

# **Tekoälyn hyödyntäminen liikepankeissa**

**Utilization of artificial intelligence in commercial banks**

Kandidaatintyö

Juha Lähteinen

## TIIVISTELMÄ

<b>Tekijä: Juha Lähteinen</b>	
<b>Työn nimi: Tekoälyn hyödyntäminen liikepankeissa</b>	
<b>Vuosi: 2021</b>	<b>Paikka: Lappeenranta</b>
Kandidaatintyö. LUT-yliopisto, Tuotantotalous. 35 sivua ja 6 kuvaa Tarkastaja(t): Lea Hannola	
<b>Hakusanat:</b> liikepankki, tekoäly, koneoppiminen, neuroverkko, luotonanto, asiakaspalvelu <b>Keywords:</b> commercial bank, artificial intelligence, AI, machine learning, neural network, lending, customer service	
<p>Viimeaikainen tietokoneiden laskentatehon kasvu yhdistettynä datan saatavuuden ja määrän lisääntymiseen on lisännyt kiinnostusta tekoälyn sovelluksia kohtaan pankkialalla. Tämän kandidaatintyön tavoitteena on selvittää, miten tekoälyä on mahdollista hyödyntää liikepankkien liiketoimintaprosesseissa ja millaisia haasteita siihen liittyy. Työssä keskitytään tutkimaan tekoälyn hyödyntämistä luotonantoon ja asiakaspalveluun liittyvissä prosesseissa.</p> <p>Työn alussa määritellään liikepankki-käsite, esitellään liikepankkien keskeisimmät toiminnot ja perehdytään tekoälyn käyttöönottoon kannustaviin ajureihin. Sen jälkeen tutustutaan tarkemmin tekoälyyn, sen osa-alueisiin ja siihen, miten dataa voidaan käyttää tekoälyalgoritmien opettamiseen. Lopuksi selvitetään, miten tekoälyä hyödynnetään luotonannossa ja asiakaspalvelussa, sekä millaisia haasteita tekoälyn käyttö tuo mukanaan.</p> <p>Vaikka tekoälyn hyödyntämisessä havaittiin olevan monia haasteita, kuten käytön läpinäkyvyys, yksityisyydensuoja ja teknologian käytännön toteutus, tutkimustulosten perusteella edistyneiden tekoälyteknologioiden ja uudenlaisten datatyyppeiden avulla pystytään liikepankkitoiminnassa kehittämään halvemmalla tehokkaampia ja tarkempia prosesseja, joista hyötyvät sekä pankit että asiakkaat.</p>	

## SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto .....	3
1.1	Tavoitteet, rajaukset ja tutkimuskysymykset .....	3
1.2	Työn menetelmät ja rakenne .....	4
2	Liikepankkitoiminta .....	6
2.1	Liikepankit .....	6
2.2	Ajurit tekoälyn käyttöönotolle liikepankeissa .....	8
3	Tekoäly ja sen osa-alueet .....	12
3.1	Tekoäly .....	12
3.2	Koneoppiminen .....	14
3.3	Neuroverkot .....	17
4	Tekoälyn hyödyntäminen liikepankeissa .....	19
4.1	Luotonanto .....	19
4.2	Asiakaspalvelu .....	22
4.3	Tekoälyn haasteet liikepankeissa .....	24
5	Johtopäätökset .....	28
6	Lähteet .....	31

# 1 JOHDANTO

2000-luvulla digitalisoitujen rahoituspalvelujen käyttö on kasvanut nopeasti. Ihmisen älykkyyttä on ryhdytty simuloimaan, parantelemaan ja toistamaan keinotekkoisten tekniikoiden avulla älykkäiden koneiden ja laitteiden luomiseksi. Tekoäly, jonka perusteet ovat tietotekniikassa, kielitieteissä, psykologiassa, matematiikassa ja filosofiassa, on osoittautunut tehokkaaksi välineeksi rahoituspalveluissa. (Tadapaneni 2020) Viimeaikainen tietokoneiden laskentatehon kasvu yhdistettynä datan saatavuuden ja määrän lisääntymiseen on johtanut suuren kiinnostuksen heräämiseen tekoälyn mahdollisia sovelluksia kohtaan (Financial Stability Board 2017). Tekoälyn uusia sovelluksia otetaan nopeasti käyttöön pankkisektorilla, ja yritykset käyttävät nyt analyyttisiä työkaluja, kuten koneoppimista ja keinotekoisia neuroverkkoja, analysoidakseen saatavilla olevia uusia ja valtavia tietomääriä (Tadapaneni 2020). Pankit ovat myös kiinnostuneet investoimaan entistä enemmän tekoälysovellusten tutkimukseen ja kehittämiseen. Tekoälyteknologian kehitys onkin ollut keskeisessä roolissa lähes kaikissa pankkien toiminnoissa aina asiakaskokemuksen parantamisesta vaatimustenmukaisuuden hallinnan tehostamiseen. (European Banking Federation 2019) On sanomattakin selvää, että tekoälyn merkitys pankkien toiminnassa tulee vain kasvamaan entisestään, kun teknologinen kehitys jatkaa kulkuaan ja palvelut muuttuvat yhä digitaalisemmiksi. Tekoäly yhdessä teknologisen kehityksen ja suurten datamäärien kanssa tarjoaa pankeille mahdollisuuden luoda kustannustehokkaampia ja asiakaslähtöisempiä palveluja, kunhan sitä käytetään huolellisesti ja harkiten osana liiketoimintaprosesseja.

## 1.1 Tavoitteet, rajaukset ja tutkimuskysymykset

Tekoälyn merkitys osana yritysten liiketoimintaprosesseja kasvaa jatkuvasti, mikä tarjoaa tälle kandidaatintyölle oivan mahdollisuuden selvittää, miten liikepankit voivat hyötyä tekoälystä. Työn tavoitteena on löytää konkreettisia hyödyntämismahdollisuuksia tekoälylle osana liikepankkien liiketoimintaprosesseja sekä luoda tiivis kuva niistä haasteista, joita liikepankit joutuvat kohtaamaan, kun ne käyttävät tekoälyä.

Tässä työssä tekoälyn hyödyntämismahdollisuudet on rajattu koskemaan liikepankkien toiminnoissa luotonantoa sekä asiakaspalvelua. Tekoälyn hyödyntämistä luotonannossa on

relevanttia tutkia, sillä luoton myöntämiseen liittyy aina riskejä, joilla voi olla erittäin merkittäviä vaikutuksia pankkien liiketoimintaan (Ghodselahti & Amirmadhi 2011). Onnistunut asiakaspalvelu puolestaan on pankeille tärkeä kilpailutekijä, joten tekoälyn hyödyntäminen asiakaspalvelussa on mielenkiintoinen tutkimuskohde. Näin ollen tämän kandidaatintyön päätutkimuskysymyksenä on:

*”Miten tekoälyä voidaan hyödyntää liikepankeissa, erityisesti luotonannossa ja asiakaspalvelussa?”*

Tekoälyn liittyvien haasteiden osalta tutkimus on toteutettu yksittäisiä toimintoja laajemmalla tasolla, mutta se on rajattu tarkasteltavaksi liikepankkien näkökulmasta. Päätutkimuskysymyksen rinnalle on valittu yksi apukysymys, jonka avulla saadaan selville, millaisia ongelmia tekoälyä hyödynnettäessä kohdataan:

*”Mitä haasteita tekoälyn hyödyntämisessä on liikepankeissa?”*

Tutkimuskysymyksiin vastaamalla saadaan selville, miten liikepankit voivat hyödyntää tekoälyä osana liiketoimintaansa sekä mitä haasteita ne kohtaavat kyseistä teknologiaa hyödyntäessään.

## **1.2 Työn menetelmät ja rakenne**

Kandidaatintyö toteutetaan kirjallisuuskatsauksena pohjautuen aihetta koskevaan teoriakirjallisuuteen ja tutkimuksiin. Rakenteeltaan kandidaatintyö koostuu viidestä luvusta, joista ensimmäisenä on johdanto sisältäen työn tavoitteet ja menetelmät. Toisessa luvussa käsitellään liikepankkitoimintaa. Siinä määritellään, mitä liikepankeilla tarkoitetaan ja esitellään niiden keskeisiä toimintoja. Tämän jälkeen tutustutaan tekoälyn käyttöönottoon kannustaviin ajureihin. Kolmannessa luvussa käydään läpi tekoälyä ja sen osa-alueita. Siinä kerrotaan lyhyesti tekoälyn historiasta, jonka jälkeen tarkastellaan, mitä tekoäly on sekä mitä muotoja sillä on. Seuraavaksi luvussa perehdytään koneoppimiseen ja neuroverkkoihin, jotka ovat tekoälyn tärkeitä osa-alueita. Kummassakin edellä mainitussa kappaleessa määritellään peruskäsitteitä ja kerrotaan, miten dataa käytetään tekoälyn opettamisessa. Luvut kaksi ja kolme

luettuaan lukija hahmottaa, mitä liikepankkien toiminta pitää sisällään ja mitkä ajurit kannustavat tekoälyn käyttöönottoon, sekä ymmärtää, mitä tekoäly on ja miten dataa käytetään sen eri osa-alueilla, jotta koneet saadaan tekemään älykkäitä toimintoja.

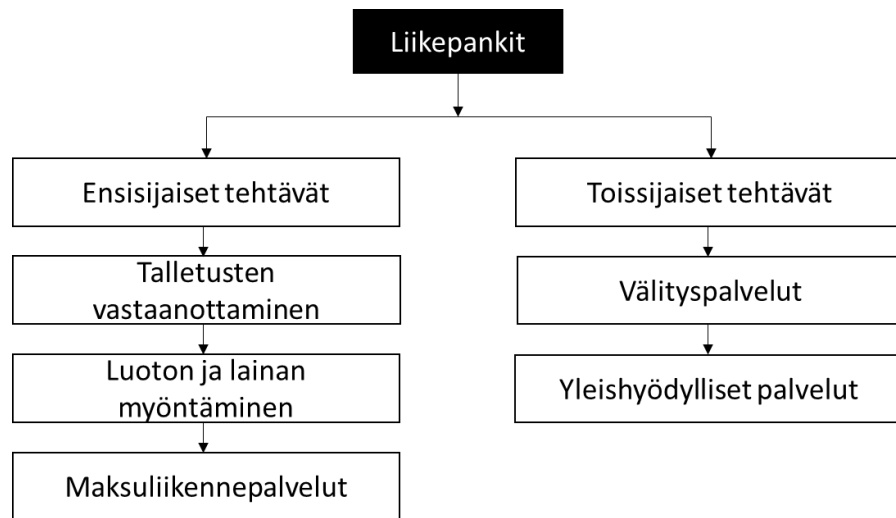
Neljännessä luvussa hyödynnetään toisessa ja kolmannessa luvussa luotua teoriataustaa, kun tutkitaan, miten tekoälyä voidaan hyödyntää aiemmin rajatuissa liikepankkien toiminnoissa. Luvussa tutkitaan myös sitä, millaisia haasteita liikepankit ovat kohdanneet pyrkiessään hyödyntämään tekoälyä. Luvussa vastataan työssä esitettyihin tutkimuskysymyksiin ja sen luettuaan lukijalla on konkreettinen ymmärrys tekoälyn hyödyntämismahdollisuuksista ja haasteista liikepankeissa. Viidennessä ja viimeisessä luvussa esitellään työn johtopäätökset. Luku kokoaa yhteen työn osa-alueet ja esittää tärkeimmät havainnot tutkimuskysymysten kannalta. Lisäksi siinä esitellään aihe mahdolliselle jatkotutkimukselle.

## 2 LIIKEPANKKITOIMINTA

Tässä luvussa määritellään, mitä liikepankeilla tarkoitetaan. Sen lisäksi esitellään liikepankkien keskeisimmät liiketoiminnalliset tehtävät. Myöhemmin luvussa esitellään ajurit, jotka kannustavat liikepankkeja tekoälyn käyttöönottoon.

### 2.1 Liikepankit

Liikepankista puhuttaessa tarkoitetaan yleensä osakkeenomistajien omistamaa yhtiötä, joka on noteerattu pörssissä. Liikepankit ovat voittoa tavoittelevia rahoitusalan yrityksiä, jotka harjoittavat raha- ja luottoliiketoimintaa. (Scott-Quinn 2012, s. 57) Esimerkkinä mainittakoon muutamia Suomessa toimivia liikepankkeja, kuten Aktia Pankki, Danske Bank, Nordea Bank sekä S-Pankki. Liikepankkien liiketoiminnan voidaan mieltää karkeasti jakautuvan kahteen luokkaan, jotka käsittävät pankkien ensisijaiset ja toissijaiset tehtävät (Kuva 1). Ensisijaisia tehtäviä ovat lainan ja luoton myöntäminen, rahatalletusten vastaanottaminen ja niiden säilyttäminen sekä maksutapahtumien järjestäminen eli varojen siirto eri osapuolien välillä. (Scott-Quinn 2012, s. 57). Toissijaisia tehtäviä ovat välityspalvelut ja yleishyödylliset palvelut. Välityspalveluihin katsotaan kuuluvaksi esimerkiksi arvopapereiden osto- ja myyntitoiminta sekä osinko- ja korkotulojen kerääminen ja niiden allokoiminen asiakkaiden tileille. Yleishyödyllisiä palveluja voivat olla esimerkiksi arvoesineiden ja tärkeiden asiakirjojen turvasäilytys pankin tiloissa sekä talouteen ja rahoitusasioihin liittyvien julkaisujen ja materiaalien laatiminen asiakkaille. (Somashekar 2009, s. 7-8)



**Kuva 1: Liikepankkien tehtävät (mukaillen Scott-Quinn 2012, s. 57; Somashekar 2009, s. 7-8)**

Liikepankkien keskeistä asiakaskuntaa ovat yksityishenkilöt sekä pienet ja keskisuuret yritykset, jotka hyödyntävät liikepankkien tarjoamia tuotteita ja palveluja. Asiakkaat ja heiltä saatavat talletukset ovat elinehtona liikepankkien toiminnalle, sillä liikepankit harjoittavat välitystoimintaa, jossa ne tarjoavat lainanottajille lainoja; niiden korkotuotot ovat suurempia kuin kustannukset, jotka aiheutuvat pankkien lainatessa varoja tallettajilta. Yleisesti ottaen pankit siis hyötyvät lainanottajilta saamiensa korkojen ja tallettajille maksettavien kulujen erotuksesta. Korkotuottojen lisäksi liikepankit saavat tuottoa myös maksuista, joita peritään, kun asiakkaat hyödyntävät pankkien tarjoamia palveluita. (Getter 2016; Kagan 2020) Vaikka liikepankit ovat riippuvaisia asiakkaistaan ja heidän varojensa ylijäämistä, on syytä korostaa myös liikepankkien merkitystä yhteiskunnan talouden kulmakivenä. Tarjoamalla lainoja, välitystoimintaa ja palveluja ne luovat markkinoille pääomaa ja likviditeettiä, mikä taas mahdollistaa tuotannon, työllisyyden ja kulutusmäärien kasvun samalla vauhdittaen talouden kehitystä (Kagan 2020). Liikepankkien, lainanottajien ja tallettajien välisiä suhteita ja toimintaa voidaan siis pitää hyvin merkityksellisenä koko yhteiskunnan toiminnan kannalta.

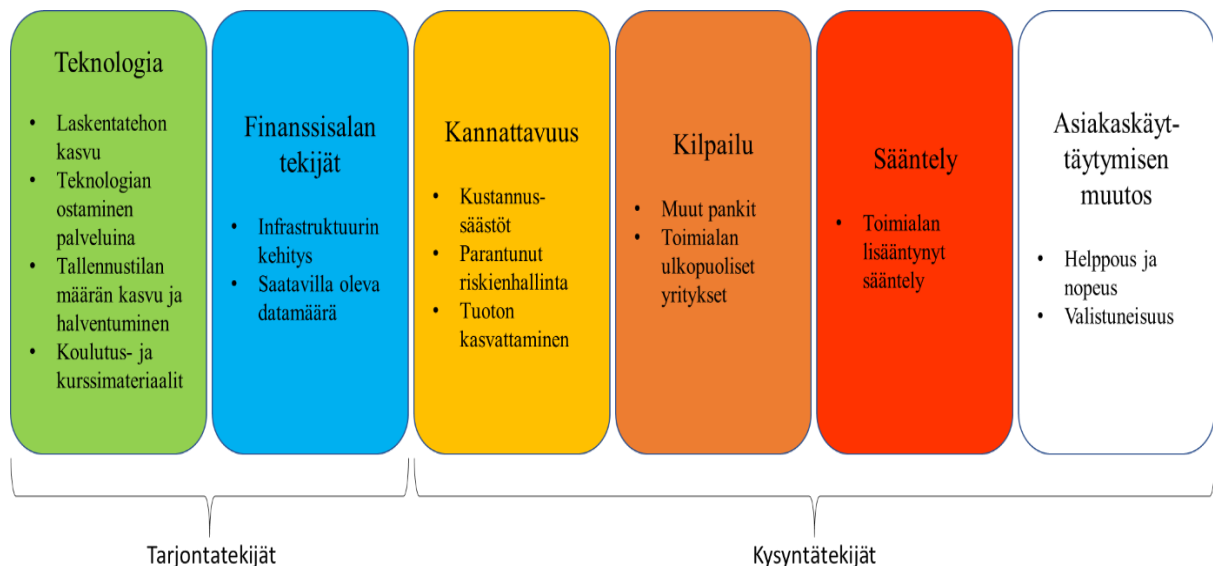
Liikepankkien toimintaan keskeisesti vaikuttava tekijä on lainsäädäntö ja siihen liittyvät määräykset. Pankkitoiminta on monessa maassa hyvin tarkasti säännelty, ja esimerkiksi Suomessa liikepankkien toimintaa määrätään laeilla ja viranomaismääräyksillä, jotka pohjautuvat Euroopan unionin alueen sääntelyihin. Nämä Euroopan unionin asettamat sääntelyt taas perustuvat pitkälti kansainvälisiin pankkitoimialan standardeihin. (Finanssialalle 2021) Annetuilla laeilla ja määräyksillä halutaan varmistaa, että pankeilla on riittävästi varallisuutta,



jotta ne voivat pyydettyä maksaa tallettajille takaisin heidän sijoittamansa rahamäärän. Lisäksi määräysten avulla pankit velvoitetaan pitämään riittävän suurta osakepääomaa, jotta mahdolliset tappiot eivät vaikuta pankkitalletusten arvoon ja turvallisuuteen. Liikepankkien tulee noudattaa tarkasti niille asetettuja ehtoja, mikä asettaa rajoitteita niiden liiketoiminnan harjoittamiselle. (Kagan 2020; Scott-Quinn 2012, s. 57-58)

## 2.2 Ajurit tekoälyn käyttöönotolle liikepankeissa

Markkinoilla olevien tarjonta- ja kysyntätekkijöiden voidaan katsoa vaikuttavan erilaisten tekoälymenetelmien liittämiseen osaksi liikepankkien liiketoimintaprosesseja. Tadapaneni (2020) on määritellyt tutkimuksessaan markkinoiden tarjontatekkijöiksi teknologisen kehityksen ja infrastruktuurin sekä tietojen saatavuuden parantumisen niin, että uusia tekniikoita on voitu soveltaa käytäntöön. Markkinoiden kysyntätekkijöiksi hän on määritellyt liiketoiminnan kannattavuuden lisäämisen, kilpailun lisääntymisen alalla ja lainsäädännön. Edellä mainittujen lisäksi yhdeksi voimakkaasti vaikuttavaksi kysyntätekkijäksi voidaan tunnistaa asiakaskäyttötymisen muutos digitalisaation myötä (Ilmarinen & Koskela 2015, s. 58). Kuva 2 esittää kootusti nämä tekoälyn käyttöönottoon kannustavat ajurit pääkohtineen.



**Kuva 2: Ajurit tekoälyn käyttöönotolle (mukaiillen Financial Stability Board 2017; Ilmarinen & Koskela 2015, s. 58)**

Teknologinen kehitys on ollut yksi merkittävimmistä tarjontatekijöistä tekoälyn kehittymiselle ja käyttöönotolle. Mikrosirujen prosessoritiheydet ovat kasvaneet, mikä on mahdollistanut paremman suorituskyvyn prosessoreille samalla laskien niiden hintaa ja vähentäen niille tarvittavaa fyysistä tilaa. Tämä on vaikuttanut erityisesti siihen, että tietokoneiden laskentatehoa on saatu kasvatettua. Teknologian saatavuudessa on tapahtunut myös merkittäviä muutoksia, kun yritysten ei tarvitse enää investoida omiin koneisiin, laitteisiin ja ohjelmistoihin, vaan teknologiaa voidaan ostaa entistä enemmän palveluina, jotka ovat helposti skaalattavissa yritysten muuttuviin tarpeisiin. Lisäksi saatavilla olevan tallennustilan määrä on lisääntynyt sen hinnan laskiessa, mikä on edesauttanut suurten datamäärien taltiointia ja tehokasta käsittelyä. Digitalisaatio ja internet ovat lisänneet saatavilla olevan koulutus- ja kurssimateriaalin määrää, ja tiedon jakaminen on helpottunut erilaisten alustojen ja avoimeen lähdekoodiin perustuvien ratkaisujen myötä. (Ilmarinen & Koskela 2015, s. 59-60, 63; Kananen & Puolitaival 2019, s. 35-36)

Finanssialan teknologinen kehitys on edistänyt infrastruktuurin luomista ja lisännyt saatavilla olevan datan määrää. Pankkien liiketoiminnan sähköistymisestä on seurannut, että markkinoilta saadaan yhä enemmän korkealaatuista ja arvokasta dataa, joka on valmiiksi strukturoidussa muodossa. Liiketoiminnan sähköistyminen ja strukturoidut datamassat ovat osaltaan mahdollistaneet sen, että tekoälyalgoritmit pystytään asettamaan suoraan vuorovaikutukseen markkinoiden kanssa niin, että ne voivat tehdä niitä koskevia päätöksiä. (Financial Stability Board 2017) Lisäksi digitalisoituminen ja uudenlaiset älykkäät laitteet, palvelut ja sovellukset ovat lisänneet räjähdysmäisesti sellaisen datan määrää, jota on mahdollista tutkia ja soveltaa käytettäväksi liiketoiminnassa (Ilmarinen & Koskela 2015, s. 61-63; Kananen & Puolitaival 2019, s. 35).

Liiketoiminnalliset tarpeet kannustavat pankkeja ottamaan tekoälyn ja sen sovellukset käyttöön. Tekoälyn on todettu tuottavan tehokkaampia ratkaisuja asiakasprosessien optimointiin ja tehostavan päätöksentekoa lisäämällä vuorovaikutusta järjestelmien ja tekoälyä käyttävän henkilöstön välillä. Lisäksi tekoälyn avulla voidaan kehittää uusia tuotteita ja palveluita tarjottavaksi asiakkaille. Tekoälyn katsotaan tarjoavan mahdollisuuksia vähentää kustannuksia, parantaa pankkien riskienhallintaa ja sitä myötä lisätä tuottojen todennäköisyyttä, kasvattaa tuottavuutta ja parantaa kokonaiskannattavuutta. (Financial Stability Board 2017)

Pankkien liiketoiminnan on perinteisesti ajateltu koskevan tietyn maantieteellisen alueen markkinoita, mutta liiketoiminta ja kilpailu ovat kokeneet muutoksen, kun digitalisoituminen ja verkkopalvelut ovat yleistyneet. Pankkien kilpailuun on vaikuttanut merkittävästi uusien teknologioiden laaja hyväksyntä rahoitusmarkkinoilla (Hu 2005). Tämä on näkynyt erityisesti erilaisten FinTech-yritysten määrän lisääntymisenä rahoitusmarkkinoilla. FinTech-yrityksillä tarkoitetaan finanssiteknologiaan keskittyneitä yrityksiä, jotka tarjoavat uusia talletuksia sekä maksu- ja luottopalveluita koskevia palveluvaihtoehtoja ja mahdollisuuksia. Näiden yritysten liiketoimintasuunnitelmat ja -tavoitteet ovat vaihtelevia, mutta niillä on yksi yhdistävä tekijä: ne kasvattavat liiketoimintaansa yhä enemmän sellaisissa tehtävissä ja toiminnoissa, jotka ovat tyypillisesti kuuluneet pankeille. (Brandl & Hornuf 2020) FinTech-yritysten lisäksi pankkitoimialalla vaikuttavat yritykset, jotka tarjoavat pankkipalveluja tavoitellessaan omien tuotteiden tai palvelujensa myynnin lisäämistä. Myös suurten teknologiajättien, kuten Googlen, Amazonin ja Facebookin, kiinnostuksesta pankkitoimialaa kohtaan on keskusteltu. Nämä yritykset saattaisivat yrittää laajentaa toimintaansa ja sitoa uuden toimialan asiakkaita käyttämään vahvemmin palvelujaan. (Mustonen 2017) Lisääntynyt kilpailu toimialalla aiheuttaa riskejä liiketoiminnalle, sillä jos asiakas ei saa tarvitsemaansa palvelua, hän vaihtaa helposti toiseen pankkiin, joka kykenee tuottamaan kyseisen palvelun.

Finanssialan lainsäädäntö on muuttunut vähitellen vuoden 2008 finanssikriisin jälkeen, kun alaa koskevia säännöksiä on uudistettu (Anagnostopoulos 2018). Esimerkiksi G20-maille asetettiin vuosien 2009 ja 2012 välillä yli 50 000 uutta säännöstä, mutta pelkästään vuonna 2015 uusia säännöksiä asetettiin jo yli 50 000. Lisääntynyt sääntelyn määrä, sen nopea vaihtelevuus ja monimutkaisuus asettavat haasteita pankeille, kun niiden tulee pystyä seuraamaan, tulkitsemaan ja noudattamaan annettuja määräyksiä. Lainsäädännön noudattamisesta syntyvät kustannukset voivat olla niin huomattavia, että ne vaikeuttavat jopa isojen pankkien liiketoimintaa ja pienemmällä pankeilla kustannukset voivat kasvaa kohtuuttoman suuriksi suhteessa muuhun liiketoimintaan. (Butler & O'Brien 2019, s. 88-89) Säännösten noudattamista voidaan kuitenkin helpottaa ja kustannuksia vähentää hyödyntämällä tietotekniikan ratkaisuja, kuten RegTech:iä. Puhuttaessa RegTech:istä tarkoitetaan finanssiteknologian alalajia, regulaatioteknologiaa, joka pyrkii tehostamaan sääntelynmukaisuutta finanssilaitoksissa. Sen avulla finanssialan yritykset voivat paremmin noudattaa säännöksiä ja saada käsityksen niiden vaikutuksista liiketoimintaan. Kyseisen

teknologian avulla voidaan myös tehostaa säännösten noudattamisen raportointia ja helpottaa viranomaisten finanssilaitosten toimintaa koskevaa valvontaa. Tekoäly pystytään implementoimaan osaksi regulaatioteknologiaa ja sen avulla voidaan lisätä säännösten noudattamisen tehokkuutta ja täten pienentää kustannuksia. (Anagnostopoulos 2018; Butler & O'Brien 2019, s. 86; Wall 2018)

Digitalisaatio on muuttanut täysin asiakkaiden tapaa hankkia tietoa, ostaa ja kuluttaa palveluja, kommunikoida, jakaa kokemuksia ja ilmaista itseään. Tämä näkyy asiakaskäyttäytymisen muutoksena. Helppous ja nopeus yhdistettynä edullisuuteen ja laatuun ovat olleet kilpailutekijöitä jo kauan, mutta digitalisaatio on vain korostanut niiden merkitystä, kun palvelut ovat yhä enemmän määrin kaikkien saatavilla. Modernissa maailmassa asiakas on tottunut siihen, että kaikki on välittömästi hänen saatavillaan, kun sille on tarve ja jos näin ei ole, asiakkaan on vaikea ymmärtää syytä. (Ilmarinen & Koskela 2015, s. 53-58) Asiakkaat odottavat pankkiasioinnin olevan reaaliaikaista, helposti kaikkien saatavilla olevaa ja asiakaskeskeisempää. Jatkuvassa vuorovaikutuksessa internetin kanssa olevat asiakkaat odottavat saumatonta siirtymistä käyttöliittymästä toiseen tarvitsematta syöttää jo kerran järjestelmälle annettuja tietoja uudestaan. Asiakkaat osaavat myös etsiä entistä paremmin tietoa verkosta, mikä on tehnyt heistä valistuneempia. Pankkipalveluja odotetaan voitavan vertailla ja hankkia suoraan oman verkkoyhteydessä olevan laitteen kautta. Vertailun ja hankinnan muuttuminen helpommaksi voi näkyä tulevaisuudessa muutoksena pankkien asiakasuskollisuudessa, sillä palveluja voidaan hankkia eri toimijoilta tarvittaessa. (Mustonen 2017)

### 3 TEKOÄLY JA SEN OSA-ALUEET

Tässä luvussa esitellään ensiksi tekoäly yleisellä tasolla tutustumalla sen erilaisiin määritelmiin. Sen jälkeen käydään läpi tekoälyn eri muodot. Tekoälyn esittelyn jälkeen tutustutaan koneoppimiseen ja sen erilaisiin opetustapoihin ja menetelmiin. Luvun lopussa esitellään keinotekoiset neuroverkot, jotka ovat olleet erityisesti tekoälyn tutkimusalan mielenkiinnon kohteena 2010-luvulta alkaen.

#### 3.1 Tekoäly

Tekoäly on ollut yksi kuluneen vuosikymmenen puhutuimmista aiheista koskien yritysten liiketoimintaprosessien tehostamista. Vaikka se on aiheena lyönyt kunnolla läpi vasta 2010-luvulla, on sillä kuitenkin olemassa pidempi historia. Esimerkiksi kirjallisuutta ja käytännön sovelluksia tekoälypohjaisille ratkaisuille on ollut olemassa aina 1940-luvulta asti, jolloin englantilainen matemaatikko Alan Turing rakensi The Bombe -nimisen sähkömekaanisen koneen, joka osasi ratkoa itsenäisesti koodiarvoituksia. Pitkän historiansa aikana tekoäly on ehtinyt kokea useita kausia, jolloin kiinnostus tieteenalaan on ollut kova, mutta toisaalta myös hetkiä, jolloin usko alan kehitykseen on ollut vähissä. (Haenlein & Kaplan 2019)

Huolimatta pitkästä historiastaan tekoälylle ei ole varsinaisesti vakiintunut yksiselitteistä määritelmää tai nimeä, ja käsite tunnetaan myös sanoilla keinoäly ja AI (eng. *artificial intelligence*). Tekoäly onkin jatkuvassa muutoksessa teknologisen kehityksen seurauksena, ja määritelmät elävät sen mukana. Erään varhaisen määritelmän mukaan tekoälyllä tarkoitetaan sitä, että mikä tahansa älykkyyden tai oppimisen piirre voidaan periaatteessa kuvata niin tarkalla tasolla, että kone voidaan saada simuloimaan sitä (McCarthy et al. 1955). Toisen määritelmän mukaan tekoälyllä tarkoitetaan tietokonejärjestelmiä, jotka pystyvät suorittamaan normaalisti ihmisen älykkyyttä vaativia tehtäviä, kuten havaitsemaan visuaalisia kohteita, tunnistamaan puhetta, tekemään päätöksiä tai ymmärtämään useita kieliä (Wall 2018). Ailisto et al. (2017) ovat kuvailleet tekoälyä joukoksi niitä teknologioita, jotka mahdollistavat sen, että koneet voivat havainnoida ympäristöään, päätellä loogisia asiayhteyksiä ja ennakoida sekä oppia uutta niin, että niiden toiminta vaikuttaa älykkäältä. Kuten huomataan, määritelmiä on

useita, mutta tekoäly voidaan lähtökohtaisesti mieltää tietokoneen ja ohjelmiston kykyä reagoida erilaisiin tilanteisiin ihmisälyn lailla (Seikku 2018).

Tekoälyn mielletään jakautuvan heikkoon ja vahvaan tekoälyyn, joskin kaikki tällä hetkellä käytettävissä oleva tekoäly on käytännössä ensiksi mainittua (Pietikäinen & Silvén 2019, s. 23). Koneet, joiden toiminta perustuu heikon tekoälyn hyödyntämiseen, pystyvätkin ratkomaan ainoastaan niille suunnattuja yksittäisiä tehtäviä (Ailisto et al. 2017; Merilehto 2018, s. 18). Heikolla tekoälyllä ei siis ole kykyä mukautua dynaamisesti uusiin tilanteisiin. Esimerkiksi prosessiohjauksen parantamiseen suunniteltu tekoäly ei osaa ajaa autoa, eikä kasvilajien luokitteluun tehty kuvantunnistus kykene vastaamaan asiakkaiden esittämiin kysymyksiin. (Merilehto 2018, s. 23-24) Kuvassa 3 esitetään joitakin tällä hetkellä käytettävissä olevia tekoälyyn pohjautuvia teknologioita sekä tilanteita, joihin näitä teknologioita voidaan soveltaa käytettäväksi. Tästä huomataan, että yksittäisen tarpeen täyttämiseksi voidaan joutua soveltamaan yhtäaikaaisesti useampaa eri teknologiaa.



**Kuva 3: Tekoälyteknologioita ja niiden sovellusesimerkkejä (mukaillen Ailisto et al. 2017)**

Yritysten liiketoiminnassa päätavoitteena on ollut heikon tekoälyn kehittäminen, koska sen avulla voidaan löytää ratkaisuja yhteen selkeään ongelmaan kerrallaan. Tutkijat taas pyrkivät

etsimään keinoja siihen, miten heikko tekoäly saataisiin muutettua vahvaksi tekoälyksi. Vahvaa tekoälyä hyödyntävä koneella olisi ihmisen kaltainen laaja ymmärrys ja tietoisuus, minkä ansiosta se kykenisi suorittamaan useita älykkyyttä vaativia tehtäviä samanaikaisesti. (Merilehto 2018, s. 24) Vahvalla tekoälyllä toimiva kone osaisi käyttää erilaisia taustatietoja suunnitellessaan ja toteuttaessaan päätöksiä (Pietikäinen & Silvén 2019, s. 23). Vahvan tekoälyn kehittäminen ei ole kuitenkaan vielä onnistunut, sillä ratkaistavana on ongelmia, jotka liittyvät koneiden itsenäiseen oppimiskykyyn ja siirto-oppimiseen (Kananen & Puolitaival 2019, s. 38-42; Merilehto 2018, s. 24).

Koneen itsenäisellä oppimiskyvyllä tarkoitetaan sitä, ettei se tarvitse ihmisen apua oppiakseen uutta. Kone kykenee oppimaan keräämällä dataa ja etsimällä siitä säännönmukaisuuksia, joita se voi hyödyntää. Siirto-oppimisen taito on saavutettavissa ainoastaan, jos koneessa on yleistämiseen tarvittava mekanismi. Tätä yleistämiseen liittyvää ongelmaa on yritetty ratkaista luomalla keinotekoisia neuroverkkoja, joissa tieto on ennalta merkitsemätöntä. Neuroverkot eivät kuitenkaan ole ratkaisu vahvan tekoälyn ongelmaan, sillä ne kykenevät itsenäiseen tiedonhankintaan vain tiettyyn pisteeseen asti. (Merilehto 2018, s. 24-25) Seuraavissa kappaleissa tutustutaan tarkemmin koneoppimiseen ja keinotekoisiiin neuroverkkoihin, jotka liittyvät edellä käsiteltyihin aiheisiin. Työn tutkimuksen kannalta koneoppiminen ja neuroverkot ovat relevantteja aiheita, sillä koneoppimisen malleja hyödynnetään paljon päätöksenteon tukena ja koneoppimisen sekä neuroverkkojen toimintaan perustuvia sovelluksia voidaan käyttää asiakaspalvelussa (Kananen & Puolitaival 2019, s. 111, 142-148).

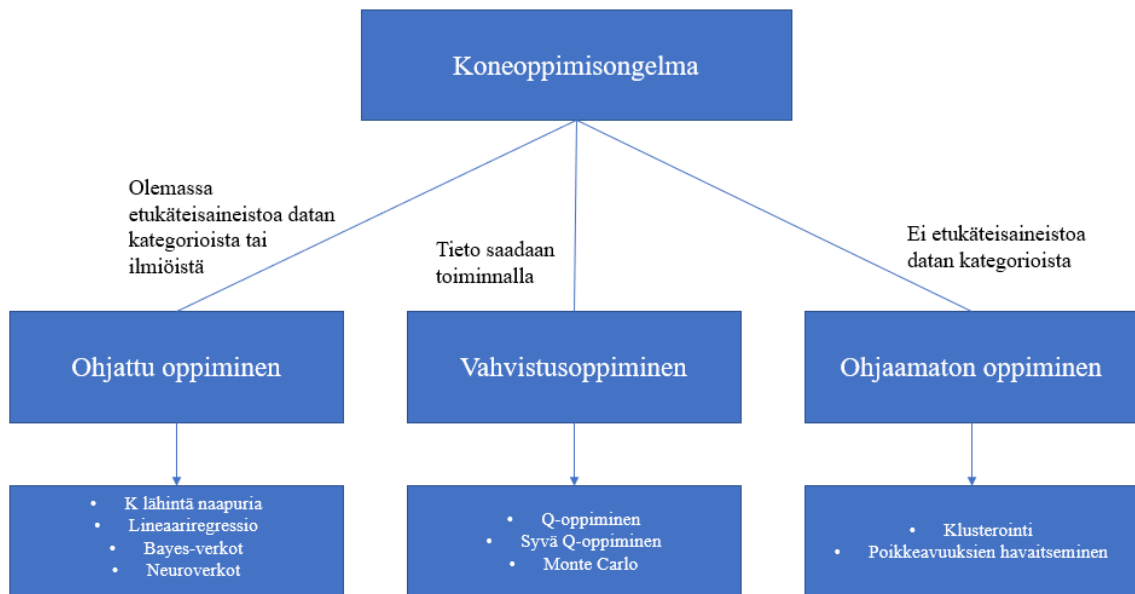
### **3.2 Koneoppiminen**

Yksi tapa hyödyntää tekoälyä on asettaa kone oppimaan suoraan annetusta datasta. Tämä tunnetaan koneoppimisena (eng. *machine learning*). Käsite on määritelty jo vuonna 1959, kun Arthur Samuel kuvasi koneoppimista tutkimusalanana, joka mahdollistaa sen, että kone oppii niin, ettei sitä jouduta eksplisiittisesti ohjelmoimaan tiettyyn tehtävään (Wall 2018). Koneoppiminen voidaan määritellä tarkemmin tietojenkäsittelytieteen alana, jossa tutkitaan toimintamenetelmiä eli algoritmeja ja tekniikoita, joilla voidaan automatisoida monimutkaisten, perinteisillä ohjelmointimenetelmillä hankalasti ratkaistavien ongelmien käsittelyä. Perinteisesti ohjelmalle joudutaan ensiksi luomaan yksityiskohtainen suunnitelma, joka kertoo mitä ohjelman tulee

tehdä. Tämän jälkeen suunnitelma tulee muuttua toimivaksi ohjelmaksi tietokoneen ymmärtämälle kielelle. Käytännössä tällainen menettelytapa voi olla melko haastava huolimatta selkeästä suunnitelmasta. Koneoppimisessa algoritmit eivät sen sijaan tarvitse yksityiskohtaista suunnitelmaa, sillä ne oppivat annetusta opetusdatasta, jossa on havainnollistettu ohjelman toimintaa esimerkkien avulla. Näiden algoritmien ongelmanratkaisu perustuu epäsuoraan menetelmään, jossa ne pyrkivät luomaan annetusta opetusdatasta mallin, jota ne voivat hyödyntää myös uuden datan käsittelyssä. Koneoppivien algoritmien tarkkuus riippuu annetun opetusdatan suuruudesta, sillä mitä suurempi datamäärä on opetustilanteessa käytössä, sitä tarkempia tuloksia algoritmit antavat. (Rebala et al. 2019, s. 1-2)

Koneoppivat algoritmit voivat oppia datasta usealla eri tavalla. Tunnettuja opetustapoja ovat ohjattu oppiminen, ohjaamaton oppiminen ja vahvistusoppiminen (Li et al. 2018). Ohjatussa oppimisessa konetta opetetaan datalla, jossa merkittyihin esimerkkeihin on valmiiksi liitettyä vastaus. Kone oppii yhdistämään nämä data-vastaus-parit ja kun sille näytetään uutta merkitsemätöntä dataa, algoritmi kykenee tekemään päätöksiä aiemmin opitun datan perusteella antaen ennusteeseen perustuvan vastauksen. Ohjaamaton oppiminen on vastakkaista ohjatulle oppimiselle, eli koneelle ei anneta dataa, joka sisältäisi valmiiksi oikean vastauksen, vaan algoritmi pyrkii etsimään annetusta datasta itse säännönmukaisuuksia. Hyötynä ohjaamattomassa oppimisessä on se, että kone osaa organisoida datan itsenäisesti niin, että jokaista erikoistapausta ei jouduta erikseen merkitsemään dataan, vaan algoritmi kykenee löytämään poikkeukset omatoimisesti. Vahvistusoppimisen menetelmä sen sijaan perustuu algoritmin palkitsemiseen. Tällä tarkoitetaan sitä, että algoritmi tutkii sen havaitsemaa ympäristöä ja aina, kun se tekee toivotunlaisen suorituksen, algoritmi ”palkitaan” pisteillä. Jos ja kun algoritmi ei saa pisteitä, eli sitä ei palkita, se muokkaa toimintaansa. Näin algoritmi oppii ja kehittyy ympäristön avulla toivotun kaltaiseksi. (Kananen & Puolitaival 2019, s. 45-51, 158; Wall 2018) Alla olevassa kuvassa (Kuva 4) on esitetty koneoppimisen kolme opetustapaa. Näiden opetustapojen soveltuvuus käytettäväksi on riippuvaista datasta ja ratkaistavan ongelman luonteesta (Pietikäinen & Silvén 2019, s. 69). Kuvassa on esitetty myös muutamia algoritmeja, jotka liittyvät kyseisiin opetustapoihin. Tässä työssä perehdytään tarkemmin ainoastaan neuroverkkojen toimintaan. Kuvalla halutaan kuitenkin havainnollistaa, että koneoppimisen eri opetustapoja noudattelevia algoritmeja on olemassa suuri määrä.





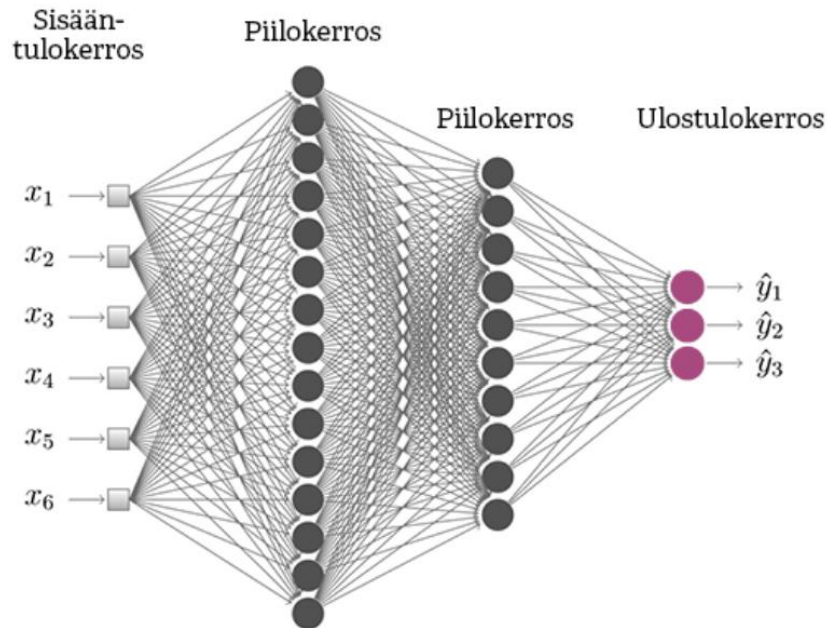
**Kuva 4: Koneoppimismenetelmät ja niiden algoritmeja (mukailien Li et al. 2018; Pietikäinen & Silvén 2019, s. 69)**

Koneoppimisen menetelmillä voidaan ratkoa monenlaisia ongelmia. Tyypillisesti sen tuottamat ennustemallit jaotellaan kahteen eri luokkaan, jotka ovat luokittelumallit ja määrämallit. Luokittelumalleista puhutaan usein klassifikaatiomalleina ja määrämalleista regressiomalleina. Määrämallit ennustavat nimensä mukaisesti asioiden suurusluokkaa, kuten kappalemääriä. Luokittelumallien avulla ennustetaan todennäköisyyttä tietyille tapahtumalle ja sillä saadaankin usein kyllä/ei -tyyppinen vastaus tietyn asian toteutumiselle. Kyseiset ennustemallit tarvitsevat paljon dataa toimiakseen hyvin. (Kananen & Puolitaival 2019, s. 109-110) Klassifikaatio- ja regressiomallit sopivat näin ollen varsin hyvin käytettäviksi pankkialalla, sillä historiallisesti informatiivista ja arvokasta dataa on runsaasti saatavilla (Padalkar et al. 2020). Tutkijat uskovat, että finanssiala onkin yksi niistä toimialoista, joka hyötyy eniten koneoppimisen tuomista mahdollisuuksista (Li et al. 2018). Koneoppimisen menetelmien sovelluskohteita löytyykin pankkialalta muun muassa markkinoinnista, luottoriskin arvioinnista, konkurssien ennustamisesta ja huijausten tutkimisesta (Arutjothi & Senthamarai 2017; Kananen & Puolitaival 2019, s. 114-126; Li et al. 2018; Tadapaneni 2020).

### 3.3 Neuroverkot

Puhuttaessa syväoppimisesta (eng. *deep learning*) tarkoitetaan yksinkertaistettuna keinotekoisia neuroverkkoja. Neuroverkot ovat matematiikkaan, laskentaan tai informaation käsittelyyn soveltuvia malleja, jotka noudattelevat aivojen rakennetta biologisesti. Neuroverkko ei kuitenkaan ole puhdas malli aivoista, ja lisäksi sen oppiminen eroaa ihmisen tavasta oppia. Neuroverkkojen avulla voidaan yksinkertaisesti löytää ratkaisuja sellaisiin ilmiöihin, joita on muutoin hankala tarkastella niiden epälinearisuuden vuoksi. Kiinnostus neuroverkkoja kohtaan on kasvanut erityisesti 2010-luvulla, kun tietokoneiden laskentateho on kasvanut ja saatavilla olevan datan määrä on lisääntynyt. Lisäksi matemaattiset ideat on osattu toteuttaa käytännössä tehokkaammilla tavoilla. (Ghodselahti & Amirmadhi 2011; Kananen & Puolitaival 2019, s. 127-129)

Neuroverkot koostuvat matemaattisista funktioista, neuroneista, jotka ovat kytkeytyneet peräkkäin toisiinsa. Neuronit ovat neuroverkkojen ydinosia ja niiden tehtävänä on käsitellä yhtä asiaa kerrallaan. (Ghodselahti & Amirmadhi 2011) Toimiessaan neuroni vastaanottaa syötteen, käsittelee sitä ja käsiteltyään syötteen lähettää sen tulosteena eteenpäin seuraaville neuroneille, jotka vastaanottavat sen syötteenä. Sama kuvio toistuu uudelleen, kunnes kaikki neuroverkon eri kerrosten neuronit ovat käsitelleet annetun syötteen ja se on päätyntä ulostulokerrokseen. Alla olevassa kuvassa (Kuva 5) on havainnollistettu neuroverkkojen rakennetta. Sisääntulokerroksessa olevat harmaat neliöt toimivat syötteiden vastaanottimina välittäen neuroverkoille tulevaa dataa kohti ensimmäistä piilokerrosta. Piilokerroksissa olevat tummanharmaat ja ulostulokerroksessa olevat liilat ympyrät esittävät neuroneita, joissa tapahtuu varsinainen datan käsittely ja neuroverkkojen oppimisaktiiviteetti. Ulostulokerroksessa saadaan neuronien antamat ennusteet. (Kananen & Puolitaival 2019 s. 129; Merilehto 2018 s. 47, 52)



Kuva 5: Neuroverkkojen rakenne (Merilehto 2018, s. 52)

Neuroverkon neuronit ovat yhteydessä toisiinsa synapseilla, joiden tehtävänä on välittää informaatiota neuronien välillä (Ghodselahti & Amirmadhi 2011; Merilehto 2018, s. 47). Neuroverkon varsinainen oppiminen tapahtuu siten, että oppimisen alkaessa jokaisessa synapsissa on alustettuna painokerroin, jolla havainnollistetaan neuroverkoissa asioiden välisiä riippuvuussuhteita. Painokertoimien saamat alkuarvot ovat satunnaiset, sillä ei ole olemassa aikaisempaa tietoa siitä, mitä arvoja alussa tulisi käyttää. Neuroverkko määritetään suorittamaan laskentaa annetusta syötteestä ja ensimmäisen laskentakerroksen päätteeksi ulostulona saadaan ennuste  $\hat{y}$ . Tätä neuroverkon tuottamaa ennustetta verrataan arvoon  $y$ , joka on entuudestaan tunnettu ja todellinen arvo. Oppimisessa synapsien välisiä painokertoimia muokataan jokaisen laskentakerroksen jälkeen hieman kerrallaan niin, että neuroverkon antama ennuste olisi mahdollisimman lähellä tunnettua arvoa  $y$ . Painokertoimen arvo voi olla nolla tai muuttua nolllaksi, mikä johtaa neuronien välisen yhteyden katkeamiseen ja merkitsee, että neuronien käsittelemien asioiden välillä ei ole yhteyttä eivätkä ne siten vaikuta saatuun ennusteeseen. (Kananen & Puolitaival 2019, s. 133-139) Kuvattua prosessia toistetaan iteratiivisesti, kunnes neuroverkko antaa riittävän hyvän tuloksen eli ulostulon ennuste  $\hat{y}$  täyttää halutun tarkkuusrajan suhteessa tunnettuun arvoon  $y$  (Merilehto 2018, s. 55).

## 4 TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN LIIKEPANKKEISSA

Tämän luvun ensimmäinen kappale alkaa luotonannon määrittelyllä, jonka jälkeen kappaleessa tutustutaan luottoarvioinnin perusteisiin. Kun edellä mainitut asiat on käyty läpi, siirrytään tutkimaan tekoälyn hyödyntämismahdollisuuksia luotonannossa. Luvun toisessa kappaleessa tutkitaan, miten tekoälyä voidaan hyödyntää liikepankkien asiakaspalvelussa. Luvun viimeisessä kappaleessa tutkitaan tekoölyyn liittyviä haasteita.

### 4.1 Luotonanto

Yksi liikepankkien keskeisimmistä tehtävistä on tarjota asiakkailleen lainaa ja luottoa (Scott-Quinn 2012, s. 57). Tässä yhteydessä lainalla viitataan luottoon, jonka luoton ottaja (velallinen) ottaa pankilta (velkoja) suorittaakseen jonkin yksiselitteisesti määritellyn hankinnan, kuten asunnon tai auton hankinnan. Vastineeksi annetusta lainasta pankki perii velalliselta kuluja, jotka voivat olla kertaluontoisia tai toistuvia sekä korkoa, joka tyypillisesti muodostuu ennalta sovitusta marginaalista ja siihen lisättävästä markkinakorosta. Luotolla puolestaan viitataan sopimukseen, jossa velkoja myöntää velalliselle rahaa sovittuja takaisinmaksuehtoja vastaan. Yleisiä liikepankkien tarjoamia luottoratkaisuja ovat kulutusluotot ja luottokortti. (Kuluttajaliitto 2021) Tässä työssä lainaan ja luottoon viitataan yhtenäisellä termillä luotonanto.

Luotonantoon liittyy olennaisesti riskejä, kun rahaa lainataan asiakkaille. Asiakkaille määritellään riskitasot, jotka tyypillisesti muodostetaan useiden tekijöiden, kuten asiakkaiden maksukyvyyn, historiallisesti saatavilla olevien tietojen sekä muiden piirteiden summana (Financial Stability Board 2017; Ghodselahi & Amirmadhi 2011). Esimerkkinä voidaan ajatella tilannetta, jossa kaksi erilaista asiakastyyppeä hakee pankilta asuntolainaa. Ensimmäinen asiakastyyppeä on päätoiminen opiskelija, joka on ollut vasta lyhyen aikaa pankin asiakas ja käyttää usein luottokorttia. Toinen asiakastyyppeä on vakituudessa työsuhteessa oleva korkeasti koulutettu henkilö, joka on ollut kauan pankin asiakas ja käyttää luottokorttia harvakseltaan. Näiden tietojen perusteella päätoimista opiskelijaa voidaan mahdollisesti pitää korkeamman riskitason asiakkaana, joka saattaisi laiminlyödä lainan takaisinmaksuja. Voittoa tavoittelevassa liiketoiminnassa pankkien on syytä yrittää optimoida luotonantoa niin, että mahdollisimman pienellä riskillä saavutetaan mahdollisimman suuri voitto.

Pankin menestys on suorassa yhteydessä sen kykyyn hallita liiketoiminnassa ilmeneviä riskitekijöitä. Pankkeja uhkaavat useat erilaiset riskit, mutta haastavin niistä on luottoriski, joka voi aiheuttaa koko liiketoiminnan romahtamisen (Ghodselahti & Amirmadhi 2011). Luottoriski on yleinen termi, jolla viitataan pankin tuleviin voiton menetyksiin, mikäli asiakas ei noudata annettua luottoa koskevia sopimusehtoja. Yleinen tapa luottoriskin arvioimiseksi on soveltaa erilaisia luokittelutekniikoita pankin aiempien asiakkaiden samanlaisiin tietoihin, jolloin saadaan selville luottoehtoja noudattaneet ja niitä laiminlyöneet asiakastyypit. Tämän avulla voidaan löytää tunnusomaisia piirteitä luotonhakijoista ja estää mahdolliset epäonnistumiset. Luottopisteytys (eng. *credit scoring*) on yksi pankkien pääasiallisista tavoista arvioida luottoriskiä. Se on luokittelutekniikka, jossa luotonhakijat jaetaan hyviin ja huonoihin hakijoihin. Hyvillä hakijoilla on korkea todennäköisyys maksaa luotto takaisin, kun taas huonoilla todennäköisyys on pieni. Mitä korkeampi luottopisteytys asiakkaalla on, sitä pienempi on luottoriski. (Ghodselahti & Amirmadhi 2011)

Ghodselahti & Amirmadhi (2011) mukaan luottopisteytys on aiemmin perustunut subjektiiviseen 5C-päätöksentekomenetelmään, jossa huomioidaan asiakkaan ominaisuudet, pääoma, vakuudet, takaisinmaksukapasiteetti ja olosuhteet. Luotonhakijoiden määrän kasvaessa manuaalista työtä vaativan 5C-menetelmän käyttö on kuitenkin osoittautunut mahdottomaksi. Lisäksi perinteiset luottopisteytykseen käytettävät tilastolliset menetelmät, kuten lineaarinen analyysi ja logistinen regressio, ovat osoittaneet puutteellisuuksia tarkkuudessaan (Königstorfer & Thalmann 2020; Li et al. 2016). Ghodselahti & Amirmadhi (2011) ja Li et al. (2016) tutkimusten mukaan luottopisteytyksen tarkkuuden parantuminen edes prosentilla voisi vähentää merkittävästi liikepankkien kokemia luottotappioita. Näin ollen pankit ovat alkaneet kehittämään uusia malleja, joilla arvioida luottopäätöksiä.

Tekoälyä hyödyntävät luottopisteytystyökalut on kehitetty nopeuttamaan ja tarkentamaan luotonantopäätöksiä sekä pienentämään niihin liittyviä riskejä (Tadapaneni 2020). Königstorfer & Thalmann (2020), Li et al. (2016) ja Tadapaneni (2020) ovat havainneet, että tekoälyn avulla voidaan lisätä luottoriskin arvioinnissa huomioon otettavien tietotyyppien määrää ja moninaisuutta. Tutkimuksista käy ilmi, että liikepankit ovat yhä enemmän siirtymässä hyödyntämään osittain tai täysin strukturoimattomia tietolähteitä, eli big dataa, osana luottopäätöksiä. Luotonantoprosesseissa käytettävä big data on hyvin monipuolista ja sitä

voidaan saada useista eri lähteistä, kuten luotonottajalta itseltään, yksityisesti ja julkisesti saatavilla olevista tiedoista sekä sosiaalisesta mediasta. Luotonottajaan liittyviä ja häneltä itseltään saatavia tietoja voivat olla esimerkiksi tavanomaiset tunnistetiedot sekä verkkoselainaktiivisuus luottihakemusta täyttäessä. Yksityisesti saatavia tietoja ovat kolmansien osapuolien välittämät tiedot, kuten tietoliikennedata. Julkisesti saatavilla olevaa tietoa voi olla muun muassa tilastorekistereistä tai verkosta löydettävissä olevat aineistot. (Hurley & Adebayo 2017; Königstorfer & Thalmann 2020; Tadapaneni 2020) Big datan avulla voidaan luoda tietorikkaampi kokonaiskuva asiakkaan luottokelpoisuudesta ja samalla parantaa lainojen luokittelutarkkuutta. Koneoppimisalgoritmien soveltaminen big data -tietolähteisiin mahdollistaa laadullisten tekijöiden, kuten kulutuskäyttäytymisen ja maksuhalukkuuden, huomioon ottamisen luottopäätöksissä, kun aiemmin on nojaututtu teknologian puolesta ainoastaan tilastollisiin tekijöihin (Königstorfer & Thalmann 2020; Tadapaneni 2020). Käyttämällä tekoälyä uudenslaisiin tietolähteisiin luotonhakija pystytään segmentoimaan paremmin, nopeammin ja halvemmalla oikeaan luottoluokkaan, mikä johtaa lopulta nopeampaan luottopäätöksen hyväksyntään (Tadapaneni 2020). Kokonaisuudessaan tekoälyä, koneoppimisalgoritmeja ja laajempia tietolähteitä käyttämällä liikepankit voivat siis luoda parempaa luottopalvelua, josta hyötyvät molemmat, pankki sekä asiakas.

Tadapanenin (2020) tutkimuksesta käy ilmi, että luottojen arvioinnissa ja pisteytyksessä käytettävät koneoppimisen algoritmit ovat parantaneet merkittävästi asiakkaiden luoton saatavuutta. Perinteisten luottopisteytysmallien käyttäminen on vaatinut suuria määriä historiallisia luottotietoja, jotta luotonhakijoista on voitu luoda tarpeeksi laaja kokonaiskuva luottopisteytysprosessia varten. Jos ja kun tarvittavia luottotietoja ei ole ollut saatavilla, pisteytystä ei ole voitu tehdä, mikä on osaltaan johtanut siihen, että potentiaalisille luotonhakijoille ei ole myönnetty luottoa eivätkä he siten ole päässeet kerryttämään luottohistoriaa. Näin ollen käyttämällä koneoppivien algoritmien sovelluksia aiemmin kuvattuihin big data -tietolähteisiin liikepankit ovat voineet ryhtyä käsittelemään sellaisia luottopäätöksiä, jotka ovat aiemmin olleet mahdottomia tiedon puutteellisuuden takia (Königstorfer & Thalmann 2020; Tadapaneni 2020). Hun (2009) tutkimus tuo konkretiaa edellä esitetylle. Hän on käyttänyt keinotekoisia neuroverkkoja yliopisto-opiskelijoiden luottoriskien arvioimiseen, jotta opiskelijoille, joilla ei ole luottohistoriaa, voitaisiin myöntää kaupallisten lainojen ehdot täyttyviä opintolainoja. Tutkimuksessa neuroverkon kouluttamiseen käytettiin

tietoja, jotka koskivat opiskelijoiden taustaa, yliopiston tasoa, opintojen etenemistä, opintosuoritusten keskiarvoa, palkintoja ja rangaistuksia, stipendejä ja opiskelijoiden maksukyvyttömyyttä. Neuroverkon koulutukseen käytettävän otoksen koko oli 12 opiskelijan edellä mainitut tiedot. Neuroverkolla saavutettiin haluttu ennusteen virhetarkkuusraja vain 10 iterointikierroksen jälkeen, minkä jälkeen sitä testattiin 4 opiskelijan edellä kuvatuilla tiedoilla. Tutkimus osoitti, että neuroverkon antaman ennustearvon ja todellisen, tunnetun arvon välinen virhe oli enimmillään 2,92%. (Hu 2009) Tutkimuksen perusteella on syytä uskoa, että liikepankit voivat tuottaa muun muassa neuroverkkojen avulla hyvinkin tarkkoja tuloksia sellaisen luottoennusteiden tekemistä varten, joita ei ennen pystytty tekemään. Algoritmien koulutukseen käytettävän näyteaineiston kokoa on vain kasvatettava tarpeeksi suureksi, sillä neuroverkon ennustetarkkuuden parantuminen on yhteydessä koulutusaineiston koon kasvuun.

Useissa tutkimuksissa (Arutjothi & Senthamarai 2017; Ghodselahi & Amirmadhi 2011; Li et al. 2016) on havaittu, että luomalla yhdistettyjä hybridimalleja perinteisistä tilastollisista menetelmistä ja tekoälyn sovelluksista, sekä kuluttajien että pk-yritysten luottopisteytyksessä on voitu saavuttaa tarkempia ennusteita kuin käyttämällä pelkästään yksittäistä tilastollista tai tekoälyn pohjautuvaa menetelmää. Hybridimallien hyväksi puoleksi on lisäksi todettu mahdollisuus ymmärtää tarkemmin, miten annettuun ennusteeseen on päästy, sillä perinteiset tilastolliset menetelmät parantavat mallien tulkittavuutta ja kykyä arvioida ennustavan mallin suorituskykyä samalla kun tekoälymenetelmät kasvattavat mallien ennustetarkkuutta (Li et al. 2016).

## **4.2 Asiakaspalvelu**

Näkyvin osuus tekoälyn hyödyntämiselle liikepankeissa lienee erilaisten robottien, kuten virtuaalisten avustajien ja chatbottien, käyttö asiakaspalveluun liittyvissä tehtävissä. Näiden robottien toiminta perustuu koneoppimiseen, keinotekoisii neuroverkkoihin sekä luonnollisen kielen käsittelyyn, joka on yhdistelmä koneoppimista ja neuroverkkoja (Kananen & Puolitaival 2019, s. 143; Xu et al. 2020). Luonnollisen kielen käsittelyn ansiosta robotit voivat tunnistaa avainsanoja asiakkaiden esittämistä kyselyistä esimerkiksi tekstin tai äänen muodossa ja vastata niihin asiakkaiden ymmärtämällä luonnollisella kielellä (Agarwal 2019). Koneoppimisen ja neuroverkkojen ansiosta asiakaspalvelurobottien vastauksia voidaan säätää ja optimoida

tarkemmiksi aina, kun robotteja käytetään, sillä asiakkaat voivat antaa palautetta robottien käytöstä. Koneoppiva tekoäly kykenee käyttämään annettua palautetta itsensä kehittämiseen. (Xu et al. 2020)

Sarbabidyan & Sahan (2020) tutkimuksesta havaitaan, että hyödyntämällä asiakaspalvelurobotteja liikepankit voivat paitsi tarjota asiakkailleen erilaisia palveluja, myös helpottaa samalla pankin työntekijöiden prosesseja. Kyseinen tutkimus osoittaa, että liikepankit käyttävät asiakaspalvelurobotteja tarjotakseen neuvontaa, tietoa eri palveluistaan ja hinnoistaan kustannustehokkaalla ja kätevällä tavalla. Robottien toiminnassa korostuu palvelun räätälöitävyys, nopea ja aina saatavilla oleva reagointi asiakkaan tarpeisiin sekä luotettavuus. Edellä mainitut tekijät saavat asiakkaan tuntemaan olonsa arvostetuksi, mikä omalta osaltaan vahvistaa pankin ja asiakkaan välistä suhdetta ja kasvattaa asiakasuskollisuutta. (Sarbabidya & Saha 2020) Xu et al. (2020) ovat verranneet tekoälyä hyödyntävän asiakaspalvelun ja ihmisasiakaspalvelun käyttöpreferenssejä asiakkaan näkökulmasta pankkialalla. Tutkimuksessa on havaittu, että asiakkaat käyttävät mieluummin tekoälypalveluja, kun ratkaistava ongelma on luonteeltaan yksinkertainen ja vastaavasti ihmisten tukemaa asiakaspalvelua, kun ongelma on hankalasti ratkaistava. (Xu et al. 2020) Tutkimustulosten nojalla liikepankkien kannattaa hyödyntää tekoälyyn perustuvaa asiakaspalvelua, kun ongelmat ovat yksinkertaisia ja helposti ratkaistavissa. Ihmisten tarjoamaa asiakaspalvelua voidaan kohdistaa tilanteisiin, joissa tekoäly ei kykene vastamaan asiakkaiden tarpeisiin. Näin liikepankit voivat tuottaa halvemmalla tehokkaampia, nopeampia ja parempia asiakaskokemuksia.

Tekoälyä voidaan hyödyntää myös laajemmin asiakaspalvelussa kuin pelkästään etulinjan asiakaspalvelutehtävissä. Voimassa olevien sääntelyjen mukaan liikepankkien on tarjottava asiakkailleen palvelua koskien mahdollisten valitusten lähettämistä. Pankkien tulee selvittää saadut valitukset määräajassa. Tämä voi luoda mittakaavaongelmia, kun suuria määriä tietoja on käsiteltävä määräajassa, jotta valituksiin voidaan vastata. (European Banking Federation 2019) Tekoälytekniikoiden, pääasiallisesti luonnollisen kielen käsittelyn, avulla liikepankit pystyvät automaattisesti analysoimaan suuria määriä strukturoimattomia, tekstitiedostomuodossa olevia valituksia ja siten jaottelemaan saadut valitukset tyypeittäin oikein niin, että ne ohjataan varmasti oikeille tiimeille käsiteltäväksi valituksen aiheen

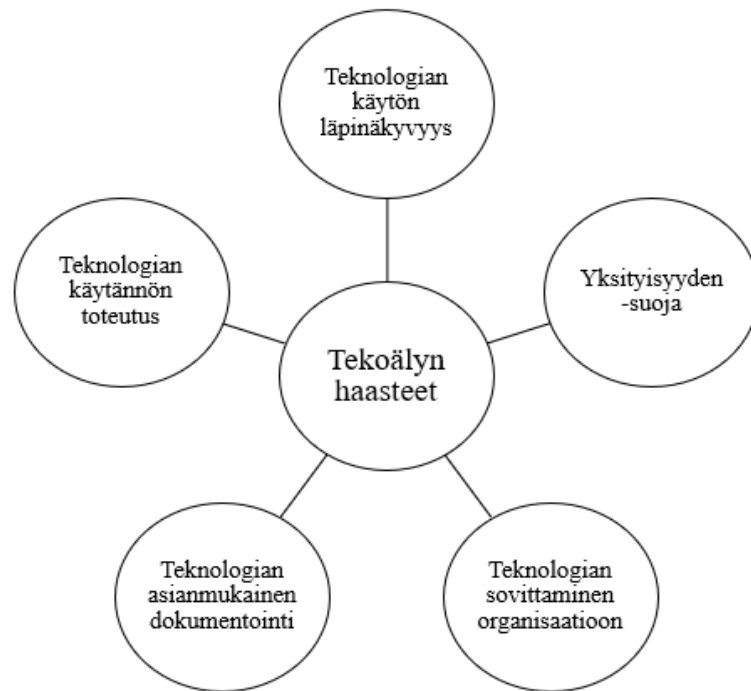


mukaisesti (Chandana et al. 2020; European Banking Federation 2019). Tämä mahdollistaa valitusten nopeamman ratkaisun, mistä hyötyy sekä asiakas että pankki. Lisäksi se auttaa liikepankkeja varmistamaan, että samantyyppisiin valituksiin vastataan johdonmukaisesti, ja helpottaa prosessikokonaisuuden auditointia verrattuna perinteiseen manuaaliseen valitusten luokitteluprosessiin. (European Banking Federation 2019)

Tekoäly- ja koneoppimisalgoritmien avulla liikepankit voivat luoda asiakkaille myös henkilökohtaisempaa palvelua (BBVA 2019; Ibbitson 2020). Kehittyneet datan varastointi- ja käsittelymenetelmät yhdistettynä analyttisiin koneoppimismalleihin sekä lisääntyneeseen asiakkaista saatavan datan määrään antavat liikepankeille mahdollisuuden tarjota jokaiselle asiakkaalle tämän taloudelliseen tilanteeseen sopivaa palvelua (BBVA 2019). Ibbitson (2020) toteaa, että liikepankit voisivat esimerkiksi pyrkiä tarjoamaan lähes reaaliaikaisia henkilökohtaisia varallisuudenhoitoneuvoja hyödyntämällä kehittynyttä ja ennakoivaa analytiikkaa kerätäkseen asiakkaista erilaisia tietoja. Sen jälkeen tekoälyalgoritmeja voitaisiin käyttää tekemään näistä tiedoista monia erilaisia ennusteita asiakkaille sopivista sijoitusstrategioista, jotka perustuvat heidän tavoitteisiinsa.

### **4.3 Tekoälyn haasteet liikepankeissa**

Tekoälyn hyödyntäminen liikepankeissa tuo monia uudenlaisia etuja liiketoiminnan kehittämiseksi ja tehokkuuden parantamiselle, mutta tekoälyyn liittyy myös useita haasteita. Königstorferin & Thalmannin (2020) tutkimuksen perusteella esille voidaan nostaa viisi keskeistä haastetta, joita liikepankit voivat kohdata tekoälyä hyödyntäessään. Kuva 6 esittää kootusti nämä haasteet.



**Kuva 6: Tekoälyn haasteet (mukaillen Königstorfer & Thalmann 2020)**

Ensimmäinen haasteista on Königstorferin & Thalmannin (2020) mukaan tieteellisissä tutkimuksissa esitettyjen tekoälyteknologioiden muuttaminen toimiviksi kokonaisuuksiksi pankkien toimintaympäristöissä. Tutkimuksessa painotetaan oikeantyyppisten datojen ja algoritmien valitsemisen hankaluutta eri tilanteisiin sopivaksi. Lisäksi osaavan henkilöstön puute voi asettaa haasteita tekoälyn hyödyntämiselle. (Königstorfer & Thalmann 2020) Tekoälyalgoritmeissa käytettävän datan tulisikin olla sisällöltään laadukasta ja tekoälyjärjestelmien toimintaa tukevaa, jotta siitä voidaan saada lisäarvoa liiketoiminnalle. Algoritmeja rakennettaessa ja valittaessa pitäisi aina miettiä, mitä niiden käytöllä halutaan saavuttaa, kun niihin ajetaan dataa. Käytännössä käytettävän datan valinnasta ja algoritmin rakentamisesta vastaavat yhdessä datatieteilijät ja toimialan asiantuntijat. (Kananen & Puolitaival 2019, s. 71-72; 89-90; 95)

Toisena haasteena on tekoälyä käyttävien menetelmien soveltaminen organisaation käytäntöihin (Königstorfer & Thalmann 2020). Tekoälyn tarjotessa korkeampaa automaatiota sen integrointi liiketoimintaprosesseihin vaikuttaa suoraan työntekijöiden rooleihin ja tehtäviin paitsi muokaten ja korvaten niitä, myös luoden uusia (Kananen & Puolitaival 2019, s. 214;

Königstorfer & Thalmann 2020). Lisäksi on korostettu, että henkilöille, joiden työtehtävät tekoäly tulee korvamaan, pitäisi tarjota mahdollisuus uudelleen koulutautumiseen (European Banking Federation 2019; Kananen & Puolitaival 2019, s. 48).

Kolmas haaste on tehdä tekoälyteknologian käyttö läpinäkyväksi päätöksenteon tukivälineenä. (Königstorfer & Thalmann 2020). Kirjallisuudessa tähän ongelmaan viitataan usein tekoälyyn liittyvänä mustan laatikon ongelmana, jolla tarkoitetaan sitä, että välillä voi olla jopa mahdotonta saada selville, miten tekoäly on päätenyt antamaansa ennusteeseen. Mitä monimutkaisempia tekoälymallit ovat, tai mitä enemmän tutkittavia ominaisuuksia malleissa on, sitä vaikeampi niiden tekemiä päätöksiä on yleensä tulkita, perustella ja toistaa. (Kananen & Puolitaival 2019, s. 221) Muun muassa luotonannon osalta tämä aiheuttaa vaikeuksia, sillä tekoälyalgoritmien käyttö luottopisteytyksessä hankaloittaa annetun päätöksen selitettävyyttä, ja liikepankkeja koskevien sääntelyvaatimusten mukaan niiden on kyettävä perustelemaan asiakkaalle, miksi luottohakemus on hylätty (Tadapaneni 2020; Wall 2018). Yritykseen tehdä tekoälyteknologian käyttö läpinäkyväksi liittyy olennaisesti myös sen asianmukainen dokumentointi, mikä onkin tunnistettu neljänneksi haasteeksi. Tällä hetkellä liikepankkien tietojärjestelmiin liittyvät dokumentointiohjeistukset keskittyvät algoritmeihin ja ohjelmointirajapintoihin, mutta eivät esimerkiksi dataan, jolla tekoälyalgoritmeja koulutetaan, vaikka koulutusdata määrittää, miten ne toimivat. (Königstorfer & Thalmann 2020) Tutkimuksissa onkin havaittu, että big datan käyttäminen algoritmien kouluttamisessa voi johtaa ennakkoluulojen syntymiseen esimerkiksi sukupuolta tai ihonväriä kohtaan aiheuttaen huomaamatonta syrjintää tilanteissa, joissa tekoälyä käytetään päätöksenteon tukena (Lui & Lamb 2018; Tadapaneni 2020). Königstorfer & Thalmann (2020) mainitsevat myös, että yhteisen liiketoiminnan ja sääntelyn terminologian puute pankkialalla aiheuttaa sen, että samaan tuotteeseen saatetaan viitata eri toimijoiden toimesta eri tavalla, mikä hankaloittaa dokumentointia.

Viidentenä haasteena on luottamuksen puute sen suhteen, että tekoälyteknologia säilyttää käyttäjien yksityisyyden. Yksityisyydensuojaan liittyvät asiat ovat aina ongelmana, kun käyttäjätietoja hankitaan, käsitellään ja analysoidaan. (Königstorfer & Thalmann 2020) Huomioimalla vastuut, jotka liittyvät käyttäjätietojen tietoturvaan, hyödyntämisen tarkoituksenmukaisuuteen, läpinäkyvyyteen ja käyttäjien lupaan tietojen käyttöä varten,

yritykset voivat kuitenkin parantaa käyttäjien luottamusta tekoälyn sovelluksia kohtaan. Käyttäjien näkökulmasta tekoälypalvelujen omaksuminen osaksi arkista toimintaa voikin olla nopeampaa ja helpompaa, kun tietojen käsittely on läpinäkyvää ja avointa. (Kananen & Puolitaival 2019, s. 219)

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kandidaatintyössä tutkittiin, miten tekoälyä voidaan hyödyntää liikepankkien toiminnoissa ja millaisia haasteita liikepankit kohtaavat tekoälyä hyödynnettäessä. Työn tavoitteena oli löytää konkreettisia hyödyntämismahdollisuuksia tekoälylle osana liikepankkien liiketoimintaprosesseja sekä luoda tiivis kuva niistä haasteista, joita liikepankit joutuvat kohtaamaan, kun ne käyttävät tekoälyä. Tutkimusaihetta lähestyttiin aineistopohjallisesti etsimällä teoriakirjallisuutta ja tutkimuksia, jotka liittyvät liikepankkeihin, tekijöihin, jotka kannustavat tekoälyn käyttöönottoon liikepankeissa sekä tekoälyyn ja sen osa-alueisiin. Valitun aineiston perusteella kirjoitetun teorian tarkoituksena oli luoda työlle tutkimusaihetta tukeva tieteellinen pohja ja auttaa lukijaa saamaan riittävän laaja ymmärrys tutkimuksen aihepiiristä. Käsittelykappaleissa tutkittiin tekoälyn hyödyntämismahdollisuuksia liikepankeissa etsien vastauksia työn johdannossa määritellyyn päätutkimuskysymykseen ja apukysymykseen. Työn päätutkimuskysymyksenä toimi:

*”Miten tekoälyä voidaan hyödyntää liikepankeissa, erityisesti luotonannossa ja asiakaspalvelussa?”*

Liikepankkien toiminta on voittoa tavoittelevaa, ja ne pyrkivät minimoimaan liiketoiminnan riskejä samalla etsien keinoja parantaakseen kannattavuutta ja vahvistaakseen asiakasuskollisuutta. Finanssimarkkinoilla vaikuttavat kysyntä- ja tarjontatekijät ajavat liikepankkeja ottamaan tekoälyn käyttöön osaksi liiketoimintaprosesseja. Kilpailu markkinoilla kiristyy, kun uusia tulokkaita saapuu toimialalle ja asiakkaat vaativat yhä helpompia ja nopeampia pankkipalveluja. Samaan aikaan toimialan sääntelyä kiristetään jatkuvasti ja pankit yrittävät etsiä keinoja kannattavuuden lisäämiseksi kustannusten kasvaessa. 2010-luvulla tapahtuneen teknologian radikaalin kehityksen katsotaan tuovan uusia mahdollisuuksia liiketoiminnalle, kun uudenlaista ja runsaasti saatavilla olevaa dataa voidaan hyödyntää yhä tehokkaammin tekoälyjärjestelmissä monenlaisten päätöksentekoa tukevien ja prosesseja helpottavien toimintojen luomiseksi.

Tässä työssä käsiteltiin tekoälyn hyödyntämismahdollisuuksia rajoittuen luotonantoon ja asiakaspalvelutehtäviin. Tutkimuksessa havaittiin, että manuaaliseen työhön perustunut

luottoluokitteluprosessi on osoittautunut riittämättömäksi luotonhakijoiden määrän kasvaessa, ja lisäksi perinteiset tilastolliset luottoluokittelumenetelmät ovat osoittautuneet epätarkoiksi. Tekoälyn todettiin tuovan positiivisia tuloksia luottoluokitteluprosessiin. Big datan lisääntyminen on kasvattanut voimakkaasti asiakkaista saatavilla olevan uuden datan määrää ja luonnetta. Koneoppimisalgoritmit ja niiden sovellukset voidaan asettaa vuorovaikutukseen uudenlaisten datatyyppeiden kanssa, ja tämän huomattiin mahdollistavan uusien asiakasta koskevien ominaisuuksien huomioon ottamisen ja tutkimisen luottoluokittelua tehtäessä. Työssä havaittiin, että uusia datatyyppejä hyödyntämällä liikepankit ovat voineet alkaa myöntämään luottoja myös sellaisille henkilöille, joilla ei ole tarvittavia tietoja luottoluokittelun toteuttamiseen. Tutkimukset osoittavat, että tekoälyalgoritmit osaavat etsiä ja muodostaa annetusta datasta sellaisia asiayhteyksiä, jotka jäisivät ihmiseltä huomaamatta epälineaarisuutensa vuoksi. Kokonaisuudessaan tekoälyn huomattiin parantavan luotonantoa sekä pankin että asiakkaan näkökulmasta mahdollistamalla nopeamman, halvemman ja tarkemman luotto-prosessin.

Asiakaspalvelutehtäviin liittyen tekoälyn todettiin vapauttavan henkilöstöä työskentelemään sellaisissa tehtävissä, jotka vaativat ratkaistavan ongelmansa luonteesta johtuen korkeamman tason älykkyyttä ja osaamista. Tekoälyn hyödyntämismahdollisuuksien huomattiin siis olevan prosesseissa, jotka ovat yksinkertaisia ja nopeita ratkaista. Etulinjan asiakaspalvelun lisäksi tekoälyä voidaan hyödyntää erilaisten asiakaspalveluun saapuvien asiakirjojen automaattisessa luokittelussa ja asiakkaille henkilökohtaisesti kohdistettujen palveluiden tuottamisessa.

Vaikka tekoäly tuo monia liikepankkien tehokkuutta parantavia toimintoja, sen käyttö ei ole kuitenkaan ongelmatonta. Liikepankkien näkökulmasta tarkasteltuna tekoälyn käyttöön todettiin liittyvän useita liiketoiminnallisia haasteita, ja työn apukysymyksenä toimi:

*”Mitä haasteita tekoälyn hyödyntämisessä on liikepankeissa?”*

Työssä tunnistettiin viisi haastetta: teknologian käytön läpinäkyvyys, yksityisyydensuoja, teknologian sovittaminen organisaatioon, teknologian asianmukainen dokumentointi ja teknologian käytännön toteutus. Teoreettisella tasolla hyväksi todetun tekoälyratkaisun muuttaminen käytäntöön on todettu vaikeaksi, sillä eri tilanteisiin vaaditaan tilannekohtaisesti

sopivaa dataa sekä algoritmi, ja lisäksi käytännön toteutuksesta vastaavasta henkilöstöstä voi olla pulaa. Läpinäkyvyys nousee haasteeksi, kun algoritmit tekevät päätelmiä, joiden lopputulokseen päätymistä edes ammattilaiset eivät välttämättä osaa perustella. Asianmukaista dokumentointia huomattiin hankaloittavan puutteellinen ohjeistus sekä yhteisen terminologian puuttuminen pankkialalla. Tekoälyteknologian sovittaminen organisaation toimintaan aiheuttaa haasteita, kun työtehtävät muuttuvat ja tekoälyn käytöllä korvataan kokonaisia työrooleja. Liikepankkien olisikin syytä huomioida työntekijöitensä tarjoamalla koulutusmahdollisuuksia, jos tekoäly korvaa työtehtäviä. Tekoälyyn liittyvä yksityisyydensuoja tunnistettiin ongelmaksi, sillä riski väärinkäyttöön johtaviin tapahtumiin on aina olemassa, kun tekoälyä hyödynnetään käyttäjätietojen hankinnassa, käsitellyssä ja analysoinnissa.

Tässä työssä tutkittiin, millaisia haasteita tekoälyn hyödyntämisessä on, mutta ei otettu kantaa siihen, miten liikepankit voisivat konkreettisesti yrittää ratkaista tunnistettuja haasteita. Työtä tehdessä havaittiin, että meneillään on tutkimuksia, joissa kehitetään rationaalisesti päätöksentekoaan perustelemaan kykenevää tekoälyä. Teknologia tunnetaan paremmin nimellä selkoäly (eng. *explainable artificial intelligence, XAI*). Aihe-ehdotuksena jatkotutkimukselle voisikin olla, pystyykö selkoäly tarjoamaan ratkaisuja tekoälyteknologian käytön läpinäkyvyyteen ja tulkittavuuteen liittyviin haasteisiin pankkialalla.

## 6 LÄHTEET

Agarwal, P. 2019. Redefining Banking and Financial Industry through the application of Computational Intelligence. *Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*. s. 1-5.

Ailisto, H., Helaakoski, H., Dufva, M. & Tuikka, T. 2017. Tuottoa ja tehokkuutta Suomeen tekoälyllä. VTT – Policy Brief Nro. 1/2017.

Anagnostopoulos, I. 2018. Fintech and regtech: Impact on regulators and banks. *Journal of economics and business*. Vol. 100, s. 7–25.

Arutjothi, G. & Senthamarai, C. 2017. Prediction of loan status in commercial bank using machine learning classifier. *International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*. s. 416-419.

BBVA. 2019. Machine learning: how it's used in banking. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.4.2021]. Saatavilla: <https://www.bbva.com/en/machine-learning-how-its-used-in-banking/>

Brandl, B. & Hornuf, L. 2020. Where Did Fintechs Come from, and Where Do They Go? The Transformation of the Financial Industry in Germany after Digitalization. *Frontiers in Artificial Intelligence*. Vol. 3, nro. 1, s. 1-12.

Butler, T. & O'Brien, L. 2019. Understanding RegTech for Digital Regulatory Compliance. Teoksessa: Lynn, T., Mooney J. G., Rosati, P. & Cummins, M., (toim.) *Disrupting Finance: FinTech and Strategy in the 21st Century*. Cham, Palgrave Pivot. s. 85-102.

Chandana, C., Neelashree, N., Nikitha G. N., Nisargapriya, J. & Vishwesh, J. 2020. Bank Customer Complaints Analysis Using Natural Language Processing and Data Mining. *International Journal of Progressive Research in Science and Engineering*. Vol. 1, nro. 3, s. 22-25.



European Banking Federation. 2019. EBF position paper on AI in the banking industry. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2021]. Saatavilla: [https://www.ebf.eu/wp-content/uploads/2020/03/EBF-AI-paper-\\_final-.pdf](https://www.ebf.eu/wp-content/uploads/2020/03/EBF-AI-paper-_final-.pdf)

Financial Stability Board. 2017. Artificial intelligence and machine learning in financial services. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 26.2.2021]. Saatavilla: <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P011117.pdf>

Finanssialalle. 2021. Finanssitoimintaa koskevat lait. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.2.2021]. Saatavilla: <https://www.finanssialalle.fi/opintomateriaalit/finanssialan-perusteet/finanssialalla-toimiminen/finanssitoimintaa-koskevat-lait.html>

Getter, D. E. 2016. Overview of Commercial (Depository) Banking and Industry Conditions. Congressional Research Service. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.2.2021]. Saatavilla: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R44488.pdf>

Ghodselahti, A. & Amirmadhi, A. 2011. Application of Artificial Intelligence Techniques for Credit Risk Evaluation. *International Journal of Modeling and Optimization*. Vol. 1, nro. 3, s. 243-249.

Haenlein, M. & Kaplan, A. 2019. A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*. Vol. 10, nro. 4, s. 5-14.

Hu, J. 2009. Personal credit rating using Artificial Intelligence technology for the National Student Loans. *4th International Conference on Computer Science & Education*. s. 103-106.

Hu, X. 2005. A Data Mining Approach for Retailing Bank Customer Attrition Analysis. *Applied Intelligence*. Vol. 22, nro. 1, s. 47-60.

Hurley, M. & Adebayo, J. 2017. Credit scoring in the era of big data. *Yale Journal of Law and Technology*. Vol. 18, nro. 1, s. 149-216.

Ibbitson, C. 2020. Using AI to transform the customer experience in banking. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.4.2021]. Saatavilla: <https://www.finextra.com/blogposting/19634/using-ai-to-transform-the-customer-experience-in-banking>

Ilmarinen, V. & Koskela, K. 2015. Digitalisaatio: yritysjohton käsikirja. Helsinki. Talentum. 272 s.

Kagan, J. 2020. Commercial Bank. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.2.2021]. Saatavilla: <https://www.investopedia.com/terms/c/commercialbank.asp>

Kananen, H. & Puolitaival, H. 2019. Tekoäly: bisneksen uudet työkalut. Helsinki. Alma Talent Oy. 246 s.

Kuluttajaliitto. 2021. Lainat ja luotot. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 26.3.2021]. Saatavilla: <https://www.kuluttajaliitto.fi/materiaalit/lainat-ja-luotot/>

Königstorfer, F. & Thalmann, S. 2020. Applications of Artificial Intelligence in commercial banks – A research agenda for behavioral finance. *Journal of behavioral and experimental finance*. Vol. 27.

Li, K., Niskanen, J., Kolehmainen, M. & Niskanen, M. 2016. Financial innovation: Credit default hybrid model for SME lending. *Expert Systems with Applications*. Vol 61, s. 343–355.

Li, Y., Jiang, W., Yang, L. & Wu, T. 2018. On neural networks and learning systems for business computing. *Neurocomputing*. Vol. 275, s. 1150–1159.

Lui, A. & Lamb, G. W. 2018. Artificial intelligence and augmented intelligence collaboration: regaining trust and confidence in the financial sector. *Information & Communications Technology Law*. Vol. 27, nro. 3, s. 1–17.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. & Shannon, C. E. 1955. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. *AI Magazine*. Vol. 27, nro. 4, s. 12-14.

Merilehto, A. 2018. Tekoäly: matkaopas johtajalle. Helsinki. Alma Talent. 195 s.

Mustonen, S. 2017. Digitalisaatio lisää kilpailua pankkitoimialla. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.2.2021]. Saatavilla: [https://helda.helsinki.fi/bof/bitstream/handle/123456789/14660/Digitalisaatio\\_lisaa\\_kilpailua\\_pankkitoimialla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bof/bitstream/handle/123456789/14660/Digitalisaatio_lisaa_kilpailua_pankkitoimialla.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Padalkar, I., Kulkarni, M., Kulkarni, P., Pendharkar, S. & Shinde, A. 2020. Analysis of Bank Statement Using Secured & Optimized Machine Learning Algorithms. *International Journal of Creative Research Thoughts*. Vol. 8, nro. 5, s. 1-5.

Pietikäinen, M. & Silvén, O. 2019. Tekoälyn haasteet: koneoppimisesta ja konenäöstä tunnetekoälyyn. Koneäön ja signaalianalyysin keskus. Oulun yliopisto. 249 s.

Rebala, G., Ravi, A. & Churiwala, S. 2019. An Introduction to Machine Learning. 1st ed. Cham, Springer International Publishing.

Sarbabidya, S. & Saha, T. 2020. Role of Chatbot in Customer Service: A Study from the Perspectives of the Banking Industry of Bangladesh. *International Review of Business Research Papers*. Vol. 16, nro. 1, s. 231-248.

Scott-Quinn, B. 2012. Commercial and Investment Banking and the International Credit and Capital Markets. Palgrave Macmillan, Lontoo. 469 s.

Seikku, E. 2018. Mikä ihmeen tekoäly, koneoppiminen ja ennakoiva analytiikka? [Verkkodokumentti]. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavilla: [https://www.tivi.fi/kumppaniblogit/hewlett\\_packard\\_enterprise/mika-ihmeen-tekoaly-koneoppiminen-ja-ennakoiva-analytiikka/2a0453e1-43d6-3532-b206-274741d258ea](https://www.tivi.fi/kumppaniblogit/hewlett_packard_enterprise/mika-ihmeen-tekoaly-koneoppiminen-ja-ennakoiva-analytiikka/2a0453e1-43d6-3532-b206-274741d258ea)

Somashekar, N. T. 2009. *Banking*. New Delhi. New Age International. 377 s.

Tadapaneni, N. R. 2020. Artificial Intelligence in Finance and Investments. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. Vol. 9, nro. 5, s. 2792-2795.

Wall, L. 2018. Some financial regulatory implications of artificial intelligence. *Journal of Economics and Business*. Vol. 100, s. 55-63.

Xu, Y., Shieh, C., Van Esch, P. & Ling, I. 2020. AI Customer Service: Task Complexity, Problem-Solving Ability, and Usage Intention. *Australasian Marketing Journal*. Vol. 28, nro. 4, s. 189–199.