Tampereen yliopisto

Hämynen & Rauvola

NÄENNÄISVIISAUDESTA TUKIÄLYYN

Tekoäly tulevaisuuden peruskoulussa

Kasvatustieteiden ja kulttuurin tiedekunta
Pro gradu -tutkielma
Huhtikuu 2024

TIIVISTELMÄ

Vili Hämynen & Sampo Rauvola: Näennäisviisaudesta tukiälyyn – Tekoäly tulevaisuuden peruskoulussa
Pro gradu -tutkielma
Tampereen yliopisto
Kasvatuksen ja yhteiskunnan tutkimuksen maisteriohjelma
Huhtikuu 2024

Generatiivisen tekoälyn läpimurto vuoden 2022 lopussa tapahtui ryminällä. Sen nopea ja arvaamaton kehitys puhuttaa myös koulumaailmassa. Onko se progressiivinen ja välttämätön kehitysaskel vai siirrytäänkö teknologiariippuvuudessa ojasta allikkoon? Mistä puhutaan, kun puhutaan tukiälystä?

Tässä pro gradussa tarkastellaan tekoälyn värittämän peruskoulun tulevaisuutta Delfoi-metodin avulla muodostettujen tulevaisuuskuvien avulla. Kerättyä aineistoa tarkastellaan pohdinnassa teoreettisen viitekehyksen läpi, minkä pohjalta tutkimuksen toisena tarkoituksena on määrittää toivottavia piirteitä tukiälylle.

Tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä yhdistetään tekoälyn opetuskäytön paradigmoja konstruktivistiseen pedagogiikkaan. Delfoi-paneeliin osallistui neljätoista asiantuntijaa, jotka ottivat kantaa seitsemään tulevaisuusteesiin ja kävivät keskustelua niiden pohjalta tekoälyn käytöstä vuoden 2040 peruskoulussa. Asiantuntijoiden muodostaman keskustelun tilaa tarkasteltiin teesikohtaisesti tila-analyysin avulla. Tulevaisuuskuvien luomiseen käytettiin tulevaisuustaulukkoa, joka koottiin aineistossa korostuneista teemoista.

Tila-analyysin perusteella asiantuntijoiden näkemykset tekoälyyn liittyvistä kehityssuunnista ovat monilta osin ristiriitaisia, vaikka konsensustakin löytyi. Tulevaisuuskuvat ovat kuvauksia peruskoulun opettajan työpäivästä vuonna 2040, jossa korostuneita teemoja olivat toimijuus, tulevaisuustaidot, arviointi ja suunnittelu sekä tasa-arvo ja yhdenvertaisuus. Yhdistämällä teoreettista viitekehystä ja aineistossa korostuneita näkemyksiä muodostuivat tukiälyn toivottavat piirteet. Tekoälyn hyödyntäminen tulee olla toimijuutta ja ajattelua aktivoivaa toimintaa, jonka keskiössä on oppiminen. Sen hyödyntäminen oppilaiden arvioinnissa ja opetuksen suunnittelussa tulee olla opettajaa tukevaa, ei ohjaavaa. Tekoälyn käyttötaitoja, kuten kehotteiden kirjoittamista ja tekoälyn lukutaitoa on harjoiteltava systemaattisesti. Tämän edellytyksenä on tekoälyn tuominen osaksi opettajankoulutuksen oppisisältöä. Kun tekoälyä käytetään pedagogisena apuvälineenä, on huomioitava sen mahdolliset vinoumat, jotta opetus on mahdollisimman tasa-arvoista ja yhdenvertaista.

Tekoälyteknologialla on potentiaalia kehittää oppimista ja pedagogiikkaa. Tutkimuksessa esitetyt tukiälyn toivottavat piirteet voivat toimia ohjenuorana tekoälyn soveltamiselle opetuksessa ja tukena pohdittaessa tekoälyä koskevaa sääntelyä. Tutkimuksen teeseistä ja pohdinnasta löytyy useita jatkotutkimusaiheita liittyen peruskoulun tulevaisuuteen.

Avainsanat: tukiäly, tekoäly, Delfoi, tulevaisuuskuva, peruskoulu

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

ABSTRACT

The breakthrough of generative artificial intelligence happened at the end of 2022. The rapid and unpredictable development of AI is also being discussed in the field education. Is it a progressive and necessary development in school, or are we getting deeper in technological dependency? How should it be implemented in educational system?

This thesis explores the future of AI infused primary education, by means of Delphi method and future images. Combining the theoretical framework with the data collected in the Delphi-panel, the second aim of this study is to identify desirable features of supportive artificial intelligence in education.

The theoretical framework of the study brings together the three paradigms of the educational use of AI with constructivist pedagogy. The Delphi panel consists of fourteen experts, who gave their views on seven future theses and discussed the use of AI in primary schools in 2040. The state of the discussion among the experts was analyzed using content analysis. A future table was used to create future images, which was compiled from the themes highlighted in the collected data.

The content analysis of the discussion revealed that the experts' views on AI-related developments in education are in many respects contradictory although there was also consensus to be found. The future images are descriptions of a primary school teacher's day in 2040, where the main themes were agency, future skills, evaluation, planning, equality and equity. The desirable features of supportive intelligence were created by combining the theoretical framework with the experts' views highlighted in the data. The use of AI in education should be used to activate agency and thinking. Its use in evaluation of students and lesson planning should be supportive, not directive. The use of AI, such as writing prompts and AI literacy, should be systematically practiced. For this to happen it is necessary that it should be introduced as part of the curriculum in teacher education. When AI is used as a pedagogical tool, its potential biases need to be considered in order to maximize equality and equity.

AI technology has the potential to improve students learning and pedagogy in general. The desirable features of AI outlined in the study can serve as a guide for the application of AI in school and support the regulation of AI usage in education. The theses and reflections of the study provide several avenues for further research on the future of primary education.

Keywords: artificial intelligence, supportive intelligence, Delphi, future image, primary school

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

Opinnäytteessä käytetyt tekoälytyökalut ja niiden käyttötarkoitukset on kuvailtu alla:

Työkalun nimi ja versio:
Microsoft Copilot (käytetty 23.4.2024)
Käyttötarkoitus ja osio, jossa työkalua käytettiin:
Osiossa 5.2 Copilot-sovellusta hyödynnettiin kuvien luomisessa, joiden avulla pyrittiin tarjoamaan visuaalinen ulottuvuus tulevaisuuskuvien tueksi.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 7

2 TUTKIMUSONGELMA JA -KYSYMYKSET ... 11

3 TEOREETTINEN VIITEKEHYS ... 13

3.1 Konstruktivismi ... 13

3.2 Konstruktivistinen pedagogiikka ... 14

3.2.1 Konstruktivistisen pedagogiikan peruspiirteet ... 15

3.3 Tekoäly ja digitalisaatio koulutuksessa ... 17

3.4 Tekoäly koulutuksessa – Kolme paradigmaa ... 19

3.4.1 Paradigma 1: Tekoälyn ohjaama oppija ... 19

3.4.2 Paradigma 2: Tekoälyn tukema – oppija yhteistyökumppanina ... 20

3.4.3 Paradigma 3: Tekoälyn vahvistama – oppija johtajana ... 21

3.4.4 Paradigmojen koostava pohdinta ... 22

3.5 Viitekehyksen fuusiointi – pohja tukiälylle ... 23

4 TUTKIMUKSEN METODOLOGIA ... 26

4.1 Delfoi-menetelmä ... 26

4.2 Tutkimuksen toteutus ... 29

4.2.1 Delfoi-paneeli: teesit ja niiden taustatekijät ... 30

4.2.2 Panelistien valinta ... 37

4.2.3 Aineistonkeruun toteutus ... 40

4.3 Aineiston analyysi ... 41

4.3.1 Tila-analyysi ... 41

4.3.2 Tulevaisuustaulukko tulevaisuuskuvien pohjana ... 44

5 TULOKSET ... 51

5.1 Kiistoista ratkaisuihin ... 51

5.2 Tulevaisuuskuvat ... 58

5.2.1 Business as usual ... 59

5.2.2 Rappio ... 60

5.2.3 Hallittu muutos ... 61

5.2.4 TheMentor – tukiäly arjessa mukana ... 63

6 POHDINTA ... 65

6.1 Tulevaisuuskuvien tarkastelu ... 65

6.2 Tulevaisuuskuvan kolme teoreettinen tarkastelu: kohti tukiälyä ... 68

6.3 Tukiälyn toivottavat piirteet ... 74

6.3.1 Aktiivisen toimijuuden ja ajattelun tukeminen ... 74

6.3.2 Arviointi- ja suunnittelutyön tukeminen – ei ohjaaminen ... 75

6.3.3 Systemaattinen harjoittelu käytön edellytyksenä ... 75

6.3.4 Päämääränä yhdenvertaisuus ... 76

6.4 Tutkimuksen eettinen ja tieteenfilosofinen pohdinta ... 76

6.5 Onnistumiset, rajaukset ja rajoitteet ... 79

6.6 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimusaiheet ... 81
7 JOHTOPÄÄTÖKSET ... 84
8 LIITTEET ... 85
Liite 1: Sähköpostitse lähetetty kutsukirje ... 85
Liite 2: Delfoi-paneelissa lähetetyt tiedotteet ... 86
Liite 3: Delfoi-paneeliin osallistuneet asiantuntijat ... 86
9 LÄHTEET ... 87

TAULUKOT

Taulukko 1. Tulevaisuusteesien taustalla vaikuttavat ilmiöt ja yhteys viitekehykseen 32
Taulukko 2. Asiantuntijamatriisi: ... 38
Taulukko 3. Tulevaisuustaulukko ... 47
Taulukko 4. Teesivastauksien kooste ja tila-analyysi ... 51

KUVIOT

KUVIO 1. Tekoäly koulutuksessa – Kolme paradigmaa ... 22
KUVIO 2. Iteratiivinen Delfoi verrattuna RTD:n ... 29
KUVIO 3. Tutkimusprosessi ... 30
KUVIO 4. Teesin 5 kuvaaja: todennäköisyys ja toivottavuus (A = keskiarvo, Q1 & Q3 = kvartiilit) 43

1 JOHDANTO

> *”Tämä oppi, oi kuningas, tekee egyptiläiset viisaammiksi ja hyvämuistisemmiksi, sillä se on keksitty muistin ja viisauden apukeinoksi.” Thamus vastasi: ”Oi sinä ylen taitava Theuth: toinen osaa keksiä sellaista, mikä kuuluu taitoihin, toinen taas arvioida missä määrin siitä koituu hyötyä ja vahinkoa niille, jotka joutuvat sitä käyttämään. Sinä, kirjoituksen isä, olet nyt siihen mieltyneenä sanonut aivan toista kuin se kykenee saamaan aikaan. Se näet synnyttää oppivien sieluihin unohdusta, koska muisti lyödään laimin: kirjoitukseen luottaen he näet palauttavat asioita mieleensä ulkoapäin vieraiden merkkien avulla eivätkä sisältäpäin omintakeisesti. Et siis ole keksinyt apukeinoa muistille, vaan mieleenpalauttamiselle. Tarjoat siis oppilaille vain näennäistä, et todellista viisautta. Kuultuaan paljon saamatta oikeata opetusta he näet luulevat olevansa monitietoisia, vaikka ovat parhaasta päästä tietämättömiä ja rasittavia seurustelussa tultuaan näin vain näennäisesti, eivät todella viisaiksi”* (Platon, 1961, 218–219).

Internet ja digitalisaatio ovat muuttaneet tapaamme elää viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana. Voimme hoitaa pankkiasioita, tehdä ostoksia tai hakea terveyskonsultaatiota, missä ikinä olemmekaan. Mikä tahansa kysymys mieleemme juolahtaa, voimme syöttää sen hakukoneeseen, jonka avulla vastauksen saa usein silmänräpäyksessä. Moderni yhteiskunta muuttuu nopeasti sekä kulttuurisesti että teknologisesti ja koululaitoksen on vastattava sen aiheuttamaan muutospaineeseen (esim. Mishra & Heath, 2024; Nilivaara, 2023; Huttu, 2022). Vaikka koulujärjestelmän muutos tapahtuu yleensä viiveellä muuhun yhteiskuntaan verrattuna, on sen digitalisaatio ollut vuosituhannen vaihteen jälkeen nopeaa. Ei ole enää uusi ilmiö, että opettaja voi opettaa etäyhteyden ja sähköisten oppimateriaalien avulla. Oppilaat kantavat jatkuvasti mukanaan digilaitteita, jotka tarjoavat rajattomat mahdollisuudet tiedon etsimiseen.

Yksi merkittävimmistä digitaalisista uudistuksista koulumaailmassa tulee olemaan tekoäly (esim. Ervast, 2023), ja on tiedostettava, että sen nykymuoto on vasta alkusoittoa tulevaisuudelle, missä tekoäly on olennainen osa ihmisten arkea ja työelämää (Langran ym., 2024). Koulumaailmassa sen mahdollisuudet ulottuvat oppimisanalytiikan hyödyntämisestä arvioinnissa ja yksittäisten

oppimisprosessien tukemisesta syvemmälle kaikkeen oppimisprosessin aikana tuotettuun, koottuun ja konstruoituun tietoon (esim. Ervast, 2023, Langran ym., 2024). Keskustelua tekoälyn uhista ja mahdollisuuksista käydään koulutuksen kentällä aktiivisesti. Jotkut näkevät sen progressiivisena ja välttämättömänä kehitysaskeleena, toiset ajattelevat sen heikentävän analyyttisia taitoja ja kannustavan oppilaita vilpillisyyteen (Grassini, 2023). Tekoälyn mahdollisuuksista ja uhkakuvista on puhuttu jo 1950-luvulta lähtien, mutta siihen liittyvä tieteellinen hämäryys ja rajoittuneet käytännön mahdollisuudet estivät sen yleistymistä aina 2000-luvulle asti (Haenlein & Kaplan, 2019; Langran ym. 2024). Tällaisten kasvatusalaa mullistavien opetusteknologisten lupausten on Mishran ja Heathin (2024) mukaan ennenkin nähty päätyvän pettymykseen, eikä epäilijöiden mielissä tekoäly tee tähän poikkeusta. Langran ym. (2024) mukaan tekoälyä kohtaan esitetään nyt samankaltaisia epäilyjä oppilaiden kykyjen taantumisesta, kuin mitä esitettiin esimerkiksi taskulaskinta kohtaan, ennen sen vakiintumista opetuskäytössä. Kuten johdantoluvun alussa käy ilmi, Platonin mukaan jo Sokrates tuskaili aikanaan uuden teknologian äärellä, uskoessaan kirjoitustaidon näivettävän ihmisten ajattelukykyä (Platon, 1961, 218–219).

Vaikka teknologian nopeat syklit eivät saa olla opetuksen ainoita uudistajia, olisi vastuutonta ajatella, ettei teknologian nopea kehitys voisi palvella myös koulumaailmaa (Huttu, 2022). OpenAI:n vuoden 2022 lopussa julkaisema, GPT3.5-kielimallille perustuva ChatGPT-keskustelubotti toi ihmismäisen tekoälyn kaikille internetin käyttäjille. Vuonna 2024 OpenAI:n uusin kielimalli, GPT-4, pystyy käsittelemään tietoa moninkertaisen määrän edeltäjäänsä nähden ja sen avulla ChatGPT:lle voi antaa entistäkin yksityiskohtaisempia kehotteita. Suno v3 luo kehotteen avulla täysimittaisia musiikkikappaleita ja OpenAI:n DALL-E kykenee luomaan kehotteiden pohjalta yksityiskohtaisia kuvia sekunneissa. Myös Google ja Microsoft on lähteneet mukaan generatiivisten kielimallien kehittämiseen Gemini- (ent. Bard) ja Copilot-tekoälysovelluksilla. Copilot on otettu käyttöön suomalaisissa korkeakouluissa ja sen käyttöoikeus sisältyy esimerkiksi Tampereen yliopiston korkeakouluyhteisön M365-lisenssiin (TUNI, 2024). Generatiivisen tekoälyn hämmästyttävä kyky käydä inhimillisen tuntuisia keskusteluja, käsitellä valtavia tietomääriä ja tuottaa sekä kuvia että musiikkia vaivattomasti, on aukaissut tekoälysovelluksille koulun portit. Tekoälyteknologian nopea kehitys tulee näkymään myös peruskoulussa, uskoi niiden laajempaan

käyttöön opetusvälineenä tai ei, sillä tämänkaltaiset teknologiat tulevat kouluun myös sen ulkopuolelta (Mishran & Heath, 2024).

Tässä opinnäytteessä käytetään tulevaisuudentutkimuksen alalta tuttua Delfoi-metodia, jonka avulla pyritään valottamaan tekoälyn erilaisia mahdollisuuksia tulevaisuuden koulussa. Tulevaisuuden tutkiminen on hedelmällistä, kun kyseessä on nopeasti kehittyvä ilmiö, hitaasti kehittyvässä ympäristössä. Roy Amaran (1981) määrittelemien tulevaisuudentutkimuksen peruslähtökohtien mukaan, tulevaisuus ei ole ennustettavissa eikä ennalta määrätty, mutta voimme vaikuttaa siihen teoillamme ja valinnoillamme. Tulevaisuutta tutkimalla voimme varautua myös sellaisiin ei-toivottuihin tapahtumiin, jotka ovat tahattomia ja odottamattomia (Bell, 1997). Tulevaisuudentutkimuksella voidaan Ogilvyn (2006) mukaan nähdä olevan erityinen paikka juuri koulutus- ja kasvatusalalla, missä problemaattisilta vaikuttavia näkymiä ja kehityskulkuja voidaan käsitellä lähestyttävämmin tulevaisuuskuvien ja skenaarioiden avulla. Tilausta tekoälyä kasvatustieteissä käsittelevälle lisätutkimukselle ilmenee vuonna 2023 julkaistuissa kasvatusalan väitöskirjoissa, joiden tutkimusprosessin aikana tekoälyn murros oli jo alkanut (Ervast, 2023; Nilivaara, 2023). Tätä kirjoitettaessa, vuoden 2024 keväällä, eri tahot (Esim. Unesco, 2023; AACE, 2024) ovat luoneet suuntaviivoja tekoälyn hyödyntämiseen koulumaailmassa ja Suomessa tehdään alaan liittyvää huippututkimusta, esimerkiksi Oulun yliopiston CELLA-tutkimuskeskuksessa (Oulun yliopisto, 2024). Vaikka ChatGPT saavutti heinäkuussa 2023 sadan miljoonan kuukausikäyttäjän rajan, ainoastaan yksi valtio oli säännellyt sen käyttöä (Unesco, 2023). Roosen (2023) mukaan innokkaimmat tekoälyn puolestapuhujat ajattelevat, ettei minkään sääntelyn tulisi rajoittaa teknologista kehitystä ja innovaatiota, mutta Langran ym. (2024) toteavat, että tekoälyn tarkoituksenmukaisen, eettisen ja yhdenvertaisen opetuskäytön määrittelemiselle on akuutti tarve. Jotta tekoälyn käyttöä koulumaailmassa ohjaa pedagogiset intressit, ei teknologia, on sen käytölle luotava raamit, joiden keskiössä on oppiminen. Tekoälyn käytön määrittelyä ja sääntelyä koulumaailmassa koskevassa päätöksenteossa on kuultava kasvatus- ja koulutusalan asiantuntijoita monipuolisesti. Se on yksi tämän tutkimuksen pyrkimyksistä ja metodologiavalinnan perusteista.

Tutkielma etenee johdannosta tutkimuskysymyksiin. Näitä seuraavassa teoreettisessa viitekehyksessä yhdistetään Ouyangin ja Jiaon (2021) tekoälyn paradigmoja konstruktivistiseen pedagogiikkaan, millä luodaan pohjaa pohdintaosuudessa tapahtuvalle tukiälyn toivottavien piirteiden määrittelemiselle. Metodologiaosuudessa esitellään tarkemmin tutkimuksessa käytettyä Delfoi-metodia ja sen avulla tehtyä aineistonkeruuta, tila-analyysia ja tulevaisuustaulukkoa. Tulososiossa esitellään Delfoi-paneelin kannanottojen ja keskustelun pohjalta muodostetut tulevaisuuskuvat*: Business as usual*, *Rappio*, *Hallittu muutos* ja *TheMentor – tukiäly arjessa mukana*. Pohdinnassa kolmatta tulevaisuuskuvaa *Hallittu muutos* tarkastellaan teoreettisen viitekehyksen avulla, ja muodostetaan tukiälyn toivottavia piirteitä.

Cohenin (2018) mukaan tutkimuksen tulee pyrkiä kehittämään ja työntämään eteenpäin tieteenalaansa. Tämä pro gradu -tutkielma pyrkii tuottamaan suomalaisen peruskoulun tulevaisuutta ennakoivaa tutkimustietoa, jota voidaan käyttää tukena peruskoulua koskevassa päätöksenteossa. Vaikka tässä tutkielmassa muodostetaan käsitteellinen määritelmä tukiäly-termille, mikä voi auttaa yhdenmukaistamaan termin käyttöä koulutuksen kontekstissa, tarkoituksena ei ole seikkaperäisten ohjeiden antaminen. Sen sijaan, jotta tutkielma ei vanhenisi välittömästi teknologian ajaessa siitä ohi, sen tavoitteena on tarjota vaihtoehtoisia tulevaisuusnäkymiä päätöksenteon tueksi sekä esittää aikaa kestävä pohja tukiälyn toivottaville piirteille, sovellettavaksi nyt ja tulevaisuudessa.

2 TUTKIMUSONGELMA JA -KYSYMYKSET

Tässä tutkimuksessa tuotiin yhteen joukko kasvatus- ja koulutusalan ammattilaisia ja opiskelijoita sekä tulevaisuudentutkimuksen ja opetusteknologian asiantuntijoita, jotka pääsivät tutkimuksen aikana jakamaan omia näkemyksiään tekoälyn vaikutuksesta tulevaisuuden peruskouluun. Tutkimusperinteen mukaisesti on pystyttävä perustelemaan, kuka ja ketkä voisivat konkreettisesti hyötyä tämän tutkimuksen tuottamasta uudesta tutkimustiedosta tai näkökulmista (Cohen, 2018). Tutkielmassa esitetyt tulevaisuuskuvat tarjoavat kaikille aiheesta kiinnostuneille katsauksen peruskoulun tulevaisuuteen. Tämän tutkimuksen tuottamaa tietoa voidaan käyttää esimerkiksi kunnallisen tai kansallisen päätöksenteon tukena.

Tutkimus toteutettiin Delfoi-metodin avulla. Delfoi-paneelin aineiston, megatrendien ja heikkojen signaalien avulla luotiin neljä tulevaisuuskuvaa vuoden 2040 suomalaisesta peruskoulusta, jossa tekoäly on vahvasti läsnä. Tulevaisuuskuva edustaa tulevaisuudentutkimuksen tuottaman tiedon muotoa, joka on subjektiivisesti koettua tulevaisuuden sisältöä kuvaava, aikaan ja paikkaan sidonnainen näkemys tulevaisuuden mahdollisesta tilasta (Minkkinen & Ruotsalainen, 2021; Nilivaara, 2023). Tulevaisuuskuva on pysäytyskuvan kaltainen tulkinta tutkittavasta ilmiöstä, jolloin ajallinen ulottuvuus, eksakti hetki, on tiedon luonteessa vahvasti läsnä (Nilivaara, 2023). Tulevaisuuskuvat eivät kuvaa todellisuutta, vaan ainoastaan käsityksiä mahdollisesta tulevasta, eikä niiden välille kuulu luoda kausaaliyhteyttä (Minkkinen & Ruotsalainen, 2021). Delfoi-tutkimuksessa käytettävät tulevaisuusteesit [taulukko 1], ovat peruskoulua ja tekoälyä koskeviin megatrendeihin tai heikkoihin signaaleihin pohjautuvia, väitemuotoisia kuvailuja mahdollisista tulevaisuuden tiloista. Tulevaisuusteesistä käytetään tästä lähtien tutkielmassa lyhyempää muotoa *teesi.* Analysoimalla syntyneitä tulevaisuuskuvia teoreettisen viitekehyksen avulla, pyrittiin löytämään

vastauksia tutkimusta ohjaavaan tutkimusongelmaan sekä siitä kumpuaviin tutkimuskysymyksiin.

Tutkimusongelma: Minkälaisia mahdollisia vaikutuksia asiantuntijat näkevät tekoälyllä olevan opettajan työhön vuoden 2040 peruskoulussa?

Tutkimuskysymys 1: Minkälaisia vaihtoehtoisia tulevaisuuskuvia voidaan luoda vuoden 2040 peruskoulusta Delfoi-paneelin tuloksien pohjalta?

Tutkimuskysymys 2: Minkälaisia toivottavia piirteitä tukiälylle voidaan määritellä Delfoi-paneelin tuloksia ja teoreettista viitekehystä yhdistämällä?

3 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Tutkielman teoriapohja rakentuu konstruktivistiselle pedagogiikalle, jonka tueksi tekoälyteknologista saadaan näkökulmaa yhdistämällä siihen Ouyangin & Jiaon (2021) esittämät kolme paradigmaa tekoälyn hyödyntämisestä koulutuskontekstissa. Yhdistämällä esiteltyjä teorioita rakennetaan pohja *tukiälyn* käsitteelle.

3.1 Konstruktivismi

Konstruktivismi on epistemologinen näkemys siitä, mitä tieto on sekä miten ihminen omaksuu ja luo tietoa (Tynjälä, 2005). Toisin kuin objektivismi ja suora realismi, konstruktivismi korostaa, ettei ihmisen ole mahdollista tavoittaa todellisuutta suoraan aistihavaintojen avulla, sillä ihminen tulkitsee havaintoja mielen sisäisten rakenteiden pohjalta. Tulkintatavat mielen sisäisille malleille vaihtelevat konstruktivismin sisällä. Immanuel Kant ajatteli sisäisten mallien olevan synnynnäisiä, mutta modernin käsityksen mukaan ne muovautuvat käsitteiden ja kulttuurijärjestelmien mukana, kuten Jean Piaget ajatteli. Näin ajateltuna ihminen ei koskaan saavuta absoluuttista tietoa maailmasta, sillä eri käsitejärjestelmässä ja kulttuurissa elävä ihminen muodostaa todellisuudesta erilaisen kuvan. Kaikki tieto ei kuitenkaan ole konstruktivismissa samanarvoista, vaan pragmaattisen totuusteorian mukaisesti tosia ovat sellaiset uskomukset, jotka osoittavat toimiviksi käytännössä (Tynjälä, 1999). Niin kuin aiemmin kävi ilmi, konstruktivismi jakautuu eri koulukuntiin, mutta niitä kaikkia yhdistää käsitys siitä, että tietoa ei voida siirtää sellaisenaan yksilöltä toiselle, vaan se on aina yksilön itsensä tai yhteisön rakentama (Tynjälä, 2005).

Yksilö hankkii tietoa itsenäisesti, mutta yksilön ympäristö vaikuttaa olennaisesti tiedon rakentumiseen (Järvinen, 2011). Tiedon rakentuminen on näin ollen yksilöiden kannalta sosiaalinen ja kulttuurinen ilmiö, missä tieto on sidottua siihen aikaan, paikkaan, kulttuuriin ja tilanteeseen, missä se tapahtuu

(Tynjälä, 2005). Tämä taas vastaa enemmän vygotskylaista ajattelua tiedon muodostumisesta sosiaalisena konstruktiona. Konstruktivismia käsittelevässä kirjallisuudessa tietoa rakentavasta yksilöstä käytetään termiä *learner* (esim. Fosnot & Perry, 1996; Steffe & Gale, 1995; Amineh & Asl, 2015), joka suomalaisessa kirjallisuudessa kääntyy termiksi *oppija* (esim. Järvinen, 2011; Tynjälä, 1995; Tynjälä, 2005). Järvisen (2011) mukaan *oppija*-termi voidaan tulkita pitävän sisällään oletuksen, että kyseessä oleva yksilö on jo aiemmin oppinut ja tulee oppimaan. *Oppija*-termiä käytettäessä, tässä tutkimuksessa viitataan omaksuttua tai vanhaa tietoa muovaavaan ja uutta tietoa tulkitsevaan yksilöön, jota voi edustaa niin oppilas kuin opettaja.

3.2 *Konstruktivistinen pedagogiikka*

Ennen vuosituhannen taitetta, oppimisen mieltäminen konstruktivismin mukaisena tiedon rakentumisena sai kannatusta lupaavana kulmakivenä seuraavalle kasvatus- ja koulutusjärjestelmän reformille (Abbott & Ryan, 2001). Konstruktivistisen opetustavan implementaatio luokkahuoneisiin osoittautui opettajille kuitenkin haastavaksi, ei ainoastaan uuden opetustekniikan omaksumisen kannalta, vaan myös konstruktivistista oppimista tukevan opetusympäristön luomisen osalta sekä opetusyhteisössä vallitsevien konservatiivisten asenteiden takia (Windschitl, 2002). Konstruktivistinen tapa käsittää oppimista sai tukea sekä aivotutkimuksen, biologian että antropologian alalta, missä konstruktivistisen tavan oppia todettiin vastaavan parhaiten aivojen luontaista tapaa muodostaa käsityksiä ympäröivästä maailmasta (Abbott & Ryan, 2001). Konstruktivistinen käsitys tiedon rakentumisesta saapui suomalaiseen kouluun vuoden 1994 opetussuunnitelman mukana, missä Järvisen (2011) mukaan oppijan rooli vaihtui tiedon vastaanottajasta tiedon prosessoijaksi. Nykypäivän perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista (POPS, 2014) ei löydy mainintaa sitä ohjaavan oppimiskäsityksen perustumisesta konstruktivismille. Konstruktivismiin liitettäviä piirteitä on kuitenkin tunnistettavissa esimerkiksi luvusta 2.3 *Oppimiskäsitys*.

> Opetussuunnitelman perusteet on laadittu perustuen oppimiskäsitykseen, jonka mukaan oppilas on aktiivinen toimija. (…) Oppiminen tapahtuu

> vuorovaikutuksessa toisten oppilaiden, opettajien ja muiden aikuisten sekä eri yhteisöjen ja oppimisympäristöjen kanssa. (POPS, 2014)

Tuoreessa tutkimuksessaan Ervast (2023) toteaa ohjaavammaksi muuttuneen opettajan roolin taustalla olevan siirtymä konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaiseen asetelmaan, missä oppilas on aktiivinen toimija oppimisprosessissaan, jonka tukemisessa opettajalla on keskeinen rooli. Suomalaisen peruskoulupedagogiikan ollessa konstruktivistisen tiedonkäsityksen ohjaamaa, on tässä teoreettisessa viitekehyksessä perusteltua tarkastella konstruktivistisen pedagogiikan piirteitä syvällisemmin. Konstruktivismin kontekstissa oppiminen tarkoittaa muutosta käsityksissä tiettyä ilmiötä kohtaan, ei ulkoa opitun tiedon muistamista (Järvinen, 2011). Konstruktivistisen pedagogiikan mukaan oppiminen tapahtuu aktiivisen tiedon käsittelyn kautta, sillä tieto ei konstruoidu passiivisen vastaanottamisen myötä (Järvinen, 2011). Konstruktivismin mukaisesti, myös konstruktivistisessa pedagogiikassa oppiminen ei tapahdu siirtämällä tietoa sellaisenaan yksilöltä toiselle. Näin ollen koulun kontekstissa oppijan rooli tiedon rakentajana korostuu samalla, kun painopiste siirtyy pois oppijan ulkopuolisista tekijöistä, eli opettajasta ja oppikirjasta (Järvinen, 2011).

3.2.1 Konstruktivistisen pedagogiikan peruspiirteet

Tynjälä (2005) esittää kahdeksan konstruktivistisen pedagogiikan peruspiirrettä, jotka saavat tukea Järvisen (2011) konstruktivistisen oppimiskäsityksen tulkinnoista. Ensimmäinen peruspiirre painottaa oppijan aikaisempien käsitysten ja aiemmin omaksutun tiedon huomioimista opetuksen ja pedagogiikan lähtökohtana (Tynjälä, 2005). Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisesti yksilö käsittelee ja valikoi uutta tietoa sekä luo siitä ymmärrystä aiemman tiedon pohjalta, jolloin uskomukset ja käsitykset toimivat osavaikuttajana myös oppimisprosessissa (Järvinen, 2011).

Toinen peruspiirre on erilaisten tulkintojen käsittely. Oppijan tulkintojen huomioimisen tarve konstruktivistisessa pedagogiikassa perustuu siihen, miten opetettavat asiat voivat saada erilaisia tulkintoja riippuen, mistä sisällöistä ne ovat peräisin ja miten niitä tulkitaan (Tynjälä, 2005). Järvinen (2011) näkee oppimisen itsessään tulkintana, missä esiymmärrys voi saada uuden muodon pohdinnan ja

tutkimisen kautta. Tulkinnan voi siis nähdä oppimisen muotona, mihin aiemmat tiedot ja käsitykset vaikuttavat keskeisesti. Tästä syystä eri oppijat käsittelevät saman sisällön eri tavoin ja siksi oppivat siitä eri asioita (Järvinen, 2011; tynjälä, 2005).

Kolmas peruspiirre liittyy metakognitiivisten taitojen kehittämiseen. Tynjälä (2005) tarkoittaa metakongitiivisten taitojen kehittämisellä oppijan oppimisen ja ajattelun tietoisen tarkastelun taitojen harjoittelua, joka tähtää erityisesti kehittämään oppimistilanteissa tarvittavia oppijan itsesäätelytaitoja ja metakognitiivista tietoisuutta. Myös Järvinen (2011) korostaa oppijoiden ajattelun merkitystä sekä metakognitiivisesti tietoiseksi tulemista omasta oppimisestaan. Itseohjautuvuuteen sekä -tarkasteluun kykenevät metakognitiivisesti tietoiset oppijat ovat usein myös sisäisesti motivoituneita oppimaan (Järvinen, 2011, 77).

Neljäs peruspiirre korostaa oppijan tukemista tiedon konstruointiprosessin aikana, jonka varrella oppijalle tarjotaan käsiteltävän tiedon lisäksi kyseisen tiedon soveltamista, yhdistelemistä ja vertailemista vaativia ongelmia (Tynjälä, 2005). Oppimisen ja ajattelun käynnistää aistiärsyke. Näin käynnistyy myös oppimisprosessi, missä aistittu tieto käsitellään lähtöodotuksien, henkilökohtaisten tavoitteiden sekä aiemman tiedon pohjalta. Konstruktivismin mukaan passiivinen vastaanottaminen ei mahdollista tiedon konstruktiota. (Järvinen, 2011.)

Viidentenä peruspiirteenä on painotus sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Konstruktivistisessa pedagogiikassa sosiaalinen vuorovaikutus oppijan tiedon konstruoinnin edistäjänä painottuu, tarkastellaan oppimista sitten konstruktivismin yksilöllisemmistä näkökulmista tai sitä lähimmästä, sosiaalisen konstruktivismin näkökulmasta (Tynjälä, 2005). Tiedon konstruktion kannalta oppimisen tapahtuminen vuorovaikutuksen myötä perustuu siihen, että toimiessaan osana yhteisöä, oppija omaksuu uutta tietoa tai muovaa aiempaa tietoaan ja aiempia näkemyksiään (Järvinen, 2011).

Tiedon oppimisen ja tiedon käytön kytkeminen toisiinsa esitellään kuudentena peruspiirteenä. Tynjälän (2005) mukaan konstruktivistisessa pedagogiikassa asiasisällöt sekä oppiminen itsessään nähdään tilanne- ja paikkasidonnaisia. Se, mitä on opittu yhdessä tilanteessa, ei välttämättä ole sovellettavissa toisessa. Älylliset haasteet johtavat oppimiseen ja opittavan asian tarkastelu sekä harjoittelu eri näkökulmista mahdollistaa opitun asian

monipuolisemman soveltamisen (Järvinen, 2011; Tynjälä, 2005). Konstruktivismin näkökulmasta, yksilöllisen tiedon rakentumisen osalta tehokkain menetelmä on ongelmanratkaisu, missä jo omaksuttujen tai uusien totuuksien välille muodostuu loogisia yhteyksiä (Järvinen, 2011). Näin ollen ongelmanratkaisun tehokkuuden voi todeta olevan oppimisen menetelmänä merkittävä.

Seitsemännen peruspiirteen mukaan oppiminen nähdään kulttuurisesti välittyvänä toimintana. Oppiminen on erottamattomasti yhteydessä vallitsevaan ympäristöön, kulttuuriin, sen konventioihin ja kieleen (Tynjälä, 2005). Tietyssä yhteisössä, ajassa ja paikassa eläminen määrittää oppijan valmiuksia oppimiselle ja siksi ympäristö ohjaa oppimista aina johonkin uniikkiin suuntaan (Järvinen, 2011). Tästä syystä konstruktivistinen pedagogiikka korostaa huomion kiinnittämistä siihen, että oppimisen ja opetuksen toimintajärjestelmät ovat yhteensopivia oppijoiden oppimisen valmiuksiin (Tynjälä, 2005).

Kahdeksas peruspiirre liittyy oppimisen arvioinnin kokonaisvaltaisuuteen. Oppimisen arviointi suomalaisessa koulussa on saanut konstruktivistisen pedagogiikan mukaisia uudistuksia, jotka pelkkien oppimisen tulosten arvioinnin sijasta painottavat oppimisprosessia (Tynjälä, 2005). Kokonaisvaltaista oppimista voidaan arvioida tarkastelemalla oppimisprosessia kokonaisuutena, jolloin sen varrella tapahtunutta työskentelyä, oppimista ja oivalluksia on huomioitava kertaluontoisten testien lisäksi (Tynjälä, 2005). Niin kuin aiemmin todettu, tulkinnat ovat oppimista ja oppiminen on tulkintoja, minkä vuoksi oppijan tulkinnat on huomioitava myös konstruktivistiseen pedagogiikkaan tukeutuvassa opetuksessa (Järvinen, 2005). Tulkintojen arvioimisen taas mahdollistaa sellaisten arviointimenetelmien suosiminen, joissa yksilölliset tiedon tulkinnat ovat sallittuja ja toivottuja (Tynjälä, 2005).

3.3 Tekoäly ja digitalisaatio koulutuksessa

Tietoteknologian murroksellinen, kaikkia liiketoiminta-aloja leikkaava voima tunnistettiin ensimmäisten nykyaikaisten tietokoneiden ilmestyessä vuonna 1958, ja tätä murrosvoimaa alettiin kutsua digitalisaatioksi (Lindgren ym., 2019). Digitalisaatio on maailmanlaajuinen megatrendi, joka muovaa opettajan työtä tavoin, jotka voivat tuoda työhön uutta innostusta, mutta vaativat adaptoitumista

ja siksi niiden vaikutusta opettajan työhyvinvointiin on vaikea ennustaa (Mäkiniemi ym., 2017). Tässä tutkimuksessa käsitettä *digitalisaatio* käytetään kuvaamaan edellä mainittua megatrendiä, joka digiteknologian kehityksen myötä ei pelkästään muovaa opettajan työtä, vaan myös oppimisen todellisuutta (Huttu, 2023; Mäkiniemi ym., 2017). Opetus- ja koulutustarkoituksiin sovellettujen teknologioiden kuvailuun käytetään monia merkitykseltään samankaltaisia nimityksiä, kuten e-oppiminen, digitaalisuus ja opetusteknologia (Ervast, 2023). Mertalan (2019) mukaan oppimisteknologiaa kuvaavien termien käytössä piilee poliittisia ja deterministisiä ulottuvuuksia sen osalta, että ne kantavat lupausta oppimisesta tai sen vahvistamisesta. Tässä tutkimuksessa *opetusteknologia*-termiä käytetään tarkoittamaan opetus- tai koulutustarkoitukseen kehitettävää teknologiaa, samalla tiedostaen sen poliittinen luonne.

Tieto- ja informaatiotekniikan kehitysharppaukset ovat Unescon (2022) mukaan mahdollistaneet tekoälyteknologian sovellutusten globaalin käyttöönoton. Tämän kehityksen vaikutukset ovat nähtävissä ihmisten arjessa sekä työelämässä – palkka ja koulutustasosta riippumatta (Unesco, 2022). Langran ym. (2024) toteavat tekoälyn luku- ja käyttötaitojen olevan todennäköisesti tärkeä työelämätaito tulevaisuudessa. Tekoälyn määritelmä on laajentunut sen kehityksen myötä. Sanalla tekoäly viitataan laitteisiin, jotka imitoivat ihmisälykkyyden piirteitä: oppimista, perustelua, ongelmanratkaisua ja luovaa työtä (Unesco, 2022). Tekoälyteknologiaa sovelletaan laajalti koulutuskäyttöön suunnitellussa teknologioissa, kuten älykkäissä opetusjärjestelmissä (*intelligent tutoring systems*), oppimisanalytiikassa (*learning analytics)* ja opetusroboteissa (*teaching robots*) (Ouyang & Jiao, 2021). Koska tekoälyllä on syvällisiä vaikutuksia kulttuuriin, monimuotoisuuteen, koulutukseen, tieteelliseen tietoon sekä viestintään, on Unescon (2022) mukaan mahdollista, että politiikan tuottamiseen keskittyvät kansainväliset ja kansalliset elimet ovat kiinnostuneita sen käytön säätelystä, varsinkin kun kansalaiset jatkuvasti lisäävät vuorovaikutustaan tekoälyn kanssa – tietoisesti tai tiedostamatta.

3.4 Tekoäly koulutuksessa – Kolme paradigmaa

Vaikka tekoälyn ymmärtämisen osalta onkin tärkeää tuntea tekoälyn toiminnan taustalla toimivat, todennäköisyysmatematiikkaan pohjautuvat mekanismit, on tutkimusongelman kannalta tarkoituksenmukaisempaa tarkastella, millä tavoin tekoälyä käytetään opetuskäytössä tällä hetkellä. Ouyang & Jiao (2021) esittelevät tekoälyn koulutuskäyttöä kartoittavassa artikkelissaan kolme tekoälyn käytön paradigmaa. Paradigmat kertovat siitä, minkälaisia tekoälyn käyttömuotoja ilmenee koulutuksen globaalissa kontekstissa. Ne ovat syntyneet tarkastelemalla maailmalla julkaistuja, aiheeseen liittyviä systemaattisia kirjallisuuskatsauksia ja kokoavat paradigmoissaan niissä keskeisinä esiintyviä käsityksiä, teoriapohjia ja käytännön malleja (Ouyang & Jiao, 2021). Kolme paradigmaa, *Tekoälyn ohjaama oppina, Tekoälyn tukema – oppija yhteistyökumppanina* sekä *Tekoälyn vahvistama – oppija johtajana,* kuvaavat oppijan ja tekoälyn välisen suhteen keskeisiä ilmentymiä ympäristöissä, missä tekoälyvahvisteinen opetusteknologia on otettu opetuskäyttöön. Tässä tutkimuksessa paradigmat tarjoavat työkaluja tutkimusaineistosta nousevien tekoälyn hyödyntämismuotojen tarkasteluun.

3.4.1 Paradigma 1: Tekoälyn ohjaama oppija

Oppija on vastaanottava ja tekoälyn ohjaama toimija. Tekoäly edustaa tiedonlähdettä sekä vaikuttaa ohjaamalla ja johtamalla oppimisprosessia. Oppija toimii tiedon vastaanottajana, joka seuraa valmiiksi määriteltyä oppimispolkua. Ouyang ja Jiao (2021) mukaan ensimmäisessä paradigmassa tapahtuva oppiminen perustuu Skinnerin (1953) ajatusten mukaisesti behavioristiselle oppimiskäsitykselle ja siinä korostuu tekoälysovelluksen säätelemät oppimispolut, joita pitkin oppija pääsee oikeaan ja toivottuun tulokseen (Skinner, 1953, viitattu lähteessä Ouyang & Jiao, 2021). Tekoälysovellus tarvitsee oppijasta esitietoja, joiden pohjalta oppija vastaanottaa taitotason mukaisesti valikoidun tehtävän, ja pääsee etenemään seuraavaan tehtävään vasta, kun on saavuttanut tietyn tason. Du Boulayn (2019) ajatuksia lainaten, Ouyang ja Jiaon (2021) mukaan ensimmäisessä paradigmassa tekoälysovellus kerää tietoa diagnosoidakseen oppimisen tilaa ja suunnitellakseen oppimisprosessin sekä

sisältämät oppimissisällöt ja -menettelyt oppijaa varten (du Boulay, 2019, viitattu lähteessä Ouyang & Jiao, 2021). Tekoälysovellus ei mallinna oppijan kehitystä tai yksilöi palautettaan. Paradigman keskeisimmät haasteet liittyvät siihen, miten järjestelmään määritetyt arvot ja tavoitteet vastaavat sen kanssa, mitä oppijoilta voidaan odottaa, jos arvojen ja tavoitteiden määrittelyssä ei ole otettu huomioon yksilöiden ominaisuuksia ja tarpeita. Kolmesta paradigmasta, paradigma yksi on vähiten oppijakeskeinen. Ouyang & Jiao (2021.)

3.4.2 Paradigma 2: Tekoälyn tukema – oppija yhteistyökumppanina

Ouyang ja Jiaon (2021) mukaan tämä paradigma tarjoaa ensimmäiseen verrattuna oppijakeskeisemmän näkökulman, sillä siinä oppiminen perustuu oppijan ja tekoälyn vuorovaikutukselle. Tekoälyn ja oppilaan toimiessa yhteistyössä, tekoäly toimii oppimista tukevana työkaluna eikä oppimistilannetta kontrolloivana auktoriteettina. Vygotskyn (1978) ajatuksia lainaten, toinen paradigma pohjautuu Ouyang ja Jiaon (2021) mukaan konstruktivistiselle käsitykselle oppimisesta, minkä mukaan oppiminen tapahtuu oppijan toimiessa sosiaalisissa asiayhteyksissä toisten ihmisten, informaation tai teknologian kanssa (Vygotsky, 1978, viitattu lähteessä Ouyang & Jiao, 2021).

Keskustelumuotoisten, dialogiin pohjautuvien tekoälysovellusten (dialogue-based tutoring systems) toiminta perustuu oppijan ja tekoälyn välisen vuorovaikutuksen hyödyntämiseen pedagogisesti. DTS-tekoälysovellukset toimivat keräämällä ja analysoimalla tietoa oppijan oppimisen tilasta, minkä avulla sovellus voi tarjota yksilöllistä ohjausta oppimisen tueksi. DTS-tekoälysovellukset mahdollistavat tekoälyn ja oppijan välisen kommunikaation, missä oppija voi esittää tekoälylle kysymyksiä, joihin tarjoamalla vaihtoehtoisia ratkaisuja, tekoäly tukee oppijan päätöksentekoa. Tämän paradigman kannalta oleellista on se, miten ja missä määrin oppijoiden tiedot integroituvat tekoälysovelluksen järjestelmään. Vuorovaikutuksen monimutkikkuus asettuu paradigman keskeiseksi haasteeksi. Oppimisprosessin aikana sekä oppijan että systeemin tiedot muovautuvat vuorovaikutuksessa dynaamisesti, minkä vuoksi on ratkaisevaa, miten tekoälyn antama, reaaliaikainen palaute kulkeutuu oppijalle ja oppija käyttää saatua palautetta hyödyksi.

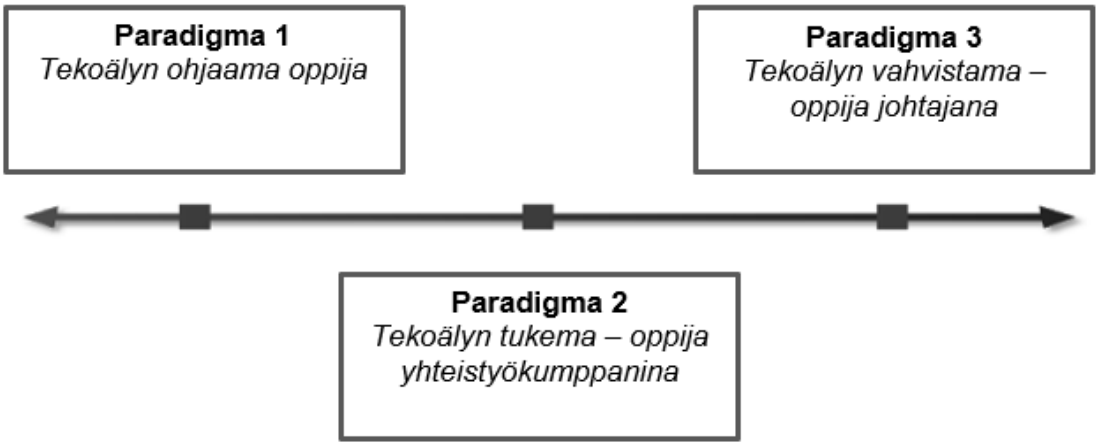
3.4.3 Paradigma 3: Tekoälyn vahvistama – oppija johtajana

Ouyang ja Jiaon (2021) mukaan kolmas paradigma on paradigmoista oppijakeskeisin. Sen ominaispiirteenä on, että oppija johtaa itse omaa oppimistaan. Tekoäly vahvistaa ja tukee oppijakeskeisyyttä tarjoamalla oppijalle ymmärrettävää ja helposti sisäistettävää, yksilöityä tietoa. Ouyang ja Jiao (2021) mukaan kolmas paradigma peilaa Masonin (2008) esittelemää kompleksisuuden teoriaa (complexity theory), jonka mukaan koulutus ja kasvatus on kompleksi ja mukautuva systeemi (complex adaptive system), missä oppijan älyn vahvistumisen mahdollistaa oppijan ja tekoälyn välinen, synerginen yhteistyö (Mason, 2008, viitattu lähteessä Ouyang & Jiao, 2021). Kolmannessa paradigmassa synergisen yhteistyön edellytyksenä on, että tekoäly toimii ihmiskeskeisestä näkökulmasta. Paradigma kolme voidaan nähdä vastaavan tekoälyllä tuetun koulutuksen (AiEd = Artificial intelligence in Education) päämäärää, eli vahvistaa ihmisen älykkyyttä, kykyä ja potentiaalia. Parhaimmillaan tekoälyn tukema, yksilöllisesti kohdennettu palaute auttaa ihmistä tekemään parempia valintoja opettamisen ja oppimisen toteutumiseksi.

Tekoälyn käyttäminen ihmisälyn tuottaman argumentaation tukena nähdään tässä paradigmassa mahdollisuutena. Ouyang ja Jiao kokoavat Bliksteinin (2018), du Boulayn (2019) ja Tangin ym. (2021) ajatuksia, joiden mukaan kolmannessa paradigmassa yksilöllistetyn ja adaptiivisen oppimisen takaamiseksi on huolehdittava sekä paradigmassa edellytetyn synergisen vuorovaikutuksen että ihmisen ja tekoälyn välisen yhteistyön toteutumisesta (Blikstein, 2018; du Boulay, 2019; Tang ym., 2021, viitattu lähteessä Ouyang & Jiao, 2021). Keskeinen haaste on se, miten tekoälyn ja koulutuksellisen kontekstin kompleksisuuden piirteet saadaan yhteensovitettua. AiEd-koulutuksen tukena käytettävän tekoälyn tulisi olla kehitetty siten, että se tarjoaisi jatkuvia kommunikaation keinoja, joissa osallisten arvot sekä tekoälyn mallit ovat sovitettu yhteensopiviksi. Sen lisäksi tekoälyn mallien tavoitteet tulisi vastata oppijakeskeisiä oppimisen tavoitteita (Ouyang & Jiao, 2021).

3.4.4 Paradigmojen koostava pohdinta

Ouyang ja Jiao (2021) esittelemät kolme paradigmaa voi kuvion 1 mukaisesti tulkita sijoittuvan oppijalähtöisyyden mukaan lineaarisesti suhteessa toisiinsa. Ensimmäinen paradigma sijoittuu janan toiseen päätyyn, missä tekoäly ohjaa behavioristisesti oppijaa, tarjoaa tälle oppimista varten tarvittavan tiedon sekä määrittää oppimisprosessin. Janan vastakkaisessa päädyssä sijaitsevassa paradigmassa kolme, oppija taas nähdään toimivan oman oppimisensa suhteen johtavassa asemassa, jolloin tekoäly tukee sekä vahvistaa oppijan oppimista, päätöksentekoa ja argumentaatiota. Janan keskellä sijaitsevassa paradigmassa kaksi, oppija ei ole tekoälyn ohjaama tiedon vastaanottaja eikä toimi johtavassa roolissa suhteessa omaan oppimiseen, vaan oppiminen tapahtuu sosiaalisena konstruktiona, oppijan ja tekoälyn välisen vastavuoroisen vuorovaikutuksen myötä. (Ouyang & Jiao, 2021.) Kolmannessa paradigmassa oppijan ja tekoälyn välillä tapahtuu vuorovaikutusta, mutta se ei ole paradigman kaksi tavoin vastavuoroista, eikä tekoäly myöskään enää ohjaa oppimista ensimmäisen paradigman tavoin. Paradigmassa kolme oppija saa tekoälyltä tietoa ja tukea päätöksentekoon, mutta oppija päättää täysin itse, miten sitä hyödyntää. Samanaikaisesti oppija tiedostaa tekoälyalgoritmien taustalla vaikuttavat mahdolliset ennakkoluulot, avoimuuden ja läpinäkyvyyden puutteen sekä sen, miten ja minkä perusteella tekoäly tekee päätöksiä ja tarjoaa tietoa käyttäjälleen (Ouyang & Jiao, 2021).



KUVIO 1. Tekoäly koulutuksessa – Kolme paradigmaa

3.5 Viitekehyksen fuusiointi – pohja tukiälylle

Tukiälyn termi esiintyy eri tieteenalojen julkaisuissa, esimerkiksi *Tekoäly vai tukiäly* (Toivonen, 2019) ja *Tekoäly ja tukiäly osana tulevaisuuden kaupunkisuunnittelua* (Kautonen, 2023). Tukiäly-termiä on hiljattain käytetty myös Kasvatus & Aika -tiedelehdessä julkaistussa artikkelissa *Eettinen perusta tekoälyn hyödyntämiseen koulutuksessa* (Lähdesmäki, 2024). Tukiälyn termille ei kuitenkaan löydy käsitteellistä määritelmää kasvatustieteen tai peruskoulun kontekstissa. Tässä kappaleessa pyritään määrittelemään tukiälyn piirteitä peruskoulun kontekstissa yhdistämällä konstruktivistisen pedagogiikan periaatteita ja Ouyangin ja Jiaon (2021) tekoälyn paradigmoja. Tutkimuksen pohdintaosiossa viitekehys yhdistetään kerättyyn aineistoon ja tutkimuksen tuloksiin. Tekoälyn ja konstruktivismin yhdistäminen saa tukea myös Grubaughin ym. (2022) artikkelista, jonka mukaan aktivoivat opetussovellukset (*active learning application*), adaptiivinen tiedon rakentuminen (*adaptive scaffolding*), metakognitiivinen pohdinta (*metakognitive reflection*), käsitteellisen ymmärryksen syveneminen (*conseptual change*) ja humanismin säilyttäminen (*preserving humanism*) yhdistävät tekoälyä ja konstruktivismia toisiinsa.

Ouyangin ja Jiaon (2021) ensimmäistä paradigmaa noudattavia opetuspelejä ja -sovelluksia on käytössä, mutta useiden pohjautuessa behaviorismille, joka on ristiriidassa konstruktivistisen oppimiskäsityksen kanssa sekä vastoin perusopetuksen opetussuunnitelman oppimiskäsitystä (POPS, 2014), ei ensimmäinen paradigma sovellu tässä tutkimuksessa tukiälyn piirteiden määrittelemiseen. Konstruktivismin mukaan tiedon rakentuminen edistyy sosiaalisen vuorovaikutuksen avulla (Tynjälä, 2005; Järvinen 2011). Kun pyritään määrittelemään tukiälyä konstruktivismin avulla, sosiaalinen vuorovaikutus on avainasemassa. Ouyangin & Jiaon (2021) toinen paradigma pohjautuu konstruktivistiselle käsitykselle oppimisesta, minkä vuoksi siitä on löydettävissä monia yhtymäkohtia Tynjälän (2005) ja Järvisen (2011) ajatuksiin konstruktivistisesta pedagogiikasta, joihin paradigman kolme periaatteet synergisestä vuorovaikutuksesta ovat myös yhdistettävissä.

Jotta tukiäly edistäisi konstruktivistisen pedagogiikan ja paradigman kaksi mukaista oppimisen prosessia, tulisi sen tarjoamien toimintojen olla vuorovaikutuksellisia ja auttaa oppilasta omaksumaan uutta tietoa ja

muovaamaan aiempaa tietoa. Synerginen vuorovaikutus ja yhteistyö oppilaan ja tukiälyn välillä ovat edellytyksiä Ouyangin ja Jiaon (2021) toisen ja kolmannen paradigman mukaiselle, yksilöidylle ja adaptiiviselle oppimisen tuelle, jonka toteutuminen on yksi tukiälyn keskeisistä mahdollisuuksista. Konstruktivistisen pedagogiikan mukaan oppiminen on erottamattomasti yhteydessä kulttuuriin, kieleen sekä niiden konventioihin (Tynjälä, 2005) Tämän vuoksi tukiälyn tulisikin kyetä huomioimaan kielen ja kulttuurin konventiot vuorovaikuttaessaan oppilaan kanssa. Yksi konstruktivistisen pedagogiikan ydinajatuksista on oppimisen ja ajattelun aktivoituminen aistiärsykkeestä, mitä voidaan tukea tarjoamalla oppijalle tietoa soveltavia, yhdisteleviä ja vertailevia ongelmia (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011). Toisen paradigman mukaisessa toiminnassa tekoäly toimii vuorovaikutuksessa oppijan kanssa, tarjoten hänelle oikea-aikaisia ja oikeanlaisia ärsykkeitä, jotka tukevat oppijan päätöksentekoa. Tukiälyn tehtävä ei ole tarjota oppilaalle valmiita vastauksia, vaan aktivoida oppilaan ajattelua ja siten johdattaa oppilasta rakentamaan tulkinnat itse. Ouyangin ja Jiaon (2021) kolmannen paradigman mukaan oppijakeskeisyys on tekoälyä hyödyntävän oppimisen lähtökohta. Tätä mukaillen oppilaan olisi tärkeä tiedostaa oman oppimisen olevan päämäärä myös tukiälyn kanssa työskennellessä. Tähän liittyy olennaisesti myös konstruktivistisen pedagogiikan painotus metakognitiivisten taitojen, kuten oman oppimisen tietoisen tarkastelun, itseohjautuvuuden ja itsesäätelyn harjoitteluun (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011). Näin ollen tekoälyn käyttöastetta ja -tapaa peruskoulussa määrittelee pitkälti oppilaiden metakognitiivisten taitojen kehitystaso.

Lähtötason huomioiminen on keskeistä sekä tekoälyyn ja oppimisanalytiikkaan perustuvassa opetuksessa että konstruktivistisessa pedagogiikassa (Ouyang & Jiao, 2021; Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011). Jotta tekoäly pystyy tarjoamaan oppijalle mahdollisimman helposti omaksuttavissa olevaa tietoa ja tukemaan sen oppimisessa, on sen otettava huomioon oppilaan aiemmat tiedot ja taidot. Tämä on yksi konstruktivistisen pedagogiikan peruslähtökohdista ja vaatii opettajan näkökulmasta oppilas- ja luokkatuntemusta (Tynjälä, 2005). Tukiälyn kannalta tämä tarkoittaa, että oppilaista on kerättävä mahdollisimman relevanttia oppimisanalytiikkaa eli oppimisdataa, jota tukiäly voi käyttää tuki- ja arviointitoimintojensa perustana. Konstruktivistisen pedagogiikan mukaisesti, arviointityön tulisi olla kokonaisvaltainen prosessi, missä

oppimisprosessi ja oppilaan tulkinnat painottuvat keskeisesti (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011). Paradigman kolme mukaisesti tekoälyn toiminnan tulisi vastata asetettuja, oppijakeskeisen oppimisen tavoitteita (Ouyang & Jiao, 2021). Tämän vuoksi tukiälyn tulisi kyetä arvioimaan oppilaan oppimisprosessia kokonaisvaltaisesti sekä suhteuttamaan arviointi toiminnan tavoitteisiin. Paradigmat kaksi ja kolme korostavat Ouyangin ja Jiaon (2021) mukaan tekoälyn tapaa kerätä dataa oppijan ja tekoälyn vuorovaikutuksen yhteydessä, minkä ansiosta tekoäly pystyy antamaan reaaliaikaista palautetta oppijan päätöksenteon tueksi. Tällaisella toiminnolla tukiäly voisi tarjota reaaliaikaista, formatiivista palautetta oppilaalle sekä tavan tukea opettajan arviointityötä.

4 TUTKIMUKSEN METODOLOGIA

4.1 Delfoi-menetelmä

Tämän tutkimuksen menetelmäksi valittiin Delfoi-menetelmä, jonka metodivariaatio Real Time Delphi (RTD) soveltui tutkimuksen tarkoitukseen. Delfoin juuret ovat 1950-luvun Yhdysvalloissa ja RAND-tutkimuslaitoksessa, missä pyrittiin kehittämään tutkimuksellista työkalua tilanteisiin, jossa tarvittiin nopeita ratkaisuja monimutkaisiin ongelmiin, erityisesti kriisitilanteissa, missä sosiaaliset hierarkiat saattoivat kaventaa päätöksenteon monipuolista harkintaa. (Kuusi & Linturi, 2022).

Delfoi-tutkimuksessa tarkasti valittu asiantuntijoista koostuva paneeli ottaa kantaa tutkijoiden asettamiin teeseihin. Yleisesti kannanotot tapahtuvat seitsenportaisen likert-asteikon avulla, jossa arvioitavina on teesin todennäköisyys ja sen toivottavuus. (Nilivaara, 2023). Tämän lisäksi Delfoi-panelistien tulee kommentoida teesiä ja argumentoida kannanottonsa puolesta. Toisin kuin perinteisemmässä kysely- tai haastattelututkimuksessa, Delfoissa ei tyydytä pelkkään tietojen ja argumenttien keräämiseen, vaan tutkittavat tarkastelevat ja kommentoivat myös toistensa vastauksia, jalostaen näin myös omaa näkemystään ja luoden uusia näkökulmia. Tämän ominaisuutensa ansiosta Delfoi-tutkimus mahdollistaa yhteisöllistä tiedon rakentumista, mikä on sen yksi ensisijaisista tavoitteista (Kuusi & Linturi, 2022; Turoff, 2009).

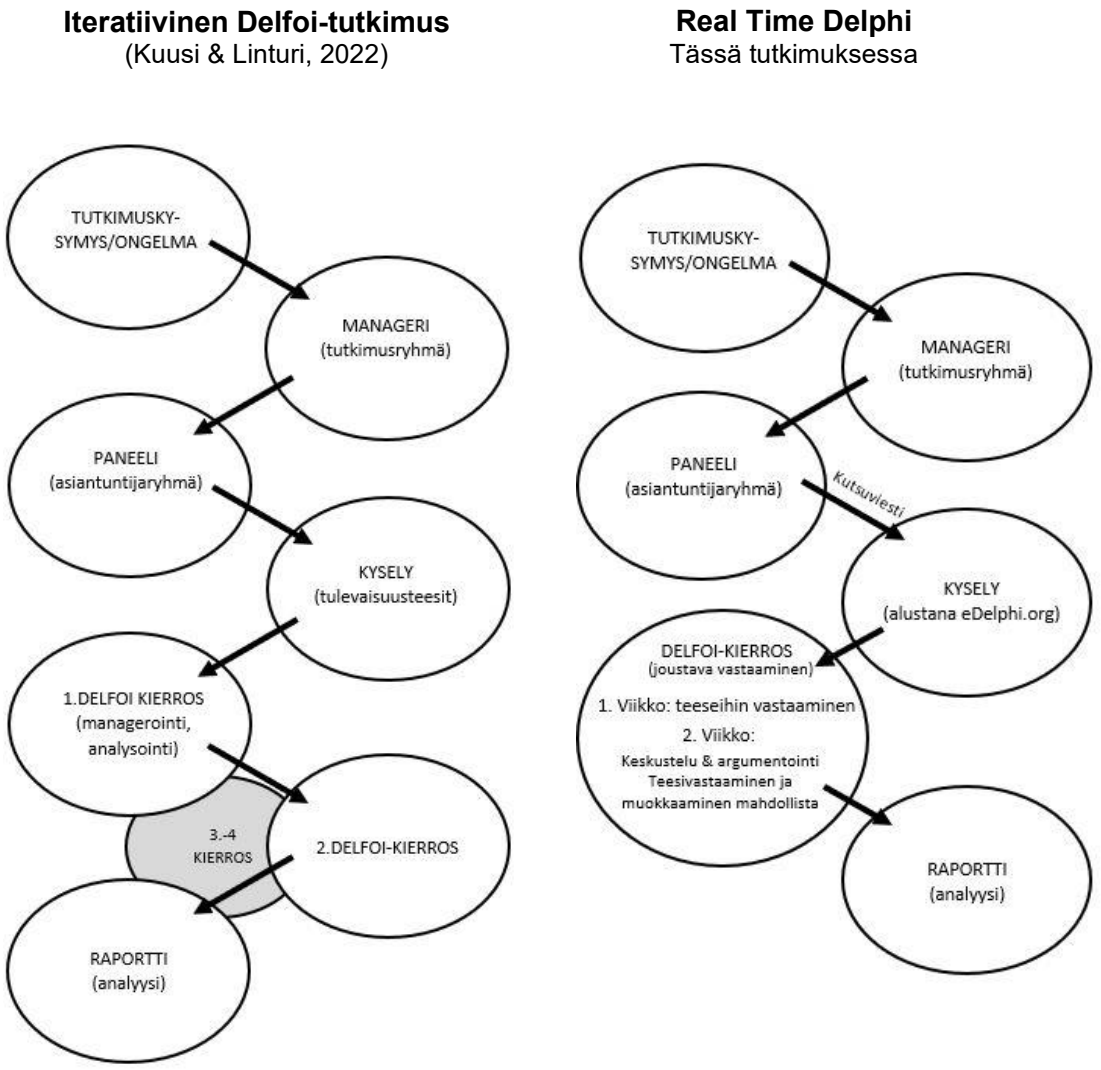
Delfoi-metodia on perinteisesti vertailtu aiemmin mainitun kyselytutkimuksen kanssa, mutta niiden metodikohtaiset käyttötarkoitukset ovat kuitenkin eriytyneet teknologian kehityksen myötä (Kuusi & Linturi, 2022). Delfoi-metodi soveltuu tutkimusasetelmiin, missä tutkimuskohteena on jokin monimutkainen, sosiaalinen tai teknologinen ilmiö, jonka kehityssuunnasta ei ole tarjolla varmaa tietoa ja tavoitteena on luoda aihepiiriin liittyvistä näkökulmista moninainen kokonaiskuva (Kylmäkoski & Rainò, 2021). Tekoälyn käyttötapojen ja vaikutusten arvioimiseen peruskoulussa vaaditaan monen eri alan

asiantuntijuutta, jolloin yhteisen tiedon rakentuminen aiheesta on tarpeellista. Jos tutkimus olisi toteutettu kysely- tai haastattelututkimuksena, asiantuntijoiden välinen vuorovaikutus olisi jäänyt puuttumaan, eikä tietoa syntyisi dialogin kautta. Tekoälyn kaltaisen nopeasti kehittyvän teknologinen mullistuksen äärellä suomalainen peruskoulu reagoi ja adaptoituu usein hitaasti. Tämän vuoksi tarve aiheesta käytävälle dialogille on suuri ja tulevaisuutta ennakoivan tutkimustiedon rooli dialogin suunnan johdattelemisessa on merkittävä.

Alun perin Delfoilla pyrittiin paneelin konsensukseen toistamalla kierroksia riittävän monta kertaa (Nilivaara, 2023). Nykyisin erityisesti politiikkadelfoilla (policy delphi) pyritään mahdollisimman laajaan ideoiden kirjoon, jotta erilaisia näkökulmia ja argumentteja voidaan punnita esimerkiksi dialogin keinoin (Rubin & Linturi, 2011). Pian perinteisen Delfoi-menetelmän laajemman käyttöönottamisen jälkeen, 1950-luvun Yhdysvalloissa, menetelmä alkoi kohdata kritiikkiä sen vaatimasta suuresta osallistujamäärästä sekä pitkästä kestoajasta, joka kritiikin mukaan oli syynä osallistujien poisputoamiselle kesken tutkimusta (Gnatzy ym., 2011; Gordon & Pease, 2006). Real Time Delphi (RTD) kehitettiin vastaamaan perinteisen Delfoi-tutkimuksen puutteisiin ja tarjoamaan tapa toteuttaa Delfoi-tutkimusta verkkototeutuksena nopeammin, tehokkaammin ja osallistujaystävällisemmin, kuin perinteinen Delfoi (Gordon & Pease, 2006). Osallistujien toisilleen antaman palautteen, sen mukaan näkemysten tarkentumisen sekä anonyymin vastaamisen merkitys ovat läsnä perinteisen Delfoin mukaisesti myös RTD:ssä, mutta menetelmät palautteenannon osalta eroavat. Toisin kuin perinteinen Delfoi, verkossa toteutettava RTD ei vaadi useampaa määriteltyä palautekierrosta, vaan paneeli toteutetaan kierroksettomasti siten, että osallistujien väliselle vuorovaikutukselle varattu aika on jatkuva ja näin ollen osallistuminen on monin puolin joustavampaa (Gnatzy, ym., 2011; Linturi & Kuusi, 2022). Osallistujat saavat RTD:ssä palautteen reaaliajassa sekä määrällisesti likert-tilastojen muodossa että laadullisesti kommenttien muodossa (Gnatzy, ym., 2011). Vaikka kyseessä on perinteistä Delfoi-tutkimusta joustavampi ja osallistujaystävällisempi Delfoi-tutkimusperinteen sovellutus, RTD-tutkimukseen osallistuminen vaatii osallistujaa käyttämään vastaamisessa huomattavia määriä ajallisia resursseja (Gnatzy, ym., 2011).

Tätä tutkimusta varten RTD:n valinta aineistonkeruun menetelmäksi on monin tavoin perusteltu. RTD mahdollistaa Delfoi-tutkimusaineiston keräämisen nopeammin kuin perinteinen Delfoi, mikä on pro gradu -tutkielmaan liittyvien aikarajoitteiden näkökulmasta hyödyllistä RTD:n joustavuus voi myös edesauttaa kutsuttujen osallistujien sitouttamisessa tutkimukseen, mikä on aineistonkeruun onnistumisen kannalta olennaista. RTD:ä on käytetty pääasiallisena aineistonkeruumenetelmänä lähivuosina julkaistuissa tekoälyaiheisessa (Glenn, ym., 2019) sekä peruskoulun tulevaisuutta tutkivassa tulevaisuudentutkimuksessa (Nilivaara, 2023), minkä vuoksi sen käyttö tässä tutkimuksessa on myös viimeaikaisen tutkimuksen perustelema.

Kuviossa 2 on esitelty perinteisen Delfoi-tutkimuksen toteuttamisen vaiheet Kuusi & Linturi (2022) mukaisesti sekä tässä tutkimuksessa käytettävän RTD-metodivariaation toteuttamisen vaiheet. Menetelmät eroavat siten, että RTD-menetelmässä, jota tässä tutkimuksessa käytettiin, asiantuntijat kutsuttiin sähköpostitse eDelphi.org -verkkosivustolla järjestettävään Delfoi-paneeliin sekä siten, että RTD-tutkimuksessa ei toteutettu useita iteraatiokierroksia, jotka ovat perinteisen Delfoi-tutkimuksen ominaispiirre (Kuusi & Linturi, 2022). Useamman iteraatiokierroksen sijaan tässä tutkimuksessa paneeli toteutettiin kierroksettomana (roundless) siten, että paneelin aukioloviikolla Delfoi-panelistit (tästä lähtien *panelisti*) arvioivat teesien toivottavuutta ja todennäköisyyttä seitsenportaisen likert-asteikon avulla sekä kommentoivat teesiä ja argumentoivat kannanottonsa puolesta. Paneelin toinen viikko toteutettiin Gordon & Pease (2006) RTD-metodikuvausta mukaillen: 1) panelistit näkevät muiden panelistien likert-vastausten jakauman ja keskiarvon, 2) panelistit näkevät vastausten lukumäärän, 3) panelistit näkevät muiden panelistien oman vastauksen tueksi antamat argumentit, 4) panelistit voivat argumentoida omaa alkuperäistä vastaustaan sekä kommentoida muiden panelistien vastauksia, 5) panelistit voivat muokata omia teesikohtaisia likert-vastauksiaan.



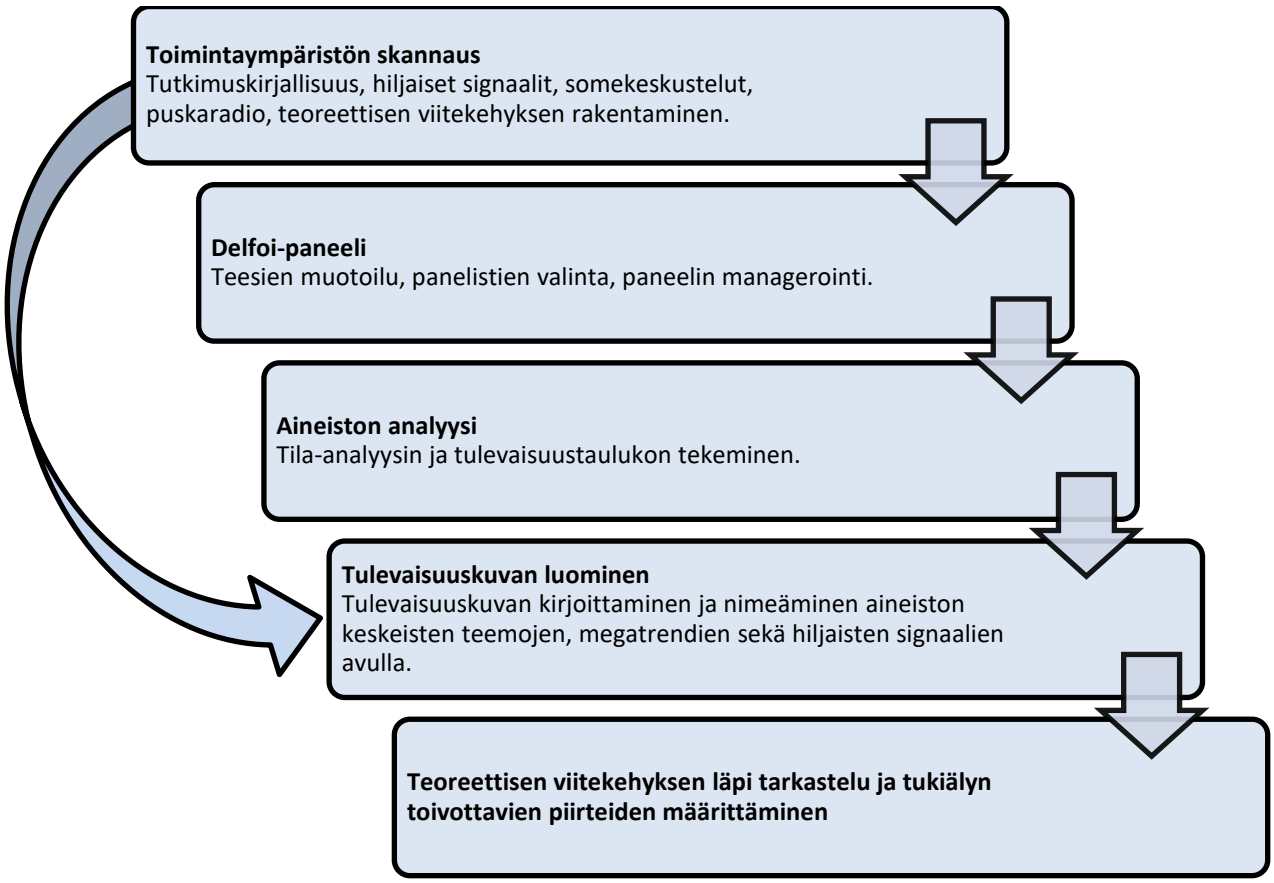
KUVIO 2. Iteratiivinen Delfoi verrattuna RTD:n

4.2 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen aineistonkeruu toteutettiin suomalaisen Metodix Oy:n Delfoi-tutkimuksia varten kehittämällä eDelphi.org -sivustolla, joka tarjoaa toiminnot myös sen RTD-metodivariaation käyttämiselle. RTD-tutkimuksen toteuttaminen eDelphi.org -sivustolla oli aineistonkeruun organisoimisen kannalta tehokas tapa, joka on validoitu Delfoi-tutkimuksen piirissä ja todetusti käytetty pro gradu -opinnäytetöitä korkeatasoisemmassakin tutkimustyössä (Nilivaara, 2023; Pernaa, 2020).

Tutkimusprosessi alkoi kuviossa 3 esitellyn mallin mukaisesti toimintaympäristön skannauksella. Toimintaympäristön skannaukseen liittyy

olennaisesti aiempaan tutkimuskirjallisuuteen perehtyminen sekä teoreettisen viitekehyksen luominen, joka tehtiin luvussa 3. Se piti sisällään myös aihepiiriä koskevien ilmiöiden ja ilmassa olevien merkkien ja suurempien trendien tarkastelemista. Tällaisia havaittavia merkkejä kuvataan heikon signaalin käsitteellä ja suurempia trendejä megatrendin käsitteellä, jotka määritellään tarkemmin kappaleessa 4.2. Toimintaympäristön skannauksen jälkeen kasattiin Delfoi-paneeli, jota rakennettaessa teesien luomisella ja panelistien valinnalla on olennainen rooli. Teesien luomisprosessi, panelistien valinta ja ainiestonkeruu esitellään kappaleessa 4.2. Aineiston analyysia esitellään Kappaleessa 4.3, tuloksia luvussa 5 ja tulosten tarkastelu teoreettisen viitekehyksen läpi toteutetaan luvussa 6.



KUVIO 3. Tutkimusprosessi

4.2.1 Delfoi-paneeli: teesit ja niiden taustatekijät

Tulevaisuudentutkimuksessa tarkasteltavien muuttuvien tai säilyvien trendien taustalla on aina niihin kytkeytyviä perususkomuksia, jotka vaikuttavat tapaamme

tulkita maailmaa, mikä tulevaisuudentutkijan on syytä tiedostaa (Linturi, 2024). Tässä tutkimuksessa perususkomukset kuvaavat vallitsevia olosuhteita, jotka ovat tulevaisuuskuvien lähtökohtina. Tässä tutkimuksessa käytettävät perususkomukset on määritelty seuraavasti: 1) *Demokratia* – vuonna 2040 Suomen valtiomuotona on demokratia. 2) *Peruskoulujärjestelmä* – Suomessa koulutus perustuu peruskoulujärjestelmään. 3) *Julkinen koulu* – Suomessa koulut ovat julkisia oppilaitoksia ja noudattavat valtakunnallista ohjaavaa opetussuunnitelmaa. 4) *Opettaja opetusluokassa* – Vuoden 2040 peruskoulun opetusluokissa opettaja toimii opetusluokan sisällä.

Kun Delfoi-paneelissa tutkittavasta ilmiöstä tavoitellaan kiinnostusta herättäviä ja mielipiteitä jakavia kannanottoja, on teesien oltava myös asiantuntijaa haastavia ja mielipiteitä jakavia (Linturi & Rubin, 2011). Näin ollen konsensusta aiheuttavat teesit eivät ole tavoiteltavia. Mikäli teesien synnyttämässä keskustelussa ilmenee eri suuntaisia kannanottoja, on se myös osoitus siitä, että kyseisen tulevaisuuden suunnasta ei ole vielä käyty tarpeeksi keskustelua (Linturi & Rubin, 2011). Kylmäkosken ja Rainòn (2021) mukaan teesien on hyvä olla indikatiivissa, eli ikään kuin niissä kuvatut asiat olisivat oikeasti tapahtuneita. Tämän tutkimuksen teesien muotoilu toteutettiin näiden ohjelinjojen mukaisesti.

Teesien sisällön puolesta otettiin huomioon alan vallitsevat megatrendit sekä tutkimusaiheeseen liittyviä heikkoja signaaleja. Sitra (2022) määrittelee megatrendit kehityksen paksuiksi suuntaviivoiksi, joita tarkastelemalla voidaan nähdä pitkän aikavälin kehityssuuntia ja saada yleiskuva käynnissä olevista muutoksista. Jos tarkastellaan pelkkiä megatrendejä, voidaan jumittua suuriin muutoksiin ja tulla sokeiksi yllättäville, pienemmille muutoksille, minkä vuoksi on syytä kiinnittää huomiota myös heikkoihin signaaleihin (Sitra, 2022). Heikot signaalit ovat Hiltusen (2008) mukaan nykyhetkessä tapahtuvia erikoisia, pieniä asioita, joiden ajatellaan nousevan merkittävään asemaan tulevaisuudessa. Hiltunen (2008) jakaa heikot signaalit kolmeen osaan: 1) *itse asia tai ilmiö*, 2) *signaali*, 3) *signaalin vastaanotto ja tulkinta*. Signaali voi olla esimerkiksi media tai tapahtuma, jonka avulla ihmiset saavat tietää asiasta tai ilmiöstä ja signaalin vastaanotto kertoo, kuinka viesti yhtyy vastaanottajan maailmankuvaan ja kuinka sitä käytetään (Hiltunen, 2008). Sitra (2022) painottaa, että heikkojen signaalien avulla ei pystytä suoraan ennustamaan yllättäviä käänteitä tulevaisuudessa, sillä

tulevaisuus on arvaamaton, mutta ne auttavat ymmärtämään ja kyseenalaistamaan omia ja muiden ihmisten käsityksiä tulevaisuudesta. Heikkojen signaalien tarkastelu auttaa pysymään valppaana uusille mahdollisuuksille ja vaikuttamistavoille, joita vahvistamalla voidaan rakentaa yhdessä parempaa tulevaisuutta (Sitra, 2022). Teesien muotoilussa käytettiin asiantuntija- ja projektiorganisaatio Sitran ja Maailman talousfoorumi WEF:n esittämiä megatrendejä. Heikkoja signaaleja tunnistettiin mediasta (Yle.fi), kasvatusalan tutkimuksesta (esim. Nilivaara, 2023) sekä tiedeyhteisöjen tekoälyn käytön linjauksista (Unesco, 2022; tuni.fi), tekoälyteknologiaa kehittävistä organisaatioista (moxierobot.com) ja tekoälysovellusten hyödyntämisestä koulun kentällä (freeed.com). Lopulta teesejä muodostui yhteensä seitsemän. Taulukossa 1 on esiteltynä Delfoi-paneelin teesit ja teesien kuvailevat osat, teesien pohjalla vaikuttavat muutosilmiöt sekä yhteys tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen.

Taulukko 1. Tulevaisuusteesien taustalla vaikuttavat ilmiöt ja yhteys viitekehykseen

Tulevaisuusteesit	Muutosilmiö	Tutkimuskirjallisuus ja viitekehys
***1**. Chatbot–mallinen tekoälysovellus toimii luokassa apuopettajana, jolta oppilas pyytää apua opettajan sijasta.* *Eri kustannusyhtiöiden tarjoamien digioppimateriaalien osana on tekoälyvahvisteinen chatbot-mallinen apuopetoiminto, joka tuntee oppimateriaalien sisällöt, kerää tietoa oppilaan taitotasosta ja hyödyntää oppimisanalytiikkaa tuen yksilöllistämisessä. Peruskoulussa*	Megatrendit: Teknologia sulautuu kaikkeen (*Sitra, 2023*), Teknologian nopea kehitys (*WEF, 2023*) Heikot signaalit: Tekoäly apuopettajana	Paradigma 2: oppija ja tekoäly yhteistyökumppaneina Paradigma 3: Tekoälyn antama reaaliaikainen palaute oppijalle (Ouyang & Jiao, 2021)

oppilaat työskentelevät oppitunneilla pääosin tablettilaitteillaan, joissa apuopetoiminto vastaa oppilaan tehtäviin liittyviin kysymyksiin, eriyttää oppiainekohtaiset tehtävät sekä tarjoaa kysyttäessä tukea oppilaan taitotason huomioiden.	(https://yle.fi/a/74-20013612)	Konstruktivistinen pedagogiikka: Oppijan aiemmat tiedot eriyttämisen ja palautteen perustana (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011) Opettajalla ohjaava rooli (Ervast, 2023)
***2**. Oppilaat suoriutuvat aiempaa haastavammista ongelmanratkaisutehtävistä, mutta samalla riippuvuus teknologiasta on syventynyt.* *Vaikka oppilaat suoriutuvat tukiälyn avulla vaikeammista haasteista kuin aikaisemmin, ongelmanratkaisukyky ilman tukiälyä on heikentynyt ja on haastavaa saada oppilaita motivoitua työskentelemään ilman tukiälyä.*	Megatrendit: Teknologia sulautuu kaikkeen (Sitra, 2023) Heikko signaalit: Digitalisaation seurauksena tiedon ulkoa muistamisen tarve on heikentynyt ja oppijoita on haastavaa motivoida (https://yle.fi/a/74-20013612)	Paradigma 2: Oppija ja tekoäly yhteistyökumppan eina Paradigma 3: Oppijan kyvyn ja potentiaalin vahvistaminen (Ouyang & Jiao, 2021) Konstruktivistinen pedagogiikka: Ongelmanratkaisu oppimisen tehostaja (Järvinen, 2011)
***3**. Tekoälyn vahvistama oppimisanalytiikka vastaa koulussa tehtävästä oppilaiden*	Megatrendit: Teknologia sulautuu	Paradigmat 2 & 3: Tekoäly kerää ja analysoi tietoa

oppiainekohtaisen osaamisen arvioinnista ja palautteen annosta. *Peruskoulun opettajien käytössä on oppimisanalytiikkaa hyödyntävä arviointisovellus, joka kerää dataa oppilaiden osaamisen kehittymisestä ja tarjoaa tasa-arvoisesti arvioidut oppiainekohtaisen osaamisen arvosanat ilman naamakertoimen vaikutusta. Oppilaiden arvosanat perustuvat sovelluksen arviolle oppilaiden osaamisesta, joka taas määrittyy sovelluksen sisällä suoritettavien tehtävien, testien ja koetulosten mukaan. Oppilaat saavat suorituksistaan myös kattavan sanallisen palautteen sovellukselta.*	kaikkeen (Sitra, 2023), Nopea teknologinen kehitys (WEF, 2023) Heikot signaalit: Oppimisanalytiikka osana koulun arkea (Nilivaara, 2023)	oppijasta – yksilölistetty ja kohdennettu palaute oppijalle (Ouyang & Jiao, 2021) Konstruktivistinen pedagogiikka: Oppimisen arvioinnin kokonaisvaltaisuus (Tynjälä, 2005)
***4**. Tekoälysovellus suunnittelee oppitunnit opettajan puolesta opetussuunnitelman mukaisesti. Opettaja toimii suunnitelmien hyväksyjänä ja toteuttajana.* *Tekoälyn hyödyntäminen tuntien suunnittelussa on vähentänyt opettajien työkuormaa erityisesti taito- ja taideainetuntien osalta. Tekoälyn suunnittelemat oppitunnit ovat tehneet opetuksesta kansallisesti tasalaatuisempaa.*	Megatrendit: Teknologia sulautuu kaikkeen (Sitra, 2023), Nopea teknologinen kehitys (WEF 2023) Heikot signaalit: Tekoälysovelluksen käyttö koulun kentällä ja uusien	Paradigma 3: Tekoäly tarjoaa opettajalle tukea paradigman periaatteiden vastaisesti (Ouyang & Jiao, 2021)

	yritysten nousu (https://www.freeed.com/articles/19392/freddie-)	
***5**. Oppilaiden tunne-, empatia ja vuorovaikutustaidot ovat aiempaa paremmalla tasolla, sillä oppilaat harjoittelevat säännöllisesti vuorovaikuttamista tukiälyllä vahvistetun tunnerobotin kanssa* *Kouluissa on yleisesti käytettävissä tekoälyvahvisteinen tunnerobotti, joka kykenee ihmismäiseen vuorovaikutukseen ilmeitä ja puhetta hyödyntämällä. Tunnerobottia käytetään muun muassa tunteiden käsittelyn sekä kunnioittavan vuorovaikutuksen harjoittelussa. On yleistä, että tunnerobotti sijaitsee eriytisopettajan työtilassa, jolloin sitä käytetään oppilaiden kanssa, jotka tarvitsevat tunnetaitojen harjoittelussa tukea tai apua tunnekuohuista rauhoittumiseen.*	Megatrendit: Teknologia sulautuu kaikkeen (Sitra, 2023), Nopea teknologinen kehitys (WEF, 2023) Heikot signaalit: Olemassa oleva tekoälyvahvisteinen tunnerobotti (*https://moxierobot.com/*)	Paradigma 2: Tieto muovautuu oppijan ja tekoälyn yhteistyössä Paradigma 3: Synerginen vuorovaikutus yksilöidyn oppimisen edellytys (Ouyang & Jiao, 2021) Konstruktivistinen pedagogiikka: tiedon rakentuminen ja oppiminen sosiaalisessa vuorovaikutuksessa (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011)
***6**. "Tekoälyavusteista kasvatus" on yksi luokanopettajaopintojen pakollisista kursseista.* *Kurssin avulla pyritään varmistamaan, että kaikilla*	Megatrendi: teknologia sulautuu kaikkeen (Sitra, 2023)	Konstruktivistinen pedagogiikka: Tiedon oppiminen ja soveltaminen kytkeytyvät toisiinsa

valmistuvilla opettajilla on riittävä tietämys siitä, mitä tekoälyllä tarkoitetaan, miten se toimii ja mitä eettisiä kysymyksiä sen opetuskäytössä tulee ottaa huomioon. Kurssilla harjoitellaan myös keskeisimpien tekoälytyökalujen käyttöä opetuksessa. Kurssi on korvannut osan matematiikan monialaisista opinnoista.	Heikko signaali: Tekoälysovellusten käyttö opetuksessa (https://yle.fi/a/74-20046415) Yliopistojen kannustava asenne tekoälyn käyttöön (https://www.tuni.fi/fi/opiskelijan-opas/kasikirja/uni/opiskelu-0/opiskelun-etiikka-0/tekoalysovellusten-kaytto)	(Tynjälä, 2005)
***7**.Tekoälyvahvisteisten käännössovellusten ansiosta kielitaito ei ole koulussa lainkaan rajoittava tekijä.* *Tekoälyä hyödyntävä käännössovellus voi kääntämisen lisäksi muuttaa tekstejä myös tiiviimmiksi ja selkokielisemmiksi sekä kääntää puhetta reaaliajassa. S2-oppilaiden kouluviihtyvyys ja sitä kautta oppimistulokset ovat parantuneet, kun kielitaidon merkitys oppimiseen on vähentynyt.*	Megatrendi: Teknologia sulautuu kaikkeen (Sitra, 2023), Nopea teknologinen kehitys (WEF, 2023) Heikko signaali: Tekoäly kielimuurin murtajana (UNESCO, 2022)	Paradigma 2: Kielellinen vuorovaikutus oppijan ja tekoälyn välillä (DTS) (Ouyang & Jiao, 2021) Konstruktivistinen pedagogiikka: Oppiminen kulttuurisesti ja kielellisesti välittyvänä toimintana (Tynjälä, 2005)

4.2.2 Panelistien valinta

Tässä tutkimuksessa asiantuntijapaneeli kerättiin suunnatulla otantamenetelmällä. Suunnattu otantamenetelmä perustuu sellaisten yksilöiden tai ryhmien tunnistamiseen ja löytämiseen, jotka omaavat juuri aihepiirille olennaista osaamista tai kokemusta (Palinkas ym., 2013). Linturi (2020a) määrittelee paneelin ihannekooksi 15–35 panelistia, mutta paneelin kokoakin merkittävämpi tekijä tutkimuksen onnistumisen ja luotettavuuden osalta on asiantuntemukseltaan ja intresseiltään oikeanlaisten osallistujien löytäminen (Kuusi, 2013).

Tutkimuskysymysten asettelun sekä käytettävän tutkimusmetodin kannalta on olennaista määrittää ennen panelistien valintaa, mitkä asiantuntijuuden alat ovat yhteydessä tutkittavaan aiheeseen ja mitä asiantuntijuudella tarkoitetaan. Rubin (2012a) kokoaa asiantuntijuuden määritelmää eri rakennuspalikoista. Toisaalta asiantuntijuuden käsitys pohjautuu teollisissa yhteiskunnissa korostuvaan erikoisosaamisen osalta saavutettuun staattiseen tilaan, eli erikoistuneisuuteen, jonka ruumiillistuma on erikoistuntija, *ekspertti* (Linturi & Rubin, 2011; Rubin, 2012a). Kuusi (2003) huomauttaa, että asiantuntijoita ei myöskään voi yksiulotteisesti asettaa jonoon asiantietämyksen mukaan, sillä se usein kohdistuu joko tarkasti tiettyyn aihealueeseen tai laajemmin useampaan. Tässä tutkimuksessa asiantuntijuuden aloja valittiin määrittämään peruskoulun ja tekoälyn yhdistymisen kannalta olennaiset *kasvatustiede* ja *opetusteknologia*. Tutkimukselle ominaisen tulevaisuusnäkökulman osalta oli myös perusteltua valita kolmanneksi asiantuntijuuden alaksi *tulevaisuus.* Delfoi-paneelin moniaineksisuuden varmistamisen osalta on tarpeellista huolehtia, että paneeliin kerätty asiantuntijuus on rakenteeltaan monipuolista ja että paneeli ei rakennu ainoastaan eksperttitiedon varaan (Linturi & Rubin, 2011).

Kuusen (1999) mukaan asiantuntijoiden vastauksia Delfoi-tutkimuksessa ohjaa kunkin asiantuntijan oma tiedon luovuttamisen politiikka sekä heidän taustatahojensa, usein ammatin tai ammattiaseman, määrittämät intressit. Tässä tutkimuksessa intressejä tarkastellaan tekoälyn ja peruskoulun kannalta keskeisten asianosaisuuden alueiden kautta: *tutkijat, koulun ammattilaiset*, *hanketoimijat*, *hallinto ja opiskelijat*. Asiantuntijoiden intressit on syytä huomioida paneelin rakentamisvaiheen aikana, sillä anonymiteetin suoja ja tiedon

luovuttamisen politiikka voi houkutella asiantuntijaa vastaamaan tavalla, joka ohjaa yleistä mielipidettä asiantuntijan edun mukaiseen suuntaan (Kuusi, 1999; Linturi & Kuusi, 2022).

Paneelin kokoamisen apuna käytetään tulevaisuudentutkimuksen piirissä vakiintunutta asiantuntijamatriisia, jonka avulla pyritään varmistamaan paneelissa vallitseva moninainen sosioekonominen edustus sekä se, että asiantuntijuuden ja intressialojen alueet tulevat katetuiksi tasapainoisesti (Kuusi, 1999). On tavoiteltavaa, että kaikkiin asiantuntijamatriisin soluihin löytyisi riittävästi asiantuntijoita (Kylmäkoski & Rainò, 2021). Matriisi tukee paneelikokoonpanon suunnittelutyötä ja on huolellisesti tehtynä hyvä apuväline mahdollisten tulevaisuuksien kattavaa kartoittamista varten (Linturi, 2020a). Lisäksi asiantuntijamatriisin avulla voidaan seurata paneeliin ilmoittautuneiden tilannetta ja tehdä päätöksiä matriisin tasapainottamisen ja uusien panelistien kutsumisen osalta (Armanto ym., 2022). EDelphi.org -sivuston tarjoama asiantuntijamatriisitoiminto tarjosi tälle tutkimukselle hyvin soveltuvan työkalun matriisin tekoa ja paneelikokoonpanon seurantaa varten.

Edustaessaan useampaa asiantuntijuuden alaa tai intressiryhmää, on Kylmäkosken & Rainòn (2021) mukaan normaalia, että yksi asiantuntija sijoittuu useampaan kuin yhteen asiantuntijamatriisin soluun, minkä vuoksi asiantuntijamatriisin luvut eivät aina täsmää kutsun hyväksyneiden lukumäärää. Tämän tutkimuksen osalta esimerkkinä voisi toimia luokanopettaja, jolla olisi kasvatusalan työkokemuksensa lisäksi erityistietämystä opetusteknologiasta ja tulevaisuusnäkökulmista. Samalla luokanopettajalla voi myös olla aiempaa kokemusta tai aktiivinen rooli muilla intressialoilla, kuten kouluhallinnossa tai hanketoiminnassa. Taulukon sisältämät luvut tarkoittavat niiden valittujen asiantuntijoiden lukumäärää, joiden asiantuntijuus kattaa solua vastaavan, asiantuntijuus- ja intressialojen kombinaation.

Taulukko 2. Asiantuntijamatriisi:

Intressit (Asianosai-suus) / Asiantuntijuus	Koulun ammattilaiset	Tutkijat	Hallinto	Hanke-toimijat	Opiskelijat
Kasvatustiede	6	4	1	2	1
Opetusteknologia	3	2	1	2	1
Tulevaisuus	2	2	1	2	1

Paneelikutsuja [liite 1] lähetettiin sähköpostitse yhteensä 19, joista 17:ään vastattiin. Vastanneista 17:stä asiantuntijasta, kutsun hyväksyi 14 [liite 3], kolme kutsutuista kieltäytyi ja kaksi jätti vastaamatta. Kutsuihin reagoitiin pääosin nopeasti ja kutsun hyväksyneet ilmaisivat osallistuvansa tutkimukseen mieluusti. Osa kielteisen vastauksen antaneista suositteli tilalleen jotakuta toista asiantuntijaa. Yksi kutsun hyväksyneistä vastaajista ehdotti itsensä lisäksi myös toista asiantuntijaa.

Kutsuviestipohjan [liite 1] ja personoitujen osuuksien muotoiluun käytettiin useampi päivä, sillä ensivaikutelman on oltava vakuuttava ja kiinnostava, jotta kiireinen asiantuntija lähtee tutkimukseen mukaan. Viesti alkoi tutkimuksen aiheen esittelyllä, jonka jälkeen seurasi kutsutulle personoitu osio, tarkempi selostus tutkimuksesta ja tutkimukseen osallistumisesta sekä tietosuojan kannalta olennaiset tiedot ja dokumentit. Viesti oli muotoiltu siten, että viestin vastaanottaja saa nopeallakin lukemisella käsityksen tutkimuksen ideasta ja siitä, miksi juuri hänen osallistumisensa olisi tutkimuksen kannalta merkittävää. Jokaiselle kutsuttavalle luotiin personoidut osiot perustuen kutsuttavien asiantuntijuusalaan ja kokemustaustaan. Viestissä korostettiin vastaamisen joustavuutta, jotta ajankäyttö ei nousisi kynnyskysymykseksi osallistumiselle. Viestissä kutsutuille kerrottiin, mitä eri asiantuntijuusaloja edustavia asiantuntijoita paneeliin tavoitellaan. Sekä tutkimuksen että vastaajan tietosuojan kannalta yksi keskeisiä tekijöitä on anonymiteetin säilyttäminen Delfoi-kierroksessa vastaamisen aikana, mikä Kuusen (2013) mukaan voi toimia myös keinona motivoida asiantuntijoita osallistumaan. Anonymiteetin säilyminen tehtiin

kutsukirjeessä lukijalle selväksi. Kutsuviestissä tuotiin esiin myös se, että osallistuneiden panelistien kokoonpano sekä valintaperusteet tullaan julkistamaan listana tutkimusraportin yhteydessä, mikä Linturin (2020b) mukaan on metodin kannalta keskeinen käytäntö. Vaikka vastauksia ei olekaan mahdollista yhdistää vastaajaan, Linturi (2020b) painottaa, että paneelin eksklusiivisuus sekä mahdollisesti nimekkäiden asiantuntijoiden läsnäolo paneelissa toimii houkutustekijänä osallistumiselle.

4.2.3 Aineistonkeruun toteutus

Kun Delfoi-paneeli eDelphi.org -sivustolla oli teeseinen valmis, kutsuviestit lähetetty ja panelistit valittu, käynnistettiin aineistonkeruu. Sekä kutsuviestin hyväksyneille että kutsuun vastaamatta jättäneille asiantuntijoille lähetettiin eDelphin kautta kutsulinkit, jota painamalla panelisti kirjautuu Delfoi-paneelin alustalle. Linkkien lähettäminen myös niille, jotka eivät kutsuun vastanneet, mahdollisti heidän osallistumisensa siltä varalta, että he olisivat unohtaneet tai kiireiltään jättäneet vastaamatta. Vastaamatta jättäneitä oli vain kaksi, minkä vuoksi heidän osallistumisensa ei olisi kasvattanut paneelia liian suureksi, vaikka heidän tilalleen olikin jo kutsuttu korvaavat asiantuntijat.

Teesit avattiin panelistien vastattavaksi maanantaina 22. tammikuuta klo 8:00. Toisella viikolla alkavan vastausten kommentoinnin osalta oli tärkeää, että mahdollisimman moni panelisti jättää kannanottonsa teeseihin ensimmäisellä viikolla. Tämän vuoksi panelistien kirjautumisen onnistumisen ja kannanottojen jättämisen tiivis tarkkailu oli tärkeä osa paneelin manageroinnia. Tämän tarkkailun pohjalta lähetettiin muistutusviestejä eDelphin sekä sähköpostin kautta osalle panelisteista. Tämä osoittautui hyödylliseksi sillä, joidenkin panelistien kohdalla selvisi, että eDelphin kautta lähetetyt sähköpostit olivat menneet roskapostiin tai linkki ei ollut toiminut toivotulla tavalla. Toiminto toisten vastausten kommentoimiseen avattiin 29. tammikuuta klo 8:00, mistä tiedotettiin panelisteja samana aamuna. Paneeli suljettiin 5. helmikuuta klo 23:59.

Linturin & Stubin (2024) mukaan kierroksettoman RTD:n kohdalla on erityisen tärkeää, että Delfoi-manageri saa panelistit palaamaan Delfoi-paneelin äärelle ensimmäisen vastauskerran jälkeen. Henkilökohtaisten muistutusviestien lisäksi tähän pyrittiin eDelphin kautta lähetettävillä, yhteisillä tiedotteilla, joissa

kerrottiin esimerkiksi kommentointitoiminnon avaamisesta, paneelin sulkeutumisesta ja sen myötä jäljellä olevasta vastausajasta. Tiedotteiden [Liite 2] avulla muistutettiin panelisteja myös vastausten tallentamisesta sekä mahdollisuudesta täsmentää alkuperäisiä kannanottoja.

4.3 Aineiston analyysi

EDelphi.org -sivuston kautta saatu tutkimusaineisto oli kokonaissivumäärältään 35 sivun mittainen. Aineisto sisälsi 124 panelistien kirjoittamaa kommenttia, joista 79 oli panelistien perusteluja teesikannanottoihin ja 45 oli panelistien toisilleen jättämiä kommentteja. Keskimäärin kirjalliset kommentit olivat pituudeltaan kahden tai kolmen virkkeen mittaisia. Kaikki 14 panelistia vastasivat kaikkiin seitsemään teesiin todennäköisyyden ja toivottavuuden osalta. Aineisto oli eDelphi.org -sivustolta saadussa tulosraportissa esitetty selkeässä muodossa, joten aineisto oli mahdollista siirtää tekstinkäsittelyohjelmaan, missä varsinainen aineistonkäsittely aloitettiin. Paneelivastauksissa esiintyvien näkökulmien jakaumaa sekä niissä vallitsevaa yksimielisyyttä tarkasteltiin kappaleessa 4.3.1 esitellyn tila-analyysin avulla. Tutkimuksen päätulokset luotiin muodostamalla tutkimusaineiston pohjalta neljä tulevaisuuskuvaa, joiden muodostamista esitellään tarkemmin kappaleessa 4.3.2.

4.3.1 Tila-analyysi

Vaikka Real Time Delphi -menetelmällä ei tähdätäkään panelistien yksimielisyyteen, vaan nimenomaan paneelissa syntyvään moniääniseen dialogiin, on vastauksissa ilmenevää yksimielisyyttä tärkeää tarkastella (Linturi & Rubin, 2011). Paneelin yksimielisyyttä tarkasteltiin pääosin laadullisesti, mutta laadullisen sisällönanalyysin tukena hyödynnettiin myös määrällistä dataa sisältäviä nelikenttäkuvaajia. Tarkastelun pohjalta toteutettiin tila-analyysi, missä teesit sijoitettiin kolmeen eri vastauksissa ilmenevän keskustelun tilaa kuvaavaan kategoriaan (Linturi & Rubin, 2011). Taulukko 3 koostaa panelisteille esitellyt teesit, teeseihin tulleet vastaukset sekä teesin tila-analyysin. Keskustelun tilaa kuvaavat kategoriat olivat Linturia & Rubinia (2011) mukaillen *Kiista*, *Dialogi* ja *Ratkaisu:*

1. *Kiista.* Näkemykset ja argumentit ovat hyvin polarisoituneita, eivätkä sellaisinaan ole yhteensovitettavia
2. *Dialogi*. Teesi kirvoittaa keskustelua, jossa erilaiset mielipiteet ja perustelut saavat tilaa ja niiden perusteella on mahdollista löytää ratkaisuja.
3. *Ratkaisu*. Teesistä ollaan suhteellisen yhtä mieltä, erimielisyyksiä voi kuitenkin esiintyä esimerkiksi muutoksen tavasta ja ajankohdasta. (Linturi & Rubin, 2011).

Käytännössä aineiston tila-analyysi toteutettiin kaksikkona siten, että luimme ensin yhdessä tekstinkäsittelyohjelmaan siirrettyä tutkimusaineistoa ja värikoodasimme tila-analyysin helpottamiseksi teesien sisältämiä kommentteja. Teesien kommentit värikoodattiin riippuen kommenttien sävystä ja niissä esiintyvästä argumentoinnista kolmeen kategoriaan: *puolesta*, *kriittinen* tai *vastaan*. Hyödynsimme värikoodattuja kommentteja tila-analyysin suorittamisessa, missä teesi kerrallaan tarkastelimme sitä koskevissa kommenteissa esiintyvää argumentointia, kannanottojen ehdottomuutta tai muodostunutta yhteisymmärrystä. Vertailimme teesivastausten laadullista sisältöä myös määrällisesti esiteltyyn dataan teesien toivottavuudesta ja todennäköisyydestä. Toivottavuutta ja todennäköisyyttä tarkasteltiin teesien kohdalla vastauskeskiarvon ja vastausten hajonnan mukaan.

Esimerkkinä teesin tila-analyysin toteuttamisesta ja valitun tilan määrittämiseen vaikuttaneista tekijöistä voidaan käsitellä kiistatilaan päätynyttä teesiä viisi [taulukko 4]. Analysoimalla viidennen teesin vastauksia, huomattiin etteivät panelistien keskusteluissa ilmenneet risteävät mielipiteet jättäneet saumaa dialogille, vaan kannanotoista moni oli luonteeltaan ehdottomia. Osa panelisteista näkivät teesin toivottavana ja toivat esiin sen mahdollisuuksia sekä uskoivat teesin mukaisen tekoälyn hyödyntämisen olevan mahdollista jo nyt:

> ”Koska jo nyt chatGPT ja varsinkin GPT4 pystyy toimimaan hyvin kohteliaalla ja erilaisia tunnereaktioita käsittelevällä tavalla ja koko ajan tapahtuu aivotutkimuksessa selvää ymmärryksen paranemista tunnereeaktioiden havaitsemisen mekanismien tuntemisessa, mielestäni tärkeä ja hyvin todennäköinenkin tapa käyttää tekoälyä 2040.” (Teesi 5)

> ”Tämäkin on mahdollista jo nykyisillä ratkaisuilla ja voisi tuoda paljon lisää mahdollisuuksia peruskoulutukseen. Ei vaadi edes robottia, vaan ihan

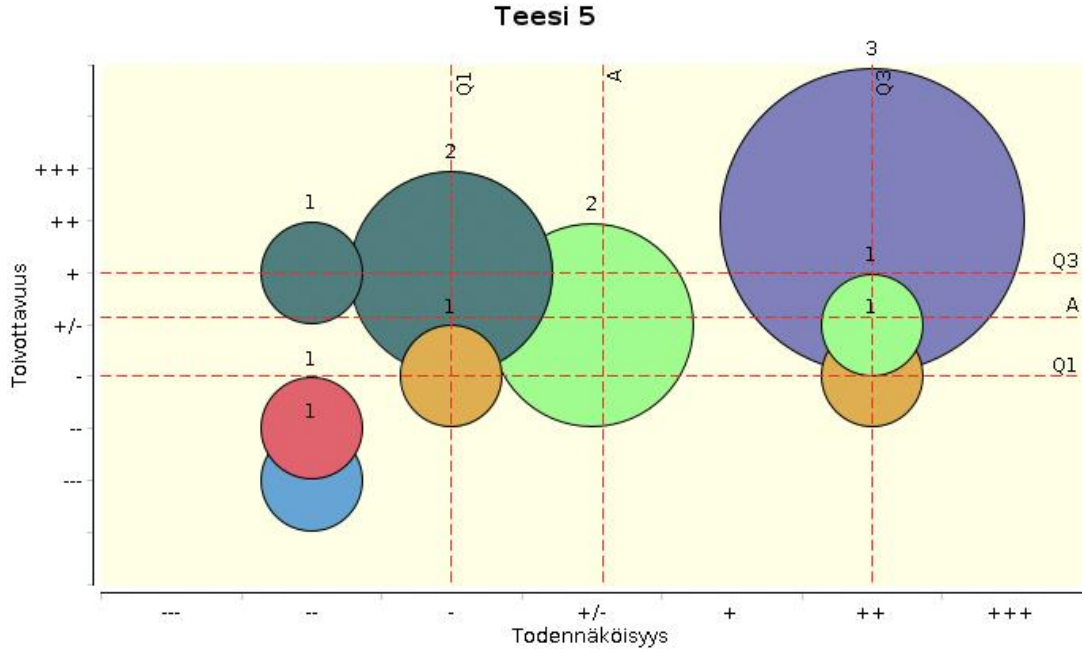
kännykässä käytettävä keskusteluyhteys on jo hyvä tapa harjoitella empatiaa. Esim. Inflectionin Pi tai Meeno-startup tarjoavat soveltuvia ratkaisuja.” (Teesi 5)

Osa panelisteista piti teesin mukaista kuvaa tulevaisuudesta kuitenkin epätodennäköisenä ja perustelivat teesin ei-toivottavuutta. Syiksi nousi esimerkiksi tekoälyn epäinhimillisyys ja tunteiden puute:

> ”Tekoälyn selkeä, yleisesti tunnustettu heikkous on sen epäinhimillisyys, joten pidän itsestäänselvänä, että tunnekasvatuksessa tarvitaan opettajaksi sellainen, joka kykenee tuntemaan asioita myös itse - siis ihminen.” (Teesi 5)

> ”Tekoäly- ja robottikritiikin yksi olennainen pointti on, että niillä ei ole maailmaa, ne eivät eksistoi. Tämä tarkoittaa sitä, että niillä ei ole elettyä elämää, omaa historiaa ja tulevaisuuhorisonttia, ei ymmärrystä kuolemasta jne. Ne on vain ohjelmoitu reagoimaan tietyllä tavalla tiettyihin tilanteisiin, mutta ne eivät voi reagoida oman elämänkokemuksensa perusteella. Voiko tekoäly joskus pystyä tähän? Epäilen.” (Teesi 5)

Vaikka usean dialogitilaan päätyneen teesin kommenteissa oli myös erimielisyyksiä, tässä keskustelussa käsitykset erosivät niin vahvasti, ettei mahdollisuutta dialogille löydy. Todennäköisyyden ja toivottavuuden perusteella luodusta kuvaajasta [kuvio 4] havaittava vastausten hajonta tukee myös teesin päätymistä kiistatilaan.



KUVIO 4. Teesin 5 kuvaaja: todennäköisyys ja toivottavuus (A = keskiarvo, Q1 & Q3 = kvartiilit)

4.3.2 Tulevaisuustaulukko tulevaisuuskuvien pohjana

Tulevaisuuskuva on tulevaisuudentutkimuksen piirissä keskeinen käsite, jonka Mäkelä ym. (2022) määrittelevät ihmisen tai yhteisön ajatuksista rakentuvaksi, kuvamaiseksi kokonaisuudeksi. Havainnollistava tapa katsoa tulevaisuuskuvaa on ajatella sitä eräänlaisena pysäytyskuvana mahdollisesta tulevaisuudesta (Gordillo Kontio & Tapio, 2017). Linturin ja Rubinin (2011) mukaan ajan henki ja ajankuva ovat aina sekoitus vanhaa ja uutta, missä uudet trendit virtaavat jatkuvasti sisään – osa jäädäkseen, mutta jaetut perinteet ja kulttuuri juurruttavat ihmisten perususkomukset yhteiseksi ymmärrykseksi menneisyydestä. Ajankuvan perususkomuksia jäykistävä vaikutus on välttämätöntä yhteisöjen ja yhteiskuntien riittävän koheesion ja tätä kautta rauhallisen kehityksen takaamiseksi, mutta ei ole lainkaan samantekevää, minkälaiset kulmakivet uskomusjärjestelmää pitävät pystyssä (Linturi & Rubin, 2011). Datorin (2009) mukaan Ihminen tapaa usein ajatella tulevaisuutta ainoastaan laajempana, voimistuneena kuvana nykyhetkestä. Tällainen tasainen, pysyvyyttä tavoitteleva ajatusmalli tulevaisuudesta saattaa kuitenkin osoittautua vaarallisen harhaanjohtavaksi, niin dynaamisessa ja turbulentissa maailmassa, jossa tällä hetkellä elämme (Dator, 2009).

Tulevaisuuskuvat rakennetaan tiedosta ja maustetaan mielikuvituksella (Rubin, 2013). Tämän tutkimuksen tulevaisuuskuvat rakennettiin tulevaisuustaulukon [taulukko 3] avulla, yhdistämällä panelistien kannanottoja ja keskusteluja, vallitsevia megatrendejä ja heikkoja signaaleja Datorin (2009) malliin neljästä erilaisesta, geneerisestä tulevaisuudesta. Datorin mukaan, vaikka mahdollisia tulevaisuuksia on olemassa ääretön määrä, voidaan kaikki niistä laittaa yhteen neljästä, geneerisestä tulevaisuudesta. Esimmäistä geneeristä tulevaisuuskuvaa Dator (2009) nimittää sanaparilla ”*Continued growth*”. Sillä kuvataan tulevaisuutta, missä jatkuvalla instituutioiden, organisaatioiden ja teknologioiden kehityksellä pyritään saavuttamaan jatkuvaa kasvua, yleisesti talouskasvua. Tämä on mallin neljästä kuvasta yleisin, sillä talouskasvulla usein perustellaan tulevaisuuteen liittyviä linjauksia. Toinen Datorin esimerkeistä on ”*Collapse*”. Sen avulla kuvataan systeemin romahtamista tai taantumista, jonkin vaikuttavan tekijän toimesta. Sen ei ole tarkoitus kuitenkaan kuvata pahinta mahdollista tulevaisuutta, vaan Dator korostaa, että tässä – kuten kaikissa

muissakin tulevaisuusesimerkeissä – on niitä, jotka hyötyvät (winners) ja niitä, jotka kärsivät (losers). Tätä toista esimerkkiä halutaan Datorin mukaan harvemmin ottaa huomioon, kun puhutaan organisaatioiden tai yhteisöjen tulevaisuudesta, vaikka pitäisi. Kolmas esimerkki ”*Discipline*” nousee usein Datorin mukaan ihmisten tyytymättömyydestä ensimmäisen esimerkin (”*Continued Growth*”) mukaiseen asiaintilaan, johtuen joko sen kestämättömyydestä tai ei-toivottuudesta. Tyytymättömät ihmiset tavoittelevat joidenkin sellaisten arvojen, paikkojen tai käytäntöjen säilyttämistä tai palauttamista, jotka ovat heidän mielestään tärkeämpiä, kuin talouskasvun tavoittelu. Datorin neljännessä tulevaisuusesimerkissä ”*Transformation*” tulevaisuus perustuu teknologisille mullistuksille robotiikan, geeniteknologian, tekoälyn, nanoteknologian ja teleportaation kaltaisissa asioissa. Silloin voidaan hänen mukaansa puhua jo seuraavasta, ”informaatioyhteiskunnan” jälkeisestä ajasta.

Tutkimuksen pohdintaosiossa käsitellään Datorin kolmatta esimerkkiä mukailevaa tulevaisuuskuvaa ”*Hallittu muutos*”. Kolmannen esimerkin avulla pystyttiin rakentamaan tulevaisuuskuvaa, missä jonkinasteinen tyytymättömyys asioiden kehittymiseen ensimmäisen esimerkin mukaisesti ajaa muutokseen. Tällainen asetelma oli tutkimusaiheen ja aineiston kannalta hedelmällisin. Vaikka Datorin malli keskittyy enemminkin talous- kuin koulumaailmaan, on se tutkimukseen monella tapaa soveltuva. Jos tulevaisuuden yhteiskuntaan halutaan vaikuttaa, koululaitoksen merkitystä ei voi sivuuttaa. Tervasmäen ja Tomperin (2018) mukaan, tiedon muodostamis ja -käsittelykyvyn sekä aineettoman pääoman korostuessa nykyisessä talousajattelussa, koulutusjärjestelmään kohdistuu odotuksia ja vaatimuksia sekä kansainvälisiltä että kansallisilta toimijoilta. Näitä tahoja ovat esimerkiksi kansainvälinen talousjärjestö OECD, kasvatus-, tiede- ja kulttuurijärjestö Unesco, elinkeinoelämän keskusliitto EK, opettajien ammattiliitto OAJ sekä erilaiset ajatushautumot kuten Libera, Eva ja Kalevi Sorsa -säätiö (Tervasmäki & Tomperi, 2018).

Käytännössä tulevaisuustaulukon rakentamisprosessi alkoi analysoimalla kerätty aineisto kaksikkona siten, että ensin kumpikin luki läpi kerätyn aineistoraportin ja korosti sieltä teesivastauksissa toistuvat ja keskeiset sisällölliset teemat. Kummankin nimeämät teemat käytiin sen jälkeen läpi, minkä

jälkeen niistä kummankin merkinnöissä korostuneet, yhtenevät teemat valittiin jatkotarkasteluun. Teemojen jatkotarkastelussa teemoista karsittiin ne, joiden rooli oli harkintamme mukaan vähäinen verrattuna muihin. Jäljelle jääviä teemoja yhdistelemällä muodostettiin tulevaisuustaulukon [taulukko 3] riveillä olevat muuttujat: *toimijuus, tulevaisuustaidot, tasa-arvo & yhdenvertaisuus, arviointi & suunnittelu.* Kun tulevaisuustaulukko oli valmis ja tulevaisuuskuvat kirjoitettu sen mukaisesti, tulevaisuuskuvat nimettiin: *Business as usual, Rappio, Hallittu muutos, TheMentor – tukiäly arjessa mukana.*

Seuraavassa esimerkissä tarkastellaan tulevaisuustaulukon [taulukko 3] muuttujan *arviointi & suunnittelu* sen osalta, miten aineistosta nousseiden, arviointia ja suunnittelua koskevien kannanottojen sisältöä sovellettiin tulevaisuustaulukon rakentamisessa. Tekoälyavusteinen arviointi sai teesin kolme vastauksissa erilaisia kannanottoja:

> ”Perusteellisen jatkuvan palautteen antaminen oppilaalle on opettajan näkökulmasta työlästä, joten tässä hyvä paikka hyödyntää tekoälyä. Jos arvosana perustuu jatkuvaan näyttöihin perustuvaan arviointiin, tekoäly voi olla omiaan antamaan laajaa ja tasapuolista palautetta. En kuitenkaan antaisi kaikkea arviointivastuuta tekoälylle - "second opinion" opettajan avuksi!” (Teesi 3)

> ”Jos analytiikka on tasa-arvoista, kuten väitteessä esitetään, se on myöskin toivottavaa, mutta tuskin siinä mielessä että se kokonaan "vastaa" arvioinnista. Tasa-arvon suhteen voi myös esittää epäilyä. Tekoälyn ja algoritmien on huomattu ottavan "naamakertoimen" hyvin konkreettisesti huomioon algoritmeissä olevan vinoumien tai opetusaineiston vuoksi. Esimerkiksi juuri värillisten kasvot ovat olleet tekoälylle ongelma kun opetusdata on koostunut valkoisten kasvoista. Päästäänkö näistä vinoumista eroon? Tuskinpa. Tekoälyn toimintaan on huomattu liittyvän myös moninaisuuden kaventuminen, eli todennäköisesti palautteiden yksilöllisyys tulee kaventumaan ja juuri siinä opettajaa tarvitaan. Mutta "tasa-arvoisuuden" takia pisteytän hieman toivottammman puolelle jos vastapoolina on epätasa-arvo mutta että tekoäly "vastaisi" kokonaan arvioinnista, ei ole toivottavaa. Opettajalla on kuitenkin vastuu arvioinnista.” (Teesi 3)

Näistä kannanotoista nousevia sisältöjä on sisällytetty tulevaisuuskuviin seuraavasti: arviointityön helpottuminen tekoälyn avulla tulevaisuuskuvassa *Business as usual*, algoritmien vinoumat osana arviointia tulevaisuuskuvassa *Rappio,* tekoäly arvioinnin second opinion -työkaluna tulevaisuuskuvassa *Hallittu muutos* sekä mullistavan AGI-teknologian hyödyntäminen arvioinnissa tulevaisuuskuvassa *TheMentor – tekoäly arjessa mukana*.

Tulevaisuustaulukon vaakariveillä on kuvattu aineistosta nostetut neljä päämuuttujaa: *toimijuus, tulevaisuustaidot, tasa-arvo & yhdenvertaisuus sekä arviointi & suunnittelu.* Muuttujien määrittämisen jälkeen taulukkoa täytettiin nostamalla aineistosta sisältöä niitä vastaavien muuttujien kohdalle. Pystysarakkeissa on nimetty Datorin (2009) mallia mukailevat tulevaisuuskuvat: *Business as usual (Continued growth), Rappio (Collapse), Hallittu muutos (Discipline)* sekä *TheMentor – tukiäly arjessa mukana (Transformation)*.

Taulukko 3. Tulevaisuustaulukko

Tule-vaisuus-kuvat / Muuttujat	*Business as usual*	*Rappio*	*Hallittu muutos*	*TheMentor – tukiäly arjessa mukana*
Toimijuus	Passivoituva, mutta pärjäävä opettaja	Totaalisen passiivinen opettaja	Tarmokas ja uudistushaluinen opettaja	Opettaja on työssään aktiivinen toimija
	Opettaja edelleen aktiivisesti ajatteleva ja harkitseva toimija, mutta autonomia on heikentynyt	Opettajalta puuttuu kyvyt kriittiseen ajatteluun ja on riippuvainen tekoälystä	Toimijuus passivoitunut, mutta suunta parempaan. Opettaja kriittinen ja tiedostava ajattelija	Opettaja on tiedostava ja kriittinen ajattelija, joka luottaa omaan harkintaan sekä ammattitaitoon
	Tekoäly keventää opettajan työkuormaa ja henkilöstöresurssien puute kannustaa tekoälyn käyttöön	Tekoälysovellukset nähdään toimijoina ja niillä on vahva tiedollinen auktoriteetti	Tekoälysovelluksissa nähdään potentiaalia oikein käyttöön valjastettuina	Opettaja hyödyntää tekoälyn ominaisuuksia kokonaisvaltaisesti
	Oppilaat sulkeutuneita ja oppiminen yksilökeskeistä	Oppilas on tekoälystä riippuvainen ja kommunikoisen kanssa ennemmin kuin opettajan	Oppilaan toimijuus ja kommunikaatio on passivoitunut, mihin halutaan muutos	Ihmisillä jatkuvasti mukanaan AGI-robottiystävä ”TheMentor”, joka auttaa arjessa ja aktivoi ajattelua sekä oppimista

	Oppilailla opiskelumotivaation ja itseohjautuvuuden haasteita	Oppilaiden sinnikkyys, itseluottamus ja motivaatio ongelmanratkaisuun kadonnut	Oppilaan metakognitiivisten taitojen harjoittelemine n nähdään tärkeänä	Oppilas on oppimisensa suhteen aktiivinen ja tiedostava toimija
Tulevaisuustaidot	Tekoälykasvatus valinnainen osa opettajankoulutusta	Opettajankoulutus jäänyt jälkeen koulun ja teknologian kehitystahdista	Tekoälykasvatus osana opettajankoulutusta, mutta tarve lisäkoulutukselle	Teknologia- ja tekoälykasvatus ovat olennainen osa opettajankoulutusta
	Opettajien ydinosaaminen ja ammattitaito heikentynyt	Opettajan ydinosaaminen ja luotto omaan ammattitaito on murentunut	Opettajan ydinosaaminen vaihtelevaa: osalla langat käsissä, osalla ei	Opettajan ydinosaaminen kaikin puolin vahvaa
	Opettajan tekoälyn käyttötaitojen ja -tietojen taso vaihtelee	Opettaja käyttää tekoälyä sokeasti ja kritiikittömästi	Opettajien tekoälyn hyödyntämisen kannalta olennaiset käyttö ja -tiedot ovat nousussa mutta määriteltävä yleisesti	Opettajat käyttävät taitavasti tekoälyä apuna tuntisuunnittelussa, tehostaa ja keventää työkuormaa
	Opettajien oppilastuntemus harvinaista	Opettaja ei tunne oppilaitaan eikä kykene edistämään sosiaalisia suhteita	Kehityskohteena opettajan kyvyt oppia tuntemaan oppilaat ja luoda sosiaalisia siteitä luokassa	TheMentorit apuna oppilaiden tunne- ja vuorovaikutustaidoissa
	Opettajien ja oppilaiden vuorovaikutustaidot heikentyneet	Oppilaiden vuorovaikutustaidot heikot	Tunne- ja vuorovaikutustaitojen osalta haasteet on huomattu ja niiden kehittämiseen panostetaan	Oppilaiden ja opettajien vuorovaikutustaidot ovat hyvällä tasolla, mikä näkyy sujuvassa kouluarjessa

	Tunnerobotti apuna oppilaiden tunne- ja vuorovaikutustaitojen harjoittelussa	Tunnerobotti korvannut ihmisen kanssa harjoittelun	Tekoälysovelluksesta huomattavaa hyötyä oppilaiden perusvuorovaikutus- ja tunnetaitojen harjoittelussa	TheMentor tukee vuorovaikutuksessa jatkuvasti ja tarjoaa palautetta vuorovaikutustaitojen kehittämiseksi
	Oppilailla tekoälyn käyttötaidot ja -tiedot vaihtelevan pintapuoleisia eikä tekoälyn käyttö ei tue oppimista	Oppilaiden tekoälyn käyttötiedot ja -taidot vaihtelevat ja ilman niitä oppilas jää jälkeen koulutyössä	Oppilaiden kannalta olennaiset tekoälyn käytön ydintaidot määriteltävä yhteisesti	TheMentor auttaa oppilastakoulutehtävissä tarkoituksenmukaisella tavalla ja sen avulla yhä useampi oppilas oppii vaikeammatkin asiat
Tasa-arvo & yhdenvertaisuus	S2-oppilaille hyötyä käännössovelluksista	S2-oppilaiden kommunikointi suomenkielisten kanssa vaikeaa	S2-oppilaiden kouluviihtyvyys parantunut	TheMentorin kyky kääntää puhe reaaliaikaisesti parantaa kaikkien oppilaiden kouluviihtyvyyttä koulupärjäämistä
	S2-opetus harventunut ja kielitaito laskussa	Kielitaito ei kehity käännössovellusten käytön vuoksi	Kielitaidon opiskelussa motivaatio laskenut	Kielitaidon merkitys laskenut kääntäjäsovellusten vuoksi
	Koulujen vaihtelevat resurssit ja tekoälyn käyttöaste johtaa tasa-arvo-ongelmiin	Oppilaat eriarvoisessa asemassa vinoutuneiden arviointien takia	Tekoälyn vinoumia korjataan aktiivisesti	Tekoälyn erilaisista vinoumista on päästy eroon. Se on koulutettu yhdenvertaisuuden periaatteet sekä ihmisten ja luonnon moniaisuuden huomioonottavaksi, eettiseksi toimijaksi
	Monet yhdenvertaisuutta ja tasa-arvoa heikentävät kehityskulut ovat voimissaan	Tekoäly epäonnistuu eriyttämisessä ja palvelee vain osaa oppilaista	Eriyttäminen, opetuksen yksilöllistäminen, suunnittelu ja arviointi ovat kehittyneet, mikä parantaa oppilaiden yhdenvertaisuutta ja tasa-arvoa	Koulukiusaaminen vähentynyt TheMentorien antaman tunne-, vuorovaikutus- ja empatiataitotuen vaikutuksesta

Arviointi & suunnittelu	Opettaja suorittaa arvioinnit, tekoäly tukena ja hyödyntää sitä tuntisuunnitteluss a	Opettajalla passiivinen rooli arvioinnissa ja toteuttaa konemaisesti valmiita suunnitelmia	Tekoäly tehostanut tuntisuunnittelu a, mutta sen käytölle halutaan selvät linjat opettajan aktiivisen toimijuuden säilymiseksi	TheMentorien keräämän oppimisdatan avulla arviointi ja eriyttäminen on tarkempaa,
	Tekoäly helpottaa arviointia, jos opettaja osaa sitä hyödyntää	Opettaja kuittaa tekoälyn tuottamat oppilasarvioinn it	Lopullinen vastuu arvioinnista opettajalla, mutta tekoälyn käyttö ”second opinion” - työkaluna on suositeltua	Tekoälyn tarjoama arviointidata tukee opettajan toteuttamia arviointeja ja edistää yhdenvertaisuutta
	Oppimisanalytiikk a kompensoi opettajavaihtuvuu desta johtuvaa heikkoa oppilastuntemust a	Arvioinnit vinoutuneita eikä linjassa opetussuunnit elman kanssa	Opetussuunnit elman oppimisen ja arvioinnin tavoitteet halutaan sisällyttää tekoälyn toimintojen pohjaksi	TheMentor on koulutettu toimimaan arvioinnissa ja suunnittelussa opetussuunnitelman tavoitteiden mukaisesti
	Oppilaat yltävät parempiin suorituksiin tekoälyn kanssa, mutta oppimistulokset ovat laskussa	Teknojättien intressit ohjaavat arviointia ja tuottavat epätasa-arvoa	Arviointi objektiivisemp aa ja monipuolisemp aa tekoälyavustei sesti ja sillä voidaan arvioida myös ryhmätyöskent elyä	Tekoälyavusteinen ”TheMentor” arvioi objektiivisesti ja kokonaisvaltaisesti arvioimaan sekä arvioi ryhmätyöskentelyä ja vuorovaikutusta luontevasti

5 TULOKSET

5.1 Kiistoista ratkaisuihin

Taulukossa 4 on esitelty teesikohtaisten vastusten pohjalta luodut tiiviit koosteet sekä perustelut kappaleessa 4.3.1 esitellyn tila-analyysimenetelmän mukaiselle luokittelulle, minkä mukaan teesi määritellään joko kiista-, dialogi- tai ratkaisutilaan. Sarakkeen ”Paneelin näkemyksiä” sisältö on muodostettu siten, että teesien vastaukset käytiin seikkaperäisesti läpi sisällönanalyysin avulla, minkä myötä muodostettiin tiivistelmä keskustelun sisällöstä. Teesit on asetettu järjestykseen niiden keskustelun tilan perusteella siten, että ylimpänä taulukossa ovat dialogitilassa olevat teesit, sen jälkeen kiistatilassa olevat teesit ja lopuksi pohjalla ratkaisutilassa olevat teesit. Tästä syystä teesit eivät ole numerojärjestyksessä.

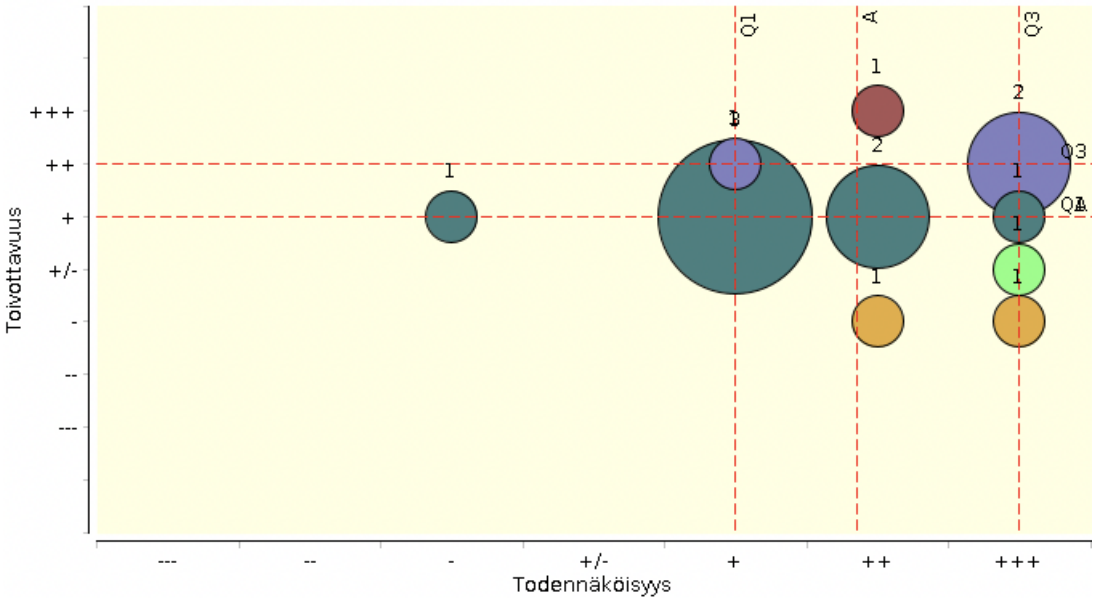
Jokaisen teesin alapuolella on teesikohtainen kuvaaja, jossa panelistien likert-asteikolliset kannanotot asetettiin kuplina nelikenttään, jonka x-akselilla on esitettynä teesin toteutumisen todennäköisyys ja y-akselilla teesin toteutumisen toivottavuus. Kuvaajat toimivat tukena sisällönanalyysille, mutta panelistien pieni määrä laskee niiden painoarvoa sisällönanalyysiin verrattuna. Osa panelistien likert-vastauksista oli perusteluineen ristiriidassa, mikä huomioitiin sisältöä analysoidessa. Näissä tilanteissa vastausten perustelut kantoivat enemmän painoarvoa, johtuen teesien erilaisten tulkintojen mahdollisuudesta. Kuvaajissa on myös esitetty vastausten keskiarvo (A) sekä kvartiilit (Q1 ja Q3). Kuplien yläpuolella olevat numerot kertovat, kuinka monta panelistia vastasi samoilla arvoilla ja mitä suurempi kupla, sitä useampi sama vastaus annettiin.

Taulukko 4. Teesivastauksien kooste ja tila-analyysi

Teesi	Paneelin näkemyksiä	Tila

”Chatbot–mallinen tekoälysovellus toimii luokassa apuopettajana, jolta oppilas pyytää apua opettajan sijasta.” ***(Teesi 1)***	Tekoälyllä nähdään olevan merkittävää potentiaalia opetuksen eriyttämisessä ja yksilöllistämisessä. Samalla opettajan ja oppilaan toimijuuden säilyttäminen koetaan tärkeänä asiana sekä yksilö- että ryhmätyöskentelyssä. Tämän kaltainen teknologia ei saa olla pelkkä säästökeino, vaan oppimisen tavoitteiden tulee olla keskiössä. Käytännön toteutukseen ja tietosuoja-asioihin liittyvät huolet nousevat myös esille tässä aiheessa.	**Dialogitila** Näkemyksiä teesin puolesta nousee samalla laajuudella kuin huolenaiheita ja kannanottoja sitä vastaan. Vaikka vastaukset nelikentässä sijoittuvat todennäköiseen ja toivottavaan neljännekseen, tarve lisäkeskustelulle on sisällönanalyysin perusteella selkeä, jotta oppiminen säilyisi muutoksen keskiössä, eikä säästöpaineet ohjaisi päätöksiä liiaksi.

Teesi 1

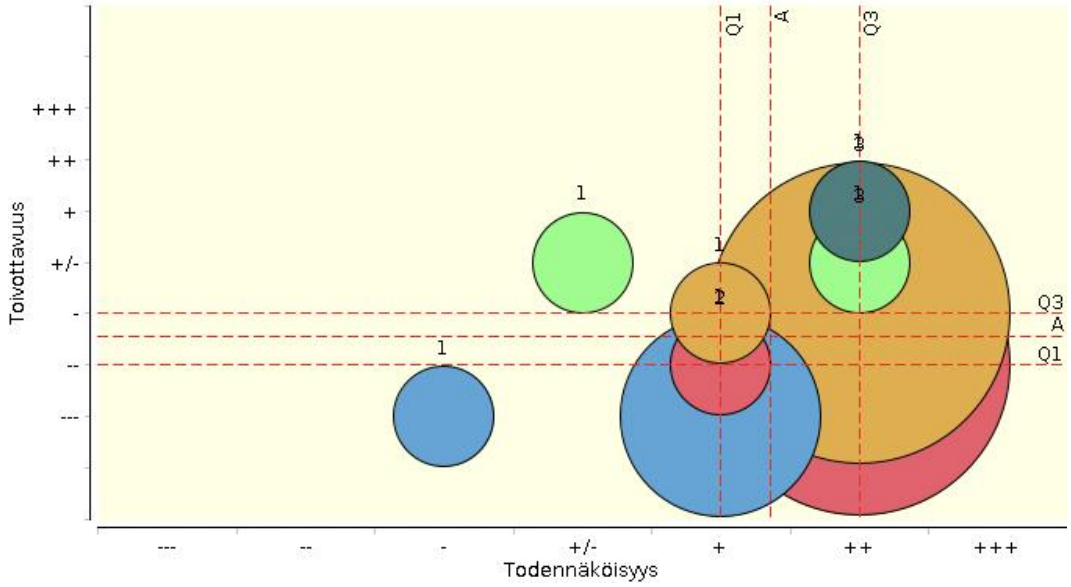


(A = Keskiarvo, Q1 & Q3 = Kvartiilit)

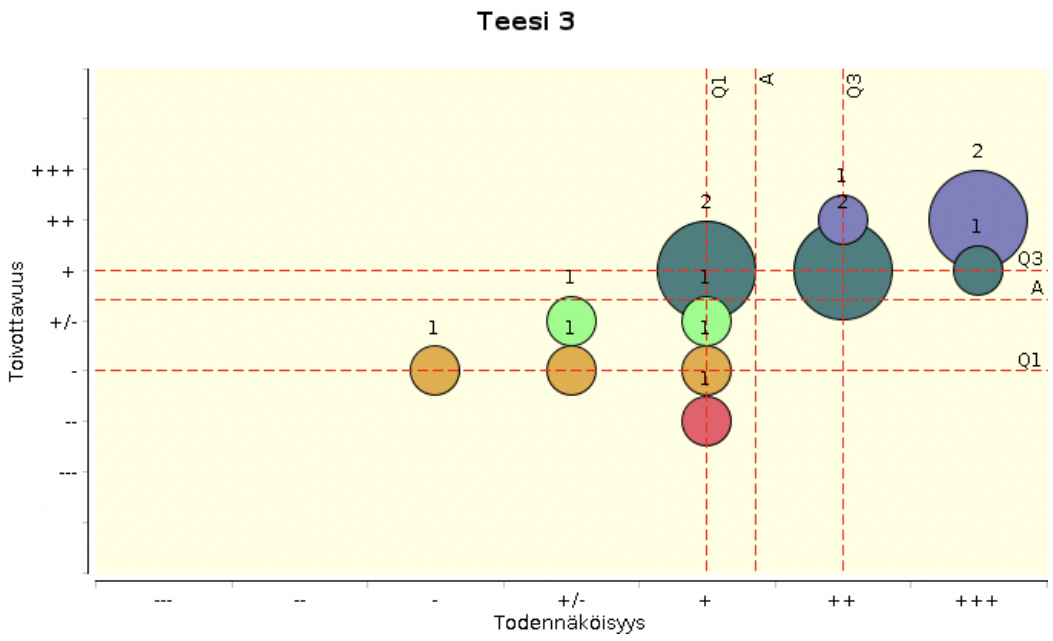
Oppilaat suoriutuvat aiempaa haastavammista ongelmanratkaisutehtävistä, mutta samalla riippuvuus teknologiasta on syventynyt. ***(Teesi 2)***	Tekoälyvahvisteiset sovellukset ovat parhaimmillaan oppimisprosessia tukevina apuvälineinä, siinä missä laskin tai kynä ja paperi. Niissä nähdään kuitenkin myös huomattavia riippuvuutta aiheuttavia ja passivoivia vaikutuksia, minkä vuoksi tekoälyn lukutaito sekä oikeanlaiset käyttötavat ja käytön määrä nousevat tärkeiksi seikoiksi. Keskustelua on käytävä siitä, miten luodaan käyttötavat, joiden avulla oppimisprosessi ja/tai oppimisen lopputulokset paranevat aiheuttamatta	**Dialogitila** Argumentointia esiintyi runsaasti sekä puolesta että vastaan. Nelikentässä teesi sijoittuu akselille todennäköinen–ei-toivottava. On välttämätöntä käydä keskustelua tulevaisuudesta, joka on sekä todennäköinen että ei-toivottava. Ratkaisu käytännön toteutuksen haasteisiin on löydettävissä dialogin kautta.

	kuitenkaan liiallista riippuvuutta tekoälystä.	

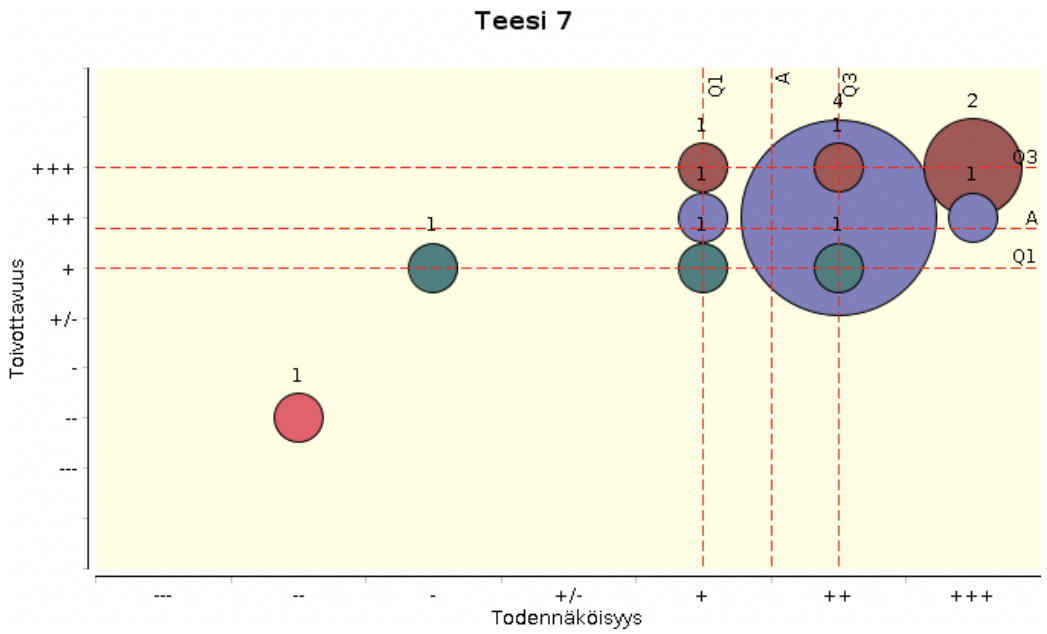
Teesi 2



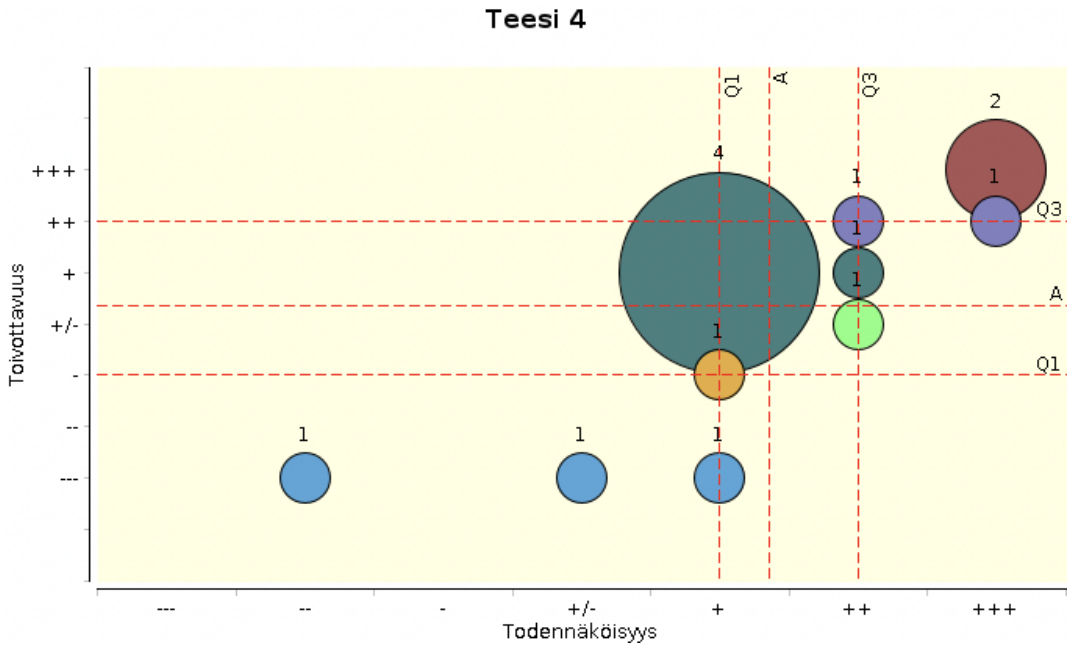
Tekoälyn vahvistama oppimisanalytiikka vastaa koulussa tehtävästä oppilaiden oppiainekohtaisen osaamisen arvioinnista ja palautteen annosta. ***(Teesi 3)***	Tässäkin kysymyksessä lopullinen päätösvalta säilytettäisiin opettajalla, mutta tekoälystä nähdään olevan potentiaalista hyötyä ”second opinionina” ja formatiivisen arvioinnin haasteissa. Oppilaiden tasa-arvon ja yhdenvertaisuuden näkökulmasta korostui tekoälyn erilaiset vinoumat, joilla saattaa olla eriarvoistavia vaikutuksia: tekoäly ei ole täysin objektiivinen, vaan riippuvainen datasta, joka siihen on syötetty.	**Dialogitila** Nelikentässä tämä teesi painottuu varovaisesti toivottavan ja todennäköisen puolelle, mutta hajonta on melko laaja. Kommenteissa keskustelua syntyi esimerkiksi arvioinnin tavoista sekä algoritmien vinoumista. Jotta päästäisiin ratkaisutilaan, yhdenvertaisuuteen liittyvät ongelmat olisi ratkaistava sekä dialogin, että teknologisten ratkaisujen keinoin.



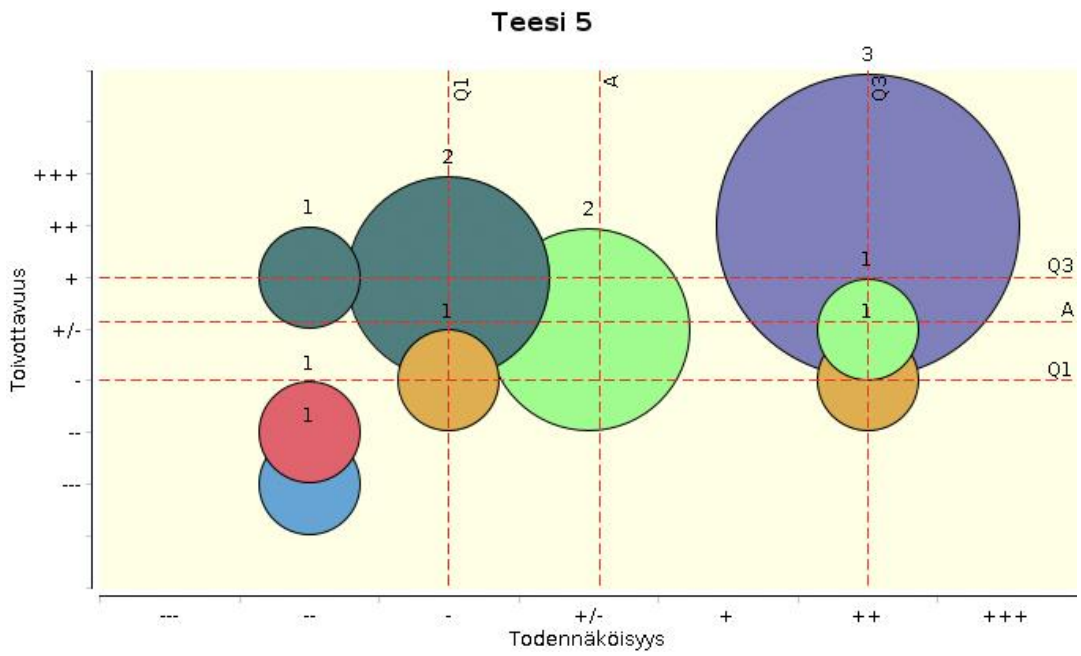
Tekoälyvahvistetten käännössovellusten ansiosta kielitaito ei ole koulussa lainkaan rajoittava tekijä. ***(Teesi 7)***	Etenkin S2-oppilaiden kohdalla tämä nähdään merkittävänä mahdollisuutena, joka tulisi helpottamaan oppilaiden integroitumista luokkiin ja yhteisöjen jäseniksi. Tämä olisi nykyteknologialla jo toteutettavissa. Yhteisen kielen merkitys ei katoa, eikä tekoäly kykene kääntämään kulttuuria kielen mukaan. Säästötoimenpiteenä sovellusten käyttöönotto nähdään haitallisena ratkaisuna. Huolenaiheena nähdään myös kielitaidon merkityksen vähenemisestä seuraava kielen opiskelumotivaation lasku ja sen myötä kielitaidon heikkeneminen.	**Dialogitila** Kuvaajassa vastaukset sijoittuvat selkeästi todennäköisen ja toivottavan neljännekseen. Sekä esiin nousevat mahdollisuudet että riskit liittyvät joko kielitaidon kehitykseen tai S2-opetukseen, joihin liittyvää dialogia olisi käytävä ratkaisutilan saavuttamiseksi.



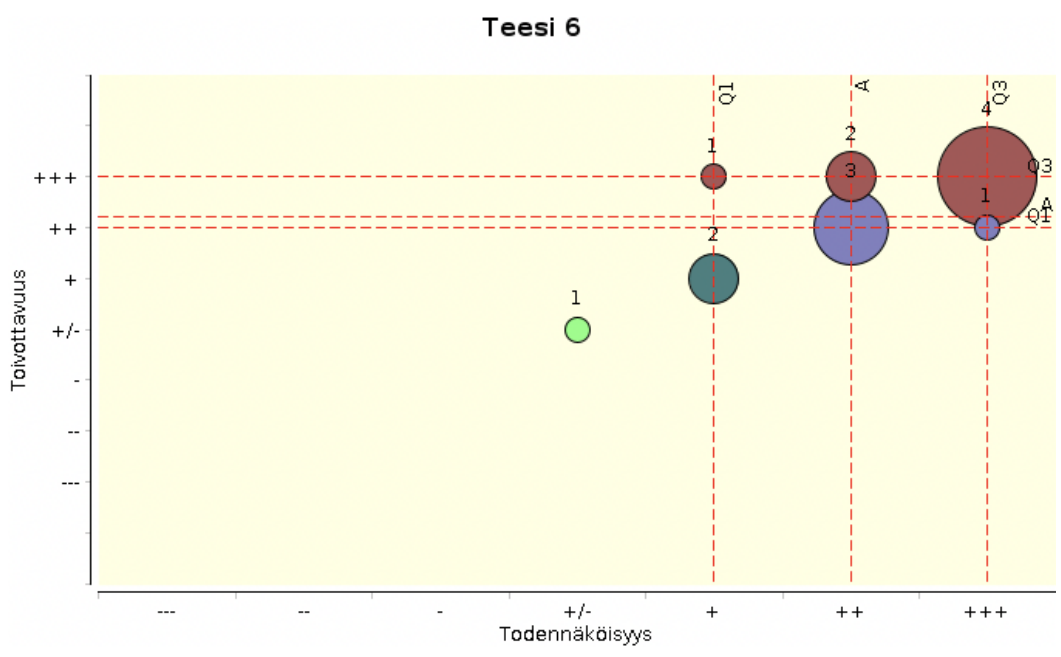
Tekoälysovellus suunnittelee oppitunnit opettajan puolesta opetussuunnitelman mukaisesti. Opettaja toimii suunnitelmien hyväksyjänä ja toteuttajana. ***(Teesi 4)***	Oppituntien suunnitteleminen tekoälyavusteisesti yleistyy ja sen nähdään vapauttavan opettajan ajallisia resursseja. Tuntien suunnittelun ja toteuttamisen osalta opettajan luovuus, oppilastuntemukseen perustuva harkinta sekä kyky reagoida muuttuviin tilanteisiin ovat korvaamattomia voimavaroja. Tuntisuunnittelusovellusten kaavamainen käyttö kohtaa voimakasta vastustusta. Se nähdään heikentävän opettajan ammattitaitoa ja jopa murentavan opettajaprofession autonomiaa.	**Kiistatila** Nelikentässä oli huomattavaa hajontaa, mutta painotus heikosti todennäköisen ja toivottavan puolella. Kriittisten kommenttien argumentaatio oli kuitenkin erittäin vahvaa, eikä jättänyt tilaa kompromisseille, minkä vuoksi teesi päätyi kiistatilaan.



Oppilaiden tunne-, empatia- ja vuorovaikutusta idot ovat aiempaa paremmalla tasolla, sillä oppilaat harjoittelevat säännöllisesti vuorovaikuttamista tukiälyllä vahvistetun tunnerobotin kanssa. ***(Teesi 5)***	Mahdollisuuksiin suhtaudutaan osin toiveikkaasti, osin jyrkän tuomitsevasti. Teknologian puolesta tällainen sovellutus olisi mahdollinen jo nyt, puhumattakaan 2040-luvusta. Potentiaalia nähdään varsinkin niiden oppilaiden kohdalla, joilla on erityisiä haasteita vuorovaikutustaidoissa, mutta osin korostetaan, että inhimillisen vuorovaikutuksen korvaaminen koneilla on mahdotonta. Esiin nousevat myös sensitiivisen keskusteludatan tietosuojariskit.	**Kiistatila** Selkeitä erimielisyyksiä tekoälyn mahdollisuuksista, toimivuudesta sekä luotettavuudesta. Argumentaatio vahvaa puolin ja toisin. Nelikenttäkuvaajassa vallitsee laaja hajonta.



Tekoälyavustei nen kasvatus" on yksi luokanopettajao pintojen pakollisista kursseista. ***(Teesi 6)***	Tästä vallitsee vahva yksimielisyys. Keskustelua herää siitä, mitä tulisi korvata vai pitäisikö sisällyttää muihin oppiainesisältöihin. Perehtyneisyys tekoälyyn nähdään opettajan velvollisuudeksi, sillä tekoälyn vaikutus yhteiskunnassa nähdään voimistuvan ajan myötä. Tärkeiksi sisällöiksi opinnoille nähdään tekoälyn tekniset ja eettiset ulottuvuudet. Opettajan taitojen kannalta on olennaista osata kertoa oppilaille tekoälyn hyödyistä, haitoista sekä käyttötavoista. Vuonna 2040 aiheena voi olla jokin muu kuin tekoälykasvatus.	**Ratkaisutila** Yksimielinen näkemys vallitsee siitä, että tekoälyä käsittelevien opintojen sisällyttäminen luokanopettajien koulutusohjelmaan olisi hyvä ratkaisu. Erimielisyyttä vallitsee siihen liittyen, mistä opintosisällöistä tilaa uudelle tulisi raivata.



5.2 Tulevaisuuskuvat

Tulevaisuuskuvat ovat Delfoi-paneelitulosten pohjalta luotuja pysäytyskuvia tulevaisuudesta, jotka kuvailevat suomalaista peruskoulua vuonna 2040. Tulevaisuuskuvat luotiin kirjoittamalla tulevaisuustaulukon sisältöjä noudattaen neljä tulevaisuuskuvaa, joissa vallitseva tilanne on asetettu mukaillen Datorin (2009) neljän vaihtoehtoisen tulevaisuuden mallia. Tulevaisuuskuvat on kirjoitettu päiväkirjamuodossa, missä vuoden 2040 peruskoulussa työskentelevä opettaja kertoo työpäivästään. Päiväkirjateksteissä ilmenevät tapahtumat ja ajatukset pohjautuvat tutkimusaineistosta nousseihin kannanottoihin ja keskusteluihin sekä vallitseviin megatrendeihin ja havaittuihin heikkoihin signaaleihin. Tulevaisuuskuvissa kertojina toimivat opettajat ilmentävät itse aina tulevaisuuskuvakohtaisia teemoja. Tulevaisuuskuvien yhteyteen liitetyt kuvat luotiin Microsoftin Copilot-sovelluksella ja niiden tarkoituksena on elävöittää tulevaisuuskuvaa visualisoimalla sen sisältöä.

5.2.1 *Business as usual*

12. lokakuuta 2040

Aamukahvin äärellä älypuhelin luki ääneen minulle räätälöidyt päivän uutiset: ”Suomen PISA-tulokset jatkavat laskuaan, Ruotsin tulokset nousussa.” Opetusala ei houkuttele, mikä näkyy LO-koulutuslinjoihin hakijoiden määrän laskuna sekä huutavana sijaispulana – osa opettajista saikulla, osa vaihtaa alaa. Opettajien vaihtuvuuden takia on harvinaista, että opettaja nykyään tuntisi oppilaansa, enkä voi väittää, etteikö alanvaihto olisi itselläkin joskus käynyt mielessä. Tekoälyteknologia on tehnyt koulusta kotinsa: tukiälybotteja ja tunnerobotteja. Ihan siistiä toki, että näitäkin nyt on. Omalla kohdallani tuntisuunnittelu ja arviointien tekeminen tukiälyn avulla on aiempaa tehokkaampaa, säästyy aikaa muuhunkin. On myös mukavaa, kun ei itse tarvitse miettiä kaikkea läpi, vaan joskus voi antaa tekoälysoftan hoitaa hommat. Säästöpaineiden alla jatkuvasti kasvavat luokkakoot pitävät taas huolen, ettei työkuorma kevene niiden opettajien kohdalla, jotka eivät ole perillä uudesta teknologiasta.

Aamun historian tunnin aiheena oli teknologian vaikutus yhteiskuntaan 2000-luvulla. Ajan kuvaan sopien, ryhmätehtävän aikana oppilaat eksyivät keskittymään enemmän tukiälyteknologian käyttötapoihin ja toimintoihin, kuin jäsentämään sen vaikutuksia tapaamme ajatella ja oppia. Ryhmätyöskentely oli heikkoa tälläkin kertaa. Tukiälybottien tarjoama yksilöllistetty oppimisen tuki vahvistaa yksilön kykyä suoriutua, mutta samalla ryhmätyötaidot ja oppimisen yhteisöllinen ulottuvuus ovat katoamassa. Oppilaat ottavat tekoälyn kehityksestä ilon irti niissä tehtävissä, missä työskentelyä on vaikea valvoa, siksi en antanut kotitehtäviä tänäänkään. Tukiälybotit pitävät sisällään mieletöntä potentiaalia oppimisprosessin vahvistamiseksi, mutta sen sijaan oppilaat käyttävät niitä suorien vastausten generoimiseen. Termi ”tukiäly” menettää tällöin merkityksensä. Tukiälyn käyttötaidot vaihtelevat paljon oppilaskohtaisesti, osa käyttää vain vähän ja vielä harvempi siten, että se oikeasti tukisi oppimista. Oppilaiden ongelmanratkaisu ilman tukiälyä on osoittautunut vaikeaksi ja epämotivoivaksi – tietynlainen riippuvuus vahvistuu jatkuvasti. Ongelma osaltaan johtuu opettajien vaihtelevista kyvyistä opettaa kestävän tukiälyn hyödyntämisen käyttötietoja ja -taitoja. Opettajankoulutuksissa tekoälykasvatusta on mahdollista lukea valinnaisina opintoina, mutta tekoälykasvatuksen tulisi tavoittaa sekä uudet että kokeneet opettajat laajemmin.

Välitunnilla opettajainhuoneessa kuultua:
”Luokallani S2-oppilaiden kielitaito ei ole enää rajoittava tekijä oppimisen kannalta, mutta samaan kieliryhmään kuuluvat oppilaat viihtyvät ainoastaan keskenään. Tukiälybotin käännössovellukset kääntävät kyllä kieltä täydellisesti, mutta eivät opeta kielioppia tai kieleen sidottuja kulttuurisia merkityksiä. Onkohan S2-opetuksen puute haitallista integroitumisen kannalta? Toisaalta S2-opetuksen lopettaminen toi koululle säästöjä ja mahdollisti opetusteknologiaan satsaamisen. Ehkä kaikki hyötyvät siitä lopulta enemmän” -Erään luokanopettajan ajatuksia.
”Kyllä tekoäly on ollut hyvä satsaus, kunhan itse opettaja osaa hyödyntää sen sovelluksia oikein. Tunnerobotista on valtava hyöty oppilaille, joilla on haasteita tunne- ja vuorovaikutustaidoissa. Sen lisäksi tukiälyn kyky auttaa opetuksen suunnittelussa ja eriyttämisessä on korvaamaton apu esimerkiksi sijaisille, jotka eivät tunne oppilaita” -Erityisopettajan ajatuksia.

Kotiin palattuani pysähdyin pohtimaan opettajainhuoneen keskusteluja sekä päivän tapahtumia. Tekoälyn passivoiva vaikutus näkyy oppilaissa ja opettajissa, ehkä myös itsessäni. Tietyllä tavalla opettajan autonomia on kärsinyt tekoälyn vaikuttaessa opetuksen toteutukseen ja arviointiin. Vaikka tekoälyä hyödynnänkin, en tietenkään ole vain valmiita suunnitelmia toteuttava kone – opettajan ei kuulu olla sellainen. Monista tekoälyn tuomista hyödyistä huolimatta koen, että opettajien tulisi olla kriittisempiä tekoälyä kohtaan. Algoritmien vinoumat ovat edelleenkin läsnä ja ne nakertavat oppilaiden tasa-arvoa tuntisuunnittelun ja arviointien osalta. Oppilaiden tasa-arvon kannalta on myös huomion arvoista se, että kunnittain vaihtelevien resurssien takia myös tukiälyteknologian käyttöönotto vaihtelee koulukohtaisesti, mikä osaltaan kannustaa myös koulushoppailuun.

5.2.2 *Rappio*

13.1.2040

Tämä päivä sai minut syvästi ihmettelemään, kuinka pihalla oppilaiden huoltajat taas ovat. Osa ei anna tippaakaan arvostusta koululle tai opettajien tekemälle työlle, kun taas toiset kritisoivat hysteerisenä opetusteknologian käyttöä. Nämä asenteet siirtyvät suodattamattomina huoltajilta oppilaille ja nyt koulumme on totaalisen polarisoitunut. Osa oppilaista ei kunnioita opettajaa tietolähteenä enää lainkaan. Monet huoltajista eivät ymmärrä sitä, että nimenomaan opetusteknologia pitää tätä koulujärjestelmää pystyssä. Ilman tekoälyn mahdollistamia työkaluja en varmasti jaksaisi tässä ammatissa. Jaksamiseni on parantunut merkittävästi tekoälyn suunnitellessa tunnit ja hoitaen suurimman osan arviointityöstä.

Aamun oppituntina matematiikka. Matematiikan tunnilla oppilaat työskentelevät pääosin itsenäisesti tekoälysovellustensa kanssa ja silloin kun oppilas tarvitsee neuvoja, niin tekoäly tarjoaa neuvot vastausten kera. Ei minun oikeastaan tarvitse tuntea enää oppilaiden erityispiirteitä tai tarpeita. Toki siitä voisi olla monilta osin hyötyäkin, mutta tekoäly tuntee oppilaat ja eriyttää tehtävät automaattisesti. Etenkin matematiikan opettamisesta tämä on tehnyt todella vaivatonta. Tiedonetsinnässä sekä kouluarjen pulmien ratkaisemisessa, tekoälyn kielimallit ovat erinomaisia apuvälineitä. Ei tarvitse miettiä ryhmäjakoja tai harjoitteita, kun tekoäly ajattelee, ratkaisee ja ideoi puolestani. Pari- ja ryhmätyöskentelystä on tullut oppilaille vaikeampaa, he mieluummin työskentelisivät aina itsekseen, mikä kyllä toisaalta edistää työrauhaa, mutta oppilaiden itseohjautuvuuden ja sinnikkyyden puute ajaa heidät usein pelailemaan omia pelejään. Apuopebotti kehottaa hetken kuluttua sulkemaan pelin, mutta kehotuksen voi sulkea ja pelaaminen jatkuu.

Huoltajan huolestunut soitto
Huoltaja ihmetteli miten oppilaan kirjoittama, hänen mukaansa oivaltava ja oikeinkirjoitettu essee oli saanut arviointisovellukselta huonon arvosanan. Huoltaja ei tuntunut ymmärtävän, että arvioinnit nimenomaan toteutuvat tekoälyn teettäminä objektiivisemmin ja tasa-

arvoisemmin, kuin opettajan toimesta. Hän vain jatkoi pointtinsa perustelua tekoälyn kielten tarkasteluun liittyvillä vinoumilla, jotka näkyvät sen kyvyttömyytenä tulkita kulttuurisesti kieleen sidottuja ilmaisuja. Mielestäni aivan turha huoli. Moni ei vain ymmärrä, kuinka paljon ihmistä paremmin tekoäly kääntää ja tulkitsee kieltä. Jos huoltaja ajattelee, että valittamalla saisi minut arvioimaan esseen itse, niin turha luulo. Ei minulla ole aikaa.

Keskustelu erkkaopen kanssa välkkävalvonnassa
Välkkävalvonnassa erkkaope jakoi ajatuksiaan siitä, kuinka teknojätit kulisseissa hallitsevat koulutusalaa ja miten yksilön intresseihin mukautuvat algoritmit polarisoivat nuorten ajatuksia. Hänen mukaansa tekoäly ei noudata opetussuunnitelman tavoitteita eikä huomioi oppilaiden tarpeita tasapuolisesti, miksi se epäonnistuu eriyttämisessä ja arvioinneissa. Samoin tunnerobotit ovat hänen mukaansa otettu käyttöön vain säästösyynä eikä siksi, että ne todetusti hyödyttäisivät oppilasta. Tekoälyteknologiahan on auttanut tekemään opettajan työstä siedettävää, joten miksi uskoa sen olevan ongelman aiheuttaja? Välkkä päättyi tavanomaisella tavalla: tappelu koulun pihalla. Polarisaatio näkyy nyt siinä, etteivät nuoret siedä eriäviä mielipiteitä. Sen lisäksi tunteidenhallinta on aivan lapsen kengissä, jolloin erimielisyydet selvitetään nyrkeillä.

Loppupohdinta
Vanhentunut, ulkoa muistamiseen pohjautuva käsitys älykkyydestä on mennyt uusiksi. Ne takovat hyviä oppimistuloksia, ketkä osaavat hyödyntää tekoälyn tarjoamia työkaluja. Esimerkiksi S2-oppilaiden koulupärjääminen on kehnoa myös tästä syystä, mutta myös siksi, että heidän suomen kielitaitonsa on liian heikko sujuvaan kommunikaatioon muiden oppilaiden kanssa, vaikka käännössovellus kääntäisikin puhuttua kieltä reaaliaikaisesti. Opettajan roolin ei kuulu pysyä samanlaisena vuosikymmenestä toiseen, vaan se muuttuu ajan pyörteissä. Oma roolini opettajana on pääosin oppilaita ohjaava, toteutan monet asiat tekoälyn kehottamalla tavalla ja se riittää minulle. Eräät kollegat ja huoltajat näkevät koulun arvon korkeampana näin polarisaation aikana. He ovat huolissaan koulun merkityksen katoamisesta ja näkevät sen syyksi arvostuksen heikkenemisen kouluinstituutiota kohtaan.

5.2.3 *Hallittu muutos*

16. marraskuuta 2040

Vaivihkaa digitalisoituneen koulumme kehityssuuntaan halutaan tehdä muutos. Pitkään jatkunut oppimistulosten lasku sekä kouluissa havaittu tekoälyriippuvuus kertovat mielestäni suuremman mittakaavan ongelmasta – oppiminen on poistumassa koulun toiminnan keskiöstä. Koulutusalalla ollaan pääosin yhtä mieltä tekoälyteknologian tarjoamista hyödyistä ja potentiaalista opetusteknologisena työkaluna, mutta sen aiheuttamasta riippuvuudesta ja epätasa-arvosta ollaan huolestuneita. Tämä huoli on kuultu opetushallituksessa asti ja OPH:n hanke ”Fenix” on käynnistetty valtakunnallisesti. Tänään pidettiin hankkeen ensimmäinen

työpaja, jossa tarkoituksena oli koota rakennuspalikoita selkeiden yhteistä linjojen löytämiseksi. Vaikka näitä hankkeita onkin nähty, uskon että tälle on oikea tarve, ja OPH todella haluaa kehittää yhteiset pelisäännöt tekoälyteknologian käytölle koulussa, kuullen kentältä nousevia ajatuksia.

Aamun tunti - Nelosten matikka. Oppilaat kertasivat seuraavan tunnin kokeeseen digimateriaalin avulla. Sähköisessä oppikirjassa on apuope-toiminto, joka antaa oppilaille taitotason mukaista palautetta ja auttaa ongelmatilanteissa vuorovaikutteisesti. Oppilaat voivat kysellä siltä kysymyksiä, joihin se ei anna suoranaisia vastauksia, vaan pyrkii aktivoimaan oppilaiden omaa ajattelua. Tämän lisäksi, se näyttää opettajalle reaaliaikaista dataa luokan edistymisestä sekä toistuvista haasteista. Apuopetoiminto keventää omaa työtaakkaani ja tukee oppilaiden työskentelyä, mutta samalla oma roolini ja läsnäolo etenkin tämän kaltaisilla tunneilla on kieltämättä pienentynyt. Sähköisen oppikirjan apuope-toiminnon avulla oppilaat selviytyvät monimutkaisemmista tehtävistä kuin aiemmin – mikä on totta kai itsearvoisesti hyvä asia, mutta tämän myötä he ovat myös entistä riippuvaisempia teknologiasta. Huomaan ajoittain pohtivani kokonaisvaltaista kytkeytymistämme teknologiaan ja sen vaikutusta itsenäisen ajattelun näivettymiseen. Rinnastamatta itseäni liikaa antiikin suuriin ajattelijoihin, samalla kentällä liikkui aikoinaan Sokrates puhuessaan kirjoitustaidon heikentävästä vaikutuksesta ihmisen muistiin ja ajatteluun.

Ysien elämänkatsomustiedon tunnin tehtävänä oli luoda prompti, mutta suunnata se koneen sijaan parille. Tehtävän jälkeen kävimme keskustelun kysymisen taidon ja tarpeen sanoittamisen tärkeydestä. Vertailimme myös ihmisen ja tekoälyn vuorovaikutuksen yhtäläisyyksiä ja eroja. Keskustelussa ajauduttiin puhumaan tukiälyn käytöstä oppilaiden tunne- ja vuorovaikutustaitojen tukemisessa ja todettiin, että valtavan tietokantansa vuoksi, tukiälyllä on hyvä kuva ihmisten välisen vuorovaikutuksen periaatteista, ja personoituna, se voi auttaa yksilöitä reflektoimaan omia vuorovaikutustilanteitaan. Tästä syystä perusvuorovaikutustaitojen opettelu esimerkiksi ”Tunnekamu”-sovelluksen kanssa on varmasti hyödyllistä niille ihmisille, joilla on haasteita vuorovaikutuksessa.

Työpajamuistiinpanot
Koulun henkilökunnasta kootun monialaisen tiimin kesken määrittelimme opettajan kannalta tarkoituksenmukaiset tapoja hyödyntää tekoälyteknologiaa työssään. Oppilaiden kannalta taas nimesimme sellaisia inhimillisiä ydintaitoja, joiden merkittävyyttä tulee entistä voimakkaammin korostaa teknologian läpäisemässä yhteiskunnassa. Määrittelimme myös oppilaiden olennaisia tietoja ja -taitoja, joissa harjaantuminen on edellytyksenä ympäristön ja oppimisen kannalta kestävälle tekoälyteknologian käytölle.
Opettajan käytössä tekoälyteknologia voi toimia arvioinneissa ”second opinion” -työkaluna ja tuntisuunnittelun osalta sitä voidaan hyödyntää tuntirunkojen luonnostelussa sekä eriyttämistyön tukena. Myös tekoälyteknologiaa hyödyntäessään, opettajan tulee olla aktiivinen toimija, joka luo, reagoi ja vuorovaikuttaa oppilaidensa kanssa.
Inhimilliset ydintaidot sisältävät monialaisesti kehittyviä elämisen taitoja: kriittinen ajattelu, sinnikkyys, luovuus, vuorovaikutus- ja tunnetaidot.
Käytännölliset tiedot ja -taidot taas pitävät sisällään tekoälyteknologian toimintojen käytön harjoittelun sekä teoreettisten ja eettisten lähtökohtien ymmärryksen: tekoälyn lukutaito, tarpeen sanallistaminen ja promptien kirjoittaminen, tekoälyn eettinen kohtelu sekä ympäristön kannalta kestävä tekoälyn käyttö.

Pöytäkirjassa korostimme, että tekoälypohjaisten apuopetoimintojen tulee noudattaa vallitsevaa opetussuunnitelmaa sekä olla ajan tasalla oppimateriaalien sisällöistä. Esitimme myös vaatimuksen kielitaidon merkityksen korostamisesta päivitetyssä opetussuunnitelmassa, sillä vaikka käännössovellusten hyödyt ovat ilmeisiä, ovat ne vaikuttaneet heikentävästi

oppilaiden motivaatioon opiskella kieliä, eivätkä ne osaa kääntää kieleen sidonnaisia kulttuurisia piirteitä tekstin ja puheen mukana.

Päivän päätteeksi ajatuksia.
Opettajan työn keskeisintä ydintä olevaa suunnittelu- ja arviointityötä ei voi luovuttaa koulun ulkopuolelle. Opettajan autonomia on ollut olennainen osa suomalaisen peruskoulun tarinaa sen alkumetreiltä alkaen, eikä siitä tule luopua. On kuitenkin välttämätöntä pitää huoli siitä, että opettajien tiedot ja taidot vastaavat tarvetta, jonka oppilaat, heidän haasteensa sekä yhteiskunta muodostavat. Tekoälykasvatuksen lisääminen opettajankoulutuksessa on nostanut tuoreiden opettajien valmiuksia tekoälyteknologian osalta ja heille on selvää, että sen käytön keskiössä tulee aina olla pedagogiikka ja oppiminen, ei teknologia itsessään. Kentällä pitkään toimineiden opettajien tekoälyosaamisen taas on edelleen pitkälti kiinni kunkin omasta perehtyneisyydestä, miksi lisäkoulutuksen tarve onkin todellinen. Teknologia jatkaa kehitystään koulusta riippumatta – takaisinkaan emme voi enää kääntyä. Meidän tulee kuitenkin huolehtia siitä, että ohjaamme itse omaa kelkkaamme.

5.2.4 *TheMentor – tukiäly arjessa mukana*

17. marraskuuta 2040
”Aivan mahtavaa huomenta päivänsäde! Aamusi alkaa ympäristöopin kaksoistunnilla, jonka olet suunnitellut toteutettavaksi ryhmätyönä. Oppilaita voisit herätellä esimerkiksi kyselemällä eilisestä jääkiekko-ottelusta. Lounaan jälkeen opetat kutosille pari tuntia pesäpalloa, ja loppuiltapäivän ootkin varannut arviointien tekemiselle.”

Olen vaihtanut asetuksista TheMentorin ääneksi Vesa-Matti Loirin. Hauska tapa aloittaa aamu. TheMentor toimii monessa asiassa kuin sihteeri. Se pitää huolta aikatauluistani, muotoilee lähetettäviä viestipohjia, auttaa tuntisuunnittelussa ja arvioinneissa, etsii ja kääntää erilaisia tekstejä, jotka voisivat sopia kulloiseenkin opetettavaan aiheeseen ja auttaa suunnittelemaan erilaisia hankintoja opetusmateriaalien ja tarvikkeiden osalta.

Kuten Vesku aiemmin kertoi, aamu alkoi ympäristöopin kaksoistunnilla, jossa oppilaat tekivät ryhmätöitä. En vieläkään ymmärrä, kuinka ryhmän eri jäsenten TheMentorit yhdistyvät toisiinsa, mutta sen taito antaa reaaliaikaista palautetta työn asiasisällöstä sekä ryhmän keskinäisestä vuorovaikutuksesta on todella vakuuttavaa. Vaikka kyseenalaistan edelleen tekoälyn tiedollista auktoriteettiasemaa, niin on myönnettävä, ettei se asiavirheitä juurikaan tee – ainakaan määrissä itseeni verrattuna. Sen ohjeistaessa ryhmiä opetussuunnitelman asettamissa raameissa, pystyn olemaan varsin rauhallisin mielin ja keskittymään niihin ryhmiin, joilla on eniten haasteita. Oppitunneilla tulee aina yllättäviä tilanteita ja pystyn irtoamaan niihin TheMentoreiden ansiosta helposti. Niiden avulla koko luokan oppiminen ei keskeydy, vaikka opettajana olisinkin sidottu tiettyyn asiaan, esimerkiksi riidan selvittelyyn tai muuhun tuntisuunnitelman ulkopuolella tapahtuvaan toimintaan. Jos uran alkupuolella tuntui, ettei työpäivät meinanneet riittää pakollisten asioiden hoitamiseen, niin täytyy myöntää asian olevan

nykyään päinvastoin. Aikaa jää oppilaiden kohtaamiselle, opetuksen laadukkaalle suunnittelemiselle ja arviointeihin syventymiselle.

TheMentorin ollessa osana arviointiprosessia, henkilökemiat eivät ole oppilaiden kanssa niin suuressa roolissa, mikä on varmasti parantanut arvioinnin yhdenvertaisuutta. Pystyn ottamaan arvioinneissa myös laajemman määrän dataa huomioon, sillä TheMentorit keräävät sitä oppilaista valtavasti. Osan oppilaista kanssa tästä laajasta oppimisdatan keräämisestä on myös noussut huolta, sillä heidän elämästään on tullut suorittavaa, ja he kokevat olevansa jatkuvan tarkkailun kohteena. Suurelle osalle oppilaista TheMentor ja sen eriyttävä ote toimii kuitenkin hyvänä sparrausparina, etenkin kertaustunneilla. Syitä oppimistuloksien nousulle viime vuosina on monia, mutta uskon TheMentorin olleen yksi merkittävä tekijä.

Vastavalmistuneet opettajat tuntuvat olevan teknologian kanssa kuin kalat vedessä, niin kai se on aina ollutkin. Opettajankoulutuksessa on viime vuosina panostettu merkittävästi opetusteknologiaan ja tekoälyyn, niiden periaatteiden ymmärtämiseen ja eettiseen käyttöön koulumaailmassa. Laadukkaiden täydennyskoulutusten myötä myös me kokeneemmat olemme saaneet hyvin jutun juuresta kiinni. En osannut OKL-aikoina kuvitellakaan, että tekoälyllä olisi omat lakisääteiset oikeudet ja niistä opetettaisiin TELV-tunneilla (Tekoälyn Etiikka, Lukutaito, Vuorovaikutus). Maailma – myös koulumaailma kehittyy, mutta ajattelen, että peruskoulun periaate ihmisen tukemisesta yksilönä ja yhteiskunnan jäsenenä on pysynyt muuttumattomana.

6 POHDINTA

Tämän tutkielman tarkoituksena on käsitellä tekoälyn mahdollisia vaikutuksia opettajien työhön vuoden 2040 peruskoulussa. Tutkimus pyrkii vastaamaan kahteen tutkimuskysymykseen: 1) Minkälaisia vaihtoehtoisia tulevaisuuskuvia voidaan luoda vuoden 2040 peruskoulusta Delfoi-paneelin tuloksien pohjalta? 2) Minkälaisia toivottavia piirteitä tukiälylle voidaan määritellä Delfoi-paneelin tuloksia ja teoreettista viitekehystä yhdistämällä? Tutkimuksen aineistonkeruu toteutettiin Delfoi-menetelmän Real Time Delphi -metodivariaatiolla, missä asiantuntijoista koostuva Delfoi-paneeli otti kantaa tulevaisuusteeseihin ja kävi dialogia teesien aiheista. Delfoi-paneelin myötä muodostunutta, asiantuntijatiedosta koostuvaa tutkimusaineistoa analysoitiin tila-analyysin [taulukko 3] ja tulevaisuustaulukkomenetelmän [taulukko 4] avulla. Aineiston analysoinnin tuloksena syntyi kappaleessa 5.1 esitetyt neljä tulevaisuuskuvaa vuoden 2040 peruskoulusta, jossa tekoäly on vahvasti läsnä: *Business as usual*, *Rappio*, *Hallittu muutos* ja *TheMentor – tukiäly arjessa mukana*. Kappaleessa 6.1 tarkastellaan tulevaisuuskuvien *Business as usual*, *Rappio* ja *TheMentor – tukiäly arjessa mukana* sisältöjä. Kappaleessa 6.2 taas tarkastellaan tulevaisuuskuvaa *Hallittu muutos* tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen läpi, minkä myötä syntyviä tukiälyn toivottavia piirteitä esitellään kappaleessa 6.3. Kappaleessa 6.4 pohditaan tutkimusta sen tieteenfilosofisista ja eettisistä näkökulmista, kun taas kappaleessa 6.5 reflektoidaan tutkimuksen onnistumista ja rajoitteita. Kappale 6.6

6.1 Tulevaisuuskuvien tarkastelu

Ensimmäinen tulevaisuuskuva *Business as usual* mukailee Datorin (2009) *”Continued growth”* -tulevaisuuskuvan mallia. *Business as usual* kuvaa aineiston kannalta todennäköistä tulevaisuutta, joka on väritetty ei-toivottavilla piirteillä. Se kertoo vuoden 2040 peruskoulusta, jossa tulevaisuuskuvan nimen mukaisesti

asiat ovat jatkuneet ennallaan ja peruskoulun tavoitteet eivät ole muuttuneet nykypäivästä. Muutokset kouluinstituutiossa tapahtuvat edelleen sille ominaisella hitaudella, mikä on monelta kannalta hyvä asia, mutta koska uudistuksia ei ole tullut voimaan, eivät oppimistuloksetkaan ole kääntyneet nousuun. Kontrastia tulevaisuuskuvaan tuo naapurimaassa nousuun saadut oppimistulokset, jotka saavutettiin vähentämällä älylaitteita (heikko signaali: https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000009846175.html). Samalla reagoiminen teknologian vauhdikkaaseen kehitykseen on viivästynyt. Nykypäivän peruskoulusta havaittavat heikot signaalit, kuten koulushoppailu sekä resurssipulasta johtuva henkilöstövaje ja -vaihtuvuus ovat voimistuneet vuoteen 2040 mennessä. Tekoälyn läsnäolo peruskoulussa on vahvistunut, digitalisaation megatrendin mukaisesti, mitä kuvataan tässä tulevaisuuskuvassa tukiälybottien läsnäolona. Tätä myös panelistit pitävät todennäköisenä. Kertojana tulevaisuuskuvassa toimii luokanopettaja, joka hyödyntää tekoälyä ja pärjää siksi työssään, mutta on tullut epävarmaksi oman ammattiroolinsa muutoksista ja jonka ajatuksista on huomattavissa passivoitumisen merkkejä. Sekä opettajien että oppilaiden tekoälyn käyttötiedot ja -taidot vaihtelevat, mutta osa oppilaista yltää parempiin suorituksiin tukiälyn avulla, kuin aiemmin. Tekoälykasvatukselle olisi tarvetta niin yliopisto- kuin täydennyskoulutuksen muodossa, mikä saa vahvaa kannatusta aineistossa esimerkiksi teesin kuusi vastausten osalta [taulukko 4].

Toinen tulevaisuuskuva *Rappio* on luotu mukaillen Datorin toista tulevaisuuskuvaa ”*Collapse*”, minkä avulla kuvataan systeemin romahdusta. Tulevaisuuskuvassa kaksi tämä systeemin romahdus ilmenee suomalaisen peruskoulujärjestelmän arvostuksen laskuna – monet uskovat koulun ulkopuolisiin toimijoihin koulua parempina tiedonlähteinä. Tämän taustavaikuttajana toimii erilaiset sosiaalisen median algoritmit ja niiden kuplauttava vaikutus. Kertojana toimiva opettaja on passivoitunut tekoälyn vaikutuksesta ja hänen pohdinnoissaan on havaittavissa vahva usko tekoälyteknologiaan, mutta myös oman kriittisen ajattelukyvyn heikkeneminen. Opettajan rooli on tekoälyteknologian vaikutuksen myötä pienentynyt, mutta myös sekä fyysinen että psyykkinen työkuorma on keventynyt, mihin opettaja on tyytyväinen. Työn kuormittavuuden pieneneminen nähtiin aineistossa toivottavana sekä suurilta osin mahdollisena, mutta siihen liittyi vahvoja huolia

myös opettajien passivoitumisesta sekä ammattitaidon heikkenemisestä. Teknologian sulautuminen kaikkeen -megatrendi näkyy tulevaisuuskuvassa tekoälyn vahvana läsnäolona koulussa. Vuorovaikutussuhteet ovat muuttuneet oppilaiden kommunikoidessa enemmän tekoälyn kanssa kuin opettajan. Tunnerobotit ovat korvanneet tunnetaitojen harjoittelun ihmisen kanssa, mikä kuvastaa tunne- ja vuorovaikutustaitojen harjoittelun painottumista ihmisen sijaan tekoälyn kanssa tehtäväksi. Teknojättien intressit sekä algoritmien vinoumat ovat läsnä monessa opetusteknologiassa ja ne nakertavat oppilaiden tasa-arvoa, opettajan huomaamatta. Vaikka tulevaisuuskuvassa opettaja itsessään on dystooppinen hahmo, jota ei voi luonnehtia malliesimerkilliseksi kasvatusalan toimijaksi, peruskoulu itsessään ei ole peruuttamattomasti pilalla, vaan ongelma piilee digitalisaation ja tekoälyn rajoittamattomuudessa, mikä on alkanut näkymään ihmisissä. Vaikka Datorin (2009) mukaan minkään neljästä tulevaisuuskuvan mallista ei tulisi olla täyttä dystopiaa tai täyttä utopiaa, tämän tutkimuksen dyystooppisinta päätyä edustava *Rappio* kuvaa sellaista tulevaisuutta, jota tulisi välttää.

Neljäs tulevaisuuskuva *TheMentor – tukiäly arjessa mukana* mukailee Datorin tulevaisuuskuvaa ”*Transformation”*, joka on luonteeltaan kaikista utopistisin. *TheMentor – tukiäly arjessa mukana* -tulevaisuuskuvaa pohjautuu, aineistosta nousseen ja heikkona signaalina havaitun AGI-tekoälyteknologian (Artificial General Intelligence) mullistukselle, missä kyseisellä teknologialla varustetut henkilökohtaiset TheMentor-tekoälyentiteetit kulkevat sekä opettajan että oppilaiden tukiälyinä koulussa ja sen ulkopuolella, tarjoten apua lähes kaikessa mahdollisessa, mikä sujuvoittaa yksilön arkea ja tukee käyttäjänsä tiedollisesta ja taidollista kehitystä. Kertojana toimiva opettaja on tyytyväinen työhönsä ja luottaa omiin luokanopettajan ydintaitoihinsa, joista esimerkkejä ovat luokanhallinta, oppilaiden kohtaaminen, opetuksen suunnittelu ja arviointi. Opettaja toimii tukiälyn kanssa synergisessä yhteistyössä, ja vaikka luottaakin vahvasti sen oikeellisuuteen, hän tarkastelee sen toimintaa silti kriittisesti ja on valmis kyseenalaistamaan sen ratkaisuja. TheMentor tukee oppilaiden kokonaisvaltaista kasvua ja oppimista tarkoituksenmukaisilla tavoilla, mikä näkyy nyt myös oppimistuloksien nousuna, mutta samalla vahvistunut suorituskeskeisyys vaivaa niitä yksilöitä, joilla siihen on taipumusta.

Opettaja toteaa peruskoulun keskiössä olevan yksilön kehittyminen yhteiskunnan jäsenenä. Samalla on myös huomion arvoista, että koulun ja koko yhteiskunnan keskiössä vaikuttaa nyt TheMentor-tukiäly. Vaikka tukiälyä ei tässä tulevaisuuskuvassa mainita riippuvaisuutta aiheuttavana teknologiana, on perusteltua ajatella sen ylläpitävän asetelmaa, missä siitä ollaan riippuvaisia. TheMentoria onkin hyvä verrata aineistostakin nousseeseen ajatukseen tukiälystä Clark & Chalmersin (1998) esittelemän *ulkoisen kognition* työkaluna (engl. *extended cognition)*, joka auttaa ulkoistamaan ihmisen kognitiivisia toimintoja, kuten muistamisen, jonkin apuvälineen tehtäväksi. Niiltä osin, miten ulkoisen kognition työkaluilla on aiemmin viitattu esimerkiksi kirjoitustaitoon, laskimeen tai tietoteknologiaan, on TheMentorin kaltainen tukiäly mahdollisesti paljon laajempi ja moniulotteisempi, kuin ainoastaan ulkoisen kognition väline. Vaikka ihminen onkin sen luonut, on tulevaisuuskuvan mukainen TheMentor itsenäinen toimija ja näin riitelee ulkoisen kognition määritelmän kanssa. Maininta tekoälyn lakisääteistä oikeuksista perustuu aiheen ympärillä jo vuosia käytyyn keskusteluun (esim: https://www.helsinki.fi/fi/uutiset/talous/voiko-tekoalyn-haastaa-oikeuteen-nyt-pohditaan-kuka-vastuussa-kun-tekoaly-paattaa). Keskusteluissa mietitään, voisiko se olla oikeussubjekti tai Voiko sille antaa vastuuta, inhimillisyyden ja tunteiden puutteesta huolimatta.

6.2 Tulevaisuuskuvan kolme teoreettinen tarkastelu: kohti tukiälyä

Datorin (2009) kolmas tulevaisuuskuvamalli *discipline*, jonka mallia *Hallittu muutos* mukailee, kuvaa yhteiskuntaa, missä ei-haluttujen kehityskulkujen muuttamiseksi tehdään uudistuksia ja rajoituksia. Tämän tutkimuksen tehtävä kumpuaa tarpeesta luoda yhteisiä, tekoälyn koulutuskäyttöä koskevia suuntaviivoja. Kolmannen tulevaisuuskuvan teoreettisen tarkastelun avulla, voidaan tuottaa vastauksia toiseen tutkimuskysymykseen. Analysoimalla tulevaisuuskuvan sisältöjä ja aineistosta tehtyjä nostoja tutkielman teoreettisen viitekehyksen avulla, tukiälylle voidaan esittää toivottavat piirteet, pohjautuen sekä konstruktivistisen pedagogiikan periaatteisiin että kerättyyn asiantuntijatietoon. Teoreettisen tarkastelun rajaamista yhteen tulevaisuuskuvaan, voidaan perustella tulevaisuuskuvien yhtenevillä teemoilla. Jokaisen kuvan tarkastelu erikseen olisi tuottanut toisteisuutta.

Toimijuus herättää aineistossa huolta sekä oppilaan että opettajan osalta. Aktiivisen toimijuuden säilyttäminen koetaan tärkeänä ja tekoälyn varjopuolena nähdään sen mahdollinen passivoiva vaikutus. Aktiivinen toimijuus ja ajattelu on myös konstruktivistisen pedagogiikan keskiössä ja tiedon konstruointi edistyy sosiaalisen vuorovaikutuksen avulla (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011).

> Sopivasti ja joustavasti käytettynä erittäin hyvä kehityssuunta, kunhan toimijuus säilyy sekä opettajalla että oppijalla. (Teesi1)
>
> Tekoäly apuope voi helpottaa opettajan työtä ja oppilaan oppimista, toimien ikäänkuin edistyneenä oppikirjana. Tämä ei kuitenkaan poistaisi opettajan työtä vaan muuttaisi hieman sen luonnetta, ehkä vahvistaen ohjaajan roolia. (Teesi2)
>
> – pidän todennäköisenä, että ne [tekoälysovellukset] passivoivat ja tuottavat riippuvuutta (eli heikentävät motivaatiota tehdä suorituksia, joissa ei ole koneavusteisuutta) (Teesi2)
>
> Jos se [koneoppiminen] pysyy opettajan ideoinnin apuvälineenä, se on ihan hyvä. Mutta opettajan työnä ei missään tapauksessa ole ennakkosuunnitelmien "toteuttaminen" vaan pedagoginen vuorovaikutus oppilaiden/opiskelijoiden kanssa. Liian kaavamainen kuva opetuksesta tavoiterationaalisena ja välineellisenä suunnitelmien toteuttajana tuhoaisi opettajan ammattitaidon ja tekisi opettajista itsestään koneita. Se on täysin vastakkainen kuva sille suurelle professionaaliselle autonomialle, joka on ollut suomalaisen koulujärjestelmän keskeisiä vahvuuksia. (Teesi4)

Tulevaisuuskuvassa *Hallittu muutos* opettajan toimijuus tulee esiin matematiikan tunnilla, missä opettaja pohtii omaa rooliaan, aktiivisuuttaan, läsnäoloaan ja ajattelun näivettymisestä sekä apuope-toiminnon kykyä tarjota reaaliaikaisesta, luokkaa kuvaavaa dataa. Oppilaan työskentely apuope-toiminnon kanssa kuvaa toisen paradigman mukaista tilannetta, jossa oppilas oppii vuorovaikutuksessa tekoälyn kanssa (Ouyang & Jiao, 2021). Kokeeseen kertaamisessa tekoälyn keräämää oppimisdataa käytetään hyväksi tarjoamalla oppijan taitotason mukaisia, ajattelua aktivoivia tehtäviä, minkä voi nähdä noudattavan Tynjälän (2005) ajatuksia oppijan aikaisempien tietojen huomioimisesta pedagogiikan lähtökohtana. Työpajassa monialainen tiimi linjaa, että opettajan tulisi tekoälyä hyödyntäessään olla aktiivinen, luova, reagoiva ja vuorovaikuttava toimija. Työpajan linjauksista voi tunnistaa konstruktivistiselle pedagogiikalle tunnuksenomaisia piirteitä, kuten aktiivisen toimijuuden korostuminen, mutta myös Ouyangin ja Jiaon (2021) paradigman kolme mukaisia tekoälyn vahvistaman oppijan piirteitä.

Tulevaisuustaidoilla tarkoitetaan tässä sellaisia taitoja, joita sananmukaisesti tarvitsemme tulevaisuudessa. Aineistossa nousseita inhimillisiä tulevaisuustaitoja, joita teknologinen kehitys ei tule korvaamaan jatkossakaan ovat esimerkiksi kriittinen ajattelu, sinnikkyys, luovuus sekä tunne- ja vuorovaikutustaidot. Näiden taitojen lisäksi tarvitaan myös kokonaan uusia taitoja, kuten tekoälyn luku- ja käyttötaitoja. Tekoälyn käyttötaitojen ja -tietojen harjoittelu perustuu konstruktivistisen pedagogiikan peruspiirteeseen, missä tiedon oppimisen ja tiedon käytön harjoittelun kytkeminen toisiinsa mahdollistaa opitun asian soveltamisen (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011).

> Samalla kun tekoäly yleistyy tarvitaan vastapainoksi opetusta tekoälyn periaatteista ja tekoälyn lukutaitoa. (Teesi1)
>
> On kuitenkin olemassa asioita, joista pitää selvitä ilman tukiälyä tai teknologisia laitteita. Ns. välinetaitojen hallitseminen korostunee, ja soveltavampaa tietoa ja oppimista voidaan suorittaa tekoälyavusteisesti. (Teesi2)
>
> On todennäköistä, että tekoälyn kehitys parantaa tätäkin osaaluetta merkittävästi. On osoitettu, että digitaalisilla tunnetaitojen harjoitustehtävillä on positiivisia vaikutuksia tunnetaitojen kehittymiseen varsinkin erityisryhmillä. Lisätukena kannatettava kehitys ammattilaisen kohtaamisen ja toimenpiteiden lisäksi. (Teesi5)
>
> Tekoälyn selkeä, yleisesti tunnustettu heikkous on sen epäinhimillisyys, joten pidän itsestäänselvänä, että tunnekasvatuksessa tarvitaan opettajaksi sellainen, joka kykenee tuntemaan asioita myös itse - siis ihminen. (Teesi5)

Kolmannessa tulevaisuuskuvassa tulevaisuustaidot nostettiin esille useassa kohdassa. Oppilaat käyttävät digimateriaalin apuope -toimintoa ja opettaja hyödyntää dataa oppilaiden edistymisestä, missä oppilas noudattaa Ouyangin ja Jiaon (2021) paradigman kaksi mukaista tukiälyn käytön muotoa ja opettaja toimii paradigman kolme mukaisesti. Toisella tunnilla oppilaat kirjoittivat kehotteita ja keskustelevat tarpeen sanoittamisesta sekä oikeiden kysymysten esittämisestä. Näillä kuvataan tukiälyn luku- ja käyttötaidon tarvetta. Oppilaiden kanssa käydyssä keskustelussa esitettiin tunne- ja vuorovaikutustaitojen harjoittelemista tekoälyavusteisesti fiktiivisen ”Tunnekamu”-tekoälysovelluksen avulla. Tällä kuvataan toisen paradigman mukaista toimintaa, missä oppija ja tukiäly ovat vastavuoroisessa vuorovaikutuksessa keskenään (Ouyang & Jiao, 2021).

Tulevaisuuskuvassa esimerkkinä toimii sekä neljäs että yhdeksäs luokka. Neljännen luokan oppilaat käyttävät tekoälyä toisen paradigman mukaisesti, kun

taas yhdeksäsluokkalaisten esimerkissä kehotteiden kirjoittamisella viitataan paradigman kolme mukaiseen tekoälyn käyttöön, missä oppija tiedostaa itse olevansa oppimisen päämäärä (Ouyang & Jiao, 2021). Tällä tuodaan ilmi oppijan metakognitiivisten taitojen (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011), kehittymisen yhteyttä tekoälyn käytön tapaan. Kaikista tulevaisuuskuvista jätettiin alkuopetuksen luokat pois johtuen metakognitiivisten taitojen varhaisesta kehitysvaiheesta.

Tulevaisuuskuvan työpajassa tiimi nimeää tulevaisuuden ydintaidoiksi kriittisen ajattelun, sinnikkyyden, luovuuden sekä tunne- ja vuorovaikutustaidot. Konkreettisempiin taitoihin listattiin tekoälyn lukutaito, tarpeen sanallistaminen, promptien kirjoittaminen, tekoälyn eettinen kohtelu sekä sen kestävä käyttö. Tulevaisuuskuvan lopussa tuodaan esiin opettajankoulutuksen sekä opettajien täydennyskoulutuksen olennainen rooli, sillä jotta koulumaailma pystyy itse ohjaamaan muutosta, on opettajien ymmärrettävä tekoälyn toimintaa. Tämä ajatus nousi esiin myös aineistossa.

Tutkimusaineistossa käydyssä peruskoulun tulevaisuuteen liittyvässä tekoälykeskustelussa oppilaiden tasa-arvoon ja yhdenvertaisuuteen liittyvät kysymykset nousevat keskeisiksi. Tekoälypohjaisilla opetusteknologioilla nähdään aineistossa olevan potentiaalia oppilaiden tasa-arvon edistämiseen esimerkiksi arvioinnin, tuntisuunnittelun ja opetuksen eriyttämisen osalta. Oppilaiden tasa-arvon riskitekijöistä esiin nousivat esimerkiksi opettajan liiallinen nojautuminen tekoälyn kykyyn suunnitella tunteja, tekoälyn algoritmeissa piilevät vinoumat, joiden taustalla vaikuttaa tekoälylle syötetyn tiedon puutteellisuus.

> Tässä [tekoälysovellukset tuntien suunnittelijoina] on todellista potentiaalia - jo tällä hetkellä. Tukena opettajalle, kyllä, mutta riskit on olemassa, jos automaatioon lähdetään nojaamaan liiaksi. Tämäkin on myös oppijoiden tasa-arvon kannalta erittäin tärkeä kysymys (Teesi 4)

> Tekoälyn ja algoritmien on huomattu ottavan "naamakertoimen" hyvin konkreettisesti huomioon algoritmeissa olevan vinoumien tai opetusaineiston vuoksi. Esimerkiksi juuri värillisten kasvot ovat olleet tekoälylle ongelma kun opetusdata on koostunut valkoisten kasvoista. Päästäänkö näistä vinoumista eroon? Tuskinpa. (Teesi 3)

> Tekoälyn tasa-arvoisuus perustuu juurikin siihen, onko tekoälyä opetettu tasavertaiseksi. Jos ei ole, niin arvioitikaan ei ole tasa-arvoista. (Teesi 3)

Kun edellä mainittua uhkakuvaa opettajan liiallisesta nojautumisesta tulevaisuuskuvan tukiälyyn tarkastellaan viitekehyksen kautta, voidaan opettajan

nähdä toimivan tukiälyn kanssa Ouynagin ja Jiaon (2021) paradigmojen kaksi ja kolme vastaisesti, jolloin opettaja ei ole johtavassa asemassa suhteessa omaan päätöksentekoon, vaan toimii konemaisena tuntisuunnitelmien toteuttajana. Tulevaisuuskuvan esittämissä opettajan pohdinnoissa tekoälyteknologialla vahvistettu ”apuopetoiminto” antaa oppilaille henkilökohtaista palautetta, auttaa oppilasta työskentelyssä ja ongelmaratkaisussa oppilaan taitotason mukaisesti. Oppilaan ja tekoälyn suhteessa voidaan jälleen huomata yhtäläisyyksiä Ouyangin ja Jiaon (2021) paradigmaan kaksi, jolloin tekoälyn tarjoama palaute huomioi oppilaan taitotason ja tarpeet. Lisäksi konstruktivistisen pedagogiikan mukaisen taitotason huomioimisen periaatteet toteutuvat tekoälyn eriyttämistoiminnoissa (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011). Oppilaan todellisen taitotason ja erityistarpeet huomioiva ja niiden tietojen mukaan opetusta eriyttävä tukiäly toimii opetuksessa tasa-arvoa ja yhdenvertaisuutta edistävästi. Tulevaisuuskuva *Business as* usual ilmentää myös aineistosta nousseita tekoälyn epätasa-arvoistavia vaikutuksia. Algoritmiikan aiheuttamista tekoälyn vinoumista johtuva tiettyjen piirteiden korostuminen voi arvioinneissa suosia joitain oppilaan ominaisuuksia, toisten jäädessä varjoon, mikä epätasa-arvoistaa arviointia. Tämä on myös konstruktivistisen pedagogiikan mukaisen kokonaisvaltaisen arvioinnin periaatteen vastaista (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011). Vinoumista on paneelin mukaan vaikeaa – jopa mahdotonta päästä eroon, minkä vuoksi opettajan harkinnalla tulee aina olla merkittävä rooli tukiälyn avulla suoritettavassa, yhdenvertaisuutta edistämään tähtäävässä arviointityössä.

Myös kielitaidon merkitys korostuu tulevaisuuden koulussa, jossa tekoäly on läsnä. Tekoälyteknologialla varustettujen käännössovellusten yleistyminen erityisesti S2-oppilaiden opiskelun apuvälineenä on aineiston mukaan todennäköistä, ja jottei kielitaito heikkenisi käännössovellusten käytön myötä, on S2-opetuksesta pidettävä kiinni. S2-opetukseen panostaminen ja sen myötä S2-oppilaiden kielitaidon edistäminen nähdään myös yhdenvertaisuutta lisäävänä tekijänä. Kielen ja kulttuurin väliset konventiot eivät aineiston mukaan käänny nykyisten käännössovellusten avulla, mikä Tynjälän (2005) esittämiä konstruktivistisen pedagogiikan periaatteita soveltaen voidaan nähdä oppimista haittaavana tekijänä, eikä siksi ole toivottava piirre opetuksessa käytettävälle tekoälylle. Käännöstyökaluna toimivan tekoälyn tulisi pystyä tulkitsemaan ja

kääntämään kielen kulttuurisia vivahteita, ollakseen linjassa tutkielman viitekehyksessä määritellyn tukiälyn piirteiden kanssa.

Aineistosta nousevissa kannanotoissa tekoälyllä nähdään potentiaalia opettajan työkuormaa keventävänä sekä oppilaiden arvioinnin tasa-arvoa ja tasalaatuisuutta edistävänä, ”second opinion” -apuvälineenä, joka tarjoaa näkökulmia opettajan päätöksenteon tueksi. Riskinä tekoälyn avulla tehtävässä arvioinnissa piilee opettajan roolin pieneneminen. On olennaisen tärkeää, että vastuu arvioinnista säilyy opettajalla ja vuorovaikutus opettajan ja oppilaan välillä säilyy koko oppimisprosessin ajan. Merkittävä tekijä aineiston mukaan on tekoälylle opetettu tieto, joka arviointityökalujen kohdalla tulisi perustua opetussuunnitelman mukaisiin tavoitteisiin.

> Kunhan tekoäly ei sanatarkasti "vastaa" arvioinnista, lienee tämä yksi sen selkeimmistä vahvuuksista opetuksessa, jolla voidaan tarkoituksenmukaisesti automatisoida jotain sellaista, jossa ihmisen subjektiivinen tapa tulkita tuloksia tuottaa jossain määrin epäoikeudenmukaisuutta arvioinneissa (Teesi 3)

> Jos arvosana perustuu jatkuvaan näyttöihin perustuvaan arviointiin, tekoäly voi olla omiaan antamaan laajaa ja tasapuolista palautetta. En kuitenkaan antaisi kaikkea arviointivastuuta tekoälylle - "second opinion" opettajan avuksi! (Teesi 4)

> Arviointianalytiikka ja sen automaatio ovat pitkälti tavoiteltavaa, kunhan se saadaan toimivaksi ja mielekkääksi. Vahva yhteys tavoitteista arviointiin on keskeistä. (Teesi 4)

Kolmannessa tulevaisuuskuvassa esiintyvä tekoälyteknologialla varustettu ”apuopetoiminto” on digitaaliseen oppimateriaaliin koodattu vuorovaikutteinen keskustelutoiminto, joka tarjoaa reaaliaikaista palautetta oppilaalle, ja keventää opettajan työtaakkaa formatiivisen arvioinnin osalta. Tulevaisuuskuvassa apuopetoiminto tukee opettajaa myös summatiivisten arviointien kohdalla ”second opinion” -työkaluna, joka joko vahvistaa opettajan harkitsemaa, vielä keskeneräistä arviota tai tarjoaa arvion osalta muokkausehdotuksia. Näiltä osin tulevaisuuskuvan mukainen apuope-toiminto noudattaa konstruktivistisen pedagogiikan mukaisia periaatteita arvioinnin kokonaisvaltaisuudesta (Tynjälä, 2005; Järvinen, 2011). Apuope-toiminnon kaltainen tukiäly tarjoaa opettajalle tietoa oppilaiden taitotasosta, mitä opettaja voi formatiivisen ja summatiivisen palautteen laatimisessa halutessaan hyödyntää Ouyangin ja Jiaon (2021) kolmannen paradigman tavoin. Oppilaan käytössä apuope-toiminnon kaltainen

tukiäly toimii vastavuoroisessa vuorovaikutussuhteessa oppilaan kanssa, missä se esittää oppilaalle kysymyksiä ja vastaa oppijan esittämiin kehotteisiin, samalla antaen reaaliaikaista palautetta ja aktivoiden oppilaan ajattelua soveltuvin ärsykkein, oppilaan työskentelyn lomassa. Ouyangin ja Jiaon (2021) määritelmiä soveltaen, apuope-toimintoa vastaava tukiäly toimisi näin ollen oppilaan käytössä paradigman kaksi mukaisesti, kun taas opettajan kohdalla tukiäly on luonteeltaan paradigman kolme kaltainen.

Edellä esitetty havainto oppilaan suhteesta paradigmaan kaksi ja opettajan suhteesta paradigmaan kolme on siinä mielessä mielenkiintoinen, että se on toistuva teema tässä kappaleessa. On huomioitava, että edeltävienkin kuvausten mukaisena toimintona tekoälyn käyttö arvioinnissa on aineiston sekä teorian mukaan suositeltavaa ainoastaan silloin, kun sen arviointikriteerit pohjautuvat opetussuunnitelman tavoitteisiin ja tuntee oppilaan aiemmin oppimat sisällöt. Vain tällöin se toimii niin konstruktivistisen pedagogiikan, kuin paradigmojen mukaisesti.

6.3 Tukiälyn toivottavat piirteet

Jotta tekoälyn käyttöä koulutuksessa ohjaa pedagogiset, ei teknologiset intressit, on sen käyttöä perusteltava oppimisen näkökulmasta. Tätä tarkoitusta varten, tässä kappaleessa esitellään tutkimuksemme pohjalta muodostuneet tukiälyn toivottavat piirteet. Tukiälyn piirteet on määritetty tässä tutkimuksessa yhdistämällä tekoälyn paradigmoja, konstruktivistista pedagogiikkaa sekä Delfoi-paneelin avulla kerättyä tutkimusaineistoa ja niistä jalostettuja tulevaisuuskuvia. Tukiälyn toivottavien piirteiden määrittelyssä otetaan huomioon sekä oppilas että opettaja. Tutkimusaineiston tarjotessa laajempaa näkökulmaa opettajan työhön liittyvien tekijöiden kannalta, painottuu opettajan näkökulma myös tukiälyn piirteissä.

6.3.1 Aktiivisen toimijuuden ja ajattelun tukeminen

Tukiälyn tulee kannustaa sekä oppilaan että opettajan aktiiviseen toimijuuteen. On toivottavaa, että tukiäly toimii vastavuoroisessa yhteistyössä oppilaan kanssa ja yhteistyön perustana on sosiaalinen vuorovaikutus. Tukiälyn tulisi tarjota

oppilaalle oppimista tukevia ärsykkeitä, jotka aktivoivat ajattelua, ei valmiita tai liian johdattelevia vastauksia. Opettajan kannalta tukiälyn toiminnot tulisi olla vuorovaikutuksellisia ja aktiivista toimijuutta edistäviä, jotka tarjoavat opettajalle tukea työnsä toteuttamiseksi – eivät ohjaa sitä. On toivottavaa, että tukiäly tehostaisi opettajan työskentelyä tarkoituksenmukaisin tavoin siten, että opettaja voisi ohjata resurssejaan oppilaiden kohtaamiseen ja oppimisprosessin tukemiseen.

6.3.2 Arviointi- ja suunnittelutyön tukeminen – ei ohjaaminen

Arviointi- ja suunnittelutyö kuuluvat olennaisesti opettajan ydintehtäviin. Linjassa opettajan toimijuutta vahvistavien piirteiden kanssa, tukiäly voi toimia sekä arvioinnissa että suunnittelussa opettajan ”second opinion” -työkaluna, joka tukee opettajan päätöksentekoa ja luovaa työskentelyä. Tukiälyn piirteenä arvioinnin osalta korostuu sen mahdollisuudet formatiivisessa arvioinnissa. Oppimisanalytiikan avulla oppimista pystytään seuraamaan tarkemmin, jolloin oppimisprosessin arviointi sen eri vaiheissa helpottuu. Suunnittelutyön osalta on toivottavaa, että tukiäly vahvistaa opettajan suunnitteluprosessia, eikä ohjaa sitä. Summatiivisen arvioinnin kohdalla on toivottavaa, että opettaja toimii johtavassa roolissa arvioinnin päätöksenteossa ja tukiäly tukee päätöksentekoa tarjoamalla kokonaisvaltaista oppimisdataa. Oppilaiden osalta tukiälyn toivottaviin piirteisiin arvioinnin näkökulmasta kuuluu sen toimintojen perustuminen vuorovaikutukselliselle yhteistyölle, minkä aikana tukiäly tarjoaa oppilaan todelliseen taitotasoon perustuvaa, reaaliaikaista ja oppimisprosessia tukevaa formatiivista palautetta.

6.3.3 Systemaattinen harjoittelu käytön edellytyksenä

Jotta tekoäly voidaan tuoda koulumaailmaan oppimisen työkaluna, on varmistettava, että opettajilla on riittävä tietämys tekoälyn toiminnasta. Tämän edistämiselle on kaksi tapaa: tekoälyn lisääminen opettajankoulutuksen oppisisältöihin ja tekoälyteknologiaan keskittyvän täydennyskoulutuksen järjestäminen. ”Tekoälykasvatuksen” tuominen osaksi opettajankoulutusta sai toivottavuudessa ja todennäköisyydessä Delfoi-panelistien täyden tuen. Jotta

kaikkien tuoreiden opettajien valmiudet tekoälyn hyödyntämiselle olisivat riittävällä tasolla, sen sisällyttäminen opettajankoulutukseen on toteutettava suunnitellusti.

Tekoälyn luku- ja käyttötaidot ovat olennaisia sekä opettajalle että oppilaalle. On osattava huomioida sen esittämän tiedon mahdollinen vinoutuneisuus, minkä vuoksi on ensin ymmärrettävä, miten se luo sisältöä ja millaisen datamassan pohjalta sen esittämä materiaali on rakennettu. Tekoälyä hyödynnettäessä opetuskäytössä on sen antamaa tietoa kyettävä ajattelemaan kriittisesti ja tämä vaatii metakognitiivisten taitojen kehittymistä. Tekoälyn lukutaitoon sisältyy myös kyky ymmärtää, mihin ja miten tekoälyä on tarkoituksenmukaista käyttää ja mitä taitoja se ei korvaa tulevaisuudessakaan.

6.3.4 Päämääränä yhdenvertaisuus

Kaikkia tukiälyn toivottavia piirteitä läpileikkaava päämäärä on oppilaiden yhdenvertaisuuden edistäminen. On toivottavaa ja todennäköistä, että tukiälyn tarjoaman yksilöidyn tuen ansiosta sitä käyttävän oppilaan oppiminen tulee vahvistumaan. Se ei kuitenkaan yksinään riitä päämäärän saavuttamiseksi. Algoritmien vinoumat on pystyttävä huomioimaan tukiälyn koulutuskäytössä, sillä niiden huomiotta jättäminen tuottaa epätasa-arvoa oppilaiden välillä eikä vinoumista olla näillä näkymin pääsemässä eroon. Sen lisäksi olisi toivottavaa, että mahdollisimman monelle, opettajalle ja sen myötä oppilaalle, tarjottaisiin yhtäläiset mahdollisuudet tekoälyn käyttötietojen ja -taitojen harjoitteluun. Tukiälylle toivottavaa olisi, että sen toiminnan ohjenuorana toimisi opetussuunnitelman tavoitteet. Näin ollen opetussuunnitelma tulisi sisällyttää tukiälyyn, mutta myös tukiäly tulisi sisällyttää opetussuunnitelmaan.

6.4 Tutkimuksen eettinen ja tieteenfilosofinen pohdinta

Tulevaisuudentutkimus voidaan jakaa kolmeen peruskysymykseen: millaisia mahdollisia tulevaisuuksia on olemassa, mitkä niistä ovat todennäköisiä ja mitkä niistä ovat toivottavia (Bell, 1997). Veli Virmakosken (2022) mukaan tulevaisuudentutkimuksen taustalla vaikuttavia teorioita ja malleja tunnistettaessa on huomioitavaa, että sen tieteenalalle ominainen luonne

poikkeaa monista muista tieteenaloista siten, että sen lähtökohdista ei nouse niihin verrattuna samalla tavalla tunnuksenomaisia teorioita tai näkökulmia. Käytettävät teoriat tulevat usein muilta tieteenaloilta, mikä tekee tulevaisuudentutkimuksesta moninaisen ja mielenkiintoisen tieteenalan (Virmakoski, 2022; Bell, 1997).

Bell (1997) esittelee myös muita tulevaisuudentutkimuksen lähtökohtia, kuten sitä, että tutkimusalalle tyypillistä on holistinen monitieteellisyys, ei tieteellinen reduktionismi. Vaikka mahdollisten tulevaisuuksien määrä on valtava ja pystytään rakentamaan toivottuihin kuviin johtavia erilaisia polkuja, on muistettava, että olemassa vain yksi tulevaisuus ja päätöksiä tehdessä olisi hyvä varmistaa sen olevan yhteisen edun mukainen (Bell, 1997).

Tieteen aitoa objektiivisuutta tulee kyseenalaistaa, sillä tiedettä on kautta aikojen rahoitettu eri valtaa pitävien toimijoiden, kuten valtioiden ja yritysten toimesta ja näin pyritty toteuttamaan toimijoiden omia valtapoliittisia intressejä. (Kylliäinen, 2021; Minkkinen & Ruotsalainen, 2021). Tähän ajatukseen nojaten, voidaan todeta, että myös tulevaisuudentutkimusta on mahdollista käyttää valtapoliittisia intressejä edistävän tiedon tuottamiseen. Tulevaisuudesta tehtävä tutkimus heijastelee väistämättä tutkijan omia arvoja, kiinnostuksen kohteita, vinoumia ja intressejä. Tämä pitää toki paikkansa kaiken tutkimuksen kannalta, mutta erityisesti silloin, kun käsitellään toteutumatonta tulevaisuutta, tutkijan on tiedostettava, että siihen liittyvät odotukset, toiveet ja valinnat eivät ole luonteeltaan neutraaleja (Kuusi & Linturi, 2022; Kylliäinen, 2021).

Kaikkia vakavasti otettavien tieteenalojen tutkimuksia velvoitetaan noudattamaan yleisiä tieteelliselle tutkimukselle asetettuja, tutkimuksen eettisiä lähtökohtia määritteleviä kriteerejä. Nilivaara (2023) käyttää omassa peruskoulun tulevaisuutta tarkastelevassa väitöskirjatutkimuksessaan Godet:n (2000) määritelmiä tulevaisuudentutkimuksen etiikkaa ohjaaville vaatimuksille: relevanssivaatimus, koherenssivaatimus sekä vakuuttavuusvaatimus (Nilivaara, 2023). Godet:n relevanssivaatimuksen mukaan tutkimuksen on vaikutettava yleisiin arvoihin ja päätöksentekoon toivottavan tulevaisuuden saavuttamiseksi ja pyrittävä mahdollisimman hyvään. Koherenssivaatimus velvoittaa tutkijaa perehtymään taustoihin ja kuvaamaan tutkimusprosessia sekä polkujen kehittymistä mahdollisimman läpinäkyvästi ja objektiivisesti. Vakuuttavuusvaatimus taas peräänkuuluttaa tulvaisuudentutkimuksen

toteutuksen tieteellistä uskottavuutta, eli plausibiliteettiä, jota määrittävät muun muassa tutkimuksen metodologiset valinnat sekä eettisten näkökulmien käsitteleminen (Godet, 2000). Myös tämä tutkimus on toteutettu näitä tulevaisuudentutkimuksen etiikkaa ohjaavia vaatimuksia noudattaen.

Kuulan (2006) mukaan luontevin lähestymistapa tutkimusetiikkaan on normatiivinen etiikka, jonka teoriat vastaavat aina jotakin moraalisia sääntöjä ja arvoja. Normatiivisen etiikan teorioista konsekventialistinen etiikka ja sen haasteet koskettavat myös tulevaisuudentutkimusta, sillä kuten Bell (1997) toteaa, tekojemme seuraamukset sijaitsevat tulevaisuudessa. Tulevaisuus ei ole predeterministinen, minkä vuoksi sen ajattelu, suunnitelmien tekeminen ja niiden arvioiminen on välttämätöntä, kun pyrimme tekemään mahdollisimman hyviä valintoja (Bell, 1997). Seurausetiikan keskeisenä tehtävänä, mutta myös haasteena on arvioida tutkimuksen tulosten vaikutusta ja niiden seurauksia (Kuula, 2006). Ajattelemme, että tulevaisuudentutkimuksen seurauseettisen tarkastelun mahdollistaa aiemmin mainittu tutkimuksen plausibiliteetti, joka mittaa tulosten toteutumisen todennäköisyyttä. Jos tutkimuksen uskottavuus jää heikoksi, sen seurauseettisestä tarkastelusta tulee haastavaa ja irrelevanttia. Tulevaisuudentutkimuksessa puhutaan luotettavuuden sijaan usein plausibiliteetistä, sillä tulokset tulevat todeksi tai falsifioituvat vasta tulevaisuudessa. Kuusen ja Linturin (2022) mukaan, Delfoi-tutkimuksen uskottavuuden kannalta olennainen asia on asiantuntijuuden määrittely ja sen perusteella tehty monipuolinen panelistien valinta. Tähän tutkimukseen saatavien näkökulmien kattavuutta pyrittiin toteuttamaan valitsemalla panelisteiksi erilaisissa rooleissa olevia, eri alojen asiantuntijoita sekä tarkastelemaan asiantuntijuus- ja asianosaisuusalojen jakautumista asiantuntijamatriisin avulla.

Tutkimukseen osallistuville asiantuntijoille välitettiin tarvittavat tietosuojaa koskevat tiedotteet sekä luvattiin anonymiteetin suoja kutsukirjeen yhteydessä [liite 1]. Sen lisäksi osallistujien suostumus tutkimuksessa osallistumiseen ja siihen liittyviin tietosuojaseikkoihin kerättiin Delfoi-paneelilomakkeen kautta. Panelistien nimilistan [liite 3] julkaisemiseksi tehty päätös noudattaa Linturin (2020b) mukaisia Delfoi-tutkimuksen ominaispiirteitä sekä toimii Delfoi-paneelin kautta kerätyn aineiston laadun eduksi, niin kuin Kuusi (2013) toteaa. Panelistien anonymiteetti säilyi onnistuneesti läpi tutkimuksen, eikä panelistien kommentit ole yhdistettävissä aineistosta tehtyihin nostoihin. Tietosuojan toteutuminen sekä

tutkimuksiin osallistuneiden että tutkimusaineiston kannalta varmistettiin tutkimuksen aikana suojaamalla kerätty digitaalinen aineisto käyttäjätunnuksella, salasanalla ja kaksivaiheisella käyttäjän tunnistuksella (MFA). Valmistuessaan tutkimusaineisto ei sisältänyt suoria tunnistetietoja.

6.5 Onnistumiset, rajaukset ja rajoitteet

Kun käsitellään sitä, mitä pitäisi tehdä ja mitä ei, on argumentatiivisessa Delfoissa aina mukana poliittinen aspekti (Kuusi ja Linturi, 2022). Tämä pätee paitsi tutkimukseemme, myös meihin, tutkimuksen toteuttajiin. Olemme molemmat kiinnostuneita monenlaisesta teknologiasta ja alanvalinnasta johtuen luonnollisesti myös opetusteknologiasta. Innostuminen uudesta asiasta aiheuttaa helposti korostunutta optimismia punnitessa sen soveltamismahdollisuuksia erilaisiin käyttötarkoituksiin. Vaikka tiedostimme tämän jo tutkimuksen alkuvaiheessa, on sen vaikutus ollut väistämättä läsnä aiheen valinnasta ja teesien muotoilusta lähtien. Ajattelemme kuitenkin, että juuri kiinnostuneisuus ja innostuneisuus ovat mahdollistaneet tämän tutkimuksen tekemisen, sen laajasta aiheesta ja tutkimuksen tekijöille vieraasta metodista huolimatta.

Onnistuimme valitsemaan tutkimusta varten sopivat panelistit, joiden asiantuntijuus näkyi panelistien antamien kommenttien sisällöllisenä ja argumentatiivisena laatuna. Onnistumista asiantuntija-alojen kattamisessa osalta tukee myös tuore tutkimustieto, missä Langran ym. (2024) luettelevat tekoälyn vastuullisen koulutuskäytön määrittelemisestä vastuussa olevia toimijoita: päättäjät (policy makers), hallinnon ammattilaiset (administrators), opettajat (teachers), opiskelijat (students) ja opettajankouluttajat (teacher educators). Panelistien kirjalliset kommentit olivat usein pitkiä ja niiden sisältämä pohdinta oli syvällistä ja tieteenalakohtaisen termistön tuntevaa. Aineistonkeruu onnistui myös siltä kannalta, että jokaiseen seitsemästä teesistä tuli neljätoista kannanottoa, ja kommentteja reilusti enemmän. On kuitenkin huomioitava, että osa kannanotoista sijoittui nelikentän origoon, jolloin on mahdollista, ettei panelisti halunnut tai osannut ottaa kantaa. Kehityskohtana paneelin kokoamisessa on sen koko sekä joidenkin intressialojen vajaa edustus. Linturin (2020a) mukaan Delfoi-paneelin suositeltava koko on 15–35 panelistia, joita tässä tutkimuksessa oli lopulta 14. On myös perusteltua esittää kritiikki, että

tämän tutkimuksen Delfoi-paneeli olisi tarvinnut suuremman edustuksen kouluhallinnon intressialalta.

Delfoi-tutkimuksessa tulevaisuusteesit ovat yksi merkittävä tekijä sen osalta, tuottaako tutkimus tuloksia, jotka auttavat löytämään vastauksia asetettuun tutkimusongelmaan. Mielestämme tässä tutkimuksessa käytetyt teesit olivat sekä sisällön että muotoilunsa puolesta onnistuneita. Tätä tukee saamamme palaute:

> Erinomaisia kysymyksiä ja väitteitä. Nämä herättelivät ajattelua ja varmastikin lähipäivinä omatkin ajatukset vielä jalostuvat. Nämä toimisivat hyvinä herätteinä kaikkien opettajien ajattelulle. (Kohta 8 – avoin vastaus)

Linturin ym. (2020) mukaan onnistuneen Delfoi-kierroksen tunnuspiirteitä ovat esimerkiksi teesivastausten ja niiden kommentoinnin runsaus sekä kommenttien synnyttämä runsas dialogi, johon on osallistunut useampi kuin kaksi panelistia. Parhaimmillaan teesien yksittäiset kommenttiketjut olivat viiden peräkkäisen kommentin mittaisia. Välillä tuntui, että keskustelut lähtivät elämään omaa elämäänsä. Kun teesien muotoilua pohditaan Linturin ja Rubinin (2011) ajatuksiin peilaten, voidaan todeta kuudennen teesin olleen tutkimusmetodin kannalta epäonnistunein, vaikka tuottikin käyttökelpoisia tuloksia. Kaikista tulevaisuusteeseistä se tuotti yhdenmukaisimpia näkemyksiä panelistien välillä, vaikka jättääkin kysymyksiä auki sen osalta, minkälaisia opintoja tekoälykasvatus mahdollisesti korvaisi.

Stubin & Linturin (2024) mukaan Delfoi-kierroksen aikana Delfoi-manageri toimii paneelissaan ikään kuin kapellimestari johtamassaan orkesterissa. Delfoi-kierroksen aikana olimme aktiivisessa yhteydenpidossa varsinkin niihin panelisteihin, jotka eDelphi-sivuston seurantatoiminnon mukaan eivät olleet jättäneet yhtäkään vastausta. Yhteydenpito näihin panelisteihin osoittautui merkittäväksi myös sen kannalta, että useamman panelistin kohdalla alkuperäinen kutsulinkki oli päätynyt roskapostiin. Kaikkien panelistien aktiivisuutta pyrittiin lisäämään lähettämällä yleisiä tiedotteita [liite 2], missä muistutettiin esimerkiksi vastausten tallentamisesta, kommentoinnin avautumisesta sekä jäljellä olevasta vastausajasta. Koemme manageroinnimme olleen onnistunutta, sillä kaikki neljätoista panelistia saatiin vastaamaan kaikkiin seitsemään teesiin. Kehityskohtana manageroinnin osalta näemme sen, että

järjestyksessä ensimmäiset teesit saivat eniten kirjallisia kommentteja. Tämän johdosta ensimmäisten teesien osuus tutkimuksen aineistossa korostuu. Emme osanneet ottaa huomioon tätä ennen paneelin päättämistä, mutta jälkikäteen pohdimme, että teesijärjestyksen randomisointi voisi ratkaista tämän aineiston vinoutumista aiheuttavan ongelman ja potentiaalisesti parantaa metodin luotettavuutta verkkototeutuksissa. Managereina olisimme myös voineet kiihdyttää keskustelua esimerkiksi tekemällä kommenttinostoja tiedotteissa, muokkaamalla teesejä tai järjestämällä keskustelua huipentava ”hot moment”, joka Linturin (2020c) mukaan kerää panelistit keskustelemaan tiettynä sovittuna ajankohtana, ja joka usein pidetään paneelin loppupuolella. Huolimatta Delfoi-managerointiin liittyvistä kehityskohdista, Delfoi-paneelin myötä syntynyt tutkimusaineisto on kattava, ja se palveli käyttötarkoitustamme tässä tutkimuksessa. Onnistumisena ja tutkimustuloksia validoivana tekijänä voi myös pitää sitä, että tutkielman tutkimustulokset ovat linjassa alan tuoreen tutkimuskirjallisuuden kanssa (Langran ym., 2024; Lähdesmäki, 2024).

Aikaresurssien rajallisuus on usein rajoitteena minkä tahansa tutkimuksen kohdalla. Koemme ettei aikarajoitteet estäneet toteuttamasta visiotamme tästä tutkimuksessa, mutta mikäli tutkielman tekemiseen olisi ollut runsaammin aikaa, olisimme tulevaisuuskuvien lisäksi voineet hahmottaa tulevaisuutta skenaroinnin avulla. Tutkimuksen toteuttaminen kahdestaan osoittautui hyvin hyödylliseksi, sillä uskomme sen mahdollistaneen näinkin laajan tutkimuksen toteuttamisen osa pro gradu -tutkielmaa. Myös saamamme ohjauksen ja runsaan palautteen osuus on tutkielman onnistumisen osalta merkittävä. Koemme, että tutkimusprosessin aikana yhdessä käymämme pohdinnat kantoivat usein hedelmää, ideoiden ja oivallusten muodossa. Tämä vie ajatukset konstruktiivisen pedagogiikan mukaiseen käsitykseen siitä, että sosiaalinen vuorovaikutus edistää uuden tiedon rakentumista ja vanhan tiedon muovautumista.

6.6 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimusaiheet

Kuudennen teesin tila-analyysistä voidaan vetää selkeä johtopäätös: asiantuntijat haluavat nähdä tekoälykasvatuksen osana opettajankoulutusta ja pitävät sitä myös todennäköisenä tulevaisuudessa. Tätä tulosta voi itsessään käyttää tukena kehitettäessä opettajankoulutusta, missä keskeiset pohdinnanaiheet liittyvät sen

oppisisältöihin sekä muutoksiin yleisessä tuntijaossa. Näiden pohdintojen lisäksi jatkotutkimusten ratkottavaksi jää se, mitä tulisi jättää pois, kun tekoälykasvatus tulee osaksi luokanopettajakoulutuksen tutkinto-ohjelmaa.

Edellä esitellyn tuloksen selkeydestä huolimatta, se ei välttämättä ole argumentatiivisen Delfoi-tutkimuksen kannalta kaikista mielenkiintoisin. Mielenkiintoisimpia tuloksia löydetään kiista- ja dialogitilassa olevista teeseistä. Kiistatiloihin päätyneet teesit neljä ja viisi [taulukko 4] kertovat siitä, että asiantuntijoiden uskomukset ja mielipiteet ovat vielä tietyissä kysymyksissä niin perustavanlaatuisesti hajautuneita tai polarisoituneita, ettei dialogi päässyt syntymään – joidenkin asenteiden, arvojen ja uskomusten täytyy siis kehittyä. Jotta aiheista saataisiin dialogia mahdollistavaa lisätietoa jatkotutkimusaiheena voisi olla esimerkiksi selvittää tätä tutkimusta yksityiskohtaisemmin, miten tekoälyä tulisi tai voisi hyödyntää tuntisuunnittelun välineenä tarkoituksenmukaisesti tai jääkö inhimillinen ulottuvuus vuorovaikutuksen ulkopuolelle, kun tunne- ja vuorovaikutustaitoja harjoitellaan tekoälyteknologian avulla. Dialogitilassa olevien teesien yksi, kaksi, kolme ja seitsemän [taulukko 4] argumentoivan dialogin pohjalta voidaan löytää erilaisia mahdollisuuksia tekoälyn hyödyntämiselle tulevaisuudessa. Ne tarjoavat vastauksia siihen, minkälaisista aiheista keskusteleminen olisi hedelmällistä ja voisi lopulta johtaa konsensukseen sekä yhteisen ratkaisun löytymiseen. Hyödyllisiä jatkotutkimusaiheita voi näin ollen löytää teesien yksi, kaksi, kolme ja seitsemän aiheista.

Tutkielmassa esitetyt tulevaisuuskuvat tarjoavat kaikille aiheesta kiinnostuneille katsauksen peruskoulun tulevaisuuteen, missä tekoäly on eri tavoin läsnä. Tulevaisuuskuvat itsessään syntyvät ihmisten odotuksista, toiveista ja huolista ja ne vaikuttavat toteutuvaan tulevaisuuteen toimintamme ja sitä ohjaavien valintojen kautta (Rubin, 2013). Tässä tutkielmassa esitetyt tulevaisuuskuvat ovat tuloksina luonteeltaan sellaisia, että eri lukijat tulkitsevat niitä eri tavoin ja riippuen omista taustatiedoistaan ja arvopohjastaan, vetävät niistä erilaisia johtopäätöksiä. Tämän tutkimuksen tulevaisuuskuvat eivät itsessään voi tarjota valmiita vastauksia tai linjoja päätöksenteossa noudatettavaksi. Teoreettisesti tarkasteltuna niiden piirteistä osa voidaan kuitenkin määritellä toivottavammiksi kuin toiset. Koska koulutus ja kasvatus ovat aina tulevaisuuden eteen tähtäävää työtä, tulevaisuuden tutkiminen ja sen kautta

syntyvä tutkimustieto on keskeistä niiden tekojen ja valintojen löytämiseksi, jotka ovat koulutuksen ja kasvatuksen eduksi. Tarve pitkänäköisille linjauksille tekoälyteknologian käytön osalta peruskoulussa sekä opettajankoulutuksen ja opettajien täydennyskoulutuksen kehittämiselle on ilmeinen. Vastauksia siihen, mistä asioista suuntaviivoja olisi tarvetta nyt alkaa vetämään, voi lähteä tulkitsemaan esimerkiksi tulevaisuuskuvista tai tukiälyn piirteistä. Tulevaisuuskuvassa *Hallittu muutos* kuvataan aineistosta nousseita näkökulmia tekoälyn hyödyntämiseen vaadittavista inhimillisistä ydintaidoista sekä tarpeellisista tekoälyn käyttötiedoista ja -taidoista. Näiden lisäksi kappaleessa 6.3 tarkastellaan peruskoulukäyttöön tulevan tukiälyn toivottavia piirteitä sekä sen käyttöä edellyttäviä periaatteita.

Pohdittavaa jää paljon yhdenvertaisuuteen liittyvien teemojen osalta. Vaikka vinoumien ratkomiseksi tehdään Radwanin ja McGintyn (2024) mukaan töitä, ensisijaisesti niiden vaikutuksia kasvatuksessa ja koulutuksessa tulisi minimoida opettajia kouluttamalla, missä tekoälyn käytön etiikka nousee arvoon. Mikäli esittelemämme kaltainen, opetuskäyttöön suunniteltu tukiäly tekisi todella tuloaan suomalaiseen peruskouluun, olisi yhdenvertaisuuden puolesta toivottavaa, että sen käyttöönotto tapahtuisi kouluissa mahdollisimman samanaikaisesti, jotta kaikilla olisi yhtäläiset mahdollisuudet hyödyntää sitä ja oppia sen käyttöä. Tämä kuitenkin on liian suuri ongelma tutkielmassamme ratkaistavaksi ja ehkä on hyödyllisempää keskittyä niihin tekijöihin, joihin vaikuttaminen on tehokkaampaa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimusta ohjaava tutkimusongelma pyrkii selvittämään, minkälaisia vaikutuksia asiantuntijat näkevät tekoälyllä olevan opettajan työhön ja miten vaikutukset näkyvät suomalaisessa peruskoulussa vuonna 2040. Tutkimusongelmasta tarkentui kaksi tutkimuskysymystä: 1) Minkälaisia vaihtoehtoisia tulevaisuuskuvia voidaan luoda vuoden 2040 peruskoulusta Delfoi-paneelin tuloksien pohjalta? 2) Minkälaisia toivottavia piirteitä tukiälylle voidaan määritellä Delfoi-paneelin tuloksia ja teoreettista viitekehystä yhdistämällä?

Tulevaisuuskuvia luotiin neljä: *Business as usual, Rappio, Hallittu muutos* ja *TheMentor – tukiäly arjessa mukana* ja niiden keskeisiksi teemoiksi nostettiin aineistossa korostuneet: toimijuus, tulevaisuustaidot, suunnittelu ja arviointi sekä tasa-arvo ja yhdenvertaisuus. Yhdistämällä teoreettinen viitekehys aineistoon ja erityisesti *Hallittu muutos* -tulevaisuuskuvaan, muodostettiin tukiälyn toivottavat piirteet. Nämä piirteet ovat 1) aktiivisen toimijuuden ja ajattelun tukeminen, 2) arviointi- ja suunnittelutyön tukeminen – ei ohjaaminen, 3) systemaattinen harjoittelu käytön edellytyksenä ja 4) Päämääränä yhdenvertaisuus.

Lopuksi voidaan palata johdantoluvun ajatuksiin todeten, että tukiäly pitää sisällään teknologian lisäksi vahvan inhimillisen näkökulman. Oli kyse sitten kirjoitustaidosta tai ChatGPT:sta, on vastuu teknologian tarkoituksenmukaisesta käytöstä ensisijaisesti ihmisellä. Tekoälyä käyttävän ihmisen, koulumaailmassa opettajan ja oppilaan, on hallittava sen käyttöä ja ymmärrettävä sen toiminnan periaatteita, jotta sen avulla päästään kohti yhteisiä ja yksilöllisiä tavoitteita.

8 LIITTEET

Liite 1: Sähköpostitse lähetetty kutsukirje

Kutsuviesti

Hei, (kutsuttavan nimi)

*Keräämme asiantuntijoita **22.1.-5.2.2024** järjestettävää verkkopaneelia varten, jossa keskustellaan **tekoälyn mahdollisista vaikutuksista tulevaisuuden peruskouluun.** Toteutamme paneelin osana pro gradu –tutkielmaamme, jota ohjaavat Tomi Jaakkola ja Päivi Nilivaara. Olemme sinuun yhteydessä, (kutsuttavalle personoitu osa).*

Koulu kehittyy tavalleen ominaisesti hitaasti, mutta varmasti. Samalla teknologinen kehitys taas kiihtyy kiihtymistään. Vuoden 2022 lopussa ChatGPT:n johdolla käynnistynyt tekoälyn murros hakee suuntaansa koulumaailmassa, minkä vuoksi keskustelu tekoälyn roolista koulussa on välttämätöntä. Korvaako tabletin opebottisovellus pulpettiin nojailevan opettajan? Toteuttaako oppimisanalytiikkaan pohjautuva tekoälysovellus oppilaiden arvioinnit ilman naamakerrointa?

Tutkimuksemme tulee toimimaan keskustelualustana, jolla eri alojen asiantuntijat pääsevät anonyymisti ottamaan kantaa tekoälyn roolia peruskoulussa koskeviin tulevaisuusteeseihin. Tutkimusasetelma on laatuaan ensimmäinen. Tutkimus toteutetaan suomalaisten tulevaisuudentutkijoiden kehittämällä eDelphi.org –sivustolla. Osallistuminen ei siis vaadi fyysistä läsnäoloa.

Paneeli on auki kaksi viikkoa, joista ensimmäisen viikon aikana panelistit ottavat itsenäisesti kantaa teeseihin ja toisen viikon aikana panelistit kommentoivat toistensa kannanottoja sekä käyvät niistä keskustelua. Riittää siis, että ensimmäisellä viikolla panelisti käy kerran vastaamassa teeseihin ja toisella viikolla kommentoi muiden panelistien kannanottoja.

Osaksi asiantuntijapaneelia on kutsuttu suomalaisia kasvatustieteiden ja tulevaisuudentutkimuksen tutkijoita, kouluhallinnon ammattilaisia, tekoäly- ja oppimisanalytiikkahankkeiden parissa työskenteleviä, luokanopettajina toimivia sekä luokanopettajaopiskelijoita. Paneeliin osallistuvien nimet tullaan julkaisemaan tutkimuksen julkaisun yhteydessä, mutta yksittäiset vastaukset ja henkilöt eivät ole yhdistettävissä toisiinsa.

*Tieto osallistuvista panelisteista on meille tärkeä, joten **vastaathan tähän viestiin osallistumismahdollisuudestasi, myös mikäli olet estynyt.** Linkki varsinaiseen asiantuntijapaneeliin tullaan lähettämään eDelphi.org -sivuston kautta.*

Lisätietoa Delfoista menetelmänä:

https://metodix.fi/2020/06/11/delfoi-menetelman-tunnusmerkit/

Tietosuojailmoitus liitteenä. Kysythän, mikäli jokin asia jäi askarruttamaan.

Ystävällisin terveisin,

Vili Hämynen, Tampereen yliopisto,

vili.hamynen@tuni.fi, 0445340044

Sampo Rauvola, Tampereen yliopisto,

Sampo.rauvola@tuni.fi, 0504360255

Liite 2: Delfoi-paneelissa lähetetyt tiedotteet

Tiedotteet

Toinen kierros auki!

Muiden panelistien vastaukset ovat nyt nähtävissä ja kommentoitavissa. Toinen kierros on auki maanantain 5.2. iltaan asti. Muistutamme vielä vastausten tallentamisesta! Sampo & Vili

Luotu 29.1.2024, muokattu 29.1.2024

Viimeinen paneelipäivä!

Hyvää alkanutta viikkoa, panelistit! Paneeli on auki tänään klo 23:59 asti, joten vastaamista, kommentoimista sekä omien vastausten täsmentämistä voi vielä jatkaa päivän loppuun asti. Sampo & Vili

Luotu 5.2.2024, muokattu 5.2.2024

Liite 3: Delfoi-paneeliin osallistuneet asiantuntijat

Delfoi-panelistit

Forsström, Sampo
Helminen, Juho
Horila, Mikko
Järvilehto, Lauri
Kupiainen, Reijo
Kuusi, Osmo
Laitinen, Miika
Lehto, Kirsi
Nokelainen, Petri
Oinas, Sanna
Pohjola, Riku
Ryhänen, Matti
Tammi, Tuomo
Tomperi, Tuukka

9 LÄHTEET

Aalto, H.-K., Heikkilä, K., Keski-Pukkila, P., Mäki, M. & Pöllänen, M. (toim.) (2022). Tulevaisuudentutkimus tutuksi – Perusteita ja menetelmiä. Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemian julkaisuja 1/2022, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto, 481 s, https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-563-1.

Abbot, J. & Ryan, T. (2001). Constructing Knowledge and Shaping Brains. *HOW*, *9*(1), 9–13. Retrieved from https://www.howjournalcolombia.org/index.php/how/article/view/198

Amara, R. (1981). The Futures Field. Searching for Definitions and Boundaries. The Futurist, Vol. XV, 25–29.

Amineh, R. J., & Asl, H. D. (2015). Review of constructivism and social constructivism. *Journal of social sciences, literature and languages*, *1*(1), 9-16.

CELLA. (2024). Center for Learning and Living with Artificial Intelligence. Oulun yliopisto. https://www.oulu.fi/en/projects/center-learning-and-living-artificial-intelligence

Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The Extended Mind. *Analysis (Oxford)*, *58*(1), 7–19. https://doi.org/10.1111/1467-8284.00096

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). Research methods in education. Taylor & Francis Group.

Dator, J. (2009). Alternative Futures at the Manoa School. Luku A. Noticerin Time, sivut, 37-54.

eDelphi.org. (päivitetty) eDelphi-prosessi, 1. vaihe. Delfoi-menetelmän verkkosovellus. Metodix oy. Haettu 19.03.2024 osoitteesta https://www.edelphi.org/help.page?documentId=28417

Ervast, H. (2023). Kouluverkoista oppimisverkkoihin. Koulutuksen asiantuntijoiden käsityksiä lapin perusopetuksen tulevaisuudesta.

Väitöskirjatutkimus. Lapin yliopisto. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-337-374-7

Fosnot, C. T., & Perry, R. S. (1996). Constructivism: A Psychological Theory of Learning. In C. T. Fosnot (Ed.), Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice (pp. 8-33, 2nd ed.). New York: Teachers College Press.

Glenn, J., Florescu, E., Millennium Project Team. (2016). Future Work/Technology 2050 Real-Time Delphi Study: Excerpt from the 2015-16 State of the Future Report. J Socialomics 5: 171. http://dx.doi.org/10.4172/2167-0358.1000171

Gnatzy, T., Warth, J., von der Gracht, H. & Darkow, I-L. (2011). Validating an innovative real-time Delphi approach – A methodological comparison between real-time and conventional Delphi studies. Technological Forecasting & Social Change, 78 (2011), 1681–1694. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.04.006

Godet, M. (2000). How to be rigorous with scenario planning. Foresight, 2(1), 5–9. https://doi.org/10.1108/14636680010802438

Gordillo Kontio, U. & Tapio, P. (2017). Four Mexican dreams: What will drive the Mexican millennial to invest? Futures, Vol. 93, 89–101.

Gordon, T. & Pease, A. (2006). RT Delphi: An efficient, “round-less” almost real time Delphi method. Technological Forecasting and Social Change, 73(4), 321–333. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.09.005

Grassini, S. (2023). Shaping the Future of Education: Exploring the Potential and Consequences of AI and ChatGPT in Educational Settings. Educ.Sci.2023,13,692. https:// doi.org/10.3390/educsci1307069

Haenlein, M. & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. California Management Review.

Hiltunen, E. (2008). The future sign and its three dimensions. Futures, 40(3), 247–260.

Huttu, K. (2023). Tietoperustaisuus perusopetuksen digitaalisen transformaation hallinnassa: systeeminen näkökulma tietoperustaisuuden rakentumiseen. Lapin yliopisto. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-337-337-2

Järvinen, M-J. (2011). Konstruktivistinen oppimiskäsitys opettajan pedagogisena työvälineenä alkuopetuksessa. Näkökulmia muutokseen. Tampereen yliopisto. https://urn.fi/urn:isbn:978-951-44-8380-6

Kautonen, N. (2023). Tekoäly ja tukiäly osana tulevaisuuden kaupunkisuunnittelua. Diplomityö. Oulun yliopisto. https://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202306142470

Kuula, A. (2006). Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Vastapaino.

Kuusi, O. (2003). Delfoi-menetelmä. Teoksessa Kamppinen, M., Kuusi, O. & Söderlund, S. Tulevaisuudentutkimus – Perusteet ja sovellukset. (204-225). Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.

Kuusi, O. (2013). Delfoi-menetelmä. Teoksessa Bergman, T., Heinonen, S., Kuusi, O., Penttilä, I. & Salminen, H. (toim.), Miten tutkimme tulevaisuuksia? 3., uudistettu painos (s. 248–266). Tulevaisuuksien tutkimuksen seura.

Kuusi, O. & Linturi, H. (2022). Tulevaisuuksia ennakoiva Delfoi-menetelmä. Teoksessa: Tulevaisuudentutkimus tutuksi – perusteita ja menetelmiä. Tulevaisuudentutkimuksen verkostoakatemian julkaisuja 1/2022. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turun yliopisto.

Kuusi, O. & Virmajoki, V. (2022). Tulevaisuudentutkimuksen filosofiset perusteet. Teoksessa: Tulevaisuudentutkimus tutuksi – Perusteita ja menetelmiä. Tulevaisuudentutkimuksen verkostoakatemian julkaisuja 1/2022. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turun yliopisto.

Kuusi, O. (1999). Delfoi-menetelmä. Verkossa http://www.metodix.fi.

Kylliäinen, P. (2021). Miten tehdä globaalisti ja ontologisesti rehellistä tulevaisuudentutkimusta ja ennakointia? Futura 3/2021. Tulevaisuuden tutkimuksen seura.

Kylmäkoski, M. & Rainò, P. (2021). Delfoilla tulevaisuuteen. Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja, 120.

Langram, E., Searson, M. &Trumble, J. (2024). Transforming Teacher Education in the Age of Generative AI. Teoksessa Exploring New Horizons: Generative Artificial Intelligence and Teacher Education. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). https://www.learntechlib.org/p/223928/

Lindgren, J., Mokka, R., Neuvonen, A., Toponen, A., Liukas, L., & Hirvonen, I. S. (2019). *Digitalisaatio : murroksen koko kuva*. Tammi.

Linturi, H. (2020a) Delfoi-prosessin vaiheet. Metodix. Haettu 13.3.2024 osoitteesta https://metodix.fi/2020/04/16/delfoi-prosessin-vaiheet/

Linturi, H. (2020b). Delfoi-menetelmän tunnusmerkit. Metodix. Haettu 5.4.2024 osoitteesta https://metodix.fi/2020/06/11/delfoi-menetelman-tunnusmerkit/

Linturi, H. (2020c). Delfoi-kierrokset. Metodix. Haettu 18.4.2024 osoitteesta https://metodix.fi/2020/11/13/6-delfoi-kierrokset/

Linturi, H. (2024). Tulevaisuudentutkimuksen idea. Metodix. Haettu 15.4.2024 osoitteesta https://metodix.fi/2023/10/23/tulevaisuudentutkimuksen-idea/

Linturi, H., Linturi, M. & Jauhiainen, O-P. (2020). Uudistuva Delfoi-metodi ja eDelphi 2020. ISBN 978-952-6605-07-4. Delfoi-sarja 2/2019. Metodix Oy. Helsinki.

Linturi, H. & Rubin, A. (2011). Toinen koulu, toinen maailma: Oppimisen tulevaisuus 2030. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. TUTU-julkaisuja 1/2011.

Lähdesmäki, S. (2024). Eettinen perusta tekoälyn hyödyntämiseen koulutuksessa. Kasvatus & Aika, 18(1), 41–49. https://doi.org/10.33350/ka.142410

Mertala, P. (2019). (Vasta)kertomuksia koulutuksen digitalisaatiosta. *Kasvatus & Aika*, *13*(3), 26–45. https://doi.org/10.33350/ka.76593

Mishra, P. & Heath, M, K. (2024). The (Neil) Postman Always Rings Twice: 5 Questions on AI and Education. Teoksessa Exploring New Horizons: Generative Artificial Intelligence and Teacher Education. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). https://www.learntechlib.org/p/223928/

Minkkinen, M. & Ruotsalainen, J. (2021). Kuvittelun kuoppaisuus – kuusi kriittistä teesiä tulevaisuuden kuvittelemisesta ja toimijuudesta tulevaisuudentutkimuksessa. Futura 3/2021. Tulevaisuuden tutkimuksen seura.

Mäkelä, M., Karjalainen, J. & Parkkinen, M. (2022). Tulevaisuuskuvat: Merkitykset, roolit ja käyttötavat tulevaisuudentutkimuksessa. Teoksessa: Tulevaisuudentutkimus tutuksi – perusteita ja menetelmiä. Tulevaisuudentutkimuksen verkostoakatemian julkaisuja 1/2022. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turun yliopisto.

Mäkiniemi, J.-P., Ahola, S., Syvänen, A., Heikkilä-Tammi, K., & Viteli, J. (2017). *Digitalisoituva koulu - hyvinvoivat opettajat? Miten edistää digitalisoitumista ja työhyvinvointia*. Tampereen yliopisto.

Nilivaara, P. (2023). #Peruskoulu2040: Kolme skenaariota tulevaisuuden peruskouluun. Väitöskirja. Tampereen yliopisto. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-2876-4

Ouyang, F. & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. Computers and Education: Artificial Intelligence, Volume 2, 2021, 100020. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020

Platon. (1961). Faidros. Teoksessa Platon: Viisi tutkielmaa. Suomentanut J. A. Hollo. Werner Söderström Osakeyhtiö, Porvoo.

Radawin, A. & McGinty, J. (2024). Toward a Conceptual Generative AI Ethical Framework in Teacher Education. Teoksessa Exploring New Horizons: Generative Artificial Intelligence and Teacher Education. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). https://www.learntechlib.org/p/223928/

Roose, K. (2023b). This A.I. Subculture's Motto: Go, Go, Go. The New York Times.

Rubin, A. (2012). FUTUREX – "Olisihan se hienoa, jos oppisi kuin itsestään!" Future experts -projektin Delfoi-tutkimus. Turun yliopisto. http://www.utupub.fi/handle/10024/76678

Rubin, A. (2013). Hidden, inconsistent, and influential: Images of the future in changing times. Futures, Vol. 45, S38–S44.

Ruotsalainen, J. & Minkkinen, M. (2021). Kuvittelun kuoppaisuus – kuusi kriittistä teesiä tulevaisuuden kuvittelemisesta ja toimijuudesta tulevaisuudentutkimuksessa. Futura 3/2021. Tulevaisuuden tutkimuksen seura.

Searson, M. Langran, E. &Trumble J. (2024). Exploring new horizons: Generative artificial intelligence and teacher education. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). https://www.learntechlib.org/p/223928/

Steffe, L. P., & Gale, J. E. (Eds.). (1995). *Constructivism in education*. Psychology Press

Stubin, T. & Linturi, H. (2020). Delfoi-manageri. Metodix. Haettu 7.4.2024 osoitteesta https://metodix.fi/2020/12/16/5-delfoi-manageri/

Tervasmäki, T., & Tomperi, T. (2018). Koulutuspolitiikan arvovalinnat ja suunta satavuotiaassa Suomessa. *Niin & näin*, *25*(2), 164-200. http://netn.fi/node/7333.

Toivonen, H. (2019). Tekoäly vai tukiäly? In I. Hetemäki, H. Koskinen, T. Pulkkinen, & E. Väliverronen (Eds.), Kaikenlaista rohkeutta (pp. 62-63). Gaudeamus.

Tuni. (2024). Copilot. Haettu 23.4.2024 osoitteesta https://www.tuni.fi/fi/it-palvelut/kasikirja/viesti-tallennus-ja-videotapaamispalvelut/microsoft-365/copilot

Turchin A. (2019). Assessing the future plausibility of catastrophically dangerous AI Futures, 107, pp. 45-58, 10.1016/j.futures.2018.11.007

Turoff, Murray. (2009). The past, present, and future of Delphi. Futura. 4. 32-44.

Unesco. (2022). K-12 AI curricula: a mapping of government-endorsed AI curricula. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602

Unesco. (2023). Guidance for generative AI in education and research. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693

WEF. (2023). Megatrends and their impact on the global investment landscape. Haettu 23.11.2023 osoitteesta https://www.weforum.org/agenda/2023/01/megatrends-and-their-impact-on-global-investing-davos23/

Windschitl, M. (2002). Framing Constructivism in Practice as the Negotiation of Dilemmas: An Analysis of the Conceptual, Pedagogical, Cultural, and Political Challenges Facing Teachers. *Review of Educational Research*, *72*(2), 131-175. https://doi.org/10.3102/00346543072002131