikan ja yleisesti teollisuuden aloilla kiinnostuneille.

Jo ennen työn valmistumista minulle oli selvää, että tekoäly tulee olemaan suuri osa konetekniikan alaa, ja jopa ihmisten elämää tulevaisuudessa, ja nyt olen siitä vielä enemmän varma. Tekoälyllä ei voida ainoastaan tehostaa olemassa olevia järjestelmiä ja teknologioita, vaan se mahdollistaa täysin uusia innovaatioita.

Kävin työssä läpi useita konetekniikkaan liittyviä sovelluksia, ja uskon, että niistä suurin osa tulee kehittymään kaupallisesti kannattaviksi, mikäli ne eivät vielä ole. Tämänhetkisistä konetekniikkaan liittyvistä sovelluksista pitäisin erityisesti silmällä generatiivista suunnittelua, logistiikkaa ja sen kautta autonomisia ajoneuvoja ja muita kuljetusvälineitä (kuten lennokit) sekä tekoälypohjaista konenäköä.

Tulevaisuuden, ja etenkin yleisen tekoälyn mahdollistamia sovelluksia on vaikea arvioida, mutta se tehostaisi ainakin kaikkia tietojenkäsittelystä hyötyviä aihealueita, kuten ongelmanratkaisu, päätösten tekeminen ja tutkimustyö. Siitä hyötyisi siis lähes kaikki olemassa olevat tekoälyn sovellukset, mutta huomattavia konetekniikkaan liittyviä esimerkkejä olisivat esim. autonomiset järjestelmät, sekä yleisesti kaikki ohjelmointiin liittyvä, kuten suunnittelu- ja simulointiohjelmistojen kehitys.

Kehittyneitä autonomisia järjestelmiä voisi hyödyntää kaikessa johtamisesta asiakasneuvontaan, sekä tietysti ajoneuvojen ja muiden robottien itseohjautumiseen. Yleinen tekoäly saattaisi siis vähentää henkilöstökuluja jokaisella tasolla, sekä se luultavasti mahdollistaisi ennennäkemättömiä optimointimahdollisuuksia useilla eri aloilla. Autonomisia järjestelmiä voisi hyödyntää esim. tuotantoteollisuudessa

luomaan tuotantolaitoksia, joilla on kyky mukautua, vaikka markkinatilanteen tai materiaalien saatavuuden perusteella, tai automatisoimaan suuria osia yrityksen toiminnasta, kuten logistiikka, asiakasneuvonta tai myyntityö.

Yleisen tekoälyn mahdollistama nopea kehitys saattaa johtaa suorasti tai epäsuorasti useiden tällä hetkellä käytössä olevien työmenetelmien, työnkuvien tai jopa yhteiskunnallisten rakenteiden uudelleenjärjestelyyn. Mitä tapahtuu, jos huomattava osa maailman asiakasneuvojista tai fyysistä työtä tekevästä ihmisistä korvataan autonomisilla järjestelmillä, keskusteluboteilla ja roboteilla. Näistä syistä tekoälyn kehitystä olisi mielestäni hyvä rajoittaa, jotta se voisi kehittyä enemmän ihmisiä helpottavaksi kuin ihmisiä korvaavaksi teknologiaksi. Mahdollisista rajoituksista huolimatta on selvää, että tekoäly tulee vähentämään avoimia työpaikkoja joiltain aloilta, ja lisäämään niitä toisille. Proaktiivisella lainsäädännöllä voitaisiin varmistaa, että em. työnkuvien uudelleenjärjestely johtaisi innovaation kultaiseen aikaan, eikä dystopiamaiseen turhatyöhön tai massatyöttömyyteen.

Samalla pitää muistaa, että olemme toistaiseksi kaukana tilanteesta, jossa tekoälyllä ja tarpeeksi laajalla tietoaaineistolla varustettu ohjelmisto saattaisi tehdä kenestä tahansa konetekniikan insinöörin. Arvioisin, että lähitulevaisuuden konetekniikassa tekoälyn suurimmat hyödyt ovat generatiivisen suunnittelun puolella, ja siinäkin tarvitsisi saada aikaiseksi mullistavaa kehitystä, jotta tulos olisi asiantuntijan korvaaminen, eikä ainoastaan hänen työtehtäviensä tehostaminen. Lisäksi, vaikka yleistä tekoälyä ei saataisi kehitettyä nykyisten sukupolvien aikana, tai ikinä, on kapealla tekoälyllä vielä paljon varaa kasvaa ja kehittyä.

## LÄHTEET

Tobin, J. 2023. Artificial intelligence: Development, risks and regulation. Verkkosivu. Viitattu 4.7.2024. <https://lordslibrary.parliament.uk/artificial-intelligence-development-risks-and-regulation/>

IBM. 2020a. Artificial Intelligence. Verkkosivu. Viitattu 4.7.2024. <https://www.ibm.com/design/ai/basics/ai>

Duch Guillot, J. 2023. Mitä tekoäly on ja mihin sitä käytetään? Pdf-dokumentti. Viitattu 4.7.2024. [https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2020/9/story/20200827STO85804/20200827STO85804\\_fi.pdf](https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2020/9/story/20200827STO85804/20200827STO85804_fi.pdf)

IBM. 2023. Understanding the different types of artificial intelligence. Verkkosivu. Viitattu 7.7.2024. <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence-types>

Smith, C., McGuire, B., Huang, T. & Yang, G. 2006. The History of Artificial Intelligence. Pdf-dokumentti. Viitattu 7.7.2024. <https://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf>

Bush, V. 1945. As We May Think. Verkkosivu. Viitattu 8.7.2024. <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/>

Roser, M. 2022. The brief history of artificial intelligence: the world has changed fast — what might be next? Verkkosivu. Viitattu 9.7.2024. <https://ourworldindata.org/brief-history-of-ai>

IBM. 2020b. Machine learning. Verkkosivu. Viitattu 10.7.2024. <https://www.ibm.com/design/ai/basics/ml>

Hao, K. 2018. What is AI? We drew you a flowchart to work it out. Verkkosivu. Viitattu 10.7.2024. <https://www.technologyreview.com/2018/11/10/139137/is-this-ai-we-drew-you-a-flowchart-to-work-it-out/>

Hao, K. 2018. What is machine learning? Verkkosivu. Viitattu 10.7.2024. <https://www.technologyreview.com/2018/11/17/103781/what-is-machine-learning-we-drew-you-another-flowchart/>

IBM. 2024a. What is Strong AI? Verkkosivu. Viitattu 13.7.2024. <https://www.ibm.com/topics/strong-ai>

Mucci, T. & Stryker, C. 2024. Verkkosivu. Viitattu 13.7.2024. <https://www.ibm.com/blog/artificial-general-intelligence-examples/>

IBM. 2020c. Data. Verkkosivu. Viitattu 14.7.2024. <https://www.ibm.com/design/ai/basics/data>

IBM. 2024b. What is artificial intelligence (AI)? Verkkosivu. Viitattu 14.7.2024. <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>

- PwC. 2021. The Potential Impact of Artificial Intelligence on UK Employment and the Demand for Skills. Pdf-dokumentti. Viitattu 18.7.2024. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/615d9a1ad3bf7f55fa92694a/impact-of-ai-on-jobs.pdf>
- McKinsey & Company. 2023. The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. Verkkosivu. Viitattu 18.7.2024. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#introduction>
- Marr, B. 2023. The 15 Biggest Risks Of Artificial Intelligence. Verkkosivu. Viitattu 20.7.2024. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/06/02/the-15-biggest-risks-of-artificial-intelligence/?sh=2b6e146b2706>
- Oxford Reference. 2024. Artificial Intelligence. Verkkosivu. Viitattu 20.7.2024. <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803095426960>
- European Parliament. 2023. Artificial intelligence: threats and opportunities. Verkkosivu. Viitattu 20.7.2024. <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20200918STO87404/artificial-intelligence-threats-and-opportunities>
- Stanford University. 2021. SQ10. What are the most pressing dangers of AI?. Verkkosivu. Viitattu 20.7.2024. <https://ai100.stanford.edu/gathering-strength-gathering-storms-one-hundred-year-study-artificial-intelligence-ai100-2021-1-0#misinformation>
- Privitera, D., Besiroglu, T., Bommasani, R., Casper, S., Choi, Y., Goldfarb, D., Heidari, H., Khalatbari, L., Longpre, S., Mavroudis, V., Mazeika, M., Ng, K. Y., Okolo, C. T., Raji, D., Skeadas, T. & Tramèr, F. 2024. Report on the Safety of Advanced AI. Pdf-dokumentti. Viitattu 22.7.2024. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6655982fdc15efddf1a842f/international\\_scientific\\_report\\_on\\_the\\_safety\\_of\\_advanced\\_ai\\_interim\\_report.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6655982fdc15efddf1a842f/international_scientific_report_on_the_safety_of_advanced_ai_interim_report.pdf)
- Corbyn, Z. 2024. AI scientist Ray Kurzweil: 'We are going to expand intelligence a millionfold by 2045. Verkkosivu. Viitattu 22.7.2024. <https://www.theguardian.com/technology/article/2024/jun/29/ray-kurzweil-google-ai-the-singularity-is-nearer>
- Milmo, D., Kollwe, J., Quinn, B., Taylor, J. & Ibrahim, M. 2024. Slow recovery from IT outage begins as experts warn of future risks. Verkkosivu. Viitattu 23.7.2024. <https://www.theguardian.com/australia-news/article/2024/jul/19/microsoft-windows-pcs-outage-blue-screen-of-death>
- Afshar, V. 2023. 64% of workers have passed off generative AI work as their own. Verkkosivu. Viitattu 23.7.2024. <https://www.zdnet.com/article/64-of-workers-have-passed-off-generative-ai-work-as-their-own/>
- Marshall, M. 2024. How enterprises are using open source LLMs: 16 examples. Verkkosivu. Viitattu 23.7.2024. <https://venturebeat.com/ai/how-enterprises-are-using-open-source-llms-16-examples/>

LangChain. n.d. Run LLMs locally. Verkkosivu. Viitattu 23.7.2024. [https://python.langchain.com/v0.1/docs/guides/development/local\\_llms/](https://python.langchain.com/v0.1/docs/guides/development/local_llms/)

Holdsworth, J. 2024. What is NLP? Verkkosivu. Viitattu 23.7.2024. <https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing>

IBM. 2024c. What are large language models (LLMs)? Verkkosivu. Viitattu 23.7.2024. <https://www.ibm.com/topics/large-language-models>

IBM. 2024d. What is prompt engineering? Verkkosivu. Viitattu 12.8.2024. <https://www.ibm.com/topics/prompt-engineering>

IBM. 2024e. What is a chatbot? Verkkosivu. Viitattu 15.8.2024. <https://www.ibm.com/topics/chatbots>

Yle. 2019. Eeva-Maija Sinkkonen ilmoitti vakuutusyhtiölle vauvastaan – Tepporobotin vastaus ei mennyt putkeen, siitä tuli somehitti. Verkkosivu. Viitattu 15.8.2024. <https://yle.fi/a/3-10989177>

Business Insider. 2023. A car dealership added an AI chatbot to its site. Then all hell broke loose. Verkkosivu. Viitattu 15.8.2024. <https://www.businessinsider.com/car-dealership-chevrolet-chatbot-chatgpt-pranks-chevy-2023-12>

Bosch. 2024. Bosch power tools. Verkkosivu. Viitattu 17.8.2024. <https://www.bosch-professional.com/gb/en/>

Church, E. 2023. 5 types of chatbot and how to choose the right one for your business. Verkkosivu. Viitattu 17.8.2024. <https://www.ibm.com/think/topics/chatbot-types>

NVIDIA. 2024. What is Generative AI? Verkkosivu. Viitattu 18.8.2024. <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/generative-ai/>

IBM. 2024f. What is synthetic data? Verkkosivu. Viitattu 18.8.2024. <https://www.ibm.com/topics/synthetic-data>

Sheridan, C. & Breunig, M. 2023. Five use cases for manufacturers to get started with generative AI. Verkkosivu. Viitattu 20.8.2024. <https://cloud.google.com/blog/topics/manufacturing/five-generative-ai-use-cases-for-manufacturing>

Siemens. n.d. Generative design. Verkkosivu. Viitattu 20.8.2024. <https://www.sw.siemens.com/en-US/technology/generative-design/>

Sholingar, G., Alvarez, J., Choe, T. & Joo, J. 2023. Using Synthetic Data to Address Novel Viewpoints for Autonomous Vehicle Perception. Verkkosivu. Viitattu 23.8.2024. <https://developer.nvidia.com/blog/using-synthetic-data-to-address-novel-viewpoints-for-autonomous-vehicle-perception/>

McClintock, C. 2023. A Beginner's Guide to Generative Design. Verkkosivu. Viitattu 24.8.2024. <https://www.ptc.com/en/blogs/cad/beginner-guide-generative-design>

IBM. 2024g. What is predictive maintenance? Verkkosivu. Viitattu 26.8.2024. <https://www.ibm.com/topics/predictive-maintenance>

Awati, R. 2024. G-code. Verkkosivu. Viitattu 26.8.2024. <https://www.tech-target.com/whatis/definition/G-code>

Wearne, M. 2023. Watch AI Program a CNC From a CAD Drawing! YouTube-video. Julkaistu 4.10.2023. Viitattu 26.8.2024. <https://www.youtube.com/watch?v=egXnVdkDsJk>

Hider, J. 2023. Can ChatGPT Create Usable G-Code Programs? Verkkosivu. Viitattu 26.8.2024. <https://www.mmsonline.com/articles/can-chatgpt-create-usable-g-code-programs>

ElevenLabs. 2023. What is an AI Voice Generator? Verkkosivu. Viitattu 28.8.2024. <https://elevenlabs.io/blog/what-is-an-ai-voice-generator>

Soundarya, G. 2022. 6 Use Cases of Leveraging Voice AI Assistants for Manufacturing. Verkkosivu. Viitattu 28.8.2024. <https://www.purplescape.com/6-use-cases-of-leveraging-voice-ai-assistants-for-manufacturing/>

IBM. 2024h. What is speech recognition? Verkkosivu. Viitattu 28.8.2024. <https://www.ibm.com/topics/speech-recognition>

Sanusi, T. 2024. Top Four Use-cases for Text-to-Speech AI. Verkkosivu. Viitattu 28.8.2024. <https://deepgram.com/learn/text-to-speech-ai-use-cases>

IBM. 2024i. What is computer vision? Verkkosivu. Viitattu 29.8.2024. <https://www.ibm.com/topics/computer-vision>

Zebra. n.d. What Is the Difference Between Machine Vision and Computer Vision? Verkkosivu. Viitattu 29.8.2024. <https://www.zebra.com/us/en/resource-library/faq/what-is-the-difference-between-machine-vision-computer-vision.html>

Zhuravlova, Y. 2024. AI in Logistics: How Does It Truly Transform The Field? Verkkosivu. Viitattu 29.8.2024 <https://www.eliftech.com/insights/ai-in-logistics-explained/>

Downie, A. & Finn, T. 2024. What is AI in supply chain? Verkkosivu. Viitattu 29.8.2024. <https://www.ibm.com/think/topics/ai-supply-chain>

Posti. 2021. Postin älykkäät pakettiautomaatit ennustavat lokeroiden täyttöastetta. Verkkosivu. Viitattu 29.8.2024. <https://www.posti.fi/fi/asiakastuki/tiedotteet/postin-alykkaat-pakettiautomaatit-ennustavat-lokeroiden-tayttoastetta>

Advanced Navigation. 2024. A leap forward in Ag-Tech: how autonomous systems and precision agriculture are transforming farming – a guide. Verkkosivu.

Viitattu 29.8.2024. <https://www.advancednavigation.com/tech-articles/autonomous-farming-a-leap-forward-in-ag-tech/>

Gutowska, A. 2024. What are AI agents? Verkkosivu. Viitattu 29.8.2024. <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents>

Chiao, D., Deichmann, J., Heineke, K., Kelkar, A., Kellner, M., Scarinci, E. & Tolstinev, D. 2024. Autonomous vehicles moving forward: Perspectives from industry leaders. Verkkosivu. Viitattu 29.8.2024. <https://www.mckinsey.com/features/mckinsey-center-for-future-mobility/our-insights/autonomous-vehicles-moving-forward-perspectives-from-industry-leaders>

Bosch Mobility. n.d. The five steps of automated driving. Verkkosivu. Viitattu 29.8.2024. <https://www.bosch-mobility.com/en/mobility-topics/the-five-steps-of-automated-driving/>

Micropsi Industries. 2024a. Five challenging applications automated with AI-powered robots. Verkkosivu. Viitattu 31.8.2024. <https://www.micropsi-industries.com/blog/five-challenging-applications-automated-with-ai-powered-robots>

Micropsi Industries. 2024b. How does AI-powered machine vision work in manufacturing? Verkkosivu. Viitattu 31.8.2024. <https://www.micropsi-industries.com/blog/how-does-ai-powered-machine-vision-work-in-manufacturing#>

Micropsi Industries. 2024c. AI motion-guidance for robots. Verkkosivu. Viitattu 31.8.2024. <https://www.micropsi-industries.com/product>

Johnson, S. 2024. Stephen Hawking's famous voice belonged to this pioneering MIT scientist. Verkkosivu. Viitattu 1.9.2024. <https://bigthink.com/high-culture/this-mit-scientist-gave-his-voice-to-stephen-hawking/>

Ansys. 2024a. Ansys SimAI. Verkkosivu. Viitattu 1.9.2024. <https://www.ansys.com/products/structures/ansys-mechanical>

Ansys. 2024b. Ansys SimAI. Verkkosivu. Viitattu 1.9.2024. <https://www.ansys.com/products/simai>

Lorsung, C. & Farimani, A. 2023. Mesh deep Q network: A deep reinforcement learning framework for improving meshes in computational fluid dynamics. <https://pubs.aip.org/aip/adv/article/13/1/015026/2871176/Mesh-deep-Q-network-A-deep-reinforcement-learning>