

Lassi Keilamaa

**GENERATIIVISET CHATBOTIT SUOMALAISESSA  
KORKEAKOULUOPISKELUSSA**

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA  
2024

# TIIVISTELMÄ

Keilamaa, Lassi

Generatiiviset chatbotit suomalaisessa korkeakouluopiskelussa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2024, 71 s.

Tietojärjestelmätiede, Pro gradu -tutkielma

Ohjaaja(t): Seppänen, Ville

Tämän tutkielman tarkoituksena on tarkastella generatiivisten chatbottien merkitystä suomalaisessa korkeakouluopiskelussa ja se keskittyy käsittelemään ilmiötä erityisesti korkeakouluopiskelijoiden näkökulmasta. Tutkielma pyrkii ensisijaisesti löytämään vastauksia siihen, miten chatbotteja käytetään korkeakouluopiskelussa ja miten korkeakoulut voivat hyötyä tästä tiedosta. Tutkielma tarkastelee myös chatbottien opiskelukäyttöön liittyviä ongelmia sekä haasteita. Älykkäiden, generatiivisia toiminnallisuuksia sisältävien chatbottien suosio on havaittavissa erityisesti korkeakouluopiskelijoiden keskuudessa. Chatbottien lähes rajaton osaaminen yhdistettynä niiden kykyyn esittää vastauksensa luonnollisella kielellä tekee niistä erinomaisia työkaluja korkeakouluopiskeluun. Tutkimuksen tulosten mukaan chatbotteja käytetään erityisesti tiedonhaussa, vaikeaselkoisen sisällön selittämisessä sekä tekstinkäsittelyssä. Chatbottien olennaisimmat hyödyt liittyvät chatbottien nopeuteen, helppokäyttöisyyteen sekä siihen kuinka ne voivat tarjota uusia näkökulmia sekä palautetta käyttäjilleen. Chatbottien opiskelukäytön ongelmiksi mainittiin muun muassa ongelmat käyttäjien motivaatiossa, tiedon virheellisyys sekä puutteet niiden käyttötaidoissa. Korkeakoulut voivat hyötyä tutkimuksen havainnoista erityisesti chatbotteihin liittyviä käyttörajoituksia ja käyttöohjeistuksia suunniteltaessa.

Asiasanat: tekoäly, chatbotit, generatiivisuus, opiskelu

## ABSTRACT

Keilamaa, Lassi

Generative chatbots in Finnish higher education studying

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2024, 71 pp.

Information System Science, master's thesis

Supervisor(s): Seppänen, Ville

The purpose of this thesis is to examine the significance of Generative, AI-powered chatbots in Finnish higher education and it focuses on addressing the phenomenon, particularly from the perspective of university students. The thesis primarily aims to find answers to how chatbots are utilized in higher education and how universities can benefit from this information. The thesis also explores challenges and issues related to the use of chatbots in educational contexts. The popularity of intelligent chatbots, incorporating generative functionalities, is noticeable, especially among university students. The almost limitless capabilities of chatbots combined with their ability to provide responses in natural language make them excellent tools for higher education. According to the research findings, chatbots are primarily used for information retrieval, explaining complex content, and text processing. The key benefits of chatbots revolve around their speed, user-friendliness, and their ability to offer new perspectives and feedback to users. Challenges in the educational use of chatbots include issues related to user motivation, inaccuracies in information, and deficiencies in their usability skills. Higher education institutions can benefit from the findings of the research, especially when designing usage restrictions and guidelines related to chatbots.

Keywords: Artificial intelligence, chatbots, generativity, studying

## KUVIOT

Kuva 1: Neuroverkon rakenne (Tavanaei, Ghodrati, Kheradpisheh, Masquelier, & Maida 2019) .....	8
Kuva 2: Neuroverkkojen toimintaa havainnollistava kuva (Han, Han, Kim & Youn 2018) .....	9
Kuva 3: Keskustelu Gigabotin kanssa (punaisella on merkitty kyselijän tekemä valinta) .....	21
Kuva 4: ChatGPT:n tuottama englanninkielinen käännös suomenkielisestä tekstistä .....	22
Kuva 5: ChatGPT:n tuottama venäjänkielinen käännös suomenkielisestä tekstistä .....	23
Kuva 6: ChatGPT:n tuottama tarina .....	24
Kuva 7: ChatGPT:n tuottamaa ohjelmakoodia .....	25
Kuva 8: Vastaajien tiedekunnat .....	35
Kuva 9: Vastaajien iät .....	35
Kuva 10: Vastaajien sukupuolet .....	36
Kuva 11: Vastaajien koulutusasteet .....	36
Kuva 12: Chatbottien yleisimmät käyttökohteet .....	39
Kuva 13: Käytetyt chatbotit .....	40
Kuva 14: Chatbottien koettu hyödyllisyys opiskelukäytössä .....	40
Kuva 15: Chatbottien opiskelukäytössä koetut haasteet ja ongelmat .....	43
Kuva 16: Näkemykset chatbottien merkityksestä tulevaisuudessa .....	48
Kuva 17: Näkemykset chatbottien käytön rajoittamisesta .....	48

## TAULUKOT

Taulukko 1: Chatbottien käyttökohteet, ongelmat ja ratkaisut .....	52
--	----

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO .....	1
2	TEKOÄLY JA CHATBOTIT .....	3
2.1	Tekoälyjen määritelmä ja toiminta .....	3
2.1.1	Generatiiviset tekoälyt .....	6
2.2	Neuroverkot ja niiden toiminta .....	7
2.2.1	Asiantuntijajärjestelmät .....	10
2.2.2	Koneoppiminen .....	11
2.2.3	Syväoppiminen .....	11
2.3	Tekoälyjen oppimismenetelmät .....	13
2.4	Massadata .....	14
2.5	Chatbotit .....	14
2.5.1	Luonnollisen kielen käsittely .....	16
2.5.2	Laajat kielimallit .....	17
2.5.3	Esimerkkejä chatboteista .....	20
3	CHATBOTIT JA OPISKELU .....	27
3.1	Chatbottien sovelluskohteet opiskelussa ja opetuksessa .....	28
3.2	Chatbotteihin liittyvät haasteet ja ongelmat opetuksessa .....	30
4	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	33
4.1	Tutkimusasetelma .....	33
4.3	Tutkimuksen toteutus .....	34
4.4	Tutkimusaineisto .....	34
4.4.1	Tutkimusaineiston tilastollinen analyysi .....	36
5	TULOKSET .....	38
5.1	Chatbottien käyttökohteet .....	38
5.1.1.2	Käytetyt järjestelmät .....	39
5.1.2	Chatbottien koettu hyödyllisyys .....	40
5.1.2.1	Tiedonhaku .....	41
5.1.2.2	Asiantuntijuus .....	41
5.1.2.3	Tehokkuus tekstinkäsittelyssä .....	42
5.1.2.4	Näkökulmien tarkastelu .....	42
5.1.2.5	Palautteen antaja .....	42
5.1.3	Chatbottien käyttöön liittyvät haasteet ja ongelmat .....	43
5.3.1.1	Motivaatio-ongelmat .....	44

5.1.3.2 Tiedon virheellisyys .....	44
5.1.3.3 Heikko tai olematon lähdetieto .....	45
5.1.3.4. Aikaa vievät kyselyt .....	46
5.1.3.5.Ongelmat käyttötaidoissa .....	46
5.1.3.6 Epäselvyydet chatbottien käyttörajoituksissa.....	47
5.2 Käyttäjien näkemykset chatbottien tulevaisuudesta ja käytön rajoittamisesta .....	47
<b>6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>49</b>
6.1 Yhtäläisyydet aiempaan tutkimukseen.....	49
6.2 Erot aiempaan tutkimukseen .....	50
6.3 Käytännön merkitykset korkeakouluille.....	51
6.3.1 Käyttäjien kouluttaminen ja tavoitteiden sekä rajoitusten asettaminen .....	53
6.3.2 Chatbottien käytön ja suoriutumisen seuranta.....	53
6.3.3 Tilastollinen analyysi esiteltyjen ratkaisujen tukena.....	54
6.3.4 Tilastollisen analyysin tulosten merkitys.....	55
6.4 Tutkimuksen merkitys.....	55
6.5 Tutkimuksen rajoitukset.....	56
6.5.1 Tilastollisten menetelmien rajoitukset.....	56
6.6 Ehdotukset tulevaisuuden tutkimukselle .....	57
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>58</b>

# 1 JOHDANTO

Korkeakouluopiskelu on kokenut huomattavia muutoksia viime vuosikymmenten aikana, joista merkittävimmät ovat aiheutuneet teknologisen kehityksen seurauksena. Internet ja tietokoneet ovat tarjonneet opiskelijoille mahdollisuuden hakea, jakaa ja käsitellä tietoa ennennäkemättömällä nopeudella. Internetin massadatasta tietonsa ammentavat tekoälypohjaiset chatbotit ovat nousseet esiin innovaatioina, jotka voivat parantaa korkeakouluopiskelun kokemusta sekä tehokkuutta. Ne tarjoavat oppilaille ja opettajille uusia mahdollisuuksia tiedonhaun, sisällön tuottamisen sekä vuorovaikutuksen ja oppimisen arvioinnin saralla. Älykkäät chatbotit voivat myös toimia tukena itsenäisessä opiskelussa esimerkiksi tarjoamalla uusia näkökulmia sekä antamalla palautetta käyttäjille.

Tutkimustietoa älykkäiden chatbottien hyödyntämisestä korkeakouluopiskelussa on tarjolla niukasti. Tämä johtunee suurelta osin siitä, että ensimmäinen kuluttajayleisölle suunnattu, suuren yleisön suosion saavuttanut älykäs ja generatiivinen chatbot, ChatGPT julkaistiin vuoden 2022 marraskuussa. Tutkielman kirjoitushetkellä suomenkielistä tutkimustietoa aiheeseen liittyen ei löydy ollenkaan.

Tämä Pro Gradu -tutkielma keskittyy tarkastelemaan sitä, kuinka tekoälypohjaisia chatbotteja hyödynnetään osana suomalaista korkeakouluopiskelua. Tämän tutkielman yhteydessä älykkäistä chatboteista puhuttaessa tarkoitetaan tekoälypohjaisia chatbotteja, joilla on generatiivisia ominaisuuksia.

Tutkielman ensisijaisena tavoitteena on tarkastella sitä, kuinka opiskelijat hyödyntävät tekoälypohjaisia chatbotteja opiskelussa, miten ne vaikuttavat oppimiskokemukseen ja millaisia mahdollisuuksia ja haasteita näiden järjestelmien käyttöön liittyy. Näiden havaintojen tavoitteena on syventää korkeakoulujen eri sidosryhmien ymmärrystä aiheesta sekä tutkia kuinka edellä mainittuja järjestelmiä voidaan käyttää tehokkaammin opiskelussa. Tutkielmassa pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- 1) Miten älykkäitä tekoäly chatbotteja hyödynnetään korkeakouluopiskelussa Suomessa ja mistä hyödyt syntyvät?
- 2) Mitä haasteita ja ongelmia näiden järjestelmien käyttöön liittyy?
- 3) Miten generatiivisten chatbottien opiskelukäyttöä voidaan kehittää?

Tutkielman teoriaosuudessa käsitellään aiheen taustoittamisen näkökulmasta välttämättömiä käsitteitä kuten tekoälyjä, chatbotteja ja laajoja kielimalleja sekä käydään läpi olennaisia määritelmiä sekä sanastoa. Tutkielman teoriaosuus toteutetaan kirjallisuuskatsauksena, jossa lähdemateriaalina käytetään pääasiassa akateemista kirjallisuutta. Tutkielmassa esiintyy myös joitain harmaan kirjallisuuden lähteitä, kuten teknologiayritysten raportteja ja uutisia. Lähdemateriaalin etsinnässä on käytetty Google Scholar-, ja ACM Digital Library -palveluita käyttäen seuraavanlaisia hakusanoja:

- Artificial intelligence
- AI chatbots in education
- Generative AI
- Large language models and chatbots
- Natural language processing
- Possibilities of AI chatbots in education

Tutkielman empiirinen osuus koostuu kvantitatiivisesta kyselytutkimuksesta ja vastausten analysoinnista. Kyselytutkimus toteutettiin Jyväskylän yliopiston opiskelijoille (tarkempi erittely luvussa 4) ja datan keräämiseen käytettiin Webropol-palvelussa julkaistua kyselylomaketta. Vastaajia kyselylle kertyi 157 henkilöä, joista suurin osa oli it-tiedekunnan opiskelijoita. Kyselyn pääasiallisena tarkoituksena oli tarkastella chatbottien opiskelukäyttöä nimenomaisesti opiskelijoiden omasta näkökulmasta.



## 2 TEKOÄLY JA CHATBOTIT

Tekoälyt ovat mullistaneet tavan käsitellä, jakaa ja hyödyntää tietoa. Tekoälyjen käänteentekevä vaikutus näkyy lähes jokaisessa ympäristössä, jossa käsitellään digitaalista dataa. Tekoälyjen poikkeuksellisen tiedonkäsittelykapasiteetin takia tekoälyt voivat suorittaa tarkkuutta vaativia analyyseja nopeammin ja tarkemmin kuin ihmiset. Yhteiskunnallisella tasolla tekoälyn vaikutus näkyy selkeästi esimerkiksi työelämässä automaation ja robotiikan lisääntymisenä. Monet manuaalisesti suoritettavat työtehtävät ovat siirtyneet robottien vastuulle, joka on vapauttanut ihmisiä muihin tehtäviin.

Tekoälyt ovat myös toimineet herätteenä lukuisille viestintäteknologian innovaatioille kuten älykkäille, generatiivisille chatboteille. Älykkäät chatbotit ovat järjestelmiä, jotka pystyvät keskustelemaan käyttäjien kanssa luonnollisella kielellä lähes mistä tahansa aihealueesta. Viestinnällisten kyvykkyyksien lisäksi näille järjestelmille on ominaista generatiivisuus, joka tarkoittaa sitä, että ne pystyvät yhdistelemään käsittelemäänsä informaatiota tarjoten käyttäjille alkuperäistä, luonnollisella kielellä tuotettua sisältöä. Älykkäät chatbotit tarjoavat lukemattomia mahdollisuuksia muun muassa koulutuksen, -markkinoinnin-, ja lääketieteen sektoreilla.

Tässä luvussa käsitellään tekoälyjä ja niiden toimintaan perustuvia chatbotteja. Luvussa keskitytään tarkastelemaan tekoälyjen ja chatbottien määritelmiä, niiden toimintaa sekä kuinka niitä hyödynnetään niin yhteiskunnallisessa kuin liiketoiminnallisessa kontekstissa. Tässä luvussa tutustutaan myös chatbottien ja tekoälyn keskeisiin käsitteisiin sekä tarkastellaan sitä, minkälaisia mahdollisuuksia niiden yhteiskäyttö tarjoaa.

### 2.1 Tekoälyjen määritelmä ja toiminta

Koko tekoälyjen olemassaolon ajan tekoälylle on esitetty useita erilaisia määritelmiä, joista yksikään ei kykene tarjoamaan universaalia selitystä koko ilmiölle. Universaalin määritelmän puuttuminen ei ole kuitenkaan tutkijoiden

mukaan ongelma ainakaan vielä, sillä monet tieteelliset konseptit kehittyvät ja vakiintuvat vasta vuosien kuluessa. Tekoälyn konseptin laajuus ja monialaisuus huomioon ottaen yleispätevän määritelmän puuttuminen ei tässä valossa ole edes yllättävää (Collins, Dennehy, Conboy & Mikalef, 2021). Tekoälyn määritelmiä on kautta aikojen yhdistänyt kaksi tekijää; inhimillisyys ja älykkyys. Ajallisesta kontekstista riippumatta tekoälyn määritelmät ovat keskittyneet tarkastelemaan sitä, kuinka tietokoneet saadaan toimimaan ihmismielen kaltaisesti, kuitenkin tarvittaessa ihmisaivojen biologiset rajoitteet sivuuttaen. Vastaavasti määritelmässä toistuu sana älykkyys, jolla pyritään kuvaamaan sitä, kuinka tietokoneet voivat soveltaa logiikkaa ja päättelyä ongelmanratkaisutilanteissa. Vuoden 1956 Dartmouthin tekoälykonferenssiin osallistuneet tietojenkäsittelytieteen tutkijat Allen Newell ja Herbert A. Simon (2007) ovat kuvailleet tekoälyn ydinajatusta seuraavasti;

“Yleisellä älykkäällä toiminnalla haluamme osoittaa samanlaista älykkyyden laajuutta, mitä näemme ihmisten toiminnassa: että missä tahansa tilanteessa (tekoäly) voi toimia järjestelmän rajoitteet sekä ympäristön vaatimukset huomioon ottaen, pienin rajoituksin liittyen toiminnan nopeuteen ja monimutkaisuuteen.”

Newellin ja Simonin esittämä näkemys tekoälyn älykkyydestä ei kuitenkaan vastaa sitä todellisuutta, joka vallitsee tällä hetkellä olemassa olevien tekoälyjen keskuudessa. Suurin osa tällä hetkellä käytössä olevista tekoälysovelluksista kykenee suorittamaan vain yhtä tai yhdenkaltaisia tehtäviä, kuten tunnistamaan objekteja kuvista, tai äännteitä ihmisten puheesta. Olemassa olevat tekoälyt eivät siis suoriudu tehtävästä kuin tehtävästä toimintaympäristöönsä adaptoituen. Yksi tekoälytutkimuksen tunnetuimmista pioneereista, John McCarthy (1988) sanoi, että tekoäly tarkastelee niitä ongelmanratkaisun metodeja, jossa ratkaisuun vaadittava informaatio on monimutkaista. McCarthy (1988) mukaan nämä menetelmät ovat ongelmasidonnaisia ja ne ovat samankaltaisia riippumatta siitä, onko ongelmanratkaisijana ihminen, marsilainen vai tietokone. Newellin & Simonin ja McCarthy (1988) määritelmät lähestyvät tekoälyn konseptia nimenomaisesti ongelmanratkaisun näkökulmasta, mutta ne eivät juurikaan kiinnitä huomiota siihen, kuinka tekoälyn ydinajatusta voidaan kuvata tietokoneen ajatus- ja käyttäytymismallien avulla.

Russell ja Norvig (2010) esittelevät tutkimuksessaan: *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, matriisin, joka jaottelee tekoälyn määritelmät ajatteluun ja rationaalisuuteen perustuviin teorioihin ja käyttäytymismalleihin perustuviin teorioihin. Matriisin mukaisesti älykkäät koneet voivat ajatella ihmismäisesti ratkaisemalla ongelmia, tekemällä päätöksiä ja oppimalla omasta toiminnastaan. Tekoälyt voivat myös ajatella rationaalisesti tunnistuen tilanteita ja ilmiöitä, käyttäen näissä tilanteissa vaadittavaa harkintaa ja lopulta toimia tilanteen edellyttämällä tavalla. Tekoälyn käyttäytymistä kuvaavat teoriat jaetaan Russellin ja Norvigin matriisissa teorioihin, jotka tarkastelevat koneen käyttäytymistä joko ihmismäisesti tai rationaalisesti. Rich ja Knight (1991)

toteavat, että tekoäly on tutkimusta siitä, kuinka koneet saadaan tekemään asioita, joissa ihmiset ovat niitä tällä hetkellä parempia. Vastaavasti Nilssonin (1998) mukaan tekoäly käsittelee koneiden ja muiden artefaktien älykästä käyttäytymistä. Myöhemmissä määritelmässä (AI, 2019) tekoälyä on kuvattu muun muassa seuraavalla tavalla:

”Tekoäly (AI) viittaa järjestelmiin, jotka ilmentävät älykästä käyttäytymistä analysoimalla ympäristöään ja tekemällä asioita - jonkin asteen autonomialla - saavuttaakseen tiettyjä tavoitteita”

Tekoälyn eri määritelmiä tarkastelemalla saattaa huomata nopeasti, että sen konsepti on kaikista määritelmistään huolimatta hyvin abstrakti. Toimiiko kone ihmismäisesti, jos se tunnistaa kasvoja muttei osaa keskustella ihmisille? Voiko kone olla älykäs, jos se suorittaa monimutkaisia laskutoimituksia, muttei osaa soveltaa vastauksia ilman ihmisen ohjausta? Näiden kysymysten lisäksi tekoälyjen ja ihmisten älykkyyden välillä vallitsevat epäsuhdat vaikeuttavat määrittelyä. Tekoälyt ovat päihittäneet huippuammattilaiset shakissa jo vuosikymmenien ajan, mutta ne saattavat epäonnistua täysin yksinkertaisissa kuvantunnistustehtävissä. Rajan piirtäminen ”tavallisen”- ja älykkään koneen välille on monissa tapauksissa vaikeaa ilman selkeämpää määrittelyä. Russellin ja Norvigin mukaan ihmismäisen käyttäytymisen määrittelyyn voidaan käyttää Turingin testiä, joka on matemaatikko Alan Turingin vuonna 1950 esittelemä koe, jossa ihmishaastattelija esittää kysymyksiä koneelle. Mikäli haastattelija ei pysty kysymysten jälkeen sanomaan, onko vastannut taho tietokone vai ihminen, kone läpäisee testin ja se määritellään älykkääksi. Testin läpäistäkseen koneen tulee pystyä;

- a) kyetä käsittelemään luonnollista kieltä vastatakseen
- b) kyetä esittämään ja tallentamaan tietoa
- c) järkeilemään hyödyntääkseen tietoa ja muodostaakseen vastauksia
- d) koneoppimaan adaptoituakseen ja tunnistakseen säännönmukaisuuksia
- e) kyetä näkemään tunnistakseen objekteja
- f) kyetä liikkumaan ja liikuttamaan esineitä

Termi tekoäly esiteltiin ensimmäistä kertaa vuonna 1956 John McCarthyn toimesta Dartmouthin yliopistossa pidetyssä tekoälyä käsittelevässä konferenssissa (Collins ym. 2021). Tekoälytutkimuksen alkuvaiheessa yksi tutkimuksen keskeisimmistä ajatusmalleista oli se, että tekoälytutkimuksessa tulisi keskittyä tarkastelemaan tekoälyä korkean, jopa ihmismäisen kognition saavuttamisen näkökulmasta (Collins ym. 2021). Paradoksaalisesti tekoälytutkimuksen keskeisin konsepti oli siis jättää huomiotta sellaiset näkökulmat, jotka ovat tänä päivänä tekoälyjärjestelmien yleisimpiä sovelluskohteita. Tekoälyjen elinkaaren alkupäässä ei kiinnitetty juurikaan huomioita siihen, kuinka tekoälyt voivat esimerkiksi tunnistaa objekteja ja

suorittaa motorisia tai muita rutiininomaisia ja tarkkaavaisuutta vaativia tehtäviä.

Tekoälyjä tutkiessa havaittiin nopeasti se, että ihmisaivojen kaltaisen, korkean kognition tekoälyn kehittäminen oli sen hetken teknologialla ja osaamisella mahdotonta. Tämän oivalluksen seurauksena tekoälytutkimus haarautui tarkastelemaan tekoälyjä niiden kyvykkyyksien, kuten suoritettavien tehtävien kompleksisuuden perusteella (Collins ym. 2021). Korkean kognition omaavat tekoälyt nimettiin vahvoiksi tekoälyiksi ja matalamman kognition tekoälyt heikoiksi tekoälyiksi. Jaottelu vahvoihin ja heikkoihin tekoälyihin liittyy myös olennaisesti siihen, kuinka edellä mainitut järjestelmät toimivat niille esitettyjen sääntöjen ja rajojen puitteissa. Wolfen (1991) mukaan tekoälyjen päätöksentekoprosesseja vertaillaessa tulee tarkastella erityisesti sitä, onko tekoäly ehdoton sille asetettujen sääntöjen suhteen vai toimiiko se sääntöjä seuraten mutta omaa harkintaa soveltaen. Heikot tekoälyt seuraavat niille asetettuja sääntöjä pedantisti, kun taas vahvat tekoälyt voivat toimia hieman vapaammin.

Collinsin määritelmän kaltaiseen jaotteluun ovat päätyneet myös muut tutkijat, jotka niin ikään lähestyvät tekoälyjen luokittelua järjestelmän tehtäväalueen laajuuden ja suoritettavien tehtävien kompleksisuuden näkökulmasta. Kaplan ja Haenlain (2019) jaottelevat tekoälyt kolmeen eri tasoon, jotka ovat kapea tekoäly (Artificial Narrow Intelligence, ANI), geneerinen tekoäly (Artificial General Intelligence, AGI) ja supertekoäly (Artificial Super Intelligence, ASI). ANI kykenee suorittamaan tehtäviä yhdellä tai muutamalla aihealueella, mutta se ei osaa tehdä aihealueen ulkopuolisia tehtäviä ilman ulkopuolista ohjausta. Kuluttajakäytössä yleistyneet virtuaaliset apurit kuten Amazonin Alexa, Applen Siri ja Microsoftin Cortana vastaavat määritelmällisesti ANI:a. Ne kykenevät esimerkiksi tunnistamaan käyttäjän puhetta ja toimimaan yksinkertaisten komentojen mukaisesti.

AGI on tekoäly, joka vastaa älykkyydeltään ihmistä. Se kykenee toimimaan autonomisesti useilla eri tehtäväalueilla päihittäen jopa ihmiset kyvykkyydellään. AGI kykenee niin luovaan kuin loogista päättelyäkin vaativaan ajatteluun (Kaplan ja Haenlain 2019). Vaikka viime vuosina on tehty merkittäviä harppauksia tekoälyteknologian saralla, AGI:n kriteeristön täyttävät tekoälyt loistavat vielä poissaolollaan. Joidenkin tutkijoiden mukaan ChatGPT4-tekoäly kuitenkin lähentelee kyvykkyyksiltään ihmistä ja näin ollen sitä voidaan pitää geneerisen tekoälyn varhaisena, joskin epätäydellisenä versiona (Press, 2023). ASI:lla tarkoitetaan ihmistä älykkäämpää supertekoälyä, joka pystyy hyödyntämään älykkyyttään millä tahansa tehtäväalueella täysin autonomisesti. ASI:a vastaava tosielämän vastine on Terminator-elokuvista tuttu Skynet supertekoäly.

### 2.1.1 Generatiiviset tekoälyt

Nykypäivänä tekoälytutkimuksen yhteydessä puhutaan usein generatiivisista tekoälyistä. Generatiiviset tekoälyt ovat kone- ja syväoppimisen menetelmiä yhdistäviä järjestelmiä, jotka pystyvät luomaan alkuperäistä sisältöä kuten

tekstiä, ääntä tai videoita (Nvidia 2023). Generatiivinen tekoäly voidaan nähdä koneoppimismallina, joka pystyy luomaan uutta dataa. Tämä eroaa useimmista perinteisistä koneoppimismalleista, jotka ovat kehitetty tekemään arvioita ja ennustuksia annetun datasetin pohjalta (Zewe 2023). Generatiivisen tekoälyn arvioinnissa on tärkeää tarkastella erityisesti kolmea seuraavaa parametria:

- 1) Laatu: erityisesti interaktiivisten tekoälyjen tapauksessa (kuten älykkäät chatbotit) tuotetun sisällön laadulla on merkitystä. Esimerkiksi puheentuottoon erikoistuneen tekoälyn tapauksessa puheen tulee olla hyvälaatuista, jotta kuulija voi ymmärtää sen.
- 2) Monimuotoisuus: generatiiviset tekoälyt luovat sisältöä koulutusdatan pohjalta. Koulutusdataa on kaikki digitaalinen informaatio, jota tekoälylle on syötetty. Generatiivisen tekoälyn tulee pystyä luomaan sellaista sisältöä, joka ottaa huomioon myös pienemmin edustetun datasisällön.
- 3) Nopeus: generatiivisen tekoälyn tulee pystyä tuottamaan haluttua sisältöä nopeasti. Esimerkiksi keskustelevalle chatbotin tapauksessa tekoälyn pitää pystyä luomaan sisältöä riittävän nopeasti niin kuin ihmistenkin välisessä keskustelussa.

Generatiivisten tekoälyjen sovelluskohteet voidaan jakaa kolmeen eri pääkategoriaan, jotka ovat kielellinen kategoria, visuaalinen kategoria ja auditiivinen kategoria (Nvidia 2023). Kielellinen kategoria käsittelee generatiivisten tekoälyjen sovelluskohteita tekstuaalisen sisällön tuottamisessa. Tähän kategoriaan kuuluu muun muassa muistiinpanojen kirjoittaminen, geenien sekvensointi sekä ohjelmakoodin tuottaminen. Visuaalisessa kategoriassa tarkastellaan sitä, kuinka tekoäly voi käsitellä ja luoda visuaalista informaatiota kuten 3D-malleja tai videoita. Auditiivinen kategoria tarkastelee generatiivisten tekoälyjen kyvykkyyksiä musiikin ja puheen tuottamisen saralla.

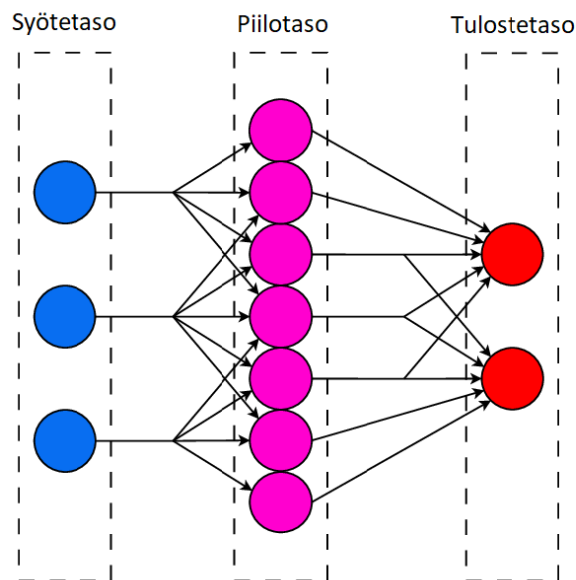
Kun generatiiviset tekoälyt integroidaan osaksi chatbottia ne voivat keskustella ihmiskäyttäjien kanssa luonnollisella kielellä. Generatiivisten tekoälyjen keskustelukyky yhdistettynä niiden lähes rajattomaan tiedonhaku- ja käsittelykapasiteettiin tekee niistä monikäyttöisiä monissa eri tilanteissa ja ympäristöissä. Monilla toimialoilla generatiiviset tekoälyt ovat nousseet tärkeiksi työkaluiksi, joita voidaan käyttää tukena työtehtävissä, jotka ovat perinteisesti vaatineet useita ihmistyöntekijöitä. Generatiiviset tekoälyt voivat esimerkiksi kirjoittaa mainostekstejä tai markkinointisähköposteja, sekä tuottaa muuta digitaalista sisältöä, kuten mainosgrafiikkaa.

## 2.2 Neuroverkot ja niiden toiminta

Tekoälyjen toimintalogiikkaan liittyvät läheisesti neuroverkkojen ja kone- sekä syväoppimisen käsitteet. Neuroverkkoja kutsutaan myös keinotekoisiksi neuroverkoiksi (Artificial Neural Networks, ANN) ja simuloituiksi

neuroverkoiksi (Simulated Neural Networks, SNN). Neuroverkot ovat etäisesti ihmisaivoja muistuttavia kokonaisuuksia ja ne koostuvat kerroksista, jotka ovat vastaavasti rakentuneet yksittäisistä solmuista (IBM 2024).

Yksittäinen neuroverkko koostuu kolmesta erilaisesta tasosta tai kerroksesta, jotka ovat lähtötaso (input layer), yksi tai useampi piilotaso (hidden layer) ja tulostetaso (output layer). Jokainen solmu on yhteydessä toiseen solmuun ja kullakin solmulla on sille ominainen painotus ja raja-arvo. Neuroverkkoon syötetty data kulkee verkossa solmujen välillä, soveltaen syötteeseen itselleen ominaista painotusta. Mikäli data ylittää painotuksen soveltamisen jälkeen sille asetetun raja-arvon se siirtyy verkossa seuraavalla tasolle (IBM 2024). Neuroverkkojen piilotasolla tapahtuva toiminta on tekoälytutkimuksessa edelleen mysteeri eivätkä tutkijat osaa sanoa miten neuroverkko päättyy tulostetasolle ilmaantuviin lopputulemiin (Han, Han, Kim & Youn 2018).



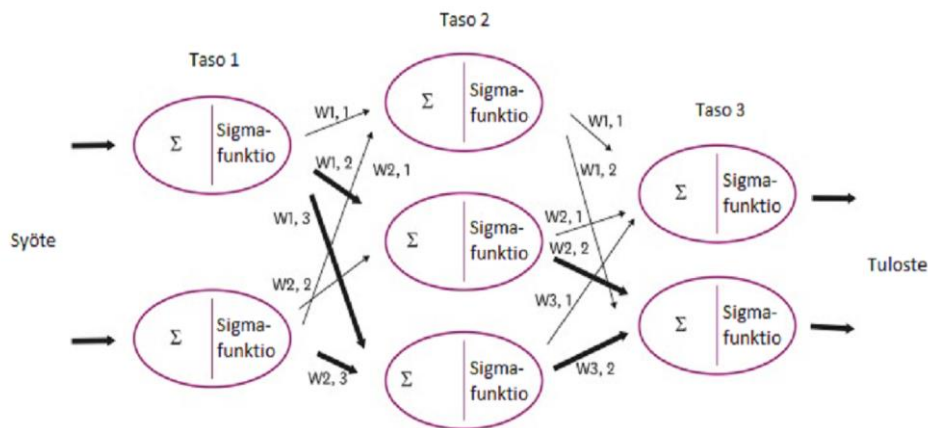
Kuva 1: Neuroverkon rakenne (Tavanaei, Ghodrati, Kheradpisheh, Masquelier, & Maida 2019)

Aivojen hermosolut muistuttavat toimintamekaniikaltaan läheisesti neuroverkkojen solmuja. Hermosolujen tehtävänä on välittää ja vastaanottaa hermoimpulsseja. Vastaanottaessaan impulssin hermosolu välittää sen eteenpäin seuraavalle hermosolulle, mutta vain tietyn raja-arvon ylittyessä. Vastaava mekaniikka pätee myös neuroverkkojen toiminnassa, kun solmut lähettävät dataa toisilleen. Jos solmun vastaanottama syöte ei ylitä tiettyä ennalta määrättyä arvoa on solmun tuottama tuloste 0 ja solmu ei välitä dataa eteenpäin (Han, Han, Kim & Youn 2018).

Koska neuroverkkojen solmut usein vastaanottavat dataa usealta solmulta samanaikaisesti, käytetään syötteen arvon laskemisessa apuna niin sanottua logistiikka- eli Sigma-funktiota. Solmu laskee syötteiden summan ja soveltaa siihen logistiikkafunktiota tulosteen arvon laskemiseksi. Neuroverkkojen

oppiminen perustuu erilaisten syötteiden ja näin ollen tulosteiden muodostamiseen. Neuroverkot muuttavat syötteiden arvoja antamalla eri solmuista tuleville viesteille erilaisia painotuksia (Rashid 2016). Alla olevassa kuvassa havainnollistetaan neuroverkon rakennetta ja funktioiden välisiä merkityssuhteita. Nuolet ja niiden yhteydessä olevat  $W$ -alkuiset merkinnät ovat eri syötteiden tunnistamista varten ( $W_1$ ,  $W_2$  ja  $W_3$ ) ja pilkun jälkeiset numerot kuvaavat kullekin syötteelle annettua painotusta (1, 2 ja 3).

Neuroverkoissa tapahtuva painotusten muutos määritetään odotetun tulosteen ja oikean tulosteen välisen erotuksen perusteella. Tämän jälkeen tulosteiden välinen erotus jaetaan funktioiden välisten linkkien, ja niiden painotusten suhteella. Lopulta uusi määritetty painotus palautetaan funktiolle uudelleen prosessoitavaksi. Tätä prosessia toistamalla odotetun- ja oikean tulosteen välinen ero (ts. virhe) pienenee ja lähestyy nollaa (Han, Han, Kim & Youn 2018).



Kuva 2: Neuroverkköjen toimintaa havainnollistava kuva (Han, Han, Kim & Youn 2018)

Neuroverkköjen toimintaa voidaan havainnollistaa yksinkertaistetulla IBM:n opetusmateriaalia (2024) mukailevalla esimerkillä. Kuvitellaan tilanne, jossa halutaan päättää, mennäänkö käymään kaupassa vai ei. Oletetaan, että päätökseen vaikuttaa 3 eri muuttujaa, jotka ovat;

- Onko ulkona hyvä keli (1) vai ei (0)?
- Onko kaupassa rauhallista (1) vai ei (0)?
- Onko sinulla kananmunia (1) vai ei (0)?

Tämän lisäksi käännetään edellisten kysymysten vastaukset binääriluvuiksi siten, että kyllä vastaus on arvoltaan 1, ja ei vastaus on arvoltaan 0. Lisäksi oletetaan, että päätös kaupankäynnistä vastaa binäärilukua, jossa 1 tai sitä suurempi arvo tarkoittaa kauppaan menoa, ja 0 tai sitä pienempi arvo tarkoittaa

kotiin jäämistä. Oletetaan, että ulkona on hyvä keli, eikä siellä sada (1). Kaupassa ei ole myöskään ruuhkaa (1) mutta sinulla ei ole myöskään kananmunia (0). Oletetaan, että kaupassakäyntipäätökseen liittyvät painotukset ovat seuraavanlaiset ja, että päätökselle lähteä kauppaan asetettu raja-arvo on 4;

- a) keli = 5
- b) kaupan rauhallisuus = 3
- c) kananmunat = 1

$$\text{Päätös} = (1*5) + (1*3) + (0*1) - 4 = 4 \Rightarrow 4 > 0$$

Koska yhtälön arvo on suurempi kuin 0 päätös kauppaan menosta on myönteinen.

Edellistä esimerkkiä tarkastelemalla voidaan huomata, että ihmisaivoilla ja neuroverkoilla on rakenteellisten samankaltaisuuksien lisäksi myös toiminnallisia yhtäläisyyksiä. Ihmiset toimivat kulutuspäätöstilanteissa erilaisia painotuksia soveltaen, verraten tuotteesta tai palvelusta saatavan hyödyn suhdetta sen aiheuttamaan rahalliseen menetykseen (Layard & Glaister, 1994).

Edellinen esimerkki ei kuitenkaan vastaa sitä todellisuutta, mikä vallitsee silloin, kun päätetään niinkin yksinkertaisesta asiasta, kuin kauppaan menemisestä. Mikäli tehtävänä olisi luoda tyhjästä tietokone, joka osaisi tehdä rationaalisen päätöksen kaupassa käynnin järkevyydestä (tai mistä tahansa muusta päätöksentekotilanteesta) sen tulisi tietää käsiteltävänä oleva päätöksentekotilanne läpikotaisesti. Todellisuudessa koneen tulisi ottaa huomioon muun muassa kaupassa kävijän rahatilanne, fyysinen vointi sekä kymmeniä ellei satoja muita muuttujia. Tietokoneen tulisi myös ymmärtää kunkin muuttujan painoarvo päätöksenteossa, kuten se, että henkilön rahatilanteella on kaupassa käynnin tapauksessa enemmän painoarvoa kuin sillä, onko ulkona hyvä keli. Ihmiselle edellä mainitun kaltaisen päätöksentekotilanteen ratkaiseminen olisi todennäköisesti paljon helpompaa, sillä kaupassa käynti on monelle meistä hyvin tuttua ja opittua toimintaa. Vastaavasti myös minkä tahansa älykkään koneen (tekoälyn) toiminnan kannalta on tärkeää, että kone kykenee oppimaan ja kehittämään omaa toimintaansa.

### 2.2.1 Asiantuntijajärjestelmät

Jo ennen tekoälyteknologian kehittämistä tutkijat ovat pyrkineet luomaan tietokoneita, jotka voivat ratkaista ongelmia analyttisen mallintamisen keinoin. Kehitystyön seurauksena syntyivät asiantuntijajärjestelmät (Expert Systems), joita voidaan käyttää apuna esimerkiksi lääketieteessä sairauksien diagnosoinnissa ja yritysten toiminnanohjauksen tukena. Asiantuntijajärjestelmillä tarkoitetaan järjestelmiä, joihin on ohjelmoitu kullekin



toimialalle merkityksellisiä riippuvuussuhteita, toimintatapoja sekä toimintalogiikkaa (Janiesch, Zschech & Heinrich, 2021).

Asiantuntijajärjestelmien käyttöä rajoittaa kuitenkin niiden toimintojen ja ongelmanratkaisumenetelmien rajallisuus. Asiantuntijajärjestelmät eivät kehity toiminnassaan autonomisesti vaan jokainen järjestelmässä havaittu virhe tai epäsuhta pitää korjata manuaalisesti ohjelmoimalla. Asiantuntijajärjestelmien osalta haasteeksi muodostui myös lopulta se, että jo näennäisesti yksinkertaistenkin ongelmien ratkaisemiseen vaadittavan informaation ohjelmoiminen tietokoneelle ymmärrettävään muotoon on vaikeaa (Brynjolffson & McAfee, 2017). Asiantuntijajärjestelmät eivät pysty esimerkiksi ymmärtämään ihmisten paperille kirjoittamaa tekstiä, koska symbolien välillä esiintyy paljon kirjoittajakohtaista vaihtelua ja eri symbolivaihtoehtojen kattavan ohjelmakoodin tuottaminen on sen volyymista johtuen liki mahdotonta.

On mahdollista, että asiantuntijajärjestelmien toiminnassa havaitut puutteet ovat toimineet herätteenä edistyneemmän teknologian kuten neuroverkkojen kehittymiselle. Lapselle on helpompi kertoa esimerkkien, kuten kuvien avulla se, mistä oppii erottamaan kissan ja koiran toisistaan. Vastaava logiikka pätee myös tekoälyihin, jotka voivat koneoppimisen (Machine Learning, ML) menetelmin tunnistaa riippuvuussuhteita ja säännönmukaisuuksia niille esitetyistä esimerkeistä (Bishop, 2006). Siinä missä tekoälyn määritelmä voi olla hyvin laaja, ja tarkoittaa kontekstista riippuen lähes mitä tahansa ihmisen toimintaa matkivaa järjestelmää, koneoppimisen käsitteellä tarkoitetaan nimenomaisesti tietokoneen kykyä kehittyä paremmaksi sille määrättyssä tehtävässä (Jordan & Mitchell, 2015).

### **2.2.2 Koneoppiminen**

Koneoppimisalgoritmit käsittelevät niille tarjottua, tehtäväkohtaista dataa iteratiivisesti, kehittyen jatkuvasti paremmaksi kyseisen tehtävän suorittamisessa (Janiesch, Zschech & Heinrich, 2021). Koneoppimismenetelmiä hyödyntäviä tietokoneita ei näin ollen tarvitse eksplisiittisesti ohjelmoida jokaisen yksittäisen tehtävän suorittamiseen (Bishop, 2006). Koneoppivat tietokoneet kykenevät hyödyntämään päätöksenteossa omaa kokemustaan (esimerkiksi aikaisemmin suoritettuja laskutoimituksia) ja ne kykenevät suoriutumaan monista rutiininomaisista ja aikaa vievistä työtehtävistä ihmisiä nopeammin ja tarkemmin. Koneoppivia tekoälyjä hyödynnetään tänä päivänä erityisesti kuvan- ja kielentunnistuksessa, sekä datan luokittelussa ja klusteroinnissa (Janiesch, Zschech & Heinrich, 2021).

### **2.2.3 Syväoppiminen**

Viime vuosikymmenien aikana koneoppimisen käsitteen rinnalle on noussut syväoppimisen (Deep Learning, DL) käsite. Syväoppivat tekoälyjärjestelmät ovat herättäneet tutkijoiden mielenkiinnon niiden laaja-alaisen sovellettavuuden myötä. Niin kutsuttu neljäs teollinen vallankumous (4IR, Industry 4.0) keskittyy teknologiaan perustuvan automaation ja älykkäiden järjestelmien tuottamiseen,

jossa syväoppivilla tekoälyillä on tärkeä merkitys (Sarker 2021). Syväoppivien tekoälyjen käsitettä voidaan havainnollistaa tarkastelemalla tekoälyjä ja kone- ja syväoppivia järjestelmiä samanaikaisesti (kuvio 2). Tekoälyllä tarkoitetaan järjestelmää, jossa on elementtejä ihmisten käytöksestä tai älykkyydestä. Nämä järjestelmät voivat vuorostaan pitää sisällään metodeja, jotka antavat niille kyvyn oppia syötetyn datan tai aiemman kokemuksen pohjalta. Vastaavalla tavalla syväoppivat järjestelmät käyttävät oppimismetodeja, jossa käsiteltävä data kulkee monitasoisen neuroverkon läpi.

Kone- ja syväoppivien tekoälyjen eroavaisuuksia voidaan tarkastella kuudesta eri näkökulmasta, jotka ovat: käyttökohteet, ongelmanratkaisun lähestymistavat, koulutusmenetelmät, suorituskyky, ihmisen merkitys ja infrastruktuurin vaatimukset (Amazon, 2023). Kone- ja syväoppivien tekoälyjen sovelluskohteet eroavat toisistaan siten, että koneoppivat tekoälyt soveltuvat strukturoidun datan käsittelyyn ja syväoppivat tekoälyt soveltuvat strukturoimattoman datan käsittelyyn. Strukturoidulla datalla tarkoitetaan dataa, joka koostuu pääasiassa tekstistä. Tätä dataa on helppo tallentaa ja analysoida ja dataelementit sijaitsevat yleensä kolumnien ja rivien sisällä. Strukturoitu data on säännönmukaisesti jäsenneltyä dataa, esimerkiksi päivämääriä, nimiä, numeroita tai osoitteita. Tämän lisäksi strukturoidulle datalle on ominaista se, että sitä voidaan säilyttää relaatiotietokannassa. Strukturoimaton data on vastaavasti dataa, jota ei voida säilyttää relaatiotietokannassa. Strukturoimaton data voi olla esimerkiksi ääni- tai videosisältöä, jota ei voida sijoittaa strukturoitua dataa vastaavalla tavalla taulukoihin (Praveen & Chandra, 2017).

Syväoppivat neuroverkot koostuvat tyypillisesti useista eri kerroksista ja ne ovat rakenteeltaan koneoppivia neuroverkkoja monimutkaisempia. Tämän lisäksi syväoppivien neuroverkkojen toiminta on autonomista ja ne vaativat vähemmän ihmisen ohjausta kuin koneoppivat vastineensa. Koneoppivien tekoälyjen koulutuksessa käytetään niin sanottua ominaisuustekniikkaa (feature engineering), jossa koneoppimisen asiantuntijat valitsevat parhaita ominaisuuksia koulutuksessa käytettävälle datalle. Ominaisuustekniikkaa käytetään myös syväoppivien neuroverkkojen koulutuksessa mutta sen merkitys on pienempi. Syväoppivat tekoälyt tunnistavat ja korostavat syötetyn datan tärkeimpiä piirteitä ja ne tukahduttavat datan epäolennaisuuksia itsenäisesti (Mosqueira-Rey, Hernández-Pereira, Alonso-Ríos, Bobes-Bascarán & Fernández-Leal, 2023).

Aikaisemmin esiteltyjen koneoppimismenetelmien sijaan syväoppivien tekoälyjen koulutuksessa voidaan käyttää paljon monimutkaisempia koulutusmenetelmiä kuten generatiivisia kilpailevia verkkoja (generative adversarial network, GAN), jossa kaksi neuroverkkoa pyrkii kilpailemaan keskenään kisassa, jossa toinen verkko (A) pyrkii tuottamaan syötteen pohjalta mahdollisimman realistista sisältöä toista verkkoa (B) hämätäkseen. Verkko B pyrkii tunnistamaan väärennökset, jonka pohjalta verkko A pyrkii parantamaan tuottamansa sisällön realistisuutta (Aggarwal, Mittal & Battineni, 2021). Näitä generatiivisia menetelmiä hyödyntäen syväoppivat tekoälyt pystyvät

tuottamaan esimerkiksi valokuvia tai videoita, jotka ovat hämmästyttävän realistisia.

Suorituskyvyn osalta koneoppivat algoritmit pärjäävät tyypillisesti paremmin yksinkertaisissa tehtävissä, kuten roskapostin tunnistamisessa kun taas syväoppivat tekoälyt suoriutuvat paremmin silloin kun käsiteltävä data on strukturoimatonta ja monitulkintaista. Yksi merkittävä syväoppivien tekoälyjen sovellusala on lääketiede, jossa niitä käytetään muun muassa magneetti- ja röntgenkuvien analysoinnissa (Yang, Zhu, Ling, Liu & Zhao, 2021).

Syväoppivat tekoälyt ylittävät jo tietyissä suljetuissa ympäristöissä toteutettavissa tehtävissä ihmisten suorituskyvyn (Madani, Arnaout, Mofrad & Arnaout, 2018). Syväoppivien järjestelmien soveltaminen todellisessa liiketoimintaympäristössä on kuitenkin hankalaa johtuen muun muassa käytettävän tietoaiteiston virheistä sekä DL-järjestelmille ominaisista musta laatikko-ominaisuuksista (Sarker, 2021). Mustalla laatikolla (black box) tarkoitetaan monimutkaista järjestelmää, jonka toimintamekanismi on ihmisille tuntematon (Oxford dictionary, 2023).

## 2.3 Tekoälyjen oppimismenetelmät

Kautta aikojen tekoälytutkijat ovat olleet kiinnostuneita siitä, kuinka älykkäät koneet oppivat. Tämän hetkisen käsityksen mukaan tekoälyjärjestelmät voivat oppia joko ohjatusti oppimalla, ohjaamattomasti oppimalla tai vahvistusoppimalla. Ohjatussa oppimisessa tekoälylle syötetään dataa, joka voi koostua esimerkiksi erilaisista geometrisista muodoista, kuten palloista, neliöistä ja kolmioista. Jotta tekoäly voi oppia tunnistamaan ja luokittelemaan erilaisia objekteja, sitä pitää opettaa koulutusdatan avulla. Koulutusdata koostuu edellisen esimerkin tapauksessa vastaavanlaisesta objekteja sisältävästä datasetistä, jossa jokainen objekti on nimiöity sen geometrisen muodon mukaan. Koulutusdatasettejä käsittelemällä tekoäly oppii tunnistamaan eri objekteista niille ominaisia säännönmukaisuuksia, kuten sen, ettei pallossa ole kulmia tai että neliön ja kolmion erottaa niiden kulmien määrästä (Kaplan ja Haenlain, 2019).

Ohjaamattomassa oppimisessa tekoälyjärjestelmälle ei anneta syötteiden käsittelemisen tueksi oikeita vastauksia. Ohjaamattomasti oppivien tekoälyjen tulee itse löytää säännönmukaisia niiden vastaanottamassa datasta, esimerkiksi ryvästämällä samankaltaisiksi kokemiansa esimerkkejä erilaisiin ryhmiin. Ohjaamattomasti oppivien tekoälyjen suoriutumisen arviointia vaikeuttaa se, ettei tekoälyjen vastauksia voida verrata suoraan oikeisiin vastauksiin. Vahvistusoppimisella tarkoitetaan tilannetta, jossa tekoälyjärjestelmälle annetaan muuttuja, joka sen tulee maksimoida erilaisia päätöksiä tekemällä. Vahvistusoppimista voidaan hyödyntää erityisesti erilaisten pelien yhteydessä, jossa tekoällyn suoriutumista on helppo verrata kerättyihin pisteisiin tai pelimerkkeihin (Kaplan ja Haenlain, 2019). Yksi esimerkki vahvistusoppimista

hyödyntävästä tekoälystä on Libratus-tekoäly, joka kehitettiin päihittämään maailman parhaat ihmispelaajat no-limit Texas Hold'em -pokerivariantissa. Libratus pelasi koulutuksensa aikana miljoonia käsiä pokeria itseään vastaan, joista jokaisen kohdalla se tarkasteli päätöksenteostaan koitunutta katumusta (regret). Libratuksen toiminta perustuu algoritmiin, joka pyrkii minimoimaan tekoälyn kokeman katumuksen jokaisessa päätöksentekopisteessä. Pokerin tapauksessa tekoälyn kokema katumus on sidottu siihen, kuinka paljon pelimerkkejä sen tekemä päätös odotusarvoisesti tuottaa tai menettää (Brown & Sandholm, 2017).

## 2.4 Massadata

Jo vuonna 1965 yhdysvaltalainen insinööri ja Intelin perustajajäsen Gordon Moore, esitti ennustuksen, jonka mukaan tietokoneiden mikrosirujen transistorien määrä tulisi kaksinkertaistumaan joka vuosi. Tietotekniikan tutkimuksen piirissä Mooren ennustusta alettiin kutsumaan Mooren laiksi. 1961 alkaneen 50 vuoden tarkastelujakson aikana havaittiin, että transistorimäärän kaksinkertaistuminen vei todellisuudessa noin 18 kuukautta (Britannica 2023). Kehittyneimmissä kuluttajakäyttöön tuotetuissa näytönohjaimissa transistorien määrä lasketaan jo kymmenissä miljardeissa ja esimerkiksi NVIDIAN GeForce RTX 4090 -näytönohjain koostuu 76 miljardista transistorista ja yli 16 000 ytimestä (Nvidia 2022).

Mikrosirujen kehittymisen myötä myös tietokoneiden laskentateho on kasvanut olennaisesti mahdollistaen yhä suurempien datamäärien sekä monimutkaisempien laskutoimitusten käsittelemisen. Tänä päivänä tietokoneet käsittelevät valtavia tietovarastoja, joita kutsutaan myös massadatakksi (Big Data). Massadatalta on kolme ominaisuutta, jotka erottavat sen muusta datasta: Volyymi (Volume), Nopeus (Velocity) ja monimuotoisuus (Variety). Massadata koostuu valtavasta määrästä strukturoimatonta dataa kuten Twitter-viesteistä tai klikkauksista verkkosivuilla. Massadatalle on myös tyypillistä se, että sen käsittelyyn tarvitaan nopeutta ja suurta tiedonsiirtokapasiteettia. Massadataa käsiteltäessä sitä ei kirjoiteta kovalevylle muistiin vaan se liikkuu eri tietovarastojen välillä lähes reaaliaikaisesti. Massadatan monimuotoisuus tarkoittaa sitä, ettei data ole strukturoitua ja loogisesti jäsenneltyä kuten perinteinen data, joka on sijoitettu relaatiotietokantaan. Koska massadata voi olla esimerkiksi audio- tai videotiedostoja, vaatii massadata myös ylimääräistä prosessointia (Oracle 2023).

## 2.5 Chatbotit

Chatbotilla tarkoitetaan tietokoneohjelmaa, joka on suunniteltu simuloimaan keskustelua ihmiskäyttäjän kanssa pääsääntöisesti internetin välityksellä (The

Oxford English Dictionary, 2023). Ensimmäiset chatbotit kehitettiin jo vuosikymmeniä sitten, mutta niiden merkitys oli pitkään marginaalinen verrattuna siihen, mitä se on tänä päivänä. Keskustelu chatbottien ympärillä kiihtyi 2010-luvulle tultaessa kun ensimmäiset niin sanotut generatiiviset ja älykkäät chatbotit kehitettiin (Molnár & Szüts 2018). Chatbottien yhteydessä voi myös usein kuulla mainittavan sanan "keskusteluohjelma" (dialogue system), joka on sateenvarjotermi kaikille tietokoneohjelmille, jotka on suunniteltu keskustelemaan ihmisten kanssa (Grosz 2018).

Tämän tutkimuksen yhteydessä chatboteilla tarkoitetaan nimenomaisesti tekoälyyn perustuvia generatiivisia ja älykkäitä järjestelmiä, jotka voivat keskustella ihmisten tai toisten tekoälyjärjestelmien kanssa. Chatbotit ovat yksi tunnetuimmista tekoälyn sovelluskohteista ihmisten ja tietokoneiden välisen interaktion (human-computer interaction, HCI) kontekstissa (Adamopoulou & Moussiades 2020). HCI on termi, jota käytetään älykkäiden järjestelmien tutkimuksen yhteydessä, ja se käsittelee ihmisten ja tietokoneiden välistä suhdetta ja kuinka sitä voidaan hyödyntää ihmisten työskentelyä helpottavien tietoteknisten järjestelmien suunnittelussa ja tuotannossa (Bansal & Khan 2018).

Tänä päivänä chatbotit ovat näkyvästi läsnä ympäröivässä maailmassa esimerkiksi verkkokauppojen ja erilaisten ajanvarausjärjestelmien yhteydessä. Edistyksellisyydestään huolimatta, useimmat chatbotit toimivat edelleen vahvasti ihmisten valvonnan alaisuudessa ja niiden tärkein tehtävä on ottaa vastuuta matalan kompleksisuuden työtehtävistä ja näin ollen vähentää ihmisten kokemaa rasitusta ja työtaakkaa. Tyypillinen esimerkki chatbotin suorittamasta tehtävästä on esimerkiksi toivottaa verkkokaupan asiakas tervetulleeksi ja tarjota tälle tuotesuosituksia tai vastauksia usein kysytyihin kysymyksiin. Osa chatboteista kykenee myös reagoimaan sanoihin tai lauseisiin ja neuvomaan asiakasta esimerkiksi takuu- tai tuotepalautusasioissa. Viime vuosien aikana chatbottien käyttö on lisääntynyt voimakkaasti muun muassa markkinoinnin, koulutuksen, terveydenhuollon ja viihteen aloilla (Adamopoulou ja Moussiades 2020).

Erilaisten chatbottien määrästä ja käyttömahdollisuuksista johtuen chatbottien luokittelu on tärkeää. Chatbotit voidaan luokitella 7 eri luokkaan seuraavasti (Trofymenko, Prokop & Zadereyko 2021):

- 1) käyttötarkoituksen mukaan: luokittelu perustuu chatbotin pääasialliseen käyttötarkoitukseen. Chatbotit voivat toimia esimerkiksi oppaina, tiedonjakajina tai generalisteina.
- 2) Sijainnin mukaan: Chatbotti voi sijaita mm. verkkosivulla, pikaviestimessä tai sovelluksen sisällä.
- 3) Käyttöliittymän mukaan: Chatbotin kanssa voi keskustella tekemällä valmiita valintoja tai painamalla nappeja. Osa chatboteista saattaa myös ymmärtää esimerkiksi vapaamuotoista teksti- tai audiosisältöä.
- 4) Käyttäjämäärän mukaan: Jotkut chatbotit ovat henkilökohtaisia ja ne eivät jaa keskustelua eteenpäin. Joillekin chatboteille on ominaista se, että ne

jakavat keskustelua muillekin tahoille (esimerkiksi verkkokauppojen asiakaspalvelijabotit).

- 5) Pääsynhallinnan mukaan: Chatbotit voivat toimia tietyn laitoksen sisällä kuten yliopistoissa tai sairaaloissa. Joitain chatbotteja voivat käyttää kaikki ne, jotka ovat esimerkiksi tilanneet uutiskirjeen.
- 6) Toiminnallisuuksien mukaan: Erilaisilla chatboteilla on erilaisia käyttötarkoituksia. Chatbotit voivat olla erikoistuneita yhteen tehtävään, kuten rahan lähettämiseen tai laskujen maksamiseen. Chatbotit voivat myös toimia kysymys - vastaus -toimintaperiaattella.
- 7) Algoritmien mukaan: Chatbotit voivat olla toiminnaltaan ja algoritmeiltaan yksinkertaisia. Yksinkertaiset chatbotit tunnistavat avainsanoja tekstistä ja vastaavat käyttäjälle vain valmiita vastauksia käyttämällä. Älykkäät chatbotit, jotka hyödyntävät tekoälyä ja koneoppimisalgoritmeja pystyvät vastaamaan monimutkaisiin kysymyksiin ja ne voivat myös tuottaa alkuperäistä sisältöä generatiivisesti.

Sytä chatbottien voittokululle voidaan etsiä niin palveluntarjoajien kuin palvelun käyttäjienkin puolelta. Yritykset ja instituutiot voivat madaltaa asiakaspalvelusta koituvia kustannuksiaan merkittävästi käyttämällä chatbotteja ihmisasiakaspalvelijoiden sijaan. Chatbotit eivät aiheuta henkilöstökuluja ja ne voivat palvella useita asiakkaita samanaikaisesti.

Käyttäjilleen chatbotit eivät ole enää pelkästään virtuaalisia apureita vaan jopa kumppaneita, jotka voivat vastata käyttäjän sosiaalisiin ja emotionaalisiin tarpeisiin (Adamopoulou ja Moussiades 2020). Erään tutkimuksen mukaan jopa yli 40% käyttäjien chatboteille esittämistä pyynnöistä oli tunnepitoisia (Xu, Liu, Guo, Sinha & Akkiraju 2017).

### 2.5.1 Luonnollisen kielen käsittely

Luonnollisen kielen käsittely (Natural language processing, NLP) on tietojenkäsittelytieteen haara, joka tarkastelee sitä, kuinka tietokoneet saadaan ymmärtämään puhetta ja kirjoitettua tekstiä. NLP:ssä yhdistyy elementtejä laskenallisista kielitieteistä (sääntöihin perustuvia mallinnuksia kielistä) ja kone- ja syväoppivista neuroverkoista. Luonnollisen kielen käsittelyn menetelmillä voidaan muun muassa (IBM 2024);

- 1) Tunnistaa puhetta.
- 2) Tunnistaa sanojen merkityksiä (talo palaa vs. hän palaa kotiin).
- 3) Tunnistaa olioita (entiteettejä) kuten Jyväskylä (kaupunki) tai Mikko (Erisnimi).
- 4) Tunnistaa ajatuksia tai tunteita kuten sarkasmia, hämmennystä tai ärtymystä.
- 5) Tuottaa tekstidataan perustuvaa puhetta.

Tyypillisimpiä esimerkkejä luonnollisen kielen käsittelyyn perustuvista sovelluksista ovat erilaiset virtuaaliset apulaiset (Amazon Alexa, Applen Siri ja Microsoft Cortana) sekä navigointisovellukset, jotka tuottavat reaaliaikaisia reittiohjeita puheena.

## 2.5.2 Laajat kielimallit

Laajoilla kielimalleilla (LLM) tarkoitetaan syväoppivia neuroverkkoja, joissa on triljoonia parametreja (painotuksia) ja jotka ovat koulutettu valtavalla määrällä luonnollisen kielen tekstisisältöä kuten foorumikeskusteluilla, tutkimusartikkeleilla tai kirjallisuudella. Tämänhetkisen käsityksen mukaan, laajoihin kielimalleihin perustuvat tekoälyt eivät varsinaisesti ymmärrä tuottamaansa tekstiä, vaan ne ennakoivat sanoja tilastollisen mallintamisen keinoin. (Mitchell & Krakauer, 2023).

Laajoja kielimalleja hyödyntämällä tekoälyt, kuten chatbotit pystyvät tuottamaan ymmärrettävää tekstisisältöä ja ne kehittyvät jatkuvasti sitä mukaan, kun niille syötetään lisää koulutusdataa. Kehittyneimmät chatbotit kuten ChatGPT 4 osoittavat jo viitteitä päättelykyvystä, joka on saanut tutkijat ihmettelemään voivatko laajat kielimallit tulevaisuudessa todella ymmärtää kieltä ja saavuttaa jopa tietoisuuden (The Economist, 2023).

### 2.5.2.1 Laajojen kielimallien toiminta

Ennen vuotta 2018 laajojen kielimallien toiminta perustui ohjattuun oppimiseen ja niitä pystyi hyödyntämään vain niissä tehtävissä, joihin ne oli koulutettu. Kielimallien tehtäväkuvan rajallisuuteen vastatakseen tutkijat kehittivät Transformer-nimisen järjestelmän, jonka pohjalta kehitettiin kaksi käänteentekevää kielimallia: Bidirectional Encoder Representation from Transformers (BERT) ja Generative Pre-trained transformer (GPT). Koska molemmat mallit oppivat hyödyntävät menetelmiä niin ohjatusta- kuin ohjaamattomasta oppimisesta ne kykynevät kehittymään tekemissään tehtävissä ennen näkemättömällä tavalla. Alussa nämä kielimallit kehittyivät ohjaamattomasti oppimalla, jonka jälkeen niihin sovellettiin ohjattua oppimista mallin toiminnan hienosäätämiseksi (De Angelis ym. 2023).

Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että laajojen kielimallien toiminta perustuu tilastollisiin todennäköisyyksiin eli toisin sanoen merkkijonojen ennustamiseen. Kielimallit siis kirjoittavat esimerkiksi tekstisisältöä luomalla omia merkkijonoja, jotka koostetaan koulutusdatan perusteella. Koulutusdatan valtavasta määrästä johtuen kielimallit pystyvät tuottamaan aihealueesta riippuen tekstiä, joka vaikuttaa luonnolliselta ja jopa ihmismäiseltä (De Angelis ym. 2023).

Kehittyneimmät laajat kielimallit, kuten ChatGPT4 ovat niin sanottuja muuttujia (transformer). Muuttujien toiminnan kuvaaminen merkkijonojen ennustamiseksi on tässä tapauksessa hyvin karkea abstraktio. Muuttujien toiminta perustuu monimutkaiseen matematiikkaan ja neuroverkon niin kutsuttuun itsehuomioon (self-attention). Itsehuomioiva neuroverkko (self-

attention network) on osa neuroverkkojen arkkitehtuuria, joka mahdollistaa sen, että verkko voi ottaa huomioon eri asemassa olevia osia syötteessään ja laskea niiden välisiä suhteita. Tämä on erityisen hyödyllistä luonnollisen kielen käsittelyssä, koska se mahdollistaa tekstin kontekstuaalisen ymmärtämisen ja huomioi eri sanojen tai merkkien riippuvuudet toisistaan. Itsehuomioivat neuroverkot kykenevät siis tunnistamaan ja luomaan merkityksiä tekstiin muun muassa sanavalintojen ja sanajärjestyksen keinoin (Vaswani ym. 2017).

Itsehuomioivien neuroverkkojen tapauksessa puhutaan myös niin sanotusta paikallisesta huomiosta (local attention) ja globaalista huomiosta (global attention). Paikallisen ja globaalin huomion neuroverkkojen keskeisen ero on se, että paikallisen huomion neuroverkot keskittyvät rajoitettuun alueeseen syötteessä. Yksi esimerkki paikallisen huomion neuroverkoista on konvoluutioverkot (convolutional neural network, CNN). Konvoluutioverkkoja käytetään erityisesti kuvantunnistuksessa, jossa ne ajavat syötteenä saatuja kuvia erilaisten filterien läpi. Filterit keskittyvät yhteen tai muutamaosaan syötteessä, kuten kuvan reunoihin tai tekstuuriin. CNN aloittaa kuvantunnistusprosessin löytämällä kuvasta ensin suuria kokonaisuuksia, jonka jälkeen se siirtyy vähitellen kohti pieniä yksityiskohtia. Konvoluutioverkkojen potentiaali tunnistetaan esimerkiksi terveydenhuollon kuvantamisessa, jossa ne pystyvät havaitsemaan ihmissilmälle näkymättömiä yksityiskohtia (Yamashita, Nishio, Kian Do & Togashi, 2018).

Globaalin huomion neuroverkot käsittelevät kaikkia syötteen osia samanaikaisesti. Syötteiden osien samanaikainen käsittely mahdollistaa sen, että esimerkiksi chatbotit voivat tunnistaa käyttäjän aiemmin tuottamasta tekstistä merkityksiä, jotka jäävät paikallisen huomion neuroverkolta huomaamatta (Nagahisarchoghaei, Nur, Cummins & Nur 2023). Nämä neuroverkot voivat myös tunnistaa samojen sanojen välisiä kontekstuaalisia merkityksiä.

### 2.5.2.2 Laajojen kielimallien mahdollisuudet

Laajojen kielimallien vallankumouksellisuus perustuu siihen, että niiden avulla voidaan tuottaa teksti-, video-, tai audiosisältöä lähes mistä tahansa aihealueesta valtavalla nopeudella. Laajoissa kielimalleissa yhdistyy hakukoneiden tiedonkäsittelykapasiteetti ja nopeus mutta myös haetun datan saattaminen ihmiselle helposti ymmärrettävään muotoon. LLM:iä voidaan hyödyntää muun muassa chatboteissa asiakaspalvelutehtävissä, ohjelmistoalalla koodin kirjoittamisessa sekä finanssialalla erilaisten huijausten ja talousrikosten ehkäisemisessä. Tämän lisäksi laajat kielimallit tarjoavat lukemattomia mahdollisuuksia koulutuksen saralla: niiden avulla voidaan esimerkiksi suunnitella luentoja, kirjoittaa tutkimuksia, arvioida koulutöitä tai kokeita sekä auttaa opiskelussa luomalla muistiinpanoja tai tiivistelmiä isoista opintokokonaisuuksista (Kasneci ym. 2023). Laajoja kielimalleja voidaan käyttää hyväksi myös tuntiopetuksen järjestämisessä ja opettajien kokeman työtaakan lievittämisessä.

Eriyistä kyvykkyyttä laajat kielimallit ovat osoittaneet lääketieteellisen tutkimuksen saralla. LLM:t pystyvät ymmärtämään ja tuottamaan



lääketieteellistä tekstiä, joka lähestyy tarkkuudessaan lääketieteen ammattilaisen tuottamaa tekstiä (Harrer, 2023). Lääketieteellistä tekstiä analyysoivien kielimallien vertailuun voidaan käyttää PubMedQA:ta, joka on tietoaaineisto, joka koostuu sadoista tuhansista PubMed-artikkeleista. Kehittyneimmät kielimallit kuten Googlen ja DeepMindin kehittämä Med-PaLM 2 kykenevät vastaamaan PubMedQA:n kysymyksiin oikein yli 80% todennäköisyydellä (Singhal ym. 2023). PubMedQA:n kysymykset mukailevat sisällöltään USMLE:n (United States Medical Licensing Examination), eli Yhdysvaltojen lääkärin lisenssiin oikeuttavaa koetta.

Laajojen kielimallien tarjoamat mahdollisuudet on havaittu myös akateemisen tutkimuksen saralla. Maailmassa vuosittain julkaistavien tieteellisten artikkelien määrä, noin 2.5 miljoonaa artikkelia, ylittää ihmisen tiedonkäsittelykapasiteetin merkittävästi (Bornmann, Haunschild & Mutz 2021). Laajojen kielimallien uskotaan tarjoavan apuja tämän valtavan datamäärän käsittelyssä esimerkiksi tiivistämällä tieteellisten artikkelien sisältöjä (De Angelis ym. 2023). Laajoja kielimalleja voidaan myös hyödyntää tekstin oikolukemisessa ja kieliopin korjaamisessa. Tämä on erityisen tärkeä ominaisuus akateemisessa maailmassa, jossa tekstin julkaisukieli on pääasiassa englanti ja jossa iso joukko tutkijoista ei puhu englantia äidinkielenään.

### 2.5.2.3 Laajojen kielimallien haasteet ja ongelmat

Lukemattomasti hyödyistään huolimatta laajoihin kielimalleihin liittyy joitakin perustavanlaatuisia ongelmia, jotka rajoittavat niiden käyttömahdollisuuksia. LLM:ien suurimmat ongelmat liittyvät niiden luotettavuuteen, tekijänoikeuskysymyksiin sekä järjestelmien käyttäjien puutteelliseen osaamiseen. Naturen artikkelissa (Birhane, Kasirzadeh, Leslie & Wachter 2023) David Leslie kuvailee laajoihin kielimalleihin liittyviä luotettavuusongelmia seuraavasti;

*“LLM:t ennakoivat tilastollisesti todennäköisiä sanajärjestyksiä, jotka perustuvat sen iteratiivisesti käsittelemään digitaaliseen tekstidataan. Näiden järjestelmien toiminta siis perustuu aiemmin tuotetun tekstin tilastolliseen jakaumaan, jonka perusteella ne luovat merkkijonoja. Näin ollen näiltä järjestelmiltä puuttuu sellaisia sosiaalisia toimintoja, jotka ovat välttämättömiä tieteen ymmärtämisen ja tekemisen kannalta.”*

Laajat kielimallit perustavat vastauksensa koulutusdataan, jossa korostuu suosittujen ja paljon luettujen tekstien merkitys. Erityisesti tieteen tekemisen näkökulmasta katsottuna suositut ja paljon luetut artikkelit eivät useinkaan noudata akateemisia käytänteitä tai kuvaile ilmiöitä vaadittavalla tarkkuudella. Laajoilla kielimalleilla voi olla myös tiedostamattomia ennakoasenteita, jotka vaikuttavat luonnollisesti sen tuottaman tekstin sisältöön. Ennakoasenteet ja tietynlaisen tekstisisällön suosiminen johtavat vääjäämättä myös tekstisisällön diversiteetin vähenemiseen. Diversiteetin väheneminen on erityisen suuri ongelma akateemisen tutkimuksen kannalta, joka nimenomaisesti perustuu näkemysten jatkuvaan kyseenalaistamiseen ja tutkimuskentän moniäänisyyteen.

Laajoihin kielimalleihin liittyy myös muita eettisiä ongelmia. Tällä hetkellä olemassa olevat chatbotit, jotka hyödyntävät laajoja kielimalleja eivät suhtaudu tekijänoikeuksiin aina akateemisten kriteerien mukaisesti ja joissakin tapauksissa niiden on jopa havaittu keksineen lähteitä itse (Moran 2023). Laajojen kielimallien pelätään myös lisäävän koulutukseen liittyvää epätasa-arvoa suosimalla pääasiassa englanninkielistä sisältöä. Myös laajojen kielimallien hyödyllisyydestä on käyty keskusteltua: koulutussektorilla toteutettujen tutkimusten mukaan, huonosti toteutetut laajat kielimallit voivat pahimmillaan heikentää opiskelijoiden oppismiskokemusta (Li & Xing 2021).

Kielimallien kehittäjät pyrkivät usein moderoimaan kielimallien toimintaa siten, etteivät kielimallit esitä mielipiteitä esimerkiksi politiikkaan tai muihin arkaluontoisiin aiheisiin liittyen. Tämän lisäksi laajoihin kielimalleihin perustuvat chatbotit suhtautuvat varauksella muun muassa päihteiden käyttöön ja uhkapelaamiseen liittyviin keskusteluihin. Laajojen kielimallien kehittäjien on kuitenkin tehtävä kompromisseja moderoinnin ja vapaan tiedonvälityksen suhteen. Toisin sanoen laajojen kielimallien toimintaa ei voida moderoida liikaa ilman, että se vaikuttaisi tiedonvälityksen vapauteen. Laajojen kielimallien tulee myös toimia lainsäädäntöä ja paikallista kulttuuria kunnioittaen. Erilaisien arvokäsitysten takia edellä mainitun kaltaisen järjestelmän kehittäminen on hankalaa, ellei jopa mahdotonta ilman, että järjestelmän toiminnassa esiintyy alueellista vaihtelua.

Koska laajat kielimallit tarvitsevat toimiakseen valtavan määrän dataa, ovat kehittyneimmät kielimallit suurten teknologiayhtiöiden omistuksessa. Tiedonjaon ja vallan sentralisoituminen muutamille yrityksille herättää luonnollisesti huolta siitä, keitä laajat kielimallit lopulta palvelevat.

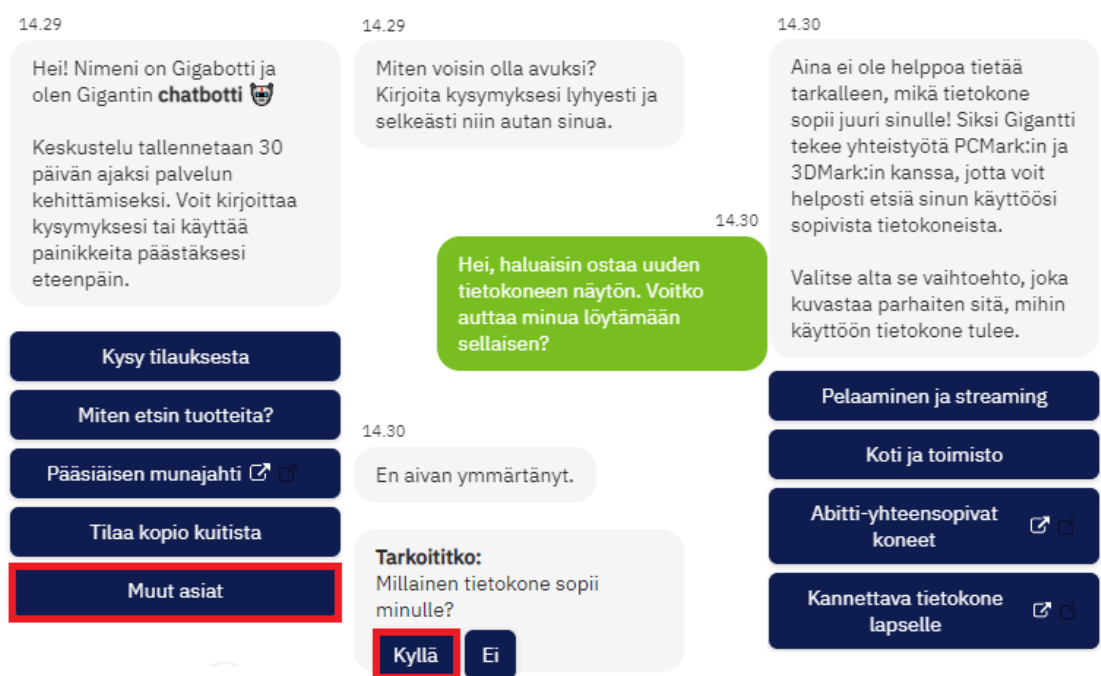
### 2.5.3 Esimerkkejä chatboteista

Erilaisia chatbotteja on olemassa yhtä paljon kuin on käyttötarkoituksia. Yksinkertaisimmat chatbotit toimivat eräänlaisina virtuaalisina asiakaspalvelijoina, jotka voivat esimerkiksi ohjata asiakkaan tiettyä aihealuetta käsittelevälle sivulle tai tarjota heille tietoa tuotteista tai palveluista. Nämä chatbotit operoivat yksinkertaisella tasolla hyödyntäen valikoita, nappeja ja valmiita lauseita, joita valitsemalla asiakas kulkee "polkua" pitkin kohti tarkoitusta palvelevaa lopputulosta. Edellä mainitun kaltaisia chatbotteja kutsutaan kirjallisuudessa flow-chatboteiksi, sillä niiden ja ihmisen välinen vuorovaikutus muistuttaa virtaa, jossa edetään valinta kerrallaan (Haristiani 2019).

Chatbottien älykkyyttä kuvaavan janan toisessa päässä olisi vastaavasti älykäs chatbotti (ts. generatiivinen, tekoälypohjainen chatbot), joka kykenee päivittämään tietoaan edellisten kokemuksen ja keskustelujen pohjalta. Flow-chatbotin ja älykkään chatbotin väliin mahtuu paljon erilaisia chatbot-ratkaisuja, jotka voivat olla sekoitus molempien chatbottien ominaisuuksia. Nämä chatbotit voivat olla esimerkiksi generalisteja, jotka osaavat tarjota vastauksia yksinkertaisiin kysymyksiin. Tyypillisimpiä esimerkkejä generalistista chatboteista ovat Applen Siri ja Microsoftin Cortana, jotka molemmat osaavat

auttaa käyttäjää etsimään esimerkiksi ravintoloita tai kauppoja (Haristiani 2019). Seuraavan kappaleen aikana käsitellään kahta erilaista chatbottia, joista toinen vastaa läheisesti edellä käsitellyn luokittelun (Haristiani 2019) flow-chatbotin määritelmää (Gigabotti) ja toinen älykkään ja generatiivisen chatbotin määritelmää (ChatGPT).

Alla olevassa kuvassa on kuvattuna lyhyt keskustelu Gigantin chatbotin, Gigabotin kanssa. Gigabotti esittelee aluksi itsensä ja tarjoaa tämän jälkeen käyttäjälle 5 eri valintaa, joista käyttäjän tulee valita sopivin. Valinnan jälkeen käyttäjälle annetaan mahdollisuus kirjoittaa lyhyt kysymys, johon Gigabotti pyrkii vastaamaan. Jo ensimmäisen chatbotille esitetyn yksinkertaisen kysymyksen kohdalla chatbot ilmoittaa, ettei se ymmärrä sille esitettyä kysymystä. Tämän jälkeen chatbot tiedustelee kysyjältä, etsiikö tämä itselleen tietokonetta, vaikka alkuperäinen kysymys käsittelee tietokoneen näyttöjä.




Kuva 3: Keskustelu Gigabotin kanssa (punaisella on merkitty kyselijän tekemä valinta)


Edellä mainitun kaltaisia kyselyitä esittämällä, esimerkiksi ilmoittamalla haluavansa ostaa uuden hiiren, Gigabotti ilmoittaa nopeasti, ettei se ymmärrä kysymystä ja tarjoaa kysyjälle mahdollisuutta keskustella ihmisasiakaspalvelijan kanssa. Vastaavasti, jos Gigabotilta tiedustelee vaihtoehtoja leivänpaahtimista, se erehtyy luulemaan, että asiakas haluaa löytää vanhat kuittinsa sekä ostohistorian.

Gigabotti hämmentyy helposti, vaikka sille esittää näennäisesti yksinkertaisia ja selkokieliisiä komentoja ja se tarjoaa kysyjälle vastineeksi toistuvia, ennalta ohjelmoituja vastauksia. Gigabotti ei myöskään tunnu

ymmärtävän yksinkertaisten, elektroniikkaliikkeen kannalta merkityksellisten sanojen kuten television, näppäimistön ja näytön merkitystä.

Seuraavassa esimerkissä käsitellään ChatGPT (versio 3.5) - chatbotin toimintaa. ChatGPT vastaa määritelmällisesti generalistista, generatiivista tekoälyä. ChatGPT kykenee keskustelemaan omien sanojensa mukaan yleisimmillä maailman kielillä kuten englanniksi, espanjaksi, ranskaksi, venäjäksi ja kiinaksi. ChatGPT pystyy kääntämään tekstiä kymmenille eri kielelle, mutta on epävarmaa, kuinka monella eri kielellä se pystyy tuottamaan ymmärrettävää tekstiä. Esimerkissä ChatGPT:n toimintaa havainnollistetaan kompleksisuudeltaan erilaisten tehtävien, kuten kielen kääntämisen, tarinankerronnan ja ohjelmakoodin tuottamisen välityksellä.

 Käännä minulle seuraava teksti englanniksi: Aurinkoisena päivänä olimme ystäväni kanssa rannalla kunnes yht'äkkiä havaihduimme siihen, että kumpikin meistä oli ollut juomatta jo monta tuntia. Aurinko porotti zeniitistä ja aloin jo tuntemaan kuinka päätäni jomottaa, todennäköisesti nestehukasta johtuen. Eittämättä oli yllättävää, ettei rannalla kuitenkaan ollut tavalliseen tapaan limonaadikojua, josta saisi ostettua kylmää juotavaa janoa taltuttamaan. Vähintään yhtä yllättävää oli myös se, ettei meistä kumpikaan; minä tai ystäväni olleet tajunneet mittavasta rannaltakäyntikokemuksestamme huolimatta tajunneet pakata laukkuamme mitään juotavaa.


 "On a sunny day, my friend and I were at the beach when suddenly we realized that neither of us had been drinking for many hours. The sun was beating down from the zenith, and I was starting to feel a headache, likely due to dehydration. Undoubtedly, it was surprising that there was no usual lemonade stand on the beach where we could buy a cold drink to quench our thirst. Equally surprising was the fact that neither of us, my friend nor I, had thought to pack any drinks despite our extensive beach outing experience."

Kuva 4: ChatGPT:n tuottama englanninkielinen käännös suomenkielisestä tekstistä

Edellisen kuvan suomenkieliseen kertomukseen oli lisätty tarkoituksella haastavia sanamuotoja, sekä lauserakenteita, joita on hankala kääntää englannin kielelle. ChatGPT onnistuu kuitenkin kääntämään tekstin hyvin ymmärrettävään englanninkieliseen muotoon ilman huomattavia kirjoitusvirheitä. Ainoa tulkinnanvarainen virhe, jonka ChatGPT tekee, on se, että se väärin ymmärtää lauseen "Aurinkoisena päivänä olimme ystäväni kanssa rannalla, kunnes yht'äkkiä havaihduimme siihen, että kumpikin meistä oli ollut juomatta jo monta tuntia." Oikean merkityksen välittääkseen käännöksessä olisi tullut lukea "On a sunny day, my friend and I were at the beach when suddenly we realized that neither of us had drunk for many hours".

ChatGPT:n kääntämistaidot korostuvat erityisesti englanninkielistä tekstiä käsiteltäessä, sillä lähes 60 % verkkosivujen sisällöstä oli vuonna 2023 englanniksi (Kemp 2023). ChatGPT pystyy englannin kielen lisäksi kääntämään tekstiä esimerkiksi venäjän kielelle tekemättä juurikaan kielioppivirheitä. Edellisen esimerkin suomenkielisen tekstin kääntäminen venäjäksi onnistuu ChatGPT:ltä seuraavasti:

**LK** Käännä minulle seuraava teksti venäjäksi: Aurinkoisena päivänä olimme ystäväni kanssa rannalla kunnes yht'äkkiä havaihdumme siihen, että kumpikin meistä oli ollut juomatta jo monta tuntia. Aurinko porotti zeniitistä ja aloin jo tuntemaan kuinka päätäni jomottaa, todennäköisesti nestehukasta johtuen. Eittämättä oli yllättävää, ettei rannalla kuitenkaan ollut tavalliseen tapaan limonaadikojua, josta saisi ostettua kylmää juotavaa janoa taltuttamaan. Vähintään yhtä yllättävää oli myös se, ettei meistä kumpikaan; minä tai ystäväni olleet tajunneet mittavasta rannaltakäyntikokemuksestamme huolimatta tajunneet pakata laukkuumme mitään juotavaa.

 А вот и перевод на русский язык: 📄 👍 🗨

"В солнечный день мы с другом находились на пляже, когда вдруг осознали, что ни один из нас не пил уже несколько часов. Солнце пекло сверху, и я уже начал чувствовать пульсацию в голове, вероятно, из-за обезвоживания. Безусловно, было удивительно, что на пляже не было обычного лимонадного киоска, где можно было бы купить холодный напиток, чтобы утолить жажду. Еще более удивительно было то, что ни один из нас, ни я, ни мой друг, не взял с собой напитков, несмотря на наше обширное пляжное опыт."

Kuva 5: ChatGPT:n tuottama venäjänkielinen käännös suomenkielisestä tekstistä

Vaikka käännetty teksti muuttuu kömpelömmäksi kuin englanninkielisessä käännöksessä, ChatGPT tekee vain yhden kielioppivirheen tekstin viimeisessä lauseessa: "несмотря на наше обширное пляжное опыт" tilalla tulisi lukea "на наш обширный пляжный опыт" (M. Pietarinen sähköposti 30.10.2023).

ChatGPT osaa myös kirjoittaa kertomuksia, joissa tekstiä elävöitetään erilaisten sanavalintojen ja muiden tarinankerronnan tehokeinojen avulla. Alla olevassa esimerkissä ChatGPT:lle annetaan tehtäväksi tuottaa tarina suomen kielellä, joka mukailee Punahilkka-kertomusta neo noir -teemalla. Tarinassa on havaittavissa selkeitä tunnekaaria: tarinan alussa kertomuksen päähenkilö tuntee uteliaisuutta ja velvollisuudentuntoa isoisäänsä kohtaan. Kaupungissa liikkeessaan Lindan sisällä heräävät jännitys ja seikkailunhalu. Kun Linda lopulta saapuu isoisänsä luokse, hän tuntee rakkautta ja kiintymystä.

ChatGPT:n kirjoittama kertomus mukailee rakenteeltaan tehtäväjuonityypin kertomusta. Tässä juonityypissä päähenkilö lähetetään suorittamaan tehtävää, jonka aikana hän kohtaa haasteita ja vastoinkäymisiä ja jotka voitettuaan hän saavuttaa tavoitteensa (Reagan ym., 2016).



Kirjoita minulle tarina suomen kielellä, joka mukailee punahilkka kertomusta. Kertomuksen tapahtumat sijoittuvat nimeltämainitsemattomaan suurkaupunkiin 2050-luvulla. Sisällytä kertomukseen neo noir -teema.



Tämä on tarina punahilkasta suurkaupungissa vuonna 2050.

Suurkaupungin valot loistivat neonvärisinä, ja sade piiskasi katujen mustaa asfalttia. Kaupunki oli kietoutunut futuristiseen loistonsa ja pimeyden varjoihin, ja monet sen asukkaista olivat unohtaneet vanhat sadut ja tarinat. Mutta erään pienen tytön sydämessä elivät edelleen klassiset tarinat, kuten Punahilkka.

Tämän tytön nimi oli Linda. Hän oli rohkea ja utelias nuori nainen, joka oli syntynyt ja kasvanut suurkaupungissa. Hänen punaiset hiuksensa, joita hän ei koskaan peittänyt hupulla tai hatulla, olivat tehneet hänestä paikallisen kaupunginosan tunnetuimman asukkaan.

Eräänä synkkänä iltana Linda sai tehtäväkseen viedä lääkkeitä vanhalle isoisälleen, joka asui kaupungin laitamilla. Kaupunginosa oli täynnä korkeita pilvenpiirtäjiä ja synkkiä kujia, mutta Linda ei pelännyt. Hän oli tottunut kulkemaan kaupungin varjoissa ja tuntemaan sen salaisuudet.

Kun Linda astui ulos, hän pukeutui tyylikkääseen mustaan takkiin ja laski hupun päähänsä. Kaupungin äänet ympäröivät hänet: sireenit, musiikki ja ihmiset, jotka kiirehtivät edestakaisin. Linda ei antanut sen häiritä itseään, hänellä oli tärkeä tehtävä.

Matka oli pitkä ja vaarallinen, mutta Linda ei pelännyt. Hän kulki synkkiä kujia pitkin, ohittaen hämäräperäisiä hahmoja ja pimeitä kulmauksia. Kukaan ei kuitenkaan uskaltanut tehdä hänelle pahaa, sillä hänen maineensa oli kulkenut edellään.

Lopulta Linda saapui isoisänsä pienelle talolle kaupungin laitamilla. Isoisä odotti häntä ikkunassa ja hymyili leveästi, kun hän avasi oven. Vanha mies oli heikko ja tarvitsi säännöllisesti lääkkeitä, ja Linda oli aina valmis auttamaan.

Kun Linda oli antanut isoisälleen lääkkeet, hän istahti vanhuksen vuoteen laidalle ja kertoi hänelle tarinan Punahilkasta ja suden viekkaudesta. Isoisä kuunteli kiinnostuneena ja naurahti aina sopivissa kohdissa.

Sade rummutti ikkunaa, ja synkkä kaupunki oli unohtanut sen ulkopuolella. Mutta tässä pienessä talossa, isoisän ja punahiuksisen tytön seurassa, tarina Punahilkasta eli jälleen. Se oli tarina rohkeudesta, perheestä ja siitä, miten pieni tyttö voisi voittaa suuren pahan suden, vaikka se olisikin naamioitunut moderniin suurkaupungin asuunsa.

Ja niin, Linda jätti isoisänsä luonaan, tietäen, että hän oli tehnyt hyvää. Hän palasi suurkaupungin sykkeeseen ja jatkoi taisteluaan pimeyden varjoja vastaan, aina muistaen, että klassiset sadut ja tarinat voivat elää edelleen, vaikka maailma ympärillä muuttuisi.

Kuva 6: ChatGPT:n tuottama tarina

ChatGPT pystyy myös tuottamaan valmista ohjelmakoodia käyttäjän kommentojen mukaisesti. Alla olevassa esimerkissä ChatGPT:lle annetaan

tehtäväksi tuottaa yksinkertainen C#-kielinen ohjelma, joka luo taulukon, jossa on 50 arvoltaan satunnaista double-tyyppistä muuttujaa (desimaalilukua). Tämän jälkeen ohjelman tulee asettaa taulukon luvut suuruusjärjestykseen pienimmästä suurimpaan ja lopulta tulostaa järjestysluvultaan 25. luku.

LK

Kirjoita minulle ohjelma C#-ohjelmointikielellä, joka luo double-tyyppisen taulukon, jossa on 50 satunnaista desimaalilukua. Tämän jälkeen ohjelman tulee asettaa luvut suuruusjärjestykseen pienimmästä suurimpaan. Lopulta ohjelman tulee valita taulukon 25. luku ja tulostaa se.



Tässä yksinkertainen C#-ohjelma, joka luo taulukon 50 satunnaista desimaalilukua, lajittelee ne suuruusjärjestykseen ja tulostaa 25. luvun:

```

csharp
Copy code

using System;

class Program
{
    static void Main()
    {
        // Luodaan taulukko 50 satunnaista desimaalilukua
        double[] luvut = new double[50];
        Random random = new Random();

        for (int i = 0; i < 50; i++)
        {
            luvut[i] = random.NextDouble() * 100; // Satunnainen desimaaliluku
        }

        // Lajitellaan taulukko suuruusjärjestykseen
        Array.Sort(luvut);

        // Tulostetaan 25. luku (indeksi 24, koska indeksit alkavat nollassa)
        Console.WriteLine("Taulukon 25. luku: " + luvut[24]);
    }
}

```

Kuva 7: ChatGPT:n tuottamaa ohjelmakoodia

On kuitenkin huomionarvoista, että ChatGPT pystyy tällä hetkellä tuottamaan jo huomattavasti edellistä esimerkkiä monimutkaisempaa ohjelmakoodia kuten yksinkertaisia koneoppimisalgoritmeja. Varsinaisen ohjelmakoodin tuottamisen lisäksi ChatGPT:tä voidaan käyttää koodin debugaamiseen sekä ohjelmakoodin kääntämiseen ohjelmointikielestä toiseen. Perinteisiä ohjelmointiympäristöjä käytettäessä käyttäjän tulee yksinkertaistenkin toimenpiteiden toteuttamiseksi ymmärtää kyseisen ohjelmointikielen syntaksi ja tarvittavat komennot. ChatGPT:n avulla ohjelmakoodin luominen tapahtuu suoraan luonnollisella

kielellä ilman tarvetta syvämmälle ohjelmointikielen tuntemukselle. Käyttäjän tarvitsee ainoastaan esittää ohjelmakoodin toiminnallisuudet tekoälyn ymmärtämällä tavalla, jolloin koodi voidaan tuottaa vaivattomasti.



### 3 CHATBOTIT JA OPISKELU

Tekoälychatbotit ovat älykkäitä ohjelmia, jotka pystyvät keskustelemaan ihmisten kanssa luonnollisella kielellä. Älykkäille chatboteille on ominaista se, että niiden koulutuksellista potentiaalia voidaan hyödyntää opetusasteesta riippumatta. Koska chatbotit kykenevät tuottamaan ymmärrettävää luonnollisen kielen tekstisisältöä kymmenillä eri kielillä, niitä voidaan hyödyntää niin esiopetuksessa kuin korkeakouluissakin. Älykkäiden chatbottien integroituminen osaksi opiskelua on luonnollista jatkumoa opiskelun yleiselle digitalisaatiokehitykselle, jolle on ominaista opetusmateriaalin ja opetustilaisuuksien siirtyminen verkkoon. Tämä kehitys on osaltaan pakottanut koulutuslaitokset omaksumaan uusia koulutusteknisiä innovaatiota ja soveltamaan niitä opetuksen kehittämisessä.

Tämän luvun tarkoituksena on tarkastella sitä, kuinka tekoälychatbotteja hyödynnetään opiskelun tukena. Luvussa keskitytään tarkastelemaan erityisesti ChatGPT -chatbottia. Ilmiötä tarkastellaan tässä luvussa opiskelijoiden ja opettajien näkökulmasta. Luvussa tarkastellaan älykkäiden chatbottien tarjoamia mahdollisuuksia sekä toiminnallisuuksia, joita opiskelijat ja opettajat käyttävät opiskelussa ja opetuksen järjestämisessä.

Älykkäät chatbotit tulivat suuren yleisön tietoisuuteen vuoden 2022 lopussa, kun OpenAI julkaisi ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer) -ohjelman kuluttajakäyttöön. Pian ChatGPT:n julkaisun erityisesti suomalaiset korkeakoulut julkaisivat tiedotteita, joissa asetettiin tiettyjä rajoituksia chatbottien hyödyntämiselle opiskelussa (Helsingin Yliopisto 2023 & Jyväskylän Yliopisto 2023). Rajoitteista huolimatta suomalaiset korkeakoulut suhtautuvat chatbottien hyödyntämiseen sallivasti ja ne nähdään enemmän mahdollisuutena kuin uhkana (STT 2023).

### 3.1 Chatbottien sovelluskohteet opiskelussa ja opetuksessa

Chatbotteja voidaan hyödyntää niin opiskelussa ja opetuksen järjestämisessä kuin myös opetuksen hallinnollisissa tehtävissä. Tämän lisäksi chatbotteja voidaan käyttää opintosuoritteiden arvioinnissa sekä neuvonantajatehtävissä (Okonkwo & Ade-Ibijola 2021). Chatbottien interaktiiviset opetusmenetelmät sekä niiden käytön vaivattomuus yhdistettynä mobiiliteknologian suosion kasvuun lisäävät myös osaltaan chatbottien käyttöä opiskelussa (Hwang & Chang 2021).

Chatbotit voivat luoda positiivisia oppimiskokemuksia tarjoamalla opiskelijoille keinon olla vuorovaikutuksessa reaaliaikaisesti (Kim & Kim 2022). Näin ollen opiskelijat voivat saada tukea opiskeluun ajasta ja paikasta riippumatta myös ilman opettajien läsnäoloa. Tämän lisäksi chatbotit ja erilaiset verkko-opetusratkaisut lisäävät opiskelijoiden autonomiaa ja mahdollistavat erilaisten opiskelumenetelmien ja aikataulujen käyttämisen.

Generatiiviset chatbotit pitävät sisällään lukemattoman määrän erilaisia käyttökohteita opiskelun parissa. Chatbotit voivat vastata kysymyksiin reaaliaikaisesti, laatia harjoitustehtäviä sekä auttaa opiskelun aikatauluttamisessa. Joissain tapauksissa, kuten Microsoft Teams + ChatGPT -integraatiossa, chatbotteja voidaan käyttää myös ryhmätöissä tiedon jakamiseen. Opiskelijat voivat myös saada chatboteilta tukea opintojen suunnitteluun, kuten opiskelumateriaalien etsintään ja eri opintopolkujen vertailuun. Opiskelijanäkökulmasta tarkasteltuna älykkäitä chatbotteja voidaan käyttää muun muassa:

- Henkilökohtaisena opettajana
- Kysymys-vastaus-palveluna
- Palautteen antajana
- Opinto-ohjaajana
- Muistiinpanojen laatimisessa
- Harjoitustehtävien tai kokeiden luomisessa
- Opiskelumotivaation ylläpitäjänä

Okonkwon ja Ade-Ibijolan (2021) toteuttaman kirjallisuuskatsauksen mukaan chatbottien hyödyt opetuskäytössä ovat seurausta muun muassa seuraavista tekijöistä.

- 1) Sisällön kokoaminen (Akcora ym., 2018)
- 2) Nopea pääsy (Ciupe, Mititica & Orza 2019)
- 3) Motivointi ja osallistaminen (Adamopoulou & Moussiades, 2020)
- 4) Monikäyttöisyys (Wu ym., 2020)
- 5) Välitön tuki (Alias, Sainin, Fun & Daut, 2019)

Sisällön kokoamisella tarkoitetaan sitä, että opettajat tai ohjaajat voivat koota opetusmateriaalin yhdelle alustalle, johon kaikilla auktorisoiduilla käyttäjillä on pääsy. Alustalla voi olla varsinaisen opetusmateriaalin lisäksi tietoa esimerkiksi aikatauluista tai arvostelukriteereistä. Alustalla voidaan informoida myös muista kuin opiskeluun liittyvistä asioista, kuten liikuntavuoroista tai opiskelijatapahtumista. Tämän lisäksi edistynyt chatbot-teknologia tarjoaa opiskelijoille nopean pääsyn koulutusmateriaaliin, asettamatta kuitenkaan korkeita vaatimuksia käyttäjän tiedonhakutaitojen suhteen. Näin ollen koulutus- tai osaamistasosta riippumatta kaikilla käyttäjillä on mahdollisuus etsiä ja löytää ajankohtaista ja paikkansapitävää opetusmateriaalia nopeasti. Chatboteilla on myös tärkeä rooli opiskelijoiden motivoinnissa ja aktivoimisessa. Interaktiiviset opetusjärjestelmät kuten chatbotit ylläpitävät oikein käytettynä opiskelijoiden mielenkiintoa ja opiskelumotivaatiota (Chen, Chen & Lin 2020). Monikäyttäjäisyys tarkoittaa sitä, että eri sijainneista tulevat opiskelijat voivat kaikki käyttää chatbottia samanaikaisesti ilman keskeytyksiä. Mahdollisesti kaikkein merkittävin hyöty, joka chatbot-teknologiaan liittyy, on välittömän tuen tarjoaminen. Tuen merkitys korostuu erityisesti etä- ja itseopiskelussa, jossa opettajan tukea ei ole jatkuvasti saatavilla. Chatbottien tarjoama apu voi olla muutakin kuin kysymyksiin vastaamista. Chatbotit voivat esimerkiksi automatisoida kotitehtävien palautuksen sekä vastata sähköposteihin (Molnár & Szüts, 2018).

Chatbottien käyttöön liittyy myös selkeä sosiaalinen ulottuvuus. Oikein käytettynä chatbotit voivat parantaa oppimiskokemusta vähentämällä opiskelijoiden kokemaa eristyneisyyttä (Wu ym. 2020). Opiskelun sosiaalinen näkökulma nousi pinnalle erityisesti koronaviruspandemian aiheuttamien eristystoimenpiteiden seurauksena. Tutkimusten mukaan sosiaalinen isolaatio lisää opiskelijoiden kokemaa stressiä sekä masentuneisuutta ja heikentää opiskelumotivaatiota (Knight ym. 2021). Chatbottien tarjoamien opetuksellisten mahdollisuuksien lisäksi ne antavat opiskelijoille mahdollisuuden kertoa tunteistaan ja ajatuksistaan videon, audion tai tekstin välityksellä (Kim & Kim, 2022).

Koulutusilaisuudet voidaan jakaa neljään eri luokkaan sen mukaan, kuinka paljon tilaisuudessa hyödynnetään digitaalisia apuvälineitä (Shelly, Cashman, Gunter & Gunter 2005):

1. Perinteinen kontaktiopetus: Fyysisessä luokkahuoneessa tapahtuva opetus, jossa ei käytetä apuna digitaalisia apuvälineitä.
2. Verkkoa hyödyntävä opetus: Nettisivuja voidaan käyttää esimerkiksi aikataulujen tai tehtävien jakamista varten, mutta opiskelu tapahtuu silti kohdan 1. kaltaisesti luokkahuoneessa.
3. Sekoitus verkko- ja kontaktiopetusta. Verkossa jaetaan sisältöä ja käydään keskusteluita, mutta opetukseen kuuluu myös satunnaisia tapaamisia fyysisesti.
4. Kaikki opetus ja opiskelu tapahtuu verkossa. Myös keskustelut ja tehtävien arviointi tapahtuvat verkossa ja fyysisiä tapaamisia ei ole.

On perusteltua olettaa, että chatbottien merkitys korostuu erityisesti sellaisissa digitaalisissa ympäristöissä, joissa opettajan tai muiden opiskelijoiden tukea ei ole välittömästi saatavilla. Ideaalitalanteessa chatbotit voivat siis toimia verkko-opiskelijoille ikään kuin apuopettajina, joiden puoleen he voivat tarvittaessa kääntyä. Chatbottien merkitystä opetuksessa ei tule kuitenkaan yksinkertaistaa vain automaattiin, joka vastaa opiskelijan kysymyksiin hänen syöttämiensä kommentojen perusteella.

Perinteisessä kontakti- tai verkko-opetusympäristössä kaiken keskiössä on opettajan ja opiskelijan välinen vuorovaikutus. Opetuksen järjestämisen lisäksi opettaja on oma roolinsa esimerkiksi opiskelumotivaation ylläpidossa sekä opiskelijoiden hyvinvoinnin seuraamisessa. Tutkimusten mukaan suurin osa opiskelijoiden oppimispotentiaalista ulosmitataan vasta siinä vaiheessa, kun sosiaalinen interaktio tapahtuu (Gehlbach 2010). On siis erityisen tärkeä huomata se, kuinka chatbotit ovat paljon muutakin kuin pelkkä puhuva pää, jolla on valtava määrä substanssiosaamista.

Chatbot-tekniikan valjastaminen erilaisiin opetuksellisiin tehtäviin on kasvava trendi ja esimerkkejä tästä kehityksestä voidaan nähdä niin kaupallisten toimijoiden kuin koulutuslaitostenkin osalta. Kielten opetukseen kehitetty sovellus Duolingo julkaisi vuoden 2023 alussa Duolingo Maxin, joka hyödyntää GPT 4:n kyvykkyyksiä. Duolingo Max pystyy käsittelemään käyttäjän vastauksia ja antamaan palautetta reaaliaikaisesti. Tämän lisäksi käyttäjät voivat asettaa Duolingon niin sanottuun roolipeli -tilaan, jossa chatbot keskustelee hänen kanssaan vieraalla kielellä simuloiden keskustelutilannetta vieraskielisen ihmisen kanssa (Duolingo 2023). Chatbot-tekniikan mahdollisuudet on huomioitu myös korkeakouluissa, ja esimerkiksi Yhdysvalloissa useat yliopistot ovat ottaneet käyttöön chatbotteja, jotka tarjoavat opiskelijoille emotionaalista tukea sekä auttavat opinto-ohjauksessa (Viano 2023).

Yksi mielenkiintoisimmista chatbot-tekniikan soveltamisaloista koulutussektorilla liittyy erityisoppilaiden opetusmenetelmien kehittämiseen. Erityisoppilaiden opetukselliset tarpeet eroavat usein muiden opiskelijoiden vastaavista ja niitä voi olla vaikea tunnistaa. Erilaisten tekoälyjärjestelmien kuten älykkäiden chatbottien uskotaan auttavan näiden tarpeiden tunnistamisessa sekä ratkaisukeinojen löytämisessä (Kumar, Singh & Vohra 2023).

### **3.2 Chatbotteihin liittyvät haasteet ja ongelmat opetuksessa**

Chatbot-tekniikan opetuksellisen potentiaalin arvioinnin lisäksi aiheeseen liittyvän tutkimuksen ohella on tunnistettu merkittäviä ongelmia ja haasteita, joita tämän tekniikan käyttöön liittyy. Okonkwo ja Ade-Ibijola (2021) luokittelevat haasteet viiteen eri kategoriaan, jotka ovat: eettiset ongelmat, arviointiin liittyvät ongelmat, käyttäjien asenteisiin liittyvät ongelmat, ohjelmointiin liittyvät ongelmat sekä valvontaan ja ylläpitoon liittyvät ongelmat.

Eettiset ongelmat liittyvät muun muassa siihen, miten chatbotteja käytetään ja kuinka monipuolisia niiden käyttötarkoitukset voivat olla. Chatbotin kehittäjien olisi erityisesti otettava huomioon eri käyttäjäryhmien väliset erot, kuten heidän näkemyksensä yksityisyydensuojasta. Riippumatta käyttötilanteesta ja käyttäjäryhmästä, chatbottien kehityksessä on ehdottoman tärkeää pitää etusijalla eettiset näkökulmat. Tämä voi vaatia poikkeamista perinteisistä kehitysstandardeista, jos se on tarpeen yleisen hyvän ja eettisen toiminnan varmistamiseksi (Ruane, Birhane & Ventresque 2019).

Chatbottien suoriutumista arvioitaessa ei tule myöskään keskittyä vain siihen, kuinka nopeasti tai tehokkaasti ne vastaavat käyttäjän esittämiin kyselyihin. Tämän lisäksi Paschoalin, de Oliveiran ja Chiconin (2018) mukaan chatbottien suorituskykyä testattaessa käytetään valitettavan usein pientä, ja tilastollisesti merkityksetöntä testauspopulaatiota. Laajemman testauspopulaation käyttämisen lisäksi chatbottien opetuksellista suorituskykyä arvioitaessa tulisi toteuttaa empiirinen tutkimus, joka mittaisi nimenomaisesti sitä, kuinka chatbotin kanssa vuorovaikutuksessa opiskelu vaikuttaa oppimistuloksiin (Song, Oh & Rice 2017).

Myös käyttäjien asenteiden on huomattu vaikuttavan siihen, kuinka halukkaita opiskelijat ovat omaksumaan ja käyttämään chatbot-tekniologiaa. Jos opiskelijoilla on chatbotteihin liittyen negatiivisia asenteita he ovat tutkimusten mukaan haluttomampia edes kokeilemaan niitä. Vastaavasti positiiviset ennakoasenteet nopeuttavat teknologian omaksumista. Chatbot-tekniologian omaksumisen helpottamiseksi, koulutuslaitosten tulisi pyrkiä muokkaamaan käyttäjien ennakoasenteita sellaisiksi, että ne palvelevat teknologian omaksumista (Chatterjee & Bhattacharjee 2020).

Tämän lisäksi chatbottien ohjelmointiin liittyvät haasteet ovat puhuttaneet aiheen tutkijoita. Chatboteilla voi olla vaikeuksia erottaa tekstistä kontekstuaalisia merkityksiä, jotka konkretisoituvat ihmiskeskustelijalle esimerkiksi sanavalintojen tai sanajärjestyksen kautta (Okonkwo & Ade-Ibijola 2021). On kuitenkin huomionarvoista, että edellisen artikkelin kirjoittamisen jälkeen kuluttajakäyttöön on julkaistu muuttuja (transformer) -tyyppisiä chatbotteja, jotka pystyvät tunnistamaan tekstin kontekstuaalisia merkityksiä kiitettävällä tarkkuudella. Chatbotteihin liittyy myös vakavampia uhkakuvia, joiden mukaan ohjelmissa esiintyvät rakenteelliset virheet voivat vaikuttaa negatiivisesti ihmisten väliseen kommunikointiin. Näin ollen chatbottien kehityksessä tulee ottaa huomioon erityisesti eri kulttuurien ja kielten väliset erityispiirteet (Grosz, 2018).

Huonosti toteutetut chatbotit voivat myös joissain tapauksissa tuottaa yrityksille konkreettisia haittoja esimerkiksi ylimääräisen työn tai mainehaitan muodossa. Yksi konkreettinen esimerkki epäonnistuneesta chatbotista on Microsoft Tay, joka kehitettiin keskustelemaan Twitterin ihmiskäyttäjien kanssa. Alle 24 tuntia julkaisunsa jälkeen viihdyttäväksi keskustelukumppaniksi kehitetty Tay alkoi vastaamaan käyttäjille vihamielisin, natsi-ideologiaa ihannoivin kommentein. Tayn eriskummallinen käytös oli seurausta Twitter-käyttäjien pilasta, jossa osa käyttäjistä keskusteli Tayn kanssa tietoisesti rasistista

ja vihamielistä tekstiä käyttäen. Tay omaksui nopeasti Twitterissä vallitsevan keskustelukulttuurin, kyseenalaistamatta sen sisältöä. Microsoftin mukaan Tay oli koulutettu relevanttia ja filtteröityä julkista dataa käyttäen. Sisällön filtteröintiä ei kuitenkaan todennäköisesti sovellettu dataan, jota Tay käsitteli julkaisunsa jälkeen (Vincent 2016).

Toimiakseen tarkoituksenmukaisesti opetuskäytössä, chatbotteja tulee valvoa ja ylläpitää säännöllisesti. Valvonnan ensisijaisena tehtävänä on varmistaa, että chatbotin toiminta vastaa sen suunnittelutavoitteita. Chatbottien ylläpidolla pidetään huoli, että chatbotilla on käytössään aina ajankohtaista ja paikkansapitävää dataa (Okonkwo ja Ade-Ibijola 2021). Chatbottien käyttäjämäärien kasvaessa myös valvonnan ja ylläpidon merkitys kasvaa. Mitä suurempi joukko opiskelijoita on erilaisten chatbot-järjestelmien tuottaman tiedon varassa, sitä enemmän korostuvat myös datassa läsnä olevat virheet.

## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä tutkielmassa halutaan selvittää minkälaisia hyötyjä älykkäiden chatbottien käyttöön liittyy korkeakouluopiskelussa ja mistä nämä hyödyt syntyvät. Lisäksi tutkielman tavoitteena on analysoida, missä tilanteissa ja millaisissa tehtävissä opiskelijat hyödyntävät chatbotteja. Tutkielmassa tarkastellaan myös chatbottien opiskelukäyttöön liittyviä haasteita ja ongelmia ja pyritään löytämään ratkaisuja haasteiden minimoimiseen ja chatbottien opiskelukäytön kehittämiseen. Tutkielmassa käsitellään lyhyesti opiskelijoiden näkemyksiä chatbottien käytön rajoittamiseen ja niiden tulevaisuuteen liittyen.

Älykkäät ja generatiivisesti sisältöä tuottavat chatbotit ovat ilmiönä uusi, ja tämän takia tutkimustietoa niiden opiskelukäytöstä on tarjolla niukasti. Pääosa aihetta käsittelevistä tutkimuksista on julkaistu kuluneen vuoden (2023) aikana ja julkaisuissa korostuvat erityisesti kirjallisuuskatsaukset. Edellä mainitut tutkimukset eivät keskity erityisesti älykkäiden chatbottien hyödyntämiseen korkeakouluopiskelussa opiskelijoiden näkökulmasta. Sen sijaan ne tutkivat usein hyödyntämismenetelmiä laajemmissa konteksteissa, kuten opintojen ja opetuksen organisoinnin näkökulmasta.

Tämä tutkielma vastaa osaltaan myös aiheeseen liittyvän, suomenkielisen tutkimustiedon tarpeeseen. Vastaavaa Suomessa toteutettua tutkimusta ei ole vielä tutkielman kirjoitushetkellä julkaistu.

### 4.1 Tutkimusasetelma

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on lisätä korkeakoulujen eri sidosryhmien ymmärrystä siitä, kuinka opiskelijat käyttävät generatiivisia chatbotteja opiskelussa. Tutkimuksen kohderyhmä ovat suomalaiset korkeakouluopiskelijat, jotka ovat käyttäneet tai käyttävät generatiivisia chatbotteja opiskelussa.

Tutkimuksen tarjoama tieto voi auttaa korkeakouluja ottamaan tämän uuden opetusteknologian paremmin huomioon opetuksen järjestämisessä sekä auttaa kehittämään uusia generatiivisia chatbotteja hyödyntäviä opiskelumenetelmiä. Tutkimuksesta voivat hyötyä muun muassa opettajat, jotka voivat tunnistaa älykkäiden chatbottien tarjoamia käyttömahdollisuuksia sekä järjestelmien kehittäjät, jotka voivat soveltaa tietoa uusien opiskelukäyttöön soveltuvien versioiden kehittämisessä. Tämä tutkielma toimii myös osaltaan perustana tutkimusaiheeseen liittyvän ymmärryksen lisäämiselle. Tutkimuksen tarkoituksena on vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- 1) Miten älykkäitä tekoäly chatbotteja hyödynnetään korkeakouluopiskelussa Suomessa ja mistä hyödyt syntyvät?
- 2) Mitä haasteita ja ongelmia näiden järjestelmien käyttöön liittyy?
- 3) Miten generatiivisten chatbottien opiskelukäyttöä voidaan kehittää?

### 4.3 Tutkimuksen toteutus

Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin kvantitatiivista kyselytutkimuslomaketta, jossa oli myös muutamia avoimia vastauskenttiä. Tutkimuksen toteutuksen lähtökohtana oli selkeä hypoteesi siitä, että erityisesti teknologiaintensiivisten opiskelualojen sisällä älykkäiden chatbottien käyttö on yleistä opiskelussa. Hypoteesin mukaan oli myös perusteltua olettaa, että edellä mainittua teknologiaa soveltaneita henkilöitä löytyy runsaasti erityisesti informaatioteknologian ja kauppatieteiden opiskelijoiden keskuudesta.

Tutkimusmenetelmän valinnan taustalla oli ensisijaisesti hypoteesi runsaasta vastaajamäärästä ja siitä seuraavasta laajasta tutkimusaineistosta. Pro gradu -tutkielmaan käytettävien ajallisten resurssien puitteissa kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien käyttö oli selkeä valinta jo heti tutkimusaineiston keruuta suunniteltaessa. Käytettyjen tutkimusmenetelmien valintaan löytyy myös tukea akateemisesta kirjallisuudesta, jonka mukaan kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät soveltuvat erityisesti erilaisten hypoteesien testaamiseen sekä suurten tutkimuspopulaatioiden tutkimiseen (Verhoef & Casebeer 1997).

### 4.4 Tutkimusaineisto

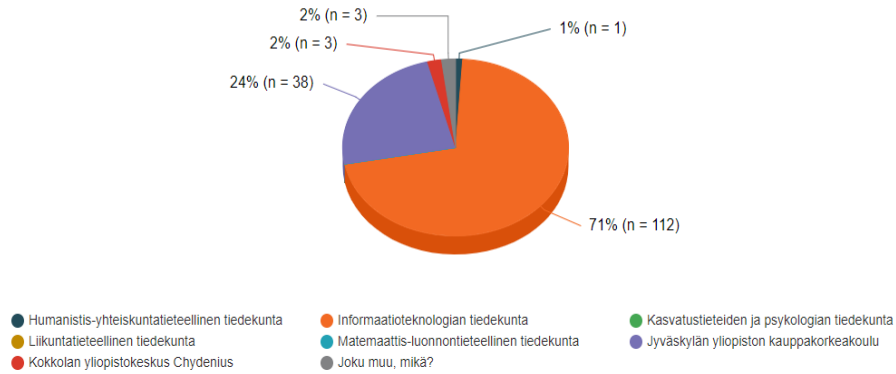
Tutkimus toteutettiin vuoden 2023 marras - joulukuussa Jyväskylän yliopistossa. Tutkimuksen aineisto kerättiin Webropol-palvelussa kyselytutkimuslomakkeella (liite 1), jota jaettiin yliopiston it-, ja kauppatieteellisen tiedekunnan opiskelijoille sähköpostitse. Kyselyyn vastasi 157 henkilöä, joista suurin osa oli it-, ja kauppatieteellisen tiedekunnan opiskelijoita.



Vastaajat olivat pääasiassa alle 35-vuotiaita ja sukupuoleltaan vastaajista karkeasti 50 % oli naisia ja 50 % miehiä. Vastaajista 34,4 % oli kandidaatin tutkintoa suorittavia opiskelijoita ja 65,6 % maisterin tutkintoa suorittavia.

#### Tiedekunta

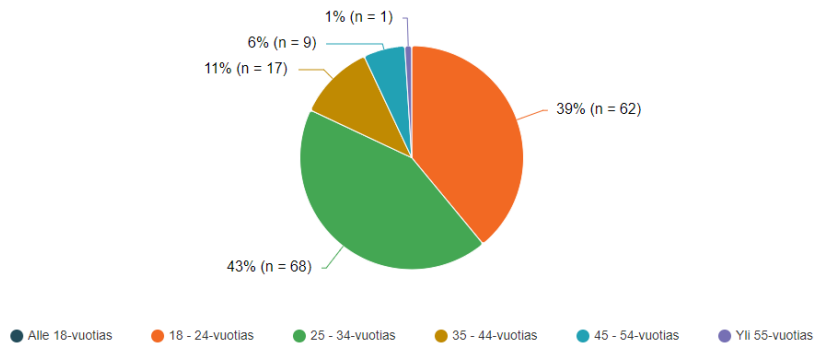
Vastaajien määrä: 157



Kuva 8: Vastaajien tiedekunnat

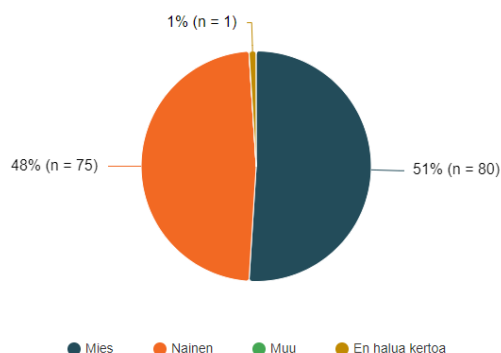
#### Ikä

Vastaajien määrä: 157



Kuva 9: Vastaajien iät

**Sukupuoli**  
Vastaajien määrä: 157



Kuva 10: Vastaajien sukupuolet

**Koulutusaste**  
Vastaajien määrä: 157



Kuva 11: Vastaajien koulutusasteet

#### 4.4.1 Tutkimusaineiston tilastollinen analyysi

Tutkimusaineiston analysoinnissa käytettiin tilastollisena menetelmänä Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa. Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimen avulla pyrittiin tarkastelemaan seuraavia hypoteeseja:

- 1) Koetuilla chatbottien käyttötaidoilla on vaikutuksia siihen, kuinka hyödyllisiksi chatbotit koetaan.
- 2) Chatbotteihin liittyvällä käyttökokemuksella on vaikutuksia siihen, kuinka hyödyllisiksi chatbotit koetaan.

Spearmanin korrelaatiokerrointa sovellettiin seuraavien muuttujaparien välisen yhteyden tutkimisessa:

- 1) Koettu chatbottien käyttötaito ja chatbottien hyödyllisyys opiskelussa

## 2) Chatbottien käyttökokemus ja chatbottien hyödyllisyys opiskelussa

Edellä mainitun kohdan 1 analysoitava data kerättiin tutkimuksen yhteydessä toteutetun kyselyn väittämien 6 (koen olevani taitava chatbottien käyttäjä) ja 10 (chatbotit ovat hyödyttäneet minua opiskelussa) vastauksista. Vastaavasti kohdan 2 data kerättiin kysymyksen 6 (miten kuvailisit chatbotteihin liittyvää käyttökokemustasi?) ja väittämän 13 (chatbotit ovat hyödyttäneet minua opiskelussa) vastausten pohjalta. Kohdille 1 ja 2 ominaisten Spearmanin korrelaatiokerroimien selvittämisen yhteydessä laskettiin myös kullekin kohdalle ominainen P-arvo.

Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{(n^2 - 1)n}$$

## 5 TULOKSET

Tämän tutkielman empiirinen osuus pyrki vastaamaan keskeisiin tutkimuskysymyksiin, jotka liittyivät siihen, kuinka älykkäitä ja generatiivisia chatbotteja käytetään suomalaisessa korkeakouluopiskelussa. Tutkielmassa pyrittiin myös selvittämään sitä, mistä chatbottien hyödyt korkeakouluopiskelussa syntyvät ja mitä ongelmia ja haasteita tämän teknologian käyttöön liittyy. Tämän lisäksi tutkielmassa tutkittiin sitä, kuinka chatbottien opiskelukäyttöä voidaan kehittää.

Tutkielman empiirisen osuuden tarkoituksena oli selvittää, missä tilanteissa opiskelijat käyttävät chatbot-tekniologiaa ja mitä hyötyjä sekä haittoja tämän teknologian käyttöön liittyy. Tutkimusaineisto koostui kyselytutkimuslomakkeella kerätyistä vastauksista (n = 157). Tutkimuksen tulokset esitetään seuraavassa järjestyksessä:

- 1) Chatbottien käyttökohteet
- 2) Chatbottien koettu hyödyllisyys
- 3) Chatbottien käyttöön liittyvät haasteet ja ongelmat

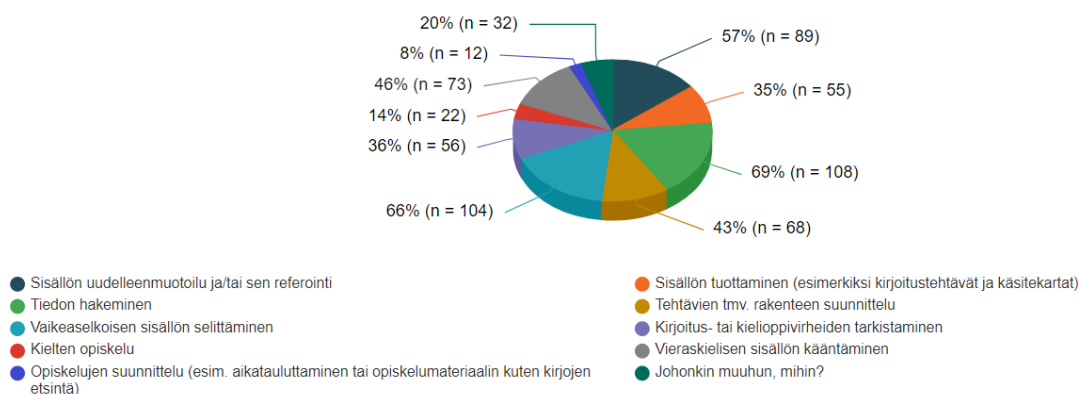
### 5.1 Chatbottien käyttökohteet

Tutkimusaineistoa ja käyttökohteita tarkastellessa nousi esiin kaksi selkeää trendiä, jotka liittyivät sisällön tuottamiseen ja tiedonhaun teemoihin. Aineiston perusteella yleisimmät käyttökohteet chatboteille olivat tiedon hakeminen sekä vaikeaselkoisen sisällön selittäminen. Tiedon hakemiseen älykkäitä chatbotteja oli käyttänyt 68,8 % (n = 108) vastaajista ja sisällön selittämiseen 66,2 % (n = 104) vastaajista. Nämä kaksi vastausta korostuivat myös kysyttäessä chatbottien tärkeimmistä käyttökohteista. Yleisimpien käyttökohteiden mukaan lukeutuivat myös sisällön uudelleenmuotoilu ja referointi sekä vieraskielisen sisällön kääntäminen. Sisällön uudelleenmuotoiluun ja referointiin chatbotteja oli

käyttänyt 57 % vastaajista (n = 89) ja sisällön kääntämiseen 46.5 % (n = 73) vastaajista.

Avoimen kentän vastauksissa selkeimmät teemat olivat chatbottien käyttö ideoinnissa sekä erilaisten tehtävien ja omien tulkintojen tarkastamisessa (ts. sparraaminen). Ideoinnin osalta vastaajat olivat kertoneet käyttävänsä chatbotteja esimerkiksi keksimään tutkielma-aiheita sekä rikastamaan omia ideoita. Tehtävien tarkastamisessa chatbotteja käytettiin erityisesti ohjelmoinnin opiskelun yhteydessä. Vastaajat kertoivat käyttäneensä chatbotteja esimerkiksi ohjelmakoodin virheilmoitusten tulkintaan sekä koodin debuggaamiseen. Osa vastaajista kertoi myös käyttäneensä chatbotteja vertaillakseen omia ratkaisujaan tekoälyn vastaaviin.

Vastaajien ilmoittamat yleisimmät käyttökohteet toistuivat myös seuraavan kysymyksen yhteydessä, jossa vastaajia pyydettiin luettelemaan 3 heidän tärkeimmäksi kokemaansa käyttökohdetta. Chatbottien käyttö tiedon hakemissa mainittiin kolmen tärkeimmän käyttökohteen joukossa yhteensä 65 kerta ja tärkeimmäksi käyttökohteeksi sen ilmoitti 32 vastaajaa. Vaikeaselkoisen sisällön selittäminen mainittiin tärkeimpiä käyttökohteita selvittäessä yhteensä 63 kertaa ja tärkeimmäksi sen ilmoitti 20 vastaajaa.

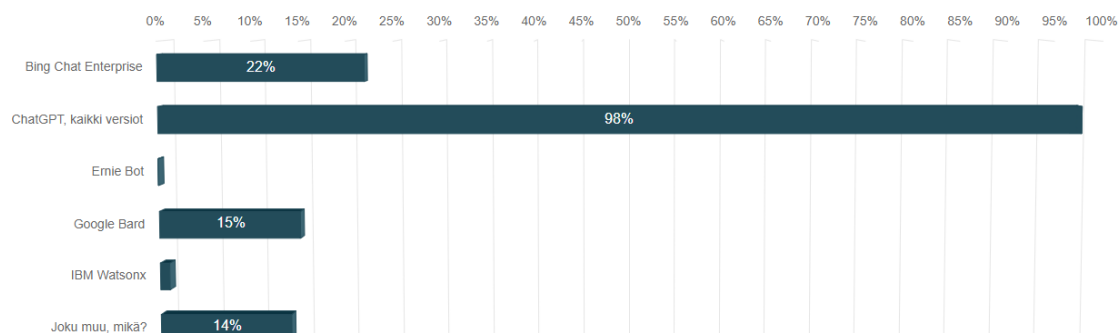


Kuva 12: Chatbottien yleisimmät käyttökohteet

### 5.1.1.2 Käytetyt järjestelmät

Käytettyjen chatbot-järjestelmien osalta selkeästi suosituimmaksi nousi ChatGPT (kaikki versiot) ja sitä oli ainakin kokeillut lähes jokainen vastaaja. ChatGPT:n jälkeen suosituimmat järjestelmät olivat Bing Chat Enterprise, sekä Google Bard. Avoimen kentän vastauksissa vastaajat kertoivat käyttäneensä muun muassa Azure AI:ta, Agent GPT:tä sekä MindGraspia ja AI Dungeonia. AI Dungeon ei kuitenkaan vastaa tämän tutkielman kontekstissa käsiteltäviä älykkäitä ja generatiivisia chatbotteja. AI Dungeon on fantasiapeli, jossa tekoälyllä on rooli pelin reaaliaikaisessa kehittämisessä.

Mitä chatbotteja olet käyttänyt (valitse kaikki joita olet edes kokeillut)  
Vastaajien määrä: 157, valittujen vastausten lukumäärä: 236

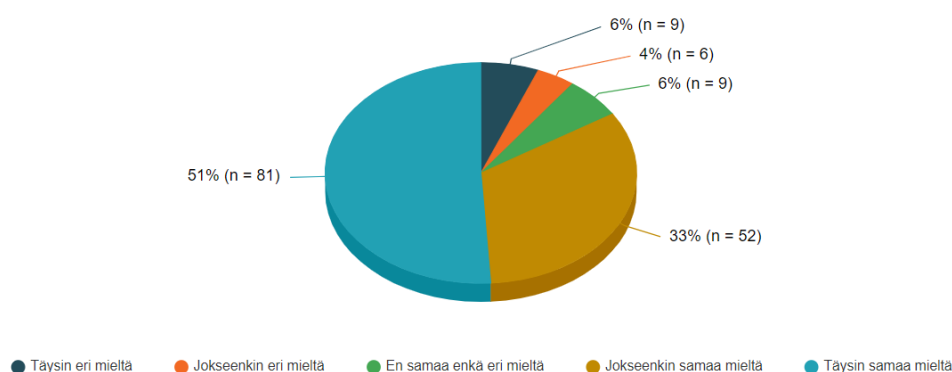


Kuva 13: Käytetyt chatbotit

## 5.1.2 Chatbottien koettu hyödyllisyys

Vastaajia pyydettiin arvioimaan chatbottien opiskelukäytöstä syntyviä hyötyjä. Väitteeseen "chatbotit ovat hyödyttäneet minua opiskelussa" 51,6 % (n = 81) vastaajista ilmoitti olevansa täysin samaa mieltä ja 33,1 % (n = 51) ilmoitti olevansa jokseenkin samaa mieltä. Vastaajista 5,7 % (n = 9) ei ollut väitteen kanssa samaa eikä eri mieltä ja 9,6 % (n = 15) oli jokseenkin tai täysin eri mieltä. Kyselyn vastausten perusteella on ilmeistä, että opiskelijat voivat hyötyä chatbottien opiskelukäytöstä merkittävästi. Erityisen hyödyllisiksi chatbotit osoittautuivat vastaajien mukaan tiedonhaussa, sisällön selittämisessä, sisällön uudelleen muotoilussa ja vieraskielisen sisällön kääntämisessä.

Chatbotit ovat hyödyttäneet minua opiskelussa  
Vastaajien määrä: 157



Kuva 14: Chatbottien koettu hyödyllisyys opiskelukäytössä

Chatbottien koetulle hyödyllisyydelle esitettiin kirjava joukko erilaisia syitä. Kysymykseen, jossa vastaajia pyydettiin arvioimaan juurisyitä chatbottien hyödyllisyydelle opiskelukäytössä (ts. mistä vastaajat arvioivat järjestelmien

hyödyn syntyvän) saatiin 134 vastausta. Vastauksissa korostuivat erityisesti seuraavat teemat:

- 1) Tiedonhaku: Tiedon hakemisen nopeus, helppous ja täsmällisyys
- 2) Asiantuntijuus: Chatbottien kyky selittää ja yksinkertaistaa haastavia kokonaisuuksia
- 3) Tehokkuus tekstinkäsittelyssä: Chatbottien tehokkuus mm. tekstin tiivistämisessä ja kääntämisessä
- 4) Näkökulmien tarkastelu: Uusien näkökulmien tarjoaminen ja chatbottien kyky auttaa ideoinnissa
- 5) Palautteen antaja: Sparraus ja palautteen antaminen ("opettajan" roolissa toimiminen)

### 5.1.2.1 Tiedonhaku

Useat vastaajat kokivat, että chatbotit ovat auttaneet heitä tarjoamalla nopean ja helpon tavan hakea tietoa. Joidenkin vastaajien mukaan chatbotit eroavat perinteisistä hakukoneista esimerkiksi siten, että chatbottia käyttäessä tiedon hakijan ei tarvitse etsiä haluamaansa tietoa mahdollisesti useista eri lähteistä. Näiden näkemyksien mukaan chatbottien käyttöarvon voidaan nähdä rakentuvan niiden laajan käytettävyyden ja monialaisen osaamisen seurauksena.

Chatbotit toimivat oikein käytettyinä siis eräänlaisina tietopankkeina, jotka koostavat vastauksia parhaaksi kokemallaan tavalla. Tämä yksinkertaistaa tiedonhakuprosessia sekä säästää käyttäjän usean eri lähteen läpi käymisen vaivalta. Vastaajat pitivät arvossaan myös sitä, että chatbotit tarjoavat tarkkoja vastauksia spesifeihin kysymyksiin ja että chatbotilta voi kysyä aina kysyä tarkentavia kysymyksiä. Lisäksi vastaajat pitivät tärkeänä sitä, että chatbotit voivat auttaa käyttäjiä ymmärtämään olennaisia asioita nopeasti.

### 5.1.2.2 Asiantuntijuus

Vastaajat arvostivat myös niitä chatbottien toiminnallisuuksia, jotka auttavat ymmärtämään haastavia ja monimutkaisia opiskelukokonaisuuksia. Erityisesti tietoteknisten ja matemaattisten aiheiden kanssa tekemisissä olevat henkilöt kokivat, että chatbotit voivat selittää joitain asioita jopa ymmärrettävin kuin luennoitsijat.

Älykkäiden chatbottien hyödyllisyys korostui erityisesti ohjelmoinnin opiskelussa, jossa ollaan tekemisessä erilaisten ohjelmointikielien ja niille kullekin ominaisten syntaksien kanssa. Kyselyn osallistujat olivat käyttäneet chatbotteja muun muassa ohjelmointialgoritmien ja virheilmoitusten tulkintaan. Yksi vastaaja kertoi chatbottien hyödyistä ohjelmoinnin opetukseen liittyen seuraavasti:

*"Chattibotti vähentää tarvetta googlailulle (ja stack overflowista samankaltaisen avun etsimiselle) ja nopeuttaa ohjelmointia"*

Toinen vastaaja piti tärkeänä sitä, että chatbot antaa yksiselitteisen ja nopean vastauksen, ja jota kohtaan kysyjä voi esittää tarkennuksia:

*“Nyt yhdellä kysymyksellä saan (chatbotilta) vastauksen, johon olisi mennyt pidemmän aikaa etsiä eri videoista, stackOverFlow:sta, lähteistä jne. Jos vastaus ei ole hyöä, voi kysyä tarkennusta ja vastaus tulee silloinkin nopeasti”*

### 5.1.2.3 Tehokkuus tekstinkäsittelyssä

Monet vastaajat kertoivat käyttävänsä chatbotteja tekstin tiivistämiseen ja vieraskielisen sisällön kääntämiseen. Tekstin tiivistämisellä vastaajat tarkoittivat oman tekstin hiomista ja olennaisuuksien löytämistä kuin myös muiden tuottaman tekstin, kuten tutkimusartikkelien referointia. Tekstin tiivistämisen eduiksi vastaajat mainitsivat muun muassa ajan säästämisen sekä nopean yleiskuvan luomisen lukijalle uudesta aiheesta. Suurin osa tiivistämisen maininneista osallistujista oli sitä mieltä, että nimenomaan chatbottien nopeus tekstin käsittelemisessä tekee niistä hyödyllisiä. Kyselyn mukaan opiskelijat käyttävät chatbotteja myös vieraskielisen sisällön kääntämiseen ja kieliopin tarkistamiseen. Eräs chatbotteja kääntämiseen käyttävä vastaaja kommentoi, että chatbotit tekevät usein parempia käännöksiä kuin Google kääntäjä.

### 5.1.2.4 Näkökulmien tarkastelu

Yksi merkittävimmistä chatbottien opiskelukäyttöön liittyvistä näkökulmista oli se, kuinka niitä voidaan käyttää apuna koulutehtävien luovassa osuudessa ja ideoinnissa. Jotkut vastaajista kertoivat hyötyvänsä käyttämällä chatbotteja esimerkiksi kirjoitusaiheiden keksimisessä sekä apuna “tyhjän paperin syndroomaan”. Chatbotteja ei käytetty pelkästään tekstisisällön ideoinnissa vaan myös kirjoitustehtävien rakenteen ja jäsentelyn suunnittelussa. Vastaajat kertoivat, että chatbotit voivat myös tarjota heille täysin uusia näkökulmia asioiden käsittelyyn. Eräs vastaaja oli sitä mieltä, että chatbottien antamia vastauksia voi vain harvoin käyttää suoraan omassa tekstissä, mutta usein vastaus antaa käyttäjälle uuden näkökulman tarkastella aihetta.

### 5.1.2.5 Palautteen antaja

Chatbottien hyödyllisyyttä arvioitaessa vastaajat nostivat korkealle myös chatbottien opetuksellisen näkökulman. Monet vastaajat olivat sitä mieltä, että yksi chatbottien keskeisimmistä hyödyistä oli se, että ne voivat toimia palautteen antajina ja opettajina. Chatbotit voivat tarjota opiskelijoille reaaliaikaista tukea silloin, kun opettaja ei ole tavoitettavissa. Monet vastaajista kokivat, että chatbotit ovat erityisen hyödyllisiä esimerkiksi silloin kun halutaan saada palautetta omista tulkinnoista.

Vastaajat arvostivat myös chatbottien väsymättömyyttä sekä käyttömahdollisuuksia omien ideoiden sparraamisessa. Chatbottien hyödyt



korostuivat vastauksissa erityisesti etäopiskelun yhteydessä, jossa opettajalta saatava tuki on usein vaikeammin saavutettavissa. Eräs vastaajista piti tärkeänä sitä, että chatbotille voi esittää kysymyksiä matalalla kynnyksellä ilman, että kokee häiritsevänsä jotakuta:

*“Niiltä (chatboteilta) voi kysellä rajattomasti asioita ja saada välittömästi heti vastaus, eikä koe oloansa vaivaantuneeksi, että häiritsee tai vaivaa jotakuta kysymyksillä, eikä tarvitse odottaa vastausta pari päivää (esim sähköpostia odotellessa)”*

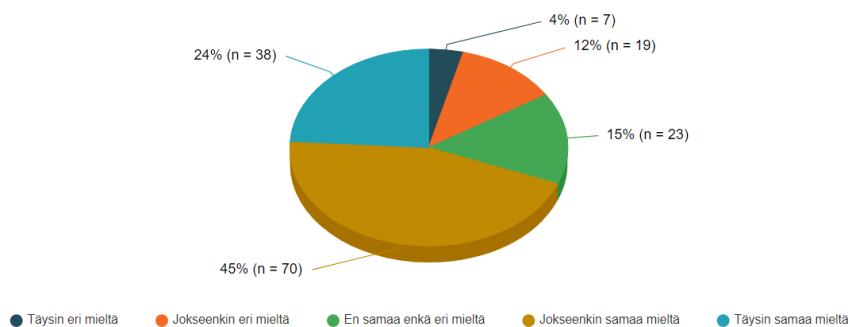
Edellä mainitun kaltaisia näkemyksiä oli havaittavissa myös muissa vastauksissa ja osa vastaajista näki chatbotin eräänlaisena henkilökohtaisena avustajana:

*“(Chatbot) Auttaa ymmärtämään ja selittämään erilaisia konsepteja ja asiota selkeämmin. Toimii tavallaan omana henkilökohtaisena avustajana/ohjaajana/tutorina. Näin ainakin tietotekniikkaan liittyöissä kysymyksissä kuten koodaus ja ohjelmistot.”*

### 5.1.3 Chatbottien käyttöön liittyvät haasteet ja ongelmat

Yli  $\frac{2}{3}$  vastaajista oli sitä mieltä, että chatbottien opiskelukäyttöön liittyy ongelmia. 16 % vastaajista koki, ettei chatbottien käyttöön liity ongelmia tai että ongelmat ovat vähäisiä.

Koen, että chatbottien käyttöön opiskelussa liittyy haasteita ja ongelmia.  
Vastaajien määrä: 157



Kuva 15: Chatbottien opiskelukäytössä koetut haasteet ja ongelmat

Chatbottien opiskelukäytössä ilmenevät ongelmat keskittyivät pääasiassa seuraavien teemojen ympärille:

- 1) Motivaatio-ongelmat: Chatboteille voi ulkoistaa liikaa tehtäviä, joka heikentää omaa oppimisprosessia.
- 2) Tiedon virheellisyys: Chatbotit antavat virheellistä ja paikkansapitämätöntä tietoa (ts. chatbotteihin ei voi aina luottaa).
- 3) Heikko tai olematon lähdetieto: Chatbotit eivät anna lähdetietoa ollenkaan tai lähdetieto on virheellistä.

- 4) Moraalikato: Chatbottien käyttö johtaa moraalikatoon, esimerkiksi etätenteissä huijaamiseen tai chatbotin plagiointiin.
- 5) Aikaa vievät kyselyt: Chatbotille syötettävien kyselyjen luomiseen kuluu liikaa aikaa.
- 6) Ongelmat käyttötaidoissa: Heikoista chatbottien käyttötaidoista syntyvät ongelmat.
- 7) Epäselvyydet chatbottien käyttörajoituksissa: Käyttäjät eivät tiedä miten ja missä tilanteissa chatbotteja on sallittua käyttää.

### 5.3.1.1 Motivaatio-ongelmat

Kyselyn mukaan yksi olennaisimmista chatbottien opiskelukäyttöön liittyvistä ongelmista oli se, että käyttäjät voivat ulkoistaa chatbotille lähes kaiken. Chatbottien kyvykkyyksistä johtuen ne pystyvät luomaan luonnollisella kielellä vastauksia, jotka ovat usein riittävän kattavia vastaamaan esimerkiksi määrittely-, tai käännöstehtäviin. Mikäli chatbotteja käytetään tällä tavalla, käyttäjän oma ajattelu on usein vähäistä ja oppimisprosessi jää vajavaiseksi. Vastaajat kuvailivat chatbottien käyttöön liittyviä motivaatio-ongelmia muun muassa seuraavilla tavoilla:

*“Oppimistavoitteita ei saavuteta, jos ulkoistaa tehtävännratkaisun chatbotille.”*

*“(Chatbot) saattaa tarjota valmiita vastauksia tehtäviin, joissa haluttaisiin omaa pohdintaa. Botin tarjotessa valmiita vastauksia voi oma oppiminen kärsiä, kun tekoäly generoi lähes täydellisen vastauksen sekunneissa. Saattaa syntyä illuusio, että asioita ei tarvitse itse opiskella vaan voi luottaa pelkästään tekoälyyn”*

Eräs vastaaja huomauttaa, että chatbottiin tulisi suhtautua ennemminkin apuvälineenä kuin järjestelmänä, joka tekee kaiken käyttäjän puolesta:

*“Haasteena on se, jos chatbotteja käyttää tekemään kaiken työn eikä tee itse mitään, jää asiat oikeasti oppimatta. Chatbotti pitäisi nähdä vain apuvälineenä, eikä sellaisena, joka tekee asiat puolesta.”*

### 5.1.3.2 Tiedon virheellisyys

Useat vastaajat pitivät ongelmallisena myös chatbottien antaman tiedon virheellisyyttä. Vastaajien mukaan chatbotit eivät aina perusta vastauksiaan ajankohtaiseen tietoon ja usein chatbotit tuntuvat suorastaan valehtelevan. Esimerkiksi erään vastaajan mukaan chatbot oli hänen pyynnöstään luetellut teknostressiä käsitteleviä tutkimuksia, joita ei todellisuudessa ollut olemassakaan:

*"ChatGPT ei ole tiedonhaussa luotettava. Pyysin kerran ChatGPT:tä listaamaan merkittäviä teknostressitutkimuksia, ja suurta osaa sen listaamista tutkimuksista ei ollut olemassakaan."*

Kyselyn vastausten mukaan virheellisen tiedon tunnistamista vaikeuttaa osaltaan se, että chatbotit pystyvät tuottamaan tekstiä, joka vaikuttaa luotettavalta mutta on todellisuudessa asiasisällöltään virheellistä. Ongelmaksi mainittiin myös se, että chatbotin käyttämä tieto ei ole välttämättä ajankohtaista:

*"Bottien vastauksiin ei voi aina luottaa. Uusimpia tietoja ei välttämättä ole botin tiedossa. Niiden tuottama teksti alkaa jossain kohtaa toistaa itseään."*

Erityisesti monimutkaisten ja teknisesti haastavien aiheiden parissa väärän tiedon tunnistaminen vaatii tietyn aihealueen erityisosaamista, joka usein puuttuu chatbottia tiedonhaussa käyttäviltä henkilöiltä. Monet vastaajat kuitenkin huomauttivat, että chatbottien antama tieto on usein käyttökelpoista, jos tiedon paikkansapitävyyden varmistaa muista lähteistä. Tiedon tarkistaminen on kuitenkin itsessään aikaa vievää ja monet vastaajat pitivät sitä yhtenä tiedon virheellisyyteen liittyvänä haasteena.

### 5.1.3.3 Heikko tai olematon lähdetieto

Kyselyn osallistajat kritisoivat chatbotteja myös niiden välinpitämättömyydestä lähteiden suhteen. Chatbottien opiskelukäyttöön liittyvistä ongelmista kysyttäessä monet vastaajat ilmoittivat virheellisen tai puutteellisen lähdetiedon ongelmaksi järjestelmiä käyttäessä. Tutkimuspopulaation (yliopisto-opiskelijat) luonteesta johtuen on ilmeistä, että ongelmat liittyen akateemisten kriteerien mukaiseen lähdetietoon korostuvat myös vastauksissa.

Vastauksissa korostui myös huoli siitä, kuinka chatbottien käyttömahdollisuudet voivat johtaa moraalikatoon ja niiden väärin käyttämiseen esimerkiksi tenttitilanteissa. Tämä näkökulma liittyy läheisesti myös motivaatio-ongelmaan, kuitenkin sillä erotuksella, että opiskelija toimii tässä tapauksessa tietoisesti epäeettisesti. Jotkut vastaajat olivat sitä mieltä, että rajoittamaton chatbottien käyttö on "luntauksen verrattavaa" ja että chatbottien rajoittamaton käyttö helpottaa vilpillisesti toimimista merkittävästi:

*"Suurin ongelma on mielestäni se, että chattibotteja voi käyttää vilpillisesti (esim. Etätentit, kirjoitustehtävien teko...)"*

*" (Chatbotteja käyttämällä) Luntaaminen kokeissa helpottuu, jos on etätentti."*

Monet vastaajat olivat myös maininneet chatbottien ongelmaksi tekoälyn (epä)eettisyyden. Useimmat epäeettisyyden ongelmaksi maininneet vastaajat eivät kuitenkaan tarkentaneet mitä he tarkoittavat chatbottien eettisyyteen liittyvillä ongelmilla.

#### 5.1.3.4. Aikaa vievät kyselyt

Yhdeksi chatbottien opiskelukäytön olennaiseksi haasteeksi mainittiin myös chatboteille esitettävien kyselyiden viemä aika. Jotkut vastaajat kokivat, että chatboteille esitettävien kyselyiden (promptien) miettiminen ja kirjoittaminen vie usein enemmän aikaa kuin vastauksen itse selvittäminen esimerkiksi hakukoneella. Näiden näkemyksien mukaan chatbottien käytöllä saavutettava ajan säästö on todellisuudessa arvioitua pienempi tai jopa negatiivinen tilanteesta riippuen. Ajan käyttöön liittyväksi ongelmaksi mainittiin myös se, että yksi kysely ei välttämättä tuota haluttua lopputulosta vaan oikeanlaisen vastauksen saamiseksi käyttäjän tulee esittää chatbotille useita tarkentavia kysymyksiä. Vastaajat kuvailivat kyselyihin liittyviä ongelmia muun muassa näillä tavoilla:

*“Ajankäytön haasteet. Ei ole aikaa käyttää (chatbottia), koska tavallaan säästetty aika kuluisi kuitenkin promptien muotoiluun.”*

*“Usein asioiden oikeellisen promptaamisen (chatbotille) miettiminen vie enemmän aikaa kuin jos miettisi ja pohtisi asian itse”*

#### 5.1.3.5. Ongelmat käyttötaidoissa

Myös puutteelliset käyttötaidot aiheuttavat ongelmia ja haasteita chatbottien opiskelukäytössä. Vastaajien mukaan kokemattomat käyttäjät voivat suhtautua chatbottien tarjoamaan sisältöön ilman tarvittavaa kriittisyyttä ja näin ollen omaksua virheellistä tietoa. Osa vastaajista oli sitä mieltä, että ongelmaa pahentaa chatboteille tyypillinen pyrkimys miellyttää käyttäjää ristiriitatilanteissa. Chatboteille on tyypillistä esimerkiksi pahoitella käyttäjän osoittamaa virhettä sekä muuttaa omaa vastausta, vaikka chatbot olisi todellisuudessa vastannut täysin oikein. Myös käyttäjien väliset erot chatbottien käyttötaidoissa herättivät huolta siitä, kuinka näiden järjestelmien käyttö voi lisätä opiskelun epätasa-arvoisuutta. Lisäksi osaamattomat käyttäjät eivät välttämättä osaa luoda oikeanlaisia kyselyitä, joihin chatbot vastaa halutulla tavalla. Eräs vastaaja konkretisoi chatbottien käyttötaitoihin liittyviä ongelmia seuraavalla tavalla:

*“Haasteita tuottaa myös se, että kaikki eivät osaa hyödyntää niitä (chatbotteja) tehokkaasti taikka oikein. Esim. ryhmätöiden kohdalla on tullut esiin tilanteita, joissa jonkun ryhmäläisen tuottama sisältö on ollut irrationaalista ja faktat ovat olleet väärin koska on luotettu chatbotin tuotoksiin sinisilmäisesti.”*

### 5.1.3.6 Epäselvyydet chatbottien käyttörajoituksissa

Kaupalliseen käyttöön tarkoitettujen chatbottien lyhyen olemassaolon takia myös niihin liittyvä sääntely ja käytön rajoittaminen ovat monille käyttäjille epäselviä. Monille vastaajille oli epäselvää esimerkiksi se, milloin käyttäjän tulee ilmoittaa teksti tekoälyn tuottamaksi. Epäselvää vastaajille oli myös se, miten chatbotteja saa käyttää esimerkiksi esseevastauksissa ja kuka tulee asettaa lähdeviitteessä tekstin kirjoittajaksi. Eräs vastaaja koki ongelmaksi myös sen, että ilman kunnollista chatbottien opiskelukäyttöön liittyvää sääntelyä käyttäjien on helppo oikeuttaa itselleen chatbotin käyttö tilanteessa kuin tilanteessa. Chatbottien rajoittamaton käyttö voi johtaa muun muassa oppimiskokemuksen heikkenemiseen sekä opiskelijoiden laiskistumiseen. Yhden vastaajan mukaan oli esimerkiksi epäselvää se, miten ja kuinka paljon chatbotteja saa käyttää opiskelussa:

*“Monille, kuten jossain määrin itsellenikin, on epäselvää, miten ja kuinka paljon Chatbotteja saa käyttää opiskelussa. Ja miten sen käyttämisestä pitäisi ilmoittaa esim. jossain esseevastauksessa. Kuuluuko siihen viitata tai kuuluuko sitä asettaa lähteeksi?”*

Eräs toinenkin vastaaja koki, että chatbottien käyttörajoituksiin liittyen on ollut epäselvyyksiä, mutta tilanne oli parantunut kuluneen syksyn (2023) aikana. Saman vastaajan mukaan haasteita aiheuttavat myös puutteet chatbottien käyttötaidoissa sekä käyttäjien sinisilmäinen suhtautuminen chatbotin tuottamaan tekstiin:

*“Ohjeistus niiden (chatbottien) käytön sallimisen suhteen on ollut hieman epäselvää viimeisen vuoden aikana. Nyt asia on kuitenkin selkiytynyt syksyn kursseilla. Haasteita tuottaa myös se, että kaikki eivät osaa hyödyntää niitä tehokkaasti taikka oikein. Esim. ryhmätöiden kohdalla on tullut esiin tilanteita, joissa jonkun ryhmäläisen tuottama sisältö on ollut irrationaalista ja faktat ovat olleet väärin koska on luotettu chatbotin tuotoksiin sinisilmäisesti.”*

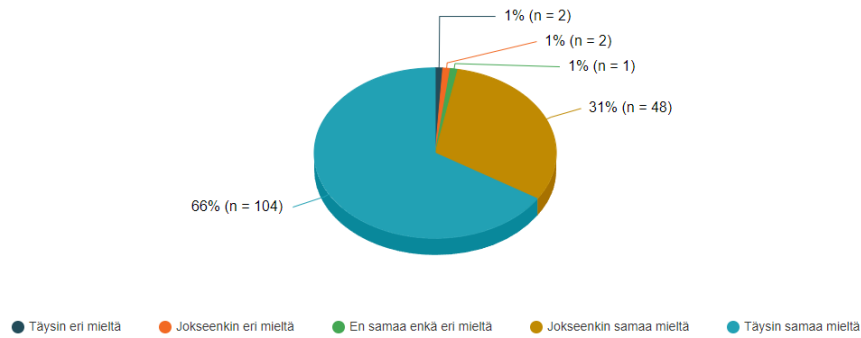
## 5.2 Käyttäjien näkemykset chatbottien tulevaisuudesta ja käytön rajoittamisesta

Tutkimuskyselyn lopuksi vastaajilta kysyttiin mielipiteitä siitä, kuinka he uskovat chatbottien merkityksen muuttuvan opiskelussa tulevaisuudessa. Pientä vähemmistöä lukuun ottamatta, lähes kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että chatbottien merkitys opiskelussa tulee kasvamaan tulevaisuudessa (kuvio 9).

Edellisen kysymyksen yhteydessä vastaajia pyydettiin lisäksi esittämään näkemyksensä chatbottien opiskelukäytön rajoittamiseen liittyen. Chatbottien käyttöön liberaalisti suhtautuvat vastaajat (ts. vastaajat, jotka eivät kannattaneet chatbottien käytön rajoittamista) ylittivät chatbottien käyttörajoituksia toivoivat vastaajat noin 13 % marginaalilla. 18,5 % vastaajista suhtautui chatbottien käytön

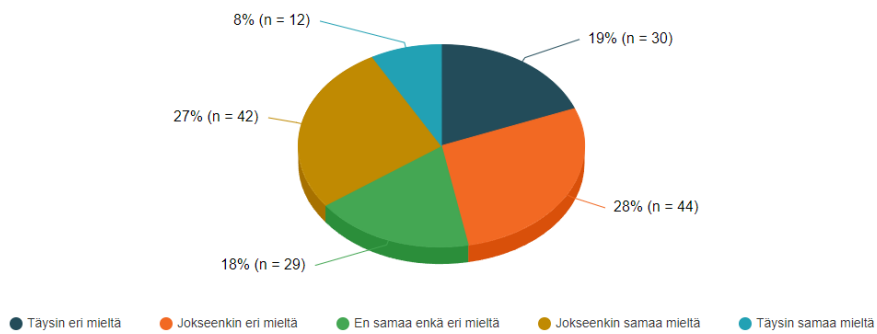
rajoittamiseen neutraalimmin, eivätkä he esittäneet mielipiteitä chatbottien käytön rajoittamisen puolesta tai sitä vastaan (kuvio 10).

**Uskon chatbottien merkityksen kasvavan opiskelussa tulevaisuudessa**  
Vastaajien määrä: 157



Kuva 16: Näkemykset chatbottien merkityksestä tulevaisuudessa

**Chatbottien käyttöä tulisi rajoittaa opiskelukäytössä**  
Vastaajien määrä: 157



Kuva 17: Näkemykset chatbottien käytön rajoittamisesta

## 6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Pohdintaosiossa tarkastellaan tämän tutkimuksen keskeisiä tuloksia sekä niiden merkitystä seuraavien tutkimuskysymysten kannalta:

- 1) Miten generatiivisia chatbotteja hyödynnetään korkeakouluopiskelussa Suomessa ja mistä hyöty syntyy?
- 2) Mitä haasteita ja ongelmia näiden järjestelmien käyttöön liittyy?
- 3) Miten generatiivisten chatbottien opiskelukäyttöä voidaan kehittää?

Tutkielman tulosten perusteella keskeisimmät käyttökohteet generatiivisille chatboteille korkeakouluopiskelussa ovat tiedonhaku, vaikeaselkoisen sisällön selittäminen sekä tekstin käsittely. Näiden lisäksi korkeakouluopiskelijat käyttävät chatbotteja ideoinnissa sekä henkilökohtaisena avustajana ja palautteen antajana. Chatbottien opiskelukäytössä havaitut keskeiset haasteet liittyvät pääasiassa ongelmiin käyttäjien motivaatiossa ja rehellisyydessä sekä tiedon virheellisyyteen ja lähdemateriaalin puutteellisuuteen. Havaintojen perusteella myös puutteet käyttötaidoissa sekä epäselvyydet chatbottien käyttörajoituksiin liittyen aiheuttivat käyttäjien mukaan olennaisia haasteita.

### 6.1 Yhtäläisyydet aiempaan tutkimukseen

Tämän tutkimuksen ja aiemman kirjallisuuden risteyskohdissa esiintyvät samankaltaisuudet antavat lukijalle mahdollisuuden syventää ymmärrystä tutkimusaiheeseen liittyen. Tämä tutkimus täydentää osaltaan aiemmassa kirjallisuudessa ilmentyneitä tutkimusaukkoja, jotka liittyvät erityisesti chatbotteknologian opiskelukäytön opiskelijänäkökulmaan.

Tutkimuksessa ilmenneet hyödyt, joita chatbottien käytöstä korkeakouluopiskelussa syntyy, mukailevat Okonkwon ja Ade-Ibijolan kirjallisuuskatsauksessa (2021) havaittuja chatbottien hyötyjä opetuksessa.

- 6) Sisällön kokoaminen
- 7) Nopea pääsy
- 8) Motivointi ja osallistaminen
- 9) Monikäyttäjäisyys
- 10) Välitön tuki

Edellä mainituista hyödyistä nopea pääsy, monikäyttäjäisyys ja välitön tuki ovat havaittavissa myös tutkimuksen tuloksissa ilmenneissä hyödyissä. Tutkimuksen perusteella käyttäjät arvostivat erityisesti niitä chatbottien toiminnallisuuksia, jotka auttoivat hakemaan tietoa. Tiedonhaun yhteydessä tärkeäksi tekijäksi mainittiin chatbottin nopeus sekä chatbottien helppokäyttöisyys. Käyttäjät pitivät myös hyödyllisenä sitä, että chatboteilta voi kysellä rajattomasti kysymyksiä ilman, että kokee oloaan vaivaantuneeksi. Vaikka vastaajat eivät varsinaisesti maininneet monikäyttäjäisyyttä chatbottien hyödyksi, on pääteltävissä, että yksi chatbottien olennaisimmista hyödyistä liittyy siihen, kuinka useat käyttäjät voivat olla samanaikaisesti ja rajoittamattomasti vuorovaikutuksessa chatbotin kanssa. Vastaajat pitivät myös chatbotin antamaa välitöntä tukea hyödyllisenä.

Okonkwon ja Ade-Ibijolan artikkelissa (2021) esiin tulleet chatbottien käyttöön liittyvät ongelmat olivat johdonmukaisia tässä tutkimuksessa havaittujen erityisesti ohjelmointiin liittyvien ongelmien osalta. Okonkwon ja Ade-Ibijolan mukaan ongelmat chatbottien ohjelmoinnissa voivat johtaa esimerkiksi siihen, ettei chatbot ymmärrä käyttäjän tekstiä halutulla tavalla. Mahdolliset väärinymmärrykset voivat johtaa siihen, että chatbot antaa vääränlaista tai virheellistä tietoa. Tutkimuksen vastaajien mukaan chatbottien antama virheellinen tieto oli yksi merkittävimmistä niiden opiskelukäyttöön liittyvistä ongelmista.

## 6.2 Erot aiempaan tutkimukseen

Tämä tutkielma pyrki vastaamaan tiedontarpeeseen, joka liittyi chatbottien käyttöön osana korkeakouluopiskelua. Tämän tutkimuksen keskiössä olivat korkeakouluopiskelijat ja se, kuinka he käyttävät chatbotteja opiskelussa.

Vaikka chatbottien merkitystä opetuksessa on käsitelty aiemmissa tutkimuksissa, erityisesti aiheen opiskelijanäkökulmaan keskittynyt tutkimus ei ole ollut yhtä merkittävässä roolissa. Tämä tutkimus täyttää erityisesti korkeakouluopiskelijoiden henkilökohtaiseen chatbottien käyttöön liittyviä tutkimusaukkoja. Aiemmasta tutkimuskirjallisuudesta poiketen tämä tutkimus esittelee chatbottien konkreettisia käyttökohteita sekä näiden käyttökohteiden hyötyjä ja haittoja opiskelijoiden itsensä kertomana.



### 6.3 Käytännön merkitykset korkeakouluille

Generatiivisten chatbottien osalta on perusteltua olettaa, että nämä järjestelmät tulevat näyttelemään merkittävää roolia tulevaisuuden korkeakouluopiskelussa. Chatbot-järjestelmien helppokäyttöisyys sekä kyky tuottaa ja jakaa tietoa luonnollisella kielellä lähes mistä tahansa aihealueesta tekee niistä erinomaisia apuvälineitä korkeakouluopiskelussa. Näiden järjestelmien erityispiirteet huomioiden koulutuslaitosten tulee pitää huoli siitä, että chatbot-järjestelmien käyttö ei aiheuta epätasa-arvoa opiskelijoiden keskuudessa ja että niiden käyttöön mahdollisesti liittyvät rajoitukset on tuotu selkeästi kaikkien käyttäjien tietoon. Lisäksi on tärkeää, että korkeakoulut tarjoavat tulevaisuudessa chatbottien käyttöön liittyvää tietoa ja käyttöopastusta. Kerätyn datan avulla korkeakoulut voivat kehittää toimintatapojaan liittyen generatiivisten chatbot-järjestelmien käyttöön. Tärkeimpiä käyttökohteita sekä käyttöön liittyviä ongelmia tarkastelemalla voidaan niin maksimoida chatbottien opetukselliset hyödyt kuin myös minimoida niiden käyttöön liittyviä haasteita ja ongelmia.

Kyselyn tuloksista ilmenee, että opiskelijat käyttävät chatbotteja erityisesti tiedonhakuun, vaikeaselkoisten asioiden selittämiseen, sekä tekstinkäsittelyyn. Alla olevassa matriisissa käsitellään chatbottien tärkeimpiä käyttökohteita sekä kullekin käyttökohteelle ominaisia ongelmia. Matriisin viimeisessä sarakkeessa esitellään sellaisia konkreettisia ratkaisuja, joilla koulutuslaitokset voivat parantaa näiden järjestelmien käyttökokemusta, sekä vähentää niiden käytöstä syntyviä ongelmia.

Taulukko 1: Chatbottien käyttökohteet, ongelmat ja ratkaisut

Käyttökohde (teema)	Ongelmat	Ratkaisut
Tiedonhaku	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiedon virheellisyys</li> <li>- Puutteelliset lähdetiedot</li> <li>- Aikaa vievät kyselyt</li> <li>- Ongelmat käyttäjätaidoissa</li> <li>- Epäselvyydet käyttörajoituksissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käyttöopastus virheellisen tiedon tunnistamiseen ja lähdetietojen etsimiseen liittyen.</li> <li>- Käyttäjien kouluttaminen mm. kyselyiden muotoiluun liittyen.</li> <li>- Selkeiden käyttörajoitusten esittäminen.</li> <li>- Selkeiden tavoitteiden ja roolien asettaminen.</li> </ul>
Asiantuntijuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiedon virheellisyys</li> <li>- Puutteelliset lähdetiedot</li> <li>- Aikaa vievät kyselyt</li> <li>- Ongelmat käyttäjätaidoissa</li> <li>- Epäselvyydet käyttörajoituksissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käyttöopastus virheellisen tiedon tunnistamiseen ja lähdetietojen etsimiseen liittyen.</li> <li>- Käyttäjien kouluttaminen mm. kyselyiden muotoiluun liittyen.</li> <li>- Selkeiden käyttörajoitusten esittäminen.</li> <li>- Selkeiden tavoitteiden ja roolien asettaminen.</li> </ul>
Tekstinkäsittely	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivaatio-ongelma</li> <li>- Moraalikato</li> <li>- Epäselvyydet käyttörajoituksissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selkeiden käyttörajoitusten esittäminen</li> <li>- Selkeiden tavoitteiden ja roolien asettaminen.</li> </ul>
Näkökulmien tarkastelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivaatio-ongelma</li> <li>- Moraalikato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selkeiden käyttörajoitusten esittäminen</li> <li>- Selkeiden tavoitteiden ja roolien asettaminen.</li> </ul>
Palautteen antaja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiedon virheellisyys</li> <li>- Puutteelliset lähdetiedot</li> <li>- Ongelmat käyttäjätaidoissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käyttöopastus virheellisen tiedon tunnistamiseen ja lähdetietojen etsimiseen liittyen.</li> <li>- Käyttäjien kouluttaminen mm. kyselyiden muotoiluun liittyen.</li> <li>- Selkeiden tavoitteiden ja roolien asettaminen.</li> </ul>

### 6.3.1 Käyttäjien kouluttaminen ja tavoitteiden sekä rajoitusten asettaminen

Matriisissa esiteltyjen ratkaisujen tärkein tehtävä on tarjota kaikille opiskelijoille yhtäläiset mahdollisuudet chatbot-järjestelmien käyttöön opiskelussa sekä ehkäistä järjestelmien käyttöön liittyviä ongelmia. Käyttöopastus antaa opiskelijoille paremmat valmiudet virheellisen tiedon tunnistamiseen sekä tiedon paikkansapitävyyden varmistamiseen primäärisistä lähteistä. Käyttöopastuksen yhteydessä voidaan myös tarjota koulutusta chatbot-järjestelmien käyttöön liittyen. Tämä koulutus voi keskittyä esimerkiksi chatbottien toiminnallisuuksiin sekä oikeanlaisten kyselyiden luontiin. Käyttöopastuksella voidaan chatbottien käyttöön osallistaa myös sellaisia henkilöitä, jotka ovat lähtökohtaisesti haluttomampia käyttämään edellä mainittuja järjestelmiä.

On myös tärkeää, että chatbot-järjestelmien käytölle asetetaan sellaiset tavoitteet, jotka tukevat oppimisprosessia. Tavoitteiden asettamisen tukena voidaan esimerkiksi tehdä selkeä roolijako opiskelijoiden ja chatbottien välille. Roolijaon tehtävänä on ehkäistä motivaatio-ongelmien syntymistä, sekä pitää huolta siitä, että oppimisprosessi ei heikkene liiallisen ja sääntelemättömän chatbottien käytön seurauksena. Roolijaon toteuttaminen voi vaatia korkeakouluilta selkeitä rajoituksia sen suhteen, missä tilanteissa ja miten chatbotteja on sallittua käyttää. Opiskelijoiden motivaation kannalta ongelmallisimmissa tilanteissa chatbottien käyttö voitaisiin kieltää kokonaan.

Soveltuvimpien koulutusmenetelmien kehittämiseksi tarvitaan lisää tutkimusta, jonka avulla voidaan selvittää chatbottien opiskelukäyttöön liittyviä trendejä tarkemmin. Trendit ja käyttöyhteydet tunnistamalla kehitystoimenpiteet voidaan kohdistaa tarkemmin sinne, missä niistä on eniten hyötyä.

### 6.3.2 Chatbottien käytön ja suoriutumisen seuranta

Osana chatbottien opiskelukäyttöä korkeakoulujen tulisi myös toteuttaa seurantaa, joka keskittyy tarkastelemaan muun muassa chatbottien käyttäjä-, ja käyttömäärien kehitystä. Chatbottien opetus- ja opiskelukäytön vaikutuksia arvioitaessa on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää, että arvioinnissa keskitytään tilastoinnin lisäksi siihen, kuinka niiden käyttö vaikuttaa opiskelijoiden oppimiskokemuksiin ja tuloksiin.

Oppimiskokemuksien kehittymistä arvioitaessa on tärkeää saada palautetta suoraan chatbot-tekniikan käyttäjiltä. Palautetta voidaan kerätä esimerkiksi kurssien lopuksi kurssipalautekyselyiden yhteydessä siten, että osa kysymyksistä käsittelee opiskelijoiden oppimiskokemuksien kehittymistä erityisesti chatbot-tekniikan käytön huomioon ottaen. Palautekyselyiden lisäksi chatbot-tekniikkaa käyttäviä opiskelijoita voidaan haastatella. Haastattelujen avulla chatbot-tekniikan vaikutusta oppimiskokemuksiin voidaan tutkia syvällisemmin. Haastattelut voivat paljastaa juurisyitä muun muassa chatbot-tekniikan käytön tai käyttämättömyyden taustalla.

Yksi mielenkiintoinen tapa arvioida chatbottien opiskelukäyttöä on tarkastella chatbottien käyttäjätietoja. Tämä tarkoittaa käyttäjä-, - ja käyttömäärien seuraamisen lisäksi chatboteille esitettyjen kyselyiden tarkastelua: minkälaisia pyyntöjä tai kyselyitä käyttäjät esittävät chatboteille? Tämän lisäksi voidaan tarkastella chatbottien käyttöyhteyksiä: missä tilanteissa tai minkälaisissa tehtävissä opiskelijat käyttävät chatbotteja kaikkien eniten ja missä kaikkein vähiten? On huomionarvoista, että käyttäjätietojen arviointi vaatisi kuitenkin kontrolloidun käyttöympäristön, jossa tutkijoilla on mahdollisuus ja valtuutus päästä näkemään, kuinka käyttäjät vuorovaikuttavat chatbottien kanssa.

### 6.3.3 Tilastollinen analyysi esiteltyjen ratkaisujen tukena

Tutkimusaineistolle suoritettiin soveltuvin osin tilastollista analyysia. Tutkimusaineistoon liittyen esitellään seuraavanlaiset hypoteesit:

- a) Koetuilla chatbottien käyttötaidoilla on vaikutuksia siihen, kuinka hyödyllisiksi chatbotit koetaan.
- b) Chatbotteihin liittyvällä käyttökokemuksella on vaikutuksia siihen, kuinka hyödyllisiksi chatbotit koetaan.

Hypoteesin mukaisesti hyväksi koetuilla chatbottien käyttötaidoilla sekä aktiivisille chatbottien käytöllä on positiivinen vaikutus chatbottien koettuihin hyötyihin. Vastaavasti heikot käyttötaidot sekä vähäinen chatbottien käyttö vaikuttavat chatbottien koettuihin hyötyihin negatiivisesti. Molempien hypoteesien osalta laskettiin korrelaatiokertoimet käyttämällä Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa. Korrelaatiokertoimien pohjalta laskettiin kummallekin hypoteesille P-arvo ja siihen liittyvät nollahypoteesit ( $H_0$ ).

- a) Koetuilla chatbottien käyttötaidoilla ei ole vaikutusta siihen, kuinka hyödyllisiksi chatbotit koetaan ( $H_0$ ).
- b) Chatbotteihin liittyvällä käyttökokemuksella ei ole vaikutusta siihen, kuinka hyödyllisiksi chatbotit koetaan ( $H_0$ ).

Hypoteesin a osalta tarkasteltiin kahta muuttujaa: koetut käyttötaidot ( $x$ ) ja koettu chatbottien hyödyllisyys ( $y$ ). Data liittyen koettuihin käyttötaitoihin ( $x$ ) johdettiin tutkimuksen yhteydessä toteutetun kyselyn kohdasta numero 6 (koen olevani taitava chatbottien käyttäjä. Data liittyen koettuun chatbottien hyödyllisyyteen johdettiin kohdasta 10 (chatbotit ovat hyödyttäneet minua opiskelussa). Molempien kohtien (6 ja 10) vastaukset numeroitiin siten, että niitä voidaan käsitellä järjestysasteikollisina muuttujina. Muuttuja  $x$  oli keskiarvoltaan 3.592 ja muuttuja  $y$  4.210. Muuttujien väliseksi korrelaatiokertoimeksi saatiin  $r = 0.31468$ , ja hypoteesille a laskettu P-arvo on 0.00006. Tämä tiedon valossa on ilmeistä, että muuttujien välillä on tilastollisesti merkittävä yhteys ja on epätodennäköistä, että yhteys olisi sattuman aiheuttamaa.

Hypoteesin b osalta tarkasteltavat muuttujat olivat: käyttökokemus (z) ja koettu chatbottien hyödyllisyys (y). Käyttökokemukseen liittyvä data (z) johdettiin tutkimuskyselyn kohdasta 5 (miten kuvailisit chatbotteihin liittyvää käyttökokemustasi?) Data liittyen koettuun chatbottien hyödyllisyyteen johdettiin kohdasta 10 (chatbotit ovat hyödyttäneet minua opiskelussa). Tutkimuskyselyn molemmat kohdat (5 ja 10) vastaukset numeroitiin siten, että niitä voidaan käsitellä järjestysasteikollisessa muodossa. Muuttuja z oli keskiarvoltaan 3.592 ja muuttuja y 4.210. Muuttujien välinen korrelaatiokerroin laskettiin ja sen arvoksi tuli  $r = 0.47685$ . Korrelaatiokertoimesta johdettu P-arvo oli  $< 0.00001$ . P-arvo huomioon ottaen tulos on tilastollisesti merkittävä ja käyttökokemuksen ja käyttöhyötyjen välillä voidaan nähdä positiivinen yhteys.

### 6.3.4 Tilastollisen analyysin tulosten merkitys

Molemmille hypoteeseille (a ja b) laskettu Spearmanin korrelaatiokerroin antaa viitteitä hypoteeseissa esitettyjen muuttujien välisistä positiivisista yhteyksistä. Vastaavasti molemmille hypoteeseille lasketun P-arvon perusteella on epätodennäköistä, että nollahypoteesit pitävät paikkansa. Näin ollen on mahdollista, että niin chatbottien käyttäjien käyttötaidoilla kuin käyttökokemuksella on positiivinen vaikutus chatbottien käytöstä saataviin hyötyihin. Omasta mielestään hyvät käyttötaidot omaavat, ja aktiivisesti chatbotteja käyttävät henkilöt hyötyvät chatboteista siis keskimäärin enemmän kuin huonot käyttötaidot omaavat, chatbotteja vähän käyttävät vastineensa. Chatbottien käytön kasvavat hyödyt näkyvät erityisesti tarkastellessa käyttökokemuksen (käyttöaktiivisuuden) ja käyttöhyötyjen välistä suhdetta. Tämän tiedon valossa erilaisen käyttöopastuksen ja tuen tarjoaminen generatiivisten chatbot-järjestelmien käyttöön liittyen voi lisätä järjestelmistä saatavia opiskelukäytölle ominaisia hyötyjä.

## 6.4 Tutkimuksen merkitys

Tällä tutkielmalla on tärkeä rooli tekoälyavusteisen korkeakouluopiskelun tutkimisessa ja se tarjoaa uuden näkökulman erityisesti aiheen opiskelijanäkökulmaan. Tutkimus pyrki tarkastelemaan sitä, kuinka korkeakouluopiskelijat Suomessa hyödyntävät älykkäitä chatbotteja, mistä chatbottien hyödyt syntyvät ja mitä haasteita ja ongelmia niiden käyttöön opiskelussa liittyy. Lisäksi tutkimus esitteli ratkaisuehdotuksia, joiden avulla korkeakoulut voivat kehittää chatbottien käyttöä opiskelussa.

Tutkimus onnistui vastaamaan esitettyihin tutkimuskysymyksiin odotetulla tavalla ja se loi perustan aiheen tutkimiselle suomalaisissa korkeakouluissa. Tutkimuksessa ilmi tulleet havainnot auttavat korkeakoulujen eri sidosryhmiä ymmärtämään, miten ja missä yhteyksissä opiskelijat hyödyntävät älykkäitä chatbotteja. Tämän lisäksi tutkimuksen havainnot chatbottien hyötyjen juurisyistä (ts. mistä chatbottien hyödyt syntyvät käytössä)

auttavat korkeakouluja kehittämään omia käytäntöjään chatbottien opiskelukäyttöön liittyen. Vastaavasti myös tutkimuksessa ilmi tulleet chatbottien opiskelukäyttöön liittyvät haasteet ja ongelmat tunnistamalla, korkeakoulut voivat ennaltaehkäistä niiden syntymistä.

Tutkimuksen käytännön merkitys korostuneet tulevaisuudessa yhä edistyksellisempien chatbottien julkaisun sekä niiden käytön yleistymisen seurauksena. Tutkimuksen havainnot voidaan käyttää tukena erityisesti chatbottien käyttöopastuksen järjestämisen ja käyttörajoitusten asettamisen yhteydessä.

## **6.5 Tutkimuksen rajoitukset**

Tutkimuksen empiirinen osuus perustuu kyselytutkimukseen ja sen vastausten analysointiin. Tämän seurauksena kyselyssä ja vastauksissa läsnä olevat epäjohtonmukaisuudet korostuvat myös tutkimuksen tuloksissa. Tutkimuksen olennaisimmat rajoitukset liittyvät kyselytutkimuksille ominaisiin ongelmiin, joista merkittävimpinä voidaan mainita vastausvääristymät, valintavirheet sekä kysymyksen asettelun vaikutukset. Vastausvääristymät voivat ilmentyä esimerkiksi vastaajien liiallisena optimistisuutena heidän arvioidessaan omaa chatbottien käyttöön liittyvää osaamistasoaan. Valintavirheet voivat näkyä tutkimuksen tuloksissa esimerkiksi siten, että pääasiassa chatbotteja aktiivisimmin käyttävät henkilöt vastaavat kyselyyn muita käyttäjäryhmiä innokkaammin. Aktiivisimman käyttäjäryhmän ylliedustus vastaajien keskuudessa voi antaa ylioptimistisen kuvan chatbottien opiskelukäytön hyödyistä. Tutkimusaiheen kannalta myös epäaktiivisten chatbottien käyttäjien näkökulman huomioiminen on tärkeässä roolissa, kun halutaan selvittää syitä näiden järjestelmien epäaktiiviselle käytölle.

Kysymysten asettelun vaikutukset voivat vääristää tutkimustuloksia ohjaamalla vastaajia vastaamaan tietyllä tavalla. Vastaajat voivat myös ymmärtää kysymykset eri tavalla kuin kyselyn toteuttaja. Väärinymmärrykset voivat konkretisoida esimerkiksi siten, että jotkut vastaajat ulkoistavat koulutehtävänsä kokonaan chatbotteille ja näkevät tämän chatbotteihin liittyvänä hyötynä. Tämän tutkimuksen näkökulmasta edellä mainitun kaltainen tilanne on kuitenkin hyödyn sijaan yksi olennaisimmista chatbottien opiskelukäyttöön liittyvistä ongelmista.

### **6.5.1 Tilastollisten menetelmien rajoitukset**

Tilastollisten menetelmien osalta tutkimusaineiston analysointia ei voitu toteuttaa halutulla laajuudella. Tiettyjen vastaajaryhmien pienen otoskoon takia esimerkiksi Khiin-neliötestin soveltaminen aineistoon ei ollut mahdollista. Tutkimuksessa käsiteltyjen hypoteesien (a ja b) osalta ei myöskään voida tehdä varmoja johtopäätöksiä käsiteltävien muuttujien välisistä kausalisuudesta. Muuttujien välistä positiivista yhteyttä (korrelaatiota) voi selittää jokin kolmas

muuttuja, jota kyselyn vastauksista ei voida yksiselitteisesti havaita. Korkeammaksi koettuja käyttötaitoja ja käyttöhyötyjä voi selittää esimerkiksi näiden käyttäjien korkeampi motivaatio ja kiinnostus chatbot-teknologiaa kohtaan. Lisäksi positiiviset kokemukset ja ennakoasenteet chatbot-teknologiaan liittyen voivat vaikuttaa tämän teknologian koettuihin käyttötaitoihin-, ja hyötyihin.

## 6.6 Ehdotukset tulevaisuuden tutkimukselle

Tulevaisuuden tutkimuksessa voidaan keskittyä tarkastelemaan yhä innovatiivisempia menetelmiä chatbottien hyödyntämiseksi opiskelussa. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi erilaisten chatbot-teknologiaa hyödyntävien opiskelumenetelmien ja tekniikoiden kehittämistä. Tulevaisuuden tutkimuksessa tulee tarkastella erityisesti chatbottien käyttäjäkokemuksen ja oppimistuloksen välisiä yhteyksiä. Lisäksi tulisi selvittää, kuinka chatbotit saadaan paremmin palvelemaan opiskelijoiden yksilöllisiä oppimistarpeita.

On myös tärkeää, että tulevaisuudessa korkeakoulut pystyvät tunnistamaan erilaisia opiskelijaryhmiä chatbot-teknologian hyväksynnän osalta. Näitä käyttäjäryhmiä analysoimalla korkeakoulut voivat suorittaa chatbot-teknologian käyttöönottoa tukevia toimenpiteitä erityisesti niiden ryhmien osalta, jotka ovat haluttomimpia hyväksymään uusia opiskelumenetelmiä.

## LÄHTEET

Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). An overview of chatbot technology. In *Artificial Intelligence Applications and Innovations: 16th IFIP WG 12.5 International Conference, AIAI 2020, Neos Marmaras, Greece, June 5–7, 2020, Proceedings, Part II 16* (pp. 373-383). Springer International Publishing.

Aggarwal, A., Mittal, M., & Battineni, G. (2021). Generative adversarial network: An overview of theory and applications. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1(1), 100004.

AI, H. (2019). High-level expert group on artificial intelligence. *Ethics guidelines for trustworthy AI*, 6.

Akcora, D. E., Belli, A., Berardi, M., Casola, S., Di Blas, N., Falletta, S., ... & Vannella, F. (2018). Conversational support for education. In *Artificial Intelligence in Education: 19th International Conference, AIED 2018, London, UK, June 27–30, 2018, Proceedings, Part II 19* (pp. 14-19). Springer International Publishing.

Alias, S., Sainin, M. S., Soo Fun, T., & Daut, N. (2019). Identification of conversational intent pattern using pattern-growth technique for academic chatbot. In *Multi-disciplinary Trends in Artificial Intelligence: 13th International Conference, MIWAI 2019, Kuala Lumpur, Malaysia, November 17–19, 2019, Proceedings 13* (pp. 263-270). Springer International Publishing.

Amazon (2023). What's the Difference Between Machine Learning and Deep Learning? <https://aws.amazon.com/compare/the-difference-between-machine-learning-and-deep-learning/>

Bansal, H., & Khan, R. (2018). A review paper on human computer interaction. *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.*, 8(4), 53.



Birhane, A., Kasirzadeh A., Leslie D. & Wachter S. (2023). Science in the age of large language models. *Nature*. Haettu:

<https://www.nature.com/articles/s42254-023-00581-4#citeas>

Bishop, C. M., & Nasrabadi, N. M. (2006). Pattern recognition and machine learning (Vol. 4, No. 4, p. 738). New York: springer.

Britannica, (2023). Moore's Law. Haettu:

<https://www.britannica.com/technology/Moores-law>

Bornmann, L., Haunschild, R., & Mutz, R. (2021). Growth rates of modern science: a latent piecewise growth curve approach to model publication numbers from established and new literature databases. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1), 1-15.

Brown, N., Sandholm, T., & Machine, S. (2017, August). Libratus: The Superhuman AI for No-Limit Poker. In IJCAI (pp. 5226-5228).

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. N. D. R. E. W. (2017). Artificial intelligence, for real. *Harvard business review*, 1, 1-31.

Chatterjee, S., & Bhattacharjee, K. K. (2020). Adoption of artificial intelligence in higher education: A quantitative analysis using structural equation modelling. *Education and Information Technologies*, 25, 3443-3463.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.

Ciube, A., Mititica, D. F., Meza, S., & Orza, B. (2019, April). Learning agile with intelligent conversational agents. In *2019 IEEE global engineering education conference (EDUCON)* (pp. 1100-1107). IEEE.

Collins, C., Dennehy, D., Conboy, K., & Mikalef, P. (2021). Artificial intelligence in information systems research: A systematic literature review and research agenda. *International Journal of Information Management*, 60, 102383.

De Angelis, L., Baglivo, F., Arzilli, G., Privitera, G. P., Ferragina, P., Tozzi, A. E., & Rizzo, C. (2023). ChatGPT and the rise of large language models: the new AI-driven infodemic threat in public health. *Frontiers in Public Health*, 11, 1166120.

Duolingo. 2023. Introducing Duolingo Max, a learning experience powered by GPT-4. <https://blog.duolingo.com/duolingo-max/>

The Economist. (2023). Large language models' ability to generate text also lets them plan and reason. Haettu: <https://www.economist.com/science-and-technology/2023/04/19/large-language-models-ability-to-generate-text-also-lets-them-plan-and-reason>

Gehlbach, H. (2010). The social side of school: Why teachers need social psychology. *Educational psychology review*, 22, 349-362.

Grosz, B. J. (2018). Smart enough to talk with us? Foundations and challenges for dialogue capable AI systems. *Computational Linguistics*, 44(1), 1-15.

Han, S. H., Kim, K. W., Kim, S., & Youn, Y. C. (2018). Artificial neural network: understanding the basic concepts without mathematics. *Dementia and Neurocognitive Disorders*, 17(3), 83-89.

Haristiani, N. (2019, November). Artificial Intelligence (AI) chatbot as language learning medium: An inquiry. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1387, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.

Harrer, S. (2023). Attention is not all you need: the complicated case of ethically using large language models in healthcare and medicine. *EBioMedicine*, 90.

Helsingin Yliopisto (2023). Tekoälyn käyttäminen oppimisen tukena. <https://studies.helsinki.fi/ohjeet/artikkeli/tekoalyn-kayttaminen-oppimisen-tukena>

Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2021). A review of opportunities and challenges of chatbots in education. *Interactive Learning Environments*, 1-14.

IBM. (2024). What is NLP? Haettu: <https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing>

IBM. (2024). What is a Neural Network? Haettu: <https://www.ibm.com/topics/neural-networks>

Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3), 685-695.

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.

Jyväskylän Yliopisto (2023). Kauppakorkeakoulun linjaus tekoälysovellusten käyttöön. <https://www.jyu.fi/jsbe/fi/opiskelu/ohjeita-opiskelijalle/opintohallinnon-saadokset-ja-maaraykset/kauppakorkeakoulun-linjaus-tekoalysovellusten-kayttoon>

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business horizons*, 62(1), 15-25.

- Kasneji, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneji, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
- Kemp, S. (2023). DIGITAL 2023: GLOBAL OVERVIEW REPORT. Datareportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report>
- Kim, N. J., & Kim, M. K. (2022, March). Teacher's perceptions of using an artificial intelligence-based educational tool for scientific writing. In *Frontiers in Education* (Vol. 7, p. 142). Frontiers.
- Knight, H., Carlisle, S., O'connor, M., Briggs, L., Fothergill, L., Al-Oraibi, A., ... & Blake, H. (2021). Impacts of the COVID-19 pandemic and Self-Isolation on students and staff in higher education: A qualitative study. *International journal of environmental research and public health*, 18(20), 10675.
- Kumar, A., Singh, D., & Vohra, R. (2023). Improving Learning Abilities Using AI-Based Education Systems. In *AI-Assisted Special Education for Students with Exceptional Needs* (pp. 137-155). IGI Global.
- Layard, R., & Glaister, S. (Eds.). (1994). *Cost-benefit analysis*. Cambridge University Press.
- Li, C., & Xing, W. (2021). Natural language generation using deep learning to support MOOC learners. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31, 186-214.
- Madani, A., Arnaout, R., Mofrad, M., & Arnaout, R. (2018). Fast and accurate view classification of echocardiograms using deep learning. *NPJ digital medicine*, 1(1), 6.
- McCarthy, J. (1988). Mathematical logic in artificial intelligence. *Daedalus*, 297-311.
- Mitchell, M., & Krakauer, D. C. (2023). The debate over understanding in AI's large language models. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(13), e2215907120.
- Molnár, G., & Szüts, Z. (2018, September). The role of chatbots in formal education. In *2018 IEEE 16th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)* (pp. 000197-000202). IEEE.
- Mosqueira-Rey, E., Hernández-Pereira, E., Alonso-Ríos, D., Bobes-Bascarán, J., & Fernández-Leal, Á. (2023). Human-in-the-loop machine learning: A state of the art. *Artificial Intelligence Review*, 56(4), 3005-3054.

Moran, C., (2023). ChatGPT is making up fake Guardian articles. Here's how we're responding. The Guardian.

<https://www.theguardian.com/commentisfree/2023/apr/06/ai-chatgpt-guardian-technology-risks-fake-article>

Nagahisarchoghaei, M., Nur, N., Cummins, L., Nur, N., Karimi, M. M., Nandanwar, S., ... & Rahimi, S. (2023). An empirical survey on explainable ai technologies: Recent trends, use-cases, and categories from technical and application perspectives. *Electronics*, 12(5), 1092.

Newell, A., & Simon, H. A. (2007). Computer science as empirical inquiry: Symbols and search. In *ACM Turing award lectures* (p. 1975).

NVIDIA, (2022). NVIDIA Delivers Quantum Leap in Performance, Introduces New Era of Neural Rendering With GeForce RTX 40 Series.

NVIDIA, (2023). What is Generative AI? <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/data-science/generative-ai/>

Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100033.

Oracle. 2023. What is big data? haettu: <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data/>

Oxford Dictionary. 2023. haettu: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com>

Paschoal, L. N., de Oliveira, M. M., & Chicon, P. M. M. (2018, October). A chatterbot sensitive to student's context to help on software engineering education. In *2018 XLIV Latin American computer conference (CLEI)* (pp. 839-848). IEEE.

Pietarinen, M., 30.10.2023, Sähköposti "Apua graduun".

Praveen, S., & Chandra, U. (2017). Influence of structured, semi-structured, unstructured data on various data models. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(12), 67-69.

Press G. 2023. Artificial General Intelligence (AGI) Is A Very Human Hallucination. Forbes. Haettu: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2023/03/28/artificial-general-intelligence-agi-is-a-very-human-hallucination/?sh=49b8c7c964f2>

Rashid, T. (2016). *Make your own neural network* (Vol. 29). North Charleston, SC, USA: CreateSpace Independent Publishing Platform.

- Reagan, A. J., Mitchell, L., Kiley, D., Danforth, C. M., & Dodds, P. S. (2016). The emotional arcs of stories are dominated by six basic shapes. *EPJ Data Science*, 5(1), 1-12.
- Rich, E. and Knight, K. (1991) *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill, New York.
- Ruane, E., Birhane, A., & Ventresque, A. (2019, December). Conversational AI: Social and Ethical Considerations. In *AICS* (pp. 104-115).
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence a modern approach*. London.
- Sarker, I. H. (2021). Deep learning: a comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications and research directions. *SN Computer Science*, 2(6), 420.
- Shelly, G. B., Cashman, T. J., Gunter, R. E., & Gunter, G. A. (2005). *Teachers discovering computers: Integrating technology and digital media in the classroom*. Course Technology Press.
- Singhal, K., Tu, T., Gottweis, J., Sayres, R., Wulczyn, E., Hou, L., ... & Natarajan, V. (2023). Towards expert-level medical question answering with large language models. *arXiv preprint arXiv:2305.09617*.
- Song, D., Oh, E. Y., & Rice, M. (2017, July). Interacting with a conversational agent system for educational purposes in online courses. In *2017 10th international conference on human system interactions (HSI)* (pp. 78-82). IEEE.
- STT, Ilkka Pohjalainen (2023). Yliopistoissa on jo huomattu opiskelijoiden käyttäneen tehtävissä Chat GPT:tä – oppilaitokset suhtautuvat silti tekoälyn käyttöön myönteisesti.  
<https://ilkkapohjalainen.fi/kotimaa/yliopistoissa-on-jo-huomattu-opiskelijoiden-kayttaneen-tehtavissa-chat-gpt-ta-oppilaitokset-suhtautuvat-silti-tekoalyn-kayttoon-myonteisesti>
- Tavanaei, A., Ghodrati, M., Kheradpisheh, S. R., Masquelier, T., & Maida, A. (2019). Deep learning in spiking neural networks. *Neural networks*, 111, 47-63.
- Trofymenko, O., Prokop, Y., Loginova, N., & Zadereyko, A. (2021). Taxonomy of Chatbots. In *International Scientific and Practical Conference «Intellectual Systems and Information Technologies»(ISIT2021)* (pp. 13-19).

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*, 30.

Verhoef, M. J., & Casebeer, A. L. (1997). Broadening horizons: integrating quantitative and qualitative research. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 8, 65-66.

Viano, A. How Universities Can Use AI Chatbots to Connect with Students and Drive Success. (2023). EdTech.  
<https://edtechmagazine.com/higher/article/2023/02/how-universities-can-use-ai-chatbots-connect-students-and-drive-success>

Vincent, J., (2016). Twitter taught Microsoft's AI chatbot to be a racist asshole in less than a day. The Verge.  
<https://www.theverge.com/2016/3/24/11297050/tay-microsoft-chatbot-racist>

Wu, E. H. K., Lin, C. H., Ou, Y. Y., Liu, C. Z., Wang, W. K., & Chao, C. Y. (2020). Advantages and constraints of a hybrid model K-12 E-Learning assistant chatbot. *Ieee Access*, 8, 77788-77801.

Wolfe, A. (1991). Mind, self, society, and computer: Artificial intelligence and the sociology of mind. *American Journal of Sociology*, 96(5), 1073-1096.

Xu, A., Liu, Z., Guo, Y., Sinha, V., & Akkiraju, R. (2017, May). A new chatbot for customer service on social media. In Proceedings of the 2017 CHI conference on human factors in computing systems (pp. 3506-3510).

Yang, S., Zhu, F., Ling, X., Liu, Q., & Zhao, P. (2021). Intelligent health care: Applications of deep learning in computational medicine. *Frontiers in Genetics*, 12, 607471.

Yamashita, R., Nishio, M., Do, R. K. G., & Togashi, K. (2018). Convolutional neural networks: an overview and application in radiology. *Insights into imaging*, 9, 611-629.

Zewe, A., Explained: Generative AI. 2023. MIT News.  
<https://news.mit.edu/2023/explained-generative-ai-1109>

## LIITE 1 KYSELYTUTKIMUS

### Taustatiedot

1. Sukupuoli:
2. Ikä:
3. Koulutusaste
4. Tiedekunta

### Tutkimuskysymykset ja väitteet

5. Miten kuvailisit chatbotteihin liittyvää käyttökokemustasi?
6. Koen olevani taitava chatbottien käyttäjä
7. Mitä chatbotteja olet käyttänyt (valitse kaikki, joita olet edes kokeillut)
8. Mihin käytät chatbotteja opiskelussasi (voit valita useita)?
9. Edellisen kysymyksen (kysymys 8.) vastausten perusteella, luettele enintään kolme käyttökohdetta tärkeysjärjestyksessä pilkuilla eroteltuna. (Esimerkki: Kielten opiskelu, Tiedon hakeminen, Vieraskielisen sisällön kääntäminen)
10. Chatbotit ovat hyödyttäneet minua opiskelussa
11. Jos koet chatboteista olleen hyötyä opiskelussasi, kerro mistä arvioit hyödyllisyyden johtuvan? (voit mainita useita eri asioita)
12. Koen, että chatbottien käyttöön opiskelussa liittyy haasteita ja ongelmia.
13. Jos koet haasteita/ongelmia liittyen chatbottien käyttöön opiskelussa, mistä arvioit haasteiden/ongelmien johtuvan? (voit mainita useita eri asioita)
14. Uskon chatbottien merkityksen kasvavan opiskelussa tulevaisuudessa
15. Chatbottien käyttöä tulisi rajoittaa opiskelukäytössä