



# jamk

## Tekoälyn hyödyntäminen maanteiden kunnossapidossa

Aki Karvonen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2024

Insinööri (AMK), Logistiikan tutkinto-ohjelma

**Karvonen Aki**

## **Tekoälyn hyödyntäminen maanteiden kunnossapidossa**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2024, 42 sivua

Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: Suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

### **Tiivistelmä**

Digitalisaatio on suuntaa antava trendi, jonka vaikutukset tulevat korostumaan tulevaisuudessa. Käsiteltävän datan määrä kasvaa koko ajan ja sen tehokkaaseen ja asianmukaiseen hyödyntämiseen tulee löytää keinoja yrityksen liiketoiminnassa. Opinnäytetyössä tutustutaan tekoölyyn ja sen hyödyntämismahdollisuuksiin maanteiden kunnossapidossa. Työn tilaajana toimii YIT Road Oy, joka on maanteiden kunnossapitoon erikoistunut yritys. Maanteiden kunnossapidossa on mahdollisuus hyödyntää valtava määrä dataa ja sen avulla voidaan parantaa ja tehostaa kunnossapitotoimia. Tekoälyn laskentateholla voidaan analysoida suuriakin määriä dataa nopeasti.

Opinnäytetyö toteutettiin kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena. Työssä kerättiin tietoa tekoälystä sekä tutustuttiin siihen, miten tekoälyä on hyödynnetty kunnossapidon työtehtävissä. Tietoa kerättiin myös asiantuntijahaastatteluilta, joissa haastateltavina oli YIT Roadin työnjohto, ELY-keskuksen projektipäällikkö sekä ohjelmistopalveluita tuottavan Roadscanners Oy:n kehityskoordinaattori. Aineistonkeruussa hyödynnettiin sähköisiä ja kirjallisia lähteitä, joista syntyi luotettava tietoperusta.

Työn tuloksena valmistui kattava tietoperusta, jota voi hyödyntää muissa aiheen kehitystöissä. Työhön kerättiin kattavasti erilaisia esimerkkejä, kuinka tekoälyä on hyödynnetty erilaisissa kunnossapitotöissä. Tekoälyn hyödyntämisellä on pystytty tehostamaan yritysten toimintaa sekä saavutettu kustannussäästöjä. Tekoälyn avulla voidaan siirtyä ennakoivan kunnossapidon malliin, jolloin kaluston käyttö tehostuu ja luotettavuus paranee. Työssä tutustuttiin tuoreimpiin käytössä oleviin tekoälysovelluksiin kuten Vaisalan RoadAI ja Vire Labsin Virebox.Ai. Lisäksi tutustuttiin ELY-keskuksen pilottivaiheessa oleviin mittaamenetelmiin, joihin kuuluu laserskannerit sekä pystykiehtyvyyssanturit. Työssä löydettiin keinoja datan keräämiseen ja hyödyntämiseen sekä työn tehostamiseen. Työ tarjoaa yritykselle valmiita vaihtoehtoja datan ja tekoälyn hyödyntämiseen omassa toiminnassaan.

### **Avainsanat (asiasanat)**

Maanteiden kunnossapito, tekoäly, konenäkö, koneoppiminen, tienhoito

### **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

-

### **Karvonen Aki**

Utilization of AI in road maintenance

**Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2024, 42 pages**

Degree Programme in Logistics. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

Digitalization is a directional trend of which effects will be highlighted in the future. Amount of processable data will grow and for corporate use, it needs to develop into a powerful and suitable gadget. The bachelor's thesis will introduce artificial intelligence (AI) and its possibilities in road maintenance. YIT Road Oy ordered this thesis that is specialized in road maintenance. Road maintenance has a huge opportunity to utilize data. It can help corporations to improve and enhance the maintenance. With AI computation capacity, substantial amounts of data can be processed quickly.

Bachelor's Thesis was conducted as qualitative research. In the research, data was collected about AI and how artificial intelligence has been used in maintenance work assignments. Data was also collected through interviewing specialists who were supervisors from YIT Road Oy, project manager from the centres for Economic Development, Transport, and the Environment (ELY Centres) and development coordinator from Roadscanners Oy that produces software services to its clients. Both book and internet sources were used which created a reliable foundation of knowledge.

Finished research gave an inclusive base of knowledge that can be used in other researches that seek developments of the subject. A comprehensive amount of examples were collected in the Thesis on how AI can be utilized in different kinds of maintenance work. Using AI, corporations have increased their business and saved on expenses. With artificial intelligence corporations can proceed to a proactive model which makes equipment usage more efficient and reliability improves. Most recent usable AI applications like Vaisala RoadAI and Vire Labs Virebox.AI were explored during the Thesis. Also, ELY Centres pilot programme, measurement procedures were checked out, that included laser scanners and vertical acceleration. In the research, new ways to collect data and to utilize it were found, and how it enhances working. The research gives corporations ready-made options with data and AI to use in their own work operations.

### **Keywords/tags (subjects)**

Road maintenance, artificial intelligence, AI, machine vision, machine learning

### **Miscellaneous (Confidential information)**

-

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Tekoäly</b> .....	<b>4</b>
2.1	Koneoppiminen .....	4
2.2	Neuroverkot .....	5
2.2.1	Algoritmit .....	6
2.2.2	Keinotekoinen neuroverkko .....	6
2.3	Syväoppiminen.....	7
<b>3</b>	<b>Tekoälyn sovelluksia</b> .....	<b>8</b>
3.1	Konenäkö.....	8
3.2	Kuvantunnistus.....	9
3.2.1	Konvoluutio.....	9
3.2.2	Generatiivinen kilpaileva neuroverkko GAN .....	11
3.3	Hahmontunnistus.....	11
<b>4</b>	<b>Tekoälyn käyttöönotto</b> .....	<b>12</b>
4.1	Suorituskyky .....	12
4.1.1	Kohina .....	13
<b>5</b>	<b>Maanteiden kunnossapito</b> .....	<b>13</b>
5.1	Hoitourakat .....	13
5.2	YIT Road Oy .....	15
<b>6</b>	<b>Tutkimus</b> .....	<b>15</b>
6.1	Tutkimusmenetelmät .....	16
6.2	Aineistonkeruu- ja analyysi .....	17
6.3	Tutkimuksen pätevyys ja luotettavuus .....	17
6.4	Eettisyys ja tietosuojat.....	18
<b>7</b>	<b>Tekoälyn hyödyntäminen maanteiden kunnossapidossa</b> .....	<b>19</b>
7.1	Fintraffic .....	20
7.2	Vaisala RoadAI .....	21
7.3	VR Fleetcare .....	21
7.3.1	Virebox.AI.....	23
7.4	YIT kelikoneäly.....	24
7.5	Roadscanners .....	25
7.6	ELY-Keskus.....	26
7.6.1	RDMC .....	26

7.6.2	RDLS .....	29
7.6.3	Runkokelirikon tunnistaminen .....	30
<b>8</b>	<b>Tulokset.....</b>	<b>31</b>
8.1	Haastattelut.....	31
8.2	Data .....	34
8.3	Haasteet .....	35
8.4	Johtopäätökset.....	36
<b>9</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>38</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>40</b>

## Kuviot

Kuvio 1.	Yhden piilokerroksen neuroverkko. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 26).....	7
Kuvio 2.	Syvän neuroverkon rakenne. (What is a neural network? n.d.) .....	8
Kuvio 3.	Konvoluutio funktioista A ja B. (Convolution Integral n.d.) .....	9
Kuvio 4.	Kuvantunnistuksen eri vaiheet. (What is convolution? n.d.).....	10
Kuvio 5.	Konvoluutioprosessi (Kananen & Puolitaival 2019, 153) .....	11
Kuvio 6.	Maanteiden hoitourakat kartalla. (Väylävirasto 2023).....	14
Kuvio 7.	Väyläviraston hahmotelma konenäön opetusaineistosta. (Teiden kunnossapidossa käytettävä konenäkö tarvitsee standardit 2019.).....	20
Kuvio 8.	Junaskanneri (Junaskanneri automatisoi junien kunnonvalvonnan n.d.).....	23
Kuvio 9.	Skannerin luoma 3D-malli puutavaravaunusta. (Case Andritz n.d.).....	24
Kuvio 10.	RDLS-järjestelmän mittauskohteet. (Roadscanners n.d.) .....	25
Kuvio 11.	Mittausjärjestelmät kojelaudalla. ....	26
Kuvio 12.	Antureiden tallentamat liikesuunnat. (Roadscanners n.d.).....	27
Kuvio 13.	Anturit asennettuna autoon. (Roadscanners n.d.) .....	27
Kuvio 14.	Sorateiden tasaisuusmittaukset Äänekosken urakka-alueella Huhtikuussa 2024. (Haatainen 2024).....	28
Kuvio 15.	Laserskanneri kiinnitettynä auton perään. ....	30

## Taulukot

Taulukko 1.	Kysymys 1 .....	31
Taulukko 2.	Kysymys 2 .....	32
Taulukko 3.	Kysymys 3 .....	32
Taulukko 4.	Kysymys 4 .....	33
Taulukko 5.	Kysymys 5 .....	34

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan tekoälyyn ja tutkitaan kuinka sitä voisi hyödyntää maanteiden kunnossapidossa. Opinnäytetyö toteutettiin kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena ja siihen haastateltiin viittä ihmistä. Työssä selvitettiin, miten kunnossapitotöitä ja työnjohtajien työtehtäviä voisi helpottaa ja tehostaa tekoälyn avulla.

Viime aikoina suuria kehitysharppauksia ottanut tekoäly on nopeasti levinnyt kaikkien tietoisuuteen, kun erilaisia tekoälypohjaisia sovelluksia kuten esimerkiksi virtuaaliavustaja ChatGPT julkaistiin. Lisäksi varmasti lähes jokainen on törmännyt jollakin sivustolla asiakaspalvelijan korvanneeseen chatbottiin, tekoälypohjaiseen ohjelmaan, joka käy keskusteluja ihmisten kanssa.

Tulevaisuudessa tekoälyn rooli ihmisten arjessa vain lisääntyy, kun esimerkiksi autonominen liikenne kehittyy niin pitkälle, ettei ihmisiä tarvita enää kuljettajiksi. Tekoälyn odotetaan mullistavan teollisuutta ja työelämää.

Mitä se tekoäly sitten on? Kysytään tekoälyltä itseltään ensin: *”Tekoäly (AI eli Artificial Intelligence) on tietojenkäsittelytieteen ala, joka pyrkii luomaan järjestelmiä tai ohjelmistoja, jotka pystyvät suorittamaan tehtäviä, jotka yleensä vaativat ihmisen älykkyyttä. Tämä voi kattaa monenlaisia toimintoja, kuten oppimisen, päättelyn, ongelmanratkaisun, havaitsemisen, suunnittelun ja kommunikoinnin. Tekoälyn kehityksessä on useita erilaisia lähestymistapoja, mukaan lukien symbolinen tekoäly (joka perustuu symbolien ja logiikan manipulointiin), koneoppiminen (jossa järjestelmä oppii sääntöjä ja malleja datasta) ja syväoppiminen (joka käyttää monikerroksisia neuroverkkoja datan analysointiin). Tekoälyllä on laaja sovellusalue, joka ulottuu lääketieteestä ja autoteollisuudesta aina asiakaspalveluun ja talousanalyysiin. Se voi auttaa ratkaisemaan monimutkaisia ongelmia, parantaa tehokkuutta ja tuottavuutta monilla aloilla sekä luoda uusia innovaatioita. Tekoälyllä on myös eettisiä ja yhteiskunnallisia haasteita, kuten työpaikkojen muutokset ja yksityisyyden suoja.”* Tällaisen vastauksen sain virtuaaliavustaja ChatGPT:ltä, jonka vastaus on tuotettu tekoälyllä datasta, jota sille on syötetty.

Myös muita tekoälypohjaisia ohjelmia on luotu suorittamaan erilaisia toimintoja ja tehtäviä yritysten tarpeisiin. Lisäksi lähiaikoina on julkaistu monia erilaisia tekoälyn sovelluksia kuluttajien saataville, nämä sovellukset ovat usein vapaasti kokeiltavissa, mutta niiden laajempi käyttö on usein

maksullista. Tällaisia sovelluksia ovat esimerkiksi jo edellä mainittu virtuaaliavustaja ChatGPT, tekstistä kuvia luova DALL-E sekä puhetta ja ääntä tuottava LOVO AI. Voidaankin sanoa, että tällä hetkellä tekoälyn sovelluksilla pystytään tekemään ennennäkemättömiä asioita, joista ei muutamia vuosia sitten osattu haaveillakaan. Näitä tekoälyn sovelluksia on käytetty paljon sosiaalisen median alalla, jossa esimerkiksi kokonaisia videoita on luotu pelkästään tekoälyä käyttäen.

## 2 Tekoäly

Tekoälylle, josta yleensä käytetään lyhennettä AI (lyhenne englanninkielisistä sanoista Artificial Intelligence), on vaikea antaa yhtä tiettyä määritelmää. Tekoäly on laaja kokonaisuus, jolla voidaan esimerkiksi tarkoittaa järjestelmää tai ohjelmaa, jolla on kyky suorittaa tehtäviä kuten ihminen. Tekoäly on järjestelmä, joka muistuttaa ihmisen kognitiivisia toimintoja kuten ongelmanratkaisua, oppimista ja päättelyä. Yksinkertaisimmillaan tekoäly suorittaa esiohjelmoituja tehtäviä, mutta siltä onnistuu myös vaativammat älylliset toiminnot, kuten puheen tunnistus ja tuottaminen sekä kuvien prosessointi. Tekoälyä voidaan opettaa ja sillä on kyky oppia, joten tekoälyjärjestelmät kehittyvät koko ajan ja pystyvät vaativiinkin itsenäisiin tehtäviin. (Tekoälyn määritelmä n.d.)

Tekoälyä on tutkittu ja sovellettu jo 1950-luvulta lähtien, mutta suurimmat kehitysaskleet on otettu vasta 2000-luvun puolella, kun laskentakapasiteetti on kasvanut huimasti. Nykyisten internet yhteyksien avulla saadaan helposti kerättyä suuria määriä dataa tekoälyn opettamista varten. Myös tallennuskapasiteetin kasvu ja sen kustannustason lasku on edesauttanut datan käsittelyä. (Tekoälyn merkitys Suomen hyvinvoinnille 2017.)

### 2.1 Koneoppiminen

Koneoppiminen on yksi tekoälyn osa-alue. Koneoppimisessa hyödynnetään usein neuroverkkoja oppimiseen valtavista datamääristä. Datan ja käyttäjän toiminnan perusteella ohjelma oppii tunnistamaan, luokittelemaan ja ennustamaan asioita. Toistuvat tapahtumat opettavat ohjelmaa, eikä

ihmisen tarvitse erikseen opettaa sitä. Koneoppimisen päämääränä on automatisoitu tiedon tulkinta ja laajennettu havainnointikyky. Koneoppimisessa käytetään monimutkaisia algoritmeja perinteisten raja-arvoihin perustuvien mallien sijaan. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 6.)

Koneoppimisella voidaan luoda paremmin asiakkaiden tarpeisiin vastaavia ohjelmia. Aiemmin perinteinen ohjelmistokehitys on perustunut ohjelmiston kehittäjän kirjoittamaan logiikkaan. Logistista regressiota voidaan käyttää ilman suurta määrää dataa, mutta sitä voidaan käyttää vain, kun muuttujat voivat saada vain kaksi arvoa. Koneoppimisen avulla voidaan ottaa dataa logiikan ajuriksi. Samalla voidaan tuoda koko ajan uutta dataa sisään ja ohjelmisto kehittyy. (Merilehto A 2018, 46.)

## 2.2 Neuroverkot

Neuroverkot ovat rakenteita, jotka muistuttavat ihmisaivojen rakennetta ja päätöksentekoprosesseja laskennallisilla malleillaan. Neuroverkot koostuvat peräkkäisistä ja päällekkäisistä syötekerroksesta, yhdestä tai useammasta piilotetusta kerroksesta ja ulostulokerroksesta. Kerrokset rakentuvat keinotekoisista neuroneista. Kerrokset ovat yhteydessä toisiinsa ja jokaisella neuronilla on oma yksilöllinen painotus ja vakiotermi. (What is a neural network? n.d.)

Syötekerroksessa data syötetään neuroverkon käsiteltäväksi. Syötteen tutkittavat ominaisuudet määrittävät syötekerroksen neuronien määrän. Syötekerroksesta tulleet syötteiden painotetut summat lasketaan kaikissa piilokerroksien ja ulostulokerroksen neuroneissa ja siihen lisätään neuronin vakiotermi. Aktivointifunktio muuttaa lineaarisen syötteen epälineaariseksi ennen tulosten lähettämistä seuraavalle neuronille. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 6.)

Neuroverkot perustuvat opetettuun koulutusdataan ja niiden tarkkuus parantuu ajan myötä. Koulutuksessa neuroverkolle syötetään esimerkkejä vastaantulevista syötteistä ja näiden pohjalta neuroverko muodostaa todennäköisyyksin painotetun sisäisen mallin syötteen ja tuloksen välisestä suhteesta. Mallin painoarvot säätävät sitä mukaa kun verkko oppii lisää uudesta datasta. Tarkka neuroverko on tehokas työkalu tietojenkäsittelyssä mahdollistaen datan luokittelun ja ryhmitte-

lyn suurella nopeudella. Neuroverkot hyödyntävät koulutuksessa luotua sisäistä malliaan myös tilanteissa, joita ei ole esiintynyt koulutusaineistossa. Esimerkiksi yksi tunnetuimmista neuroverkoista on Googlen hakualgoritmi. (What is a neural network? n.d.)

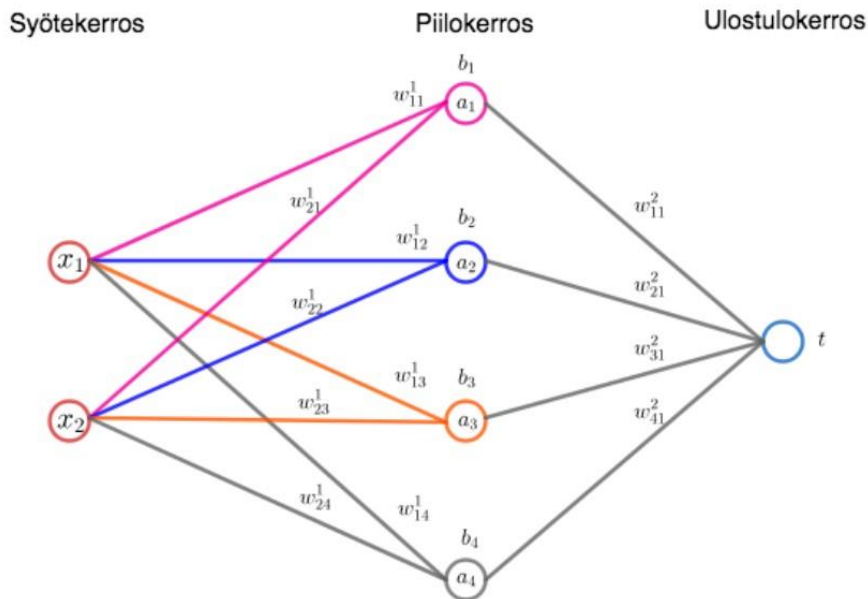
### **2.2.1 Algoritmit**

Neuroverkot pohjautuvat logiikkaan ja matematiikkaan. Tärkeitä matematiikan aloja neuroverkkojen käsittelyssä ovat lineaarialgebra, todennäköisyyslaskenta sekä moniulotteinen analyysi. Koneoppimisen menetelmissä tarvitaan usein myös graafien teoriaa ja todennäköisyyslaskentaa. Virhefunktioita pyritään minimoimaan verkkoa opettaessa muuttamalla valitun algoritmin avulla vakio termejä ja piilokerroksen painoja. Suuri määrä parametrejä aiheuttaa virhefunktioita ja niiden minimointi on haastavaa. Yleensä minimoinnissa hyödynnetään gradientteihin pohjautuvia menetelmiä, niissä käytetään virhefunktion derivaattoja verkon parametrien suhteen. Verkon laskutoimituksissa syöte ja verkon parametrit muutetaan yleensä matriisi- ja vektorimuotoihin.

Käytettyjen algoritmien, funktioiden ja minimointimenetelmien ymmärtäminen on tärkeää, sillä valitut menetelmät vaikuttavat tulosten tarkkuuteen, mallin monimutkaisuuteen sekä verkon koulutusajan pituuteen. Tarvittavat parametrit ja muiden komponenttien määrä vaihtelee myös valittujen menetelmien mukaan. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 7.)

### **2.2.2 Keinotekoinen neuroverkko**

Keinotekoisien neuroverkkojen (Artificial Neural Network, ANN) edut tulevat näkyviin, kun sille on syötetty riittävästi dataa. Neuroverkkojen oppiminen paranee, mitä enemmän niillä on dataa käytössään. Toiminnan kannalta data on neuroverkolle tärkeämpää kuin sen käyttämä koodi. Neuroverkkojen kehittyminen jatkuu edelleen, sillä laskentateho ja sen kapasiteetti kasvaa jatkuvasti. Kouluttamalla neuroverkkoja ne saadaan tekemään työnsä aina vain paremmin ja paremmin. Neuroverkon käsittelemät syötteet tarkastetaan ja niitä verrataan optimaaliseen lopputulokseen. Sen jälkeen neuronit osaavat säätää toimintaansa kohti haluttua lopputulosta. Neuroverkkojen opetusalgoritmia kutsutaan vastavirta-algoritmiksi. (Merilehto A 2018, 47.)

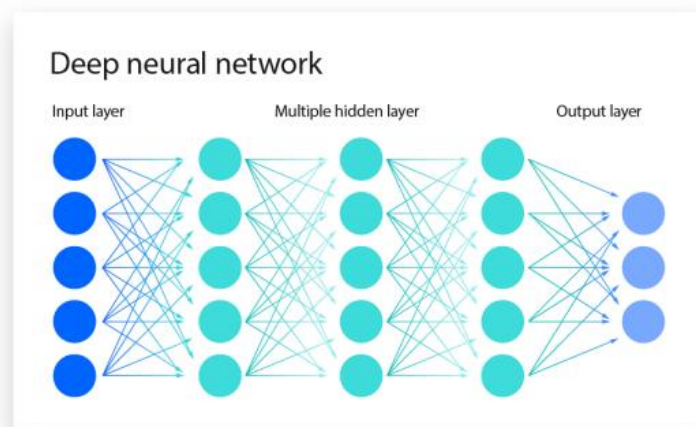


Kuvio 1. Yhden piilokerroksen neuroverkko. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 26)

## 2.3 Syväoppiminen

Perinteisessä koneoppimisessa neuroverkot ovat peräkkäisissä kerroksissa ja tarvitsevat valvottua opetusta strukturoidusta datasta. Tämä erottaa koneoppimisen syväoppimisestä. Syväoppimisessä käytetään syviä neuroverkkoja, joissa on monia päällekkäisiä kerroksia. Nämä useat kerrokset jäljittelevät ihmisen aivotoimintaa ja mahdollistavat valvomattoman oppimisen. Tietoa pystytään poimimaan automaattisesti suurista määristä sekalaista dataa. (Deep learning vs machine learning n.d.)

Syväoppimisen suurin etu on se, että se pystyy opettamaan itseään raakadatasta, jolloin datan seassa voi olla myös paljon epäoleellista tietoa. Kehittyneen laskentatehon ansiosta neuroverkot pystyvät ratkaisemaan ongelmia, joita muut työkalut eivät pysty ratkaisemaan. (Merilehto A 2018, 56.) Dataa tulee kuitenkin olla riittävästi, sillä verkot ylioppivat helposti, jos dataa on liian vähän. Ylioppineissa verkoissa ei päästä uusiin ennalta tuntemattomiin tuloksiin ja havaintoihin. Syvissä neuroverkoissa voi olla jopa miljoonia neuroneita, joka tarkoittaa miljoonia muutettavia parametrejä, jolloin opetusdataa tarvitaan valtava määrä. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 8.)



Kuvio 2. Syvän neuroverkon rakenne. (What is a neural network? n.d.)

### 3 Tekoälyn sovelluksia

#### 3.1 Konenäkö

Konenäkö on ihmisen näkökykyä jäljittelevä tekoälyn osa-alue. Konenäköä voidaan käyttää myös ihmisnäön laajentamiseen vaativissa tehtävissä. Konenäköjärjestelmä vaatii kameran, valonlähteen ja tietokoneen sekä kuvankäsittelyohjelman, joka tulkitsee kuvia automaattisesti. Konenäkö soveltuu rutiinitehtäviin, joissa on hyötyä tarkkuudesta ja nopeudesta. Sen avulla voidaan parantaa prosessien tehokkuutta ja konenäköä käytetäänkin paljon prosessiteollisuudessa. Yleinen käyttökohde konenäkölle on pullonpalautusautomaatit, joissa pullot liikkuvat nopeasti liukuhihnalla. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 9.)

Ihmisen silmät ja aivot käsittelevät näkemäänsä visuaalista dataa samalla tavalla kuin konvoluutiioon perustuva neuroverkko käsittelee dataa. Kameran kennolle pikselit tallentuvat samaan tapaan kuin näköhermon solut sen aistivat. Pikseleistä rakentuu suurempia kokonaisuuksia, alkeiskuvia. Tekoäly etsii kuvista esimerkiksi kontrastirajoja, joiden avulla kuvasta voidaan löytää eri kappaleiden ääri viivoja. Tunnistaminen alkaa alkeismuodoista kuten pysty- ja vaakalinjoista, kohteiden löytäminen ja ymmärtäminen tapahtuu asteittain. (Kananen & Puolitaival 2019, 151.)

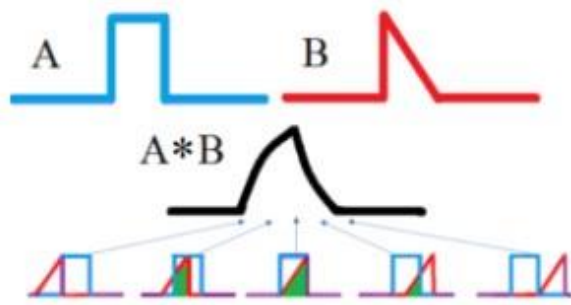
## 3.2 Kuvantunnistus

Kuvantunnistus on konenäön osa-alue, jolla on kyky tunnistaa esineitä, hahmoja, ihmisiä, paikkoja, toimintaa ja kirjoitusta kuvista. Kuvantunnistus pohjautuu konenäkötekniikoihin ja siinä käytetään koneoppimisen menetelmiä. Konvoluutioneuroverkot mahdollistavat nykyään haastavatkin kuvantunnistustehtävät. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 10.)

Tekoäly koulutetaan kuvantunnistuksessa kuvien avulla. Koulutuksessa käytettävässä datassa tulee olla paljon erilaisia kuvia, myös haastavampia kuvia, jotka voivat olla myös ihmiselle vaikeita tulkittavia. Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että jos ihminen ei pysty kuvaa tulkitsemaan, niin ei siihen tekoälykään pysty. Eli liian heikkolaatuisia kuvia ei voida käyttää tekoälyn kouluttamiseen. (Kananen & Puolitaival 2019, 64.)

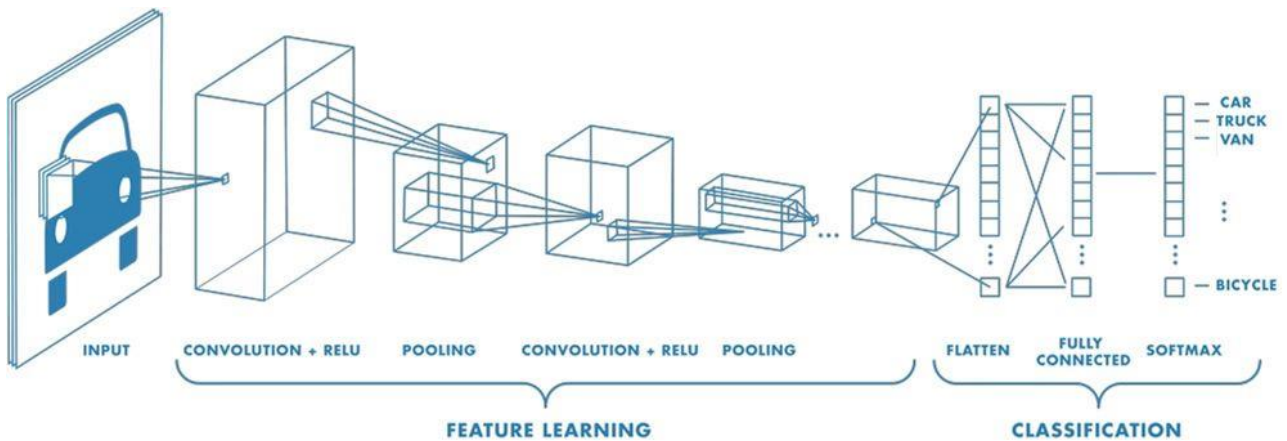
### 3.2.1 Konvoluutio

Konvoluutiossa kaksi funktiota (kuviassa 3) A ja B yhdistetään yhdeksi uudeksi funktioksi  $A*B$  (Convolution N.d.)



Kuvio 3. Konvoluutio funktioista A ja B. (Convolution Integral n.d.)

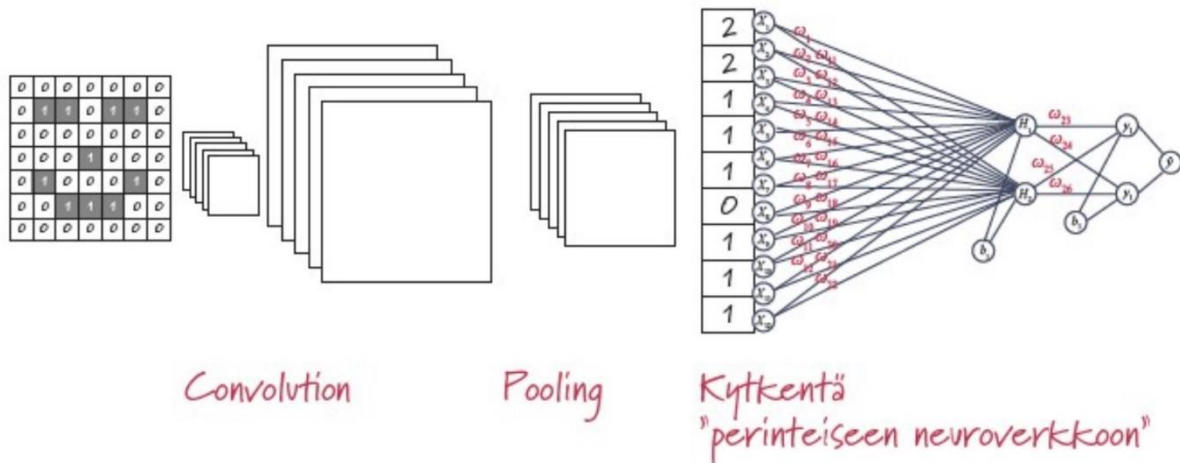
Neuroverkoissa konvoluutiokerrokset toimivat suodattimina, jotka poimivat tiettyjä elementtejä kuvasta. Konvoluutiokerroksille opetetaan esimerkiksi auton eri osien muodot, kun halutaan sen tunnistavan auto kuvasta. Mitä syvemälle kerroksissa mennään, sen pienempiä yksityiskohtia voidaan opettaa ja löytää kuvista. Kuvantunnistuksen lisäksi konvoluutioneuroverkkoja käytetään äänen, aikasarjojen ja digitaalisten signaalien käsittelyssä. (What is convolution? n.d.)



Kuvio 4. Kuvantunnistuksen eri vaiheet. (What is convolution? n.d.)

Konvoluutiota tarvitaan muuntamaan kuva numeerisiksi arvoiksi, jotta neuroverkko osaa tulkita sitä. Neuroverkot tulkitsevat kuvien pikselit numeerisina arvoina matriiseissa. Kuvasta luodaan kaksiulotteinen joukko arvoja konvoluutiokerroksen suodattimilla, joista neuroverkon myöhemmät kerrokset oppivat tunnistamaan kuvan kuviot. (Nelson D. 2020.)

Konvoluutioprosessissa kuva esitetään tietokoneelle matriisina, jonka etsityt ominaisuudet on kuvattu lukuarvolla 1 ja muut kuvan alueet arvolla 0. Ominaisuuksien tunnistaja on toinen numero-matriisi, jota liikutellaan alkuperäisen kuvan päällä. Jos ominaisuuden tunnistajan ja alkuperäisen kuvan matriiseissa pikseli on arvoltaan 1, aktivoituu kyseinen pikseli. Ominaisuuden tunnistaja luo kuvasta ominaisuuskartan, johon kerätään kaikki aktivoituneet pikselit. Ominaisuuskarttaan muodostuu kuvan merkitsevimmät ominaisuudet. Konvoluution tehtävänä on korostaa kuvan ominaisia piirteitä. Konvoluutioprosessiin kuuluu myös pooling-vaihe, jossa ominaisuuskartasta kerätään kaikista merkitsevimmät ominaisuudet. Pikseleiden lukumäärä pienenee, mutta jäljelle jää kaikista oleellisin informaatio kuvasta. (Kananen & Puolitaival 2019, 149–153.)



Kuvio 5. Konvoluutioprosessi (Kananen & Puolitaival 2019, 153)

### 3.2.2 Generatiivinen kilpaileva neuroverkko GAN

Lyhenne GAN tulee englannin kielen sanoista Generative Adversal Network. GAN-verkko on uudempi tekoälyn sovellus, jonka avulla pystytään esimerkiksi generoimaan kuvia. Sitä voidaan kutsua monipuoliseksi luovaksi työkaluksi, vaikka algoritmin toimintaperiaate onkin yksinkertainen. Tekoäly generaattori luo satunnaisia malleja annetusta aiheesta ja sitten toinen tekoälymalli tulkitsee vastaako generointi todellisia arvoja. GAN-verkossa tekoälymalleja on siis kaksi: toinen generoi ja toinen tulkitsee niitä. Työkalulle voi antaa aiheita, josta se generoi hyvin satunnaisia kuvia. GAN-verkon avulla on esimerkiksi pystytty luomaan kasvokuvia, jotka muistuttavat erehdyttävästi oikeita ihmisten kasvoja. (Kananen & Puolitaival 2019, 155.) Tällaisia generointityökaluja on paljon tarjolla vapaasti käytettävänä verkossa. GAN-verkko tuottaa oman harjoitusdatansa itse (Merilehto A 2018, 56).

### 3.3 Hahmontunnistus

Hahmontunnistuksen tavoitteena on luoda datasta kaavoja ja malleja tunnistavia järjestelmiä. Hahmontunnistusta voidaan käyttää esimerkiksi ihmisten kasvojen tunnistamiseen. Hahmontunnistuksessa käytetään kolmea menetelmää: neuraalinen, syntaktinen ja tilastollinen hahmontunnistus. Etsittävää hahmoa voidaan luokitella tilastollisten jakaumien perusteella ja syntaktisessa

tunnistuksessa oletetun rakenteen perusteella. Neuraalinen hahmontunnistus on edistyneempi järjestelmä, joka osaa löytää itsenäisesti datasta olennaiset piirteet ja muodostaa niiden välille riippuvuussuhteita. Neuraalinen hahmontunnistus pohjautuu epälineaariseen regressiomalliin. (Neittaanmäki & Tuominen 2019, 9–10.)

## 4 Tekoälyn käyttöönotto

Kananen ja Puolitaival (2019) käsittelevät kirjassaan tekoälyn käyttöönottoa yrityksissä. Tekoälyn käyttöönotossa on tärkeää ymmärtää mitä tekoälyllä voidaan tehdä ja mihin tarkoitukseen se tulee. Tekoälyn hyödyntäminen yrityksen toiminnassa vaatii monenlaista osaamista niin ohjelmistonkehityksessä kuin matematiikan ja algoritmien parissa. Tekoälyn käyttöön on oltava liiketoiminnalliset perusteet, on tunnistettu paikat, joissa tekoäly tuottaisi lisäarvoa yritykselle. Kun kehitetään tekoälyyn pohjautuvaa palvelua tai tuotetta, on tärkeää huomioida tekoälyn suorituskyky, jotta se suoriutuu riittävän hyvin annetuista tehtävistä. Dataa tulee olla saatavilla, niin tekoälyn kouluttamiseen kuin käyttöönkäin. (Kananen & Puolitaival 2019, 56–61.) Myös Merilehto (2018) nostaa datan ja sen käytön yhdeksi huomioitavaksi asiaksi tekoälyn käyttöönotossa.

Yrityksen kannattaa luoda itselleen datastrategia, jonka avulla voidaan hyödyntää jo käytössä oleva data tehokkaasti. Määritetyn strategian avulla luodaan suunnitelma datan keräämisestä ja käsittelystä. (Merilehto A 2018, 187.) Myös tietosuojasäädökset tulee huomioida, kun käytetään kerättyä dataa. Kerätty data tulee käsitellä ja säilöä tietoturvallisesti. On ensiarvoisen tärkeää huolehtia toiminnan läpinäkyvyydestä organisaation luotettavuuden kannalta. (Kananen & Puolitaival 2019, 56–61.) Sekä Merilehto (2018) että Kananen ja Puolitaival (2019) kuitenkin toteavat, että tekoälyn käyttöönotossa tulee käyttää alan ammattilaisia apuna, sillä harvasta yrityksestä löytyy valmiiksi tarvittava määrä tietotaitoa.

### 4.1 Suorituskyky

Tekoälyn suoritukseen vaikuttavat tekijät tulee tunnistaa. Eniten suorituskykyyn vaikuttavat data, kehitystyökalut ja käytetty menetelmä eli algoritmi. Datan määrällä on suurin vaikutus tekoälyn

saavuttamaan tarkkuuteen. Laadukasta dataa käyttämällä ja koulutuksella tekoälystä voidaan nopeasti tehdä tarkempi kuin ihmisestä. Tekoäly ei kuitenkaan voi olla koskaan täysin tarkka, koska siihen vaikuttaa datassa olevan kohinan määrä. Kohina asettaa tekoälyn suorituskyvylle ylärajan. Tekoälyn suorituskyvyn ei ole mahdollista kasvaa rajattomasti. Esimerkiksi kuvantunnistuksessa voi tulla vastaan niin kohinaisia kuvia, joita ei pysty enää tunnistamaan. Nämä ääritapaukset ja erilaiset tulkinnanvaraiset tilanteet tuovat haasteen tekoälyn suorituskyvyn kehittämiseen. (Kananen & Puolitaival 2019, 61–63.)

#### **4.1.1 Kohina**

Kohina on signaaliteoriassa määritetty käsite, satunnaissignaali, joka käsitellään ja määritellään tilastollisesti. Kohinaa ei voida täysin poistaa ja sen käyttäytymistä on vaikea ennustaa. Kohina on luonnollinen ominaisuus, se näkyy esimerkiksi valokuvissa eroavan sävyisinä pikseleinä ja kuuluu suhinana akustiikassa. Kohinaa pidetään tekoälyn suorituskyvyn teoreettisena ylärajana. (Kananen & Puolitaival 2019, 64.)

## **5 Maanteiden kunnossapito**

Valtion maanteiden kunnossapito on teiden hoitoa ja ylläpitämistä. Maanteiden hoito on järjestetty alueellisina hoitourakoina. Maanteiden ylläpito on mm. teiden päällystämistä, tiemerkitöiden ja valaisimien ylläpitoa sekä korjaus- ja rakennushankkeita. Nämä edellä mainitut työt eivät sisälly hoitourakan töihin, vaan ELY-keskus kilpailuttaa työt erikseen rahoituksen ja tarpeen mukaan. (Kunnossapito 2024.)

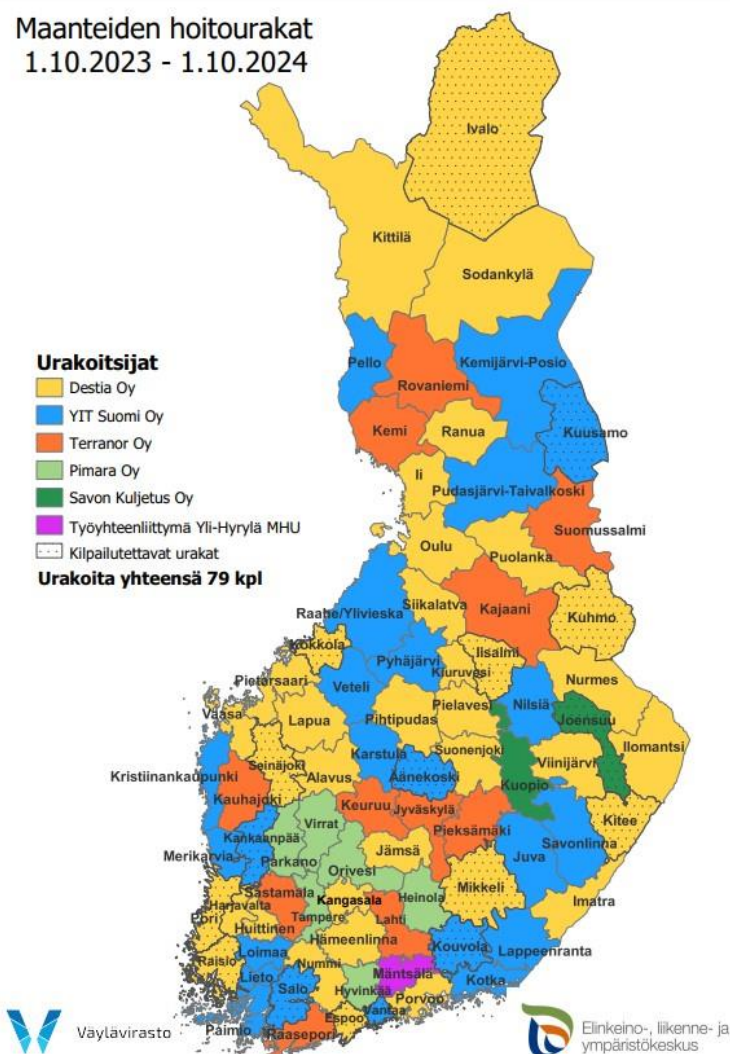
### **5.1 Hoitourakat**

Hoitourakoita on tällä hetkellä 79 kappaletta kattaen koko Suomen tieverkon (Teiden kunnossapito 2024). Ne ovat havainnollistettu kartalle kuviossa 6. Yhteensä kunnossapidettävänä on noin 78000 kilometriä maanteitä ja noin 5000 kilometriä kevyenliikenteenväyliä sekä lähes 15000 siltaa.

Hoitourakat ovat kestoltaan viiden vuoden urakoita lukuun ottamatta muutamaa poikkeusta. ELY-keskus toimii urakoiden tilaajana ja pääurakoitsija valitaan niihin kilpailutusten perusteella. (Kunnossapito 2024.) Suurimmat urakoitsijat, yhteensä lähes 90 prosentin markkinaosuudella ovat: Destia, YIT Road sekä Terranor (Maanteiden hoidon kilpailutus 2024).

Alueelliset ELY-keskukset vastaavat urakoista ja määrittelevät niihin sisältyvät työt. Hoitourakat ovat perustienpitoa, jota on mm. teiden talvihoito, sorateiden kunnossapito, niitto ja vesakonraivaus, päällysteiden paikkaus sekä siltojen, liikennemerkkien, pysäkkikatosten ja muiden varusteiden hoito. Työt toteutetaan Väyläviraston asettamien toimintalinjojen ja laatuvaatimusten sekä työkohtaisten toimintaohjeiden perusteella. Tällä tavalla varmistetaan samantasoinen työnlaatu ympäri maan. (Kunnossapito 2024.)

### Maanteiden hoitourakat 1.10.2023 - 1.10.2024



Kuvio 6. Maanteiden hoitourakat kartalla. (Väylävirasto 2023)

## 5.2 YIT Road Oy

Vuoden 2024 alussa tapahtuneen YIT Suomi Oy:n yhtiöittämisen seurauksena syntynyt YIT Road Oy:n liiketoimintana on maanteiden ja katujen ympärivuotinen kunnossapito (Yhtiöittäminen 2024). YIT Road toimii pääurakoitsijana tällä hetkellä 23:ssa maanteiden hoitourakassa, ollen Suomen toiseksi suurin urakoitsija 30 prosentin markkinaosuudella (Maanteiden hoidon kilpailutustulokset 2024). Lisäksi toimintaa on myös kaupunkien urakoissa. Kunnossapitourakoissa työskentelee työmaapäällikkö ja 1–2 työnjohtajaa sekä heidän esihenkilönään työpäällikkö, jolla on vastuullaan useampi urakka. Urakan työnjohtajien työtehtäviin kuuluu mm. urakan ja aliurakoitsijoiden töiden suunnittelu ja johtaminen, urakan talousasioista huolehtiminen, materiaalien käytön seuranta sekä töiden ja toteutumien raportointi tilaajalle. Toimistohommien lisäksi työnjohto valvoo urakan teiden kuntoa päivittäisillä tiestötarkastuksilla. Tarkastuksilla havaitut puutteet kirjataan manuaalisesti ylös Autori-seurantajärjestelmään. Havaintojen ja asiakaspalautteen perusteella työt organisoidaan niin, että tilanne korjaantuu mahdollisimman pian. (Partanen 2024.)

Talvikaudella työnjohtoa rasittaa muuttuvat keliolosuhteet, joita on seurattava tarkasti. Auras- ja liukkaudentorjuntakalusto lähetetään töihin usein aamuyöstä, jonka takia päivystävän työnjohtajan tulee olla tilanteen tasalla myös yöaikaan. Apuna YIT:llä on käytössä Roadmeteo Oy:n kelipalvelut, jossa ammattilaiset seuraavat keliolosuhteita. Talvihoidossa tiet ovat jaettu hoitoluokkiin, jotka määrittävät toimenpideajan ja laadun auraukselle ja liukkaudentorjunnalle. Talvella käytettävän suolan käyttö on iso kuluerä. Haasteena onkin valita joka keliin optimaalinen määrä suolaa, niin että liukkaudentorjunta onnistuu. (Partanen 2024.)

## 6 Tutkimus

Tärkeimmät kysymykset, joihin opinnäytetyössä haettiin vastausta ovat: Miten tekoälyä voisi hyödyntää ja millaisissa tilanteissa tekoälylle olisi käyttöä? Sekä onko muualla hyödynnetty tekoälyä? Tietoa haettiin kirjallisista lähteistä sekä asiantuntijahaastatteluista. Kysymykset pyrittiin kiteyttämään ja kuitenkin pitämään linjassa toistensa kanssa, jotta niihin saatuja vastauksia voitiin hyödyntää parhaimman mukaan. Myös muita oheiskysymyksiä tehtiin haastatteluun ja niiden myötä vastauksista tuli monipuoliset.

Kysymysten ja niiden asettelujen avulla lopputuloksena syntyy tutkimus, jossa on hyvä tietoperusta, jota voidaan hyödyntää myöhemmin muissa saman aiheen tutkimuksissa. Tavoitteena oli myös löytää konkreettisia keinoja, miten tekoälyä voisi hyödyntää tulevaisuudessa. Tekoälyn hyödyntämisen tutkiminen on kaivattua, sillä sen tarve lisääntyy jatkuvasti ja uusia keinoja käyttää sitä niin liikenteessä kuin teiden hoidossa lisää tiellä liikkumisen turvallisuutta.

## 6.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen työstäminen aloitettiin opinnäytetyön teoreettisesta viitekehyksestä ja siihen liittyvällä tiedonhaulla. Laadullista tutkimusta varten kerättiin tietoa useista eri lähteistä, niin henkilöhaastatteluista kuin internet- ja kirjallaisista lähteistä. Lähteiden haussa hyödynnettiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjaston tietokantaa, Janet Finnaa, jonka tarjonta antoi paljon lisätietoa tutkimukseen. Teoriaosioon haetut kirja- ja internetlähteet olivat niin suomen- kuin englanninkielisiä, lisäten lähteiden monipuolisuutta ja luotettavuutta. Tutkimuksen teoreettisen osion valmistuttua aloitettiin tekemään tutkimusta.

Opinnäytetyöhön tutkimusmenetelmää valitessa pohdittiin, kumpi vastaan parhaiten tutkimuksen tuloksen antiin työelämässä. Määrällinen tutkimus toteutuu, mikäli koetaan sen vastaavan kysymyksiin kuinka paljon ja miten usein. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa on mahdollista saada monia erilaisia vastauksia, mutta syvempi tieto asiasta voi jäädä kuitenkin piiloon. Laadullisella tutkimuksella taas voidaan saada syvempää tietoutta asioihin, kysymyksellä mistä on kyse. Esimerkiksi henkilöhaastattelujen tekeminen hyödyntäen alan asiantuntijoita tutkittavaan aiheeseen, voi antaa paljon uutta ja merkityksellistä tietoa tutkimusta varten. Vaikka määrällinen ja laadullinen tutkimus ovat keskenään hyvin erilaisia, ovat ne silti toisiaan täydentäviä menetelmiä. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Tämä opinnäytetyö toteutettiin laadullisena eli kvalitatiivisena tutkimuksena, jotta saatuja tietoja voidaan hyödyntää mahdollisimman monipuolisesti työelämässä. Tutkimusta varten tehdyt haastattelut lisäävät tutkimuksen luotettavuutta, koska haastateltavat ovat aiheeseen sopivia asiantuntijoita, jotka tietävät tutkimuksen aiheesta tarpeeksi, mutta myös kaipaavat lisätietoa työnsä parantamismahdollisuuksiin. Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus jätettiin taka-alalle, sillä ei

koettu sen tuovan yhtä syvällistä tietoutta tutkimukseen eikä myöskään tutkimusmenetelmien yhdistämistä koettu tarpeellisena. Henkilöhaastatteluilla taattiin laadukas tiedonsaanti ja vastamaan kriittisiin tutkimuskysymyksiin, joiden pohjalle tutkimus perustuu.

## 6.2 Aineistonkeruu- ja analyysi

Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin puolistrukturoitua asiantuntijahaastattelua. Tarkoituksena oli selvittää miten yritysten ja valtionhallinnon henkilöstö ovat tietoisia tekoälyn tuomista hyödyistä teiden kunnossapidossa ja miten he hyödyntäisivät tekoälyä. Haastatteluja varten laadittiin kysymyksiä ennakkoon ja ne esitettiin enimmäkseen samassa muodossa. Haastateltavalla oli jokaisen kysymyksen kohdalla sana vapaa. Tarkoituksen oli saada objektiivisia, vakioituja ja mitattavia tuloksia tutkimusta varten. (Hyvärinen, Suoninen & Vuori 2021.)

## 6.3 Tutkimuksen pätevyys ja luotettavuus

Luotettavuutta voidaan Tilastokeskuksen mukaan ilmaista reliabiliteetilla eli miten luotettavasti ja toistettavasti tutkittua ilmiötä voidaan mitata (Käsitteet n.d.). Pätevyyttä mitataan validiteetin kautta, jossa aineiston tulokset tulisi olla toistettavissa ja johtaa samanlaisiin tuloksiin. Onnistunut mittaus tietyistä asiasta kertoo sen, että aineisto oli pätevää. Tehdyn tutkimuksen tulokset eivät voi koskaan antaa täydellistä ymmärrystä asiaan. Se jättää aina tilaa lisätutkimuksille. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Laadullisessa tutkimuksessa luotettavuutta on hyvä aina tarkastella kriittisesti. Sama pätee myös määrällisellä tavalla toteutettuihin tutkimuksiin. Tutkimusta tehdessä on hyvä pysähtyä peruskysymysten ääreen, mitä, miksi, miten ja milloin. Hieman skeptisenkin ajattelun myötä kysymysten avulla saadaan luotettavaa tutkimusmateriaalia tuotettua, eikä todeta kaikkea sinisilmäisesti oikeaksi. Myös vääränlaisen tiedon käytön hyödyntäminen tuo reflektointia ja auttaa miettimään, mitä pohjimmiltaan tutkitaan. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Tässä opinnäytetyössä tehtiin henkilöhaastatteluja alan asiantuntijoille, jotka tarjosivat lisätietoa tutkittavaan asiaan. Tutkimukseen haastateltiin viittä henkilöä, jotka työskentelivät eri sektoreilla. Niin yksityisissä kuin valtion alaisissa yrityksissä. Haastateltavat valikoituivat aiempien tietojen ja mietinnän pohjalta. Keneltä löytyy sanottavaa tutkimukseen liittyen ja mitä kehityksen kohteita he

näkevät tutkittavassa aiheessa. Jokainen haastateltava vastasi avoimesti puolistrukturoituihin kysymyksiin, antaen tutkimukselle aineistoa jatkaa ja kehittää sitä. Voidaan todeta, että luotettavuutta tutkimuksessa on lisännyt asiantuntijahaastattelut ja sitä varten tehty valmis puolistrukturoitu kyselylomake.

Pätevyyttä eli validiteettia päätettiin tässä opinnäytetyössä mitata enemmän uskottavuuden ja vakuuttavuuden mittareilla. Laadullisessa tutkimuksessa validiteetti nostaa enemmän päätään, sillä tutkimuksessa on kyse siitä, onko se pätevä, perusteellisesti tehty ja ovatko saadut haastattelutokset, että niistä tehdyt päätelmät oikeat tutkimusta varten. Virheitä voi sattua, mikäli tutkija kysyy vääriä kysymyksiä aiheesta tai näkee periaatteita väärin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Validiteetin voidaan todeta toteutuneen, sillä tutkimukseen valitut asiantuntijat haastateltiin objektiivisesti ilman ennakoasenteita ja jokaiselta kysyttiin samat kysymykset. Haastateltavien omat lisäykset kysymysten ulkopuolella haastavat validiteetin, mutta eivät järkytä sitä aiheeseen liittyvän asiantuntijuuden johdosta. Myös teoreettisen viitekehyksen avulla voitiin pitää tutkimus pätevänä pohjatietojen myötä.

## 6.4 Eettisyys ja tietosuoja

Tutkimusta tehdessä on tärkeää muistaa tiedeyhteisön tunnistamat toimintatavat: rehellisyys, yleinen huolellisuus ja tarkkuus tutkimustyössä sekä tulosten tallentamisessa että esittämisessä ja saatujen tulosten arvioinnissa. Opinnäytetyötä tehdessä on tärkeää muistaa kunnioittaa toisten tekemiä töitä viittaamalla heidän julkaistuihin tutkimuksiin, mikäli niitä päättää hyödyntää omassa tutkimuksessaan. (Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK) 2023.)

Hyvien tieteellisten käytäntöjen lisäksi on olennaista muistaa tietosuoja ja sen merkitys. Tietosuoja parhaimmillaan parantaa tutkimukseen osallistuvien henkilöiden luottamusta tutkimusta kohtaan. On hyvin tärkeää tallettaa tiedot, niin ettei muilla kuin tutkijalla ole pääsy aineistoon ja pitää ne turvassa ainakin kahdessa paikkaa mahdollisten tietokatkosten tai tietokoneen sammumisen johdosta. Loppujen lopuksi tutkimusta tehdessä peruseriaate on välttää aiheuttamasta haastateltaville haittaa, vahinkoja tai riskejä. (Kallinen & Kinnunen n.d.)

Tässä tutkimuksessa korostui asiantuntijahaastatteluiden tekeminen ja sitä myötä niiden eettisyys ja tietosuoja. Ennen haastattelua tuli olla tiedossa ketä saa haastatella ja milloin. Myös tutkimuskysymysten asettelu tuli harkiten tehdä, jotta vastaukset tuovat tietoa tutkittavaan asiaan. Haastatteluissa vastaan tulee myös salassapidolliset materiaalit. Kaikkea tietoa ei voida välttämättä julkaista haastateltavan pyynnöstä ja siihen täytyy osoittaa täysi luotto tutkijan puolelta. (Kallinen & Kinnunen n.d.)

## **7 Tekoälyn hyödyntäminen maanteiden kunnossapidossa**

Tekoälyä on hyödynnetty eri aloilla paljon. Tässä kappaleessa tutustutaan esimerkkien avulla, miten tekoälyä on hyödynnetty erilaisissa kunnossapidon työtehtävissä.

Tekoälyn lisääntyneen käytön ansiosta se on muuttunut entistä tietoisemmaksi ja älykkäämmäksi, jota voidaan hyödyntää erilaisissa tiedonvälitykseen liittyvissä asioissa kuten liikennetiedotteissa. Tiedotteiden avulla tehdään maanteillä kulkemisesta hieman turvallisempaa jokaiselle tiellä liikkujalle. Turvallisen liikkumisen takaa hyvät maantiet ja niiden laadukas kunnossapito, jossa tekoäly hyödyttää ja helpottaa teiden kunnossapitoa. Kaiken takaa se, että tekoälylle on annettu standardit, joiden mukaan toimia. Tällöin myös itse järjestelmästä saa enemmän irti.

Väylävirasto on listannut neljä standardia, joista on hyvä pitää kiinni: tekoäly vaatii laadukasta opetusaineistoa, jotta se voi parhaansa mukaan olla avuksi, sille annetaan yhteiset termit ja kriteerit sekä metatiedot ja formaatit, mutta myös siitä saatu hyöty tulee olla yhteinen. (Teiden kunnossapidossa käytettävä konenäkö tarvitsee standardit 2019.)



Kuvio 7. Väyläviraston hahmotelma konenäön opetusaineistosta. (Teiden kunnossapidossa käytettävä konenäkö tarvitsee standardit 2019.)

## 7.1 Fintraffic

Fintraffic on kertonut sivuillaan julkaistussa artikkelissa, että kaupallisten radiokanavien markkinajohtaja, Bauer Media, alkaa Fintrafficin kanssa yhteistyössä lähettää radion kautta liikennetiedotteita tekoälyn avulla (Fintraffic mukana yhteistyössä – Bauer Media alkaa lähettää radiossa tekoälyn avulla paikallisesti tuotettuja ja kohdennettuja liikennetiedotteita 2023).

Fintrafficin ja Bauer median yhteistyönä toteutetun palvelun tarkoituksena on parantaa liikenneturvallisuutta ja samalla luoda ennaltaehkäisevää ja parempaa liikennetiedotusta radion välityksellä. Tekoälyn avulla radiolähetyksissä voidaan kuulla aina paikallisesti ja ympärivuorokautisesti kaikki liikennetiedotteet. Ohjelman hyödyntämisen kautta kuulijat saavat välittömästi tiedon, mikäli lähettyvillä on sattunut jotain; kolari tai liikenne takkuua. Eniten tekoälyn tuottamaa palvelua hyödyntävät kuljetusalan ammattilaiset sekä henkilöautoilijat. Radiossa kuultavat liikennetiedotteet on tehty kahdella äänellä. Perusliikennetiedotteet luetaan maskuliinisella koneäänellä, kun

taas huonon kelin liikennetiedotteet luetaan feminiinisellä koneäänellä. (Fintraffic mukana yhteistyössä – Bauer Media alkaa lähettää radiossa tekoälyn avulla paikallisesti tuotettuja ja kohdennettuja liikennetiedotteita 2023.)

## 7.2 Vaisala RoadAI

Vaisala on suomalainen yritys, joka valmistaa mittajärjestelmiä ja -laitteita teollisuuden tarpeisiin. Vaisalan tytäryhtiö Xweather tuottaa palveluja liikenteen omaisuudenhallintaan. Xweatherin tuotama RoadAI sovellus on suunniteltu kunnossapitokäyttöön. Se hyödyntää tekoälyä usealla tavalla. Toiminta perustuu puhelimeen, joka asetetaan auton tuulilasille kuvaamaan tietä. Videokuva siirtyy pilvipalveluun, jossa sitä voidaan katsella. Tekoälyn avulla videokuvasta poistetaan kaikki ihmishahmot, autojen rekisterikilvet ja talojen numerot yms. Näin tallennetusta datasta saadaan tietosuoja-asetusten mukaista. Tekoäly analysoi videokuvan ja pystyy kertomaan toimenpiteiden tarpeen. Konenäköä käytetään tunnistamaan videokuvasta haluttuja asioita. Sen avulla voidaan esimerkiksi poimia videokuvasta päällysteen reiät ja halkeamat tai liikennemerkkit inventoimista varten. Dataa ja havaintoja saadaan kerättyä nopeasti, tehokkaasti ja turvallisesti. Data säilötään pilvipalvelussa, jossa videokuvaa voidaan verrata vanhempiin kuvauksiin ja kerätä näin tietoa tietön muutoksista. (RoadAI n.d.)

## 7.3 VR Fleetcare

Rautatiekaluston huoltoon erikoistunut VR Fleetcare hyödyntää toiminnassaan tekoälypohjaista automaattista kaluston ja laitteiden kunnonvalvontaa. VR Fleetcaren käytössä on Vire Labs Oy:n kehittämä tekoälypohjainen päätelaite Virebox.AI, jota on hyödynnetty vaihteiden ja liikkuvan kaluston kunnossapidon hallinnassa. Vaihteiden kuntoa valvotaan sähkövirtaa mittaavilla antureilla. Niistä saadun datan päätelaite analysoi ja lähettää tiedot eteenpäin kunnossapitojärjestelmään. Kun päätelaite analysoi datan paikallisesti, puhutaan reunalaskennasta. (Tehoa rautateiden kunnon valvontaan. n.d.).

Reunalaskennassa antureiden tuottama data tallennetaan ja analysoidaan lähellä sen keräämispaikkaa. Eteenpäin pilvipalveluihin siirtyy vain olennainen data, jolloin tiedonsiirto loppukäyttäjälle nopeutuu verrattuna tilanteeseen, jossa kaikki data lähetetään pilvipalveluun. (Reunalaskenta n.d.) Reunalaskenta sopii hyvin liikkuvaan kalustoon, sillä tiedonsiirto on haastavaa kaluston liikkeessä. Reunalaskenta on myös hyvä vaihtoehto, kun dataa kertyy paljon ja sen analysoinnilta vaaditaan paljon tarkkuutta. Digitalisoinnin ja tekoälyn hyödyntäminen kunnossapidossa on parantanut luotettavuutta, käyttövarmuutta ja kustannustehokkuutta. Koneellinen kaluston ja laitteiden kunnonvalvonta on vähentänyt työtunteja, kun ainoastaan poikkeuksiin täytyy ihmisen reagoida. (Tehoa rautateiden kunnan valvontaan. n.d.)

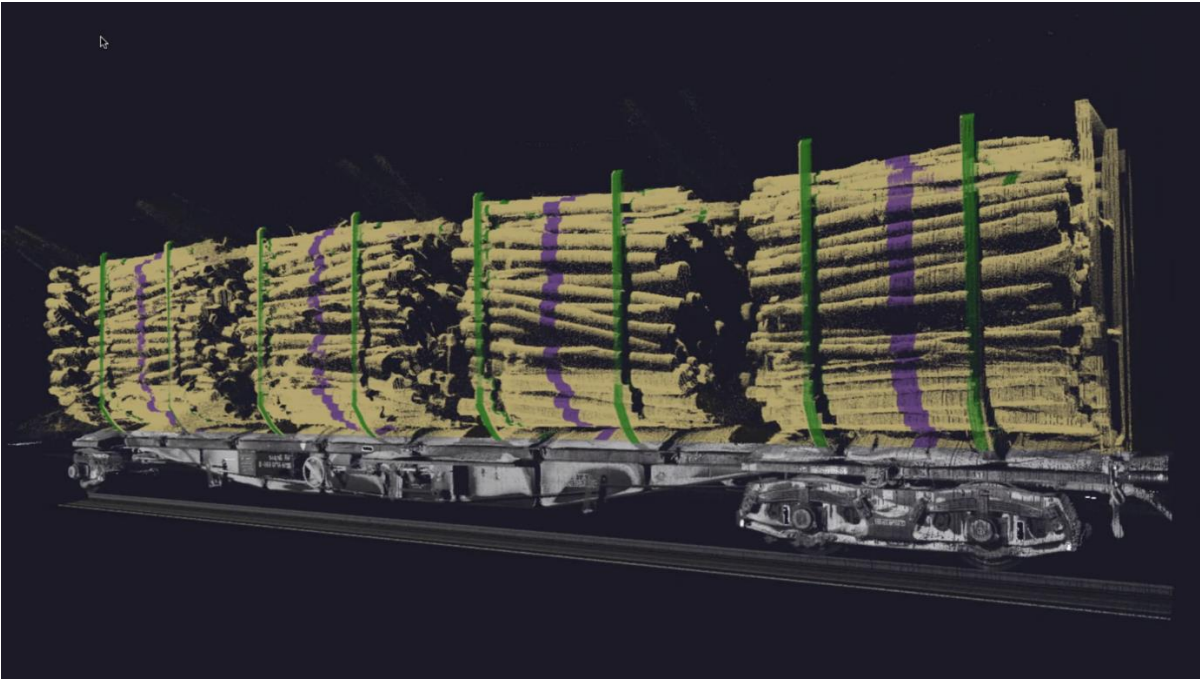
Vaihteiden kunnanvalvonnan lisäksi VR Fleetcarella on käytössään junaskanneri, joka valvoo automaattisesti junakaluston kuntoa. Junaskanneri tarkastaa ohi ajavan junan kameroiden ja lasertutkien avulla ja osaa kertoa mahdolliset huoltotarpeet. Ihmisvoimin tehdyn valvonnan korvanneet junaskannerit ovat vapauttaneet huoltohenkilöstön muihin töihin sekä parantaneet valvonnan tarkkuutta huomattavasti, mittaukset tehdään millimetrien tarkkuudella. Junaskanneri osaa myös kertoa kaluston huoltotarpeista ennakkoon. Junaskannerit ovat radan molemmille puolille pystytettyjä mastoja, kuten kuvioista 8 voidaan nähdä. Ohikulkeva juna kuvataan viivakameroilla ja LiDAR-tutkilla ja siitä luodaan 3D-malli muutaman millimetrin tarkkuudella. Kerätyn datan analysoinnissa käytetään myös Virebox.AI-tekoälypäättettä, joka analysoi kuvadatan reunalaskentana ja raportoi poikkeamista kunnossapitojärjestelmään. Kuvadataa saadaan valtava määrä, kun suurnopeuskamerat kuvaavat 27 000 kuvaa sekunnissa. Junaskanneri pystyy havaitsemaan esimerkiksi löysiä pultteja, vioittuneita jousia tai mahdollisia vuotoja. Valvonnan automatisointi on tuonut säästöjä työkustannuksissa ja parantanut junakaluston kunnossa pysymistä. (Junaskanneri automatisoi junien kunnanvalvonnan n.d.)



Kuvio 8. Junaskanneri (Junaskanneri automatisoi junien kunnonvalvonnan n.d.)

### 7.3.1 Virebox.AI

Tekoälypohjainen päätelaite Virebox.AI on suomalaisen Vire Labs Oy:n kehittämä tuote, joka on suunniteltu datan analysointiin. Se on suunniteltu reunalaskentaan, jolloin toiminta onnistuu myös siellä missä tietoliikenneyhteydet ovat huonot. Virebox.AI:n laskentateho on yli satakertainen verrattuna tavanomaisiin tietokoneisiin. Siihen voidaan liittää erilaisia kameroita, tutkia ja antureita, joiden tuottamaa dataa pystytään analysoimaan. (Virebox n.d.) Yhdistämällä päätelaite Vire AI skanneriin, on Metsä Groupin Kemin biotuotetehtaalla saatu toimintaan maailman ensimmäinen autonomisesti toimiva puutavaranoasturi. Autonomiset nosturi purkavat tehtaalle tulevia puutavarakuormia junanvaunuista. Skanneri luo junanvaunusta 3D-mallin, jotta nosturi osaa nostaa puutavarapunkin oikeasta kohdasta. (Case Andritz n.d.)



Kuvio 9. Skannerin luoma 3D-malli puutavaravaunusta. (Case Andritz n.d.)

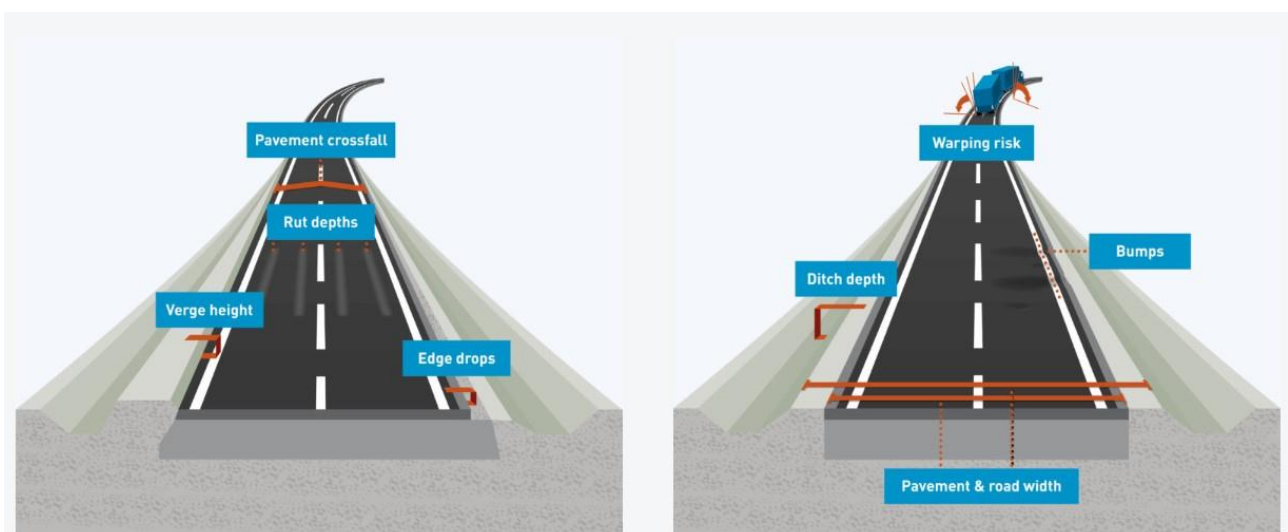
## 7.4 YIT kelikoneäly

Yhä enemmän vaihtelevat keliolosuhteet ovat haaste maanteiden kunnossapidossa, töiden suunnittelussa joudutaan turvautumaan lähipäivien ennusteisiin. Näihin haasteisiin on YIT:llä reagoitu jo 2010-luvun alkupuolella, kun kelikoneälyn kehitys alkoi. Projektin yhteistyökumppaneina toimivat Louhia Oy ja Soikea Oy. Kelikoneäly toimii Microsoftin Azure-alustalla ja se hyödyntää niin YIT:n omaa dataa kuin kaikille avointa dataa. Kelikoneäly perustuu koneoppimiseen, jolla ennustetaan talvihoitotöiden, kuten esimerkiksi liukkaudentorjunnan tarvetta. Järjestelmän avulla pyritään ennustamaan tienpinnan olosuhdemuutoksia ja optimoimaan toimenpiteiden ajoitus. Se kehittyy oppimalla aiemmista toimenpiteistä ja niiden lopputuloksista. Järjestelmä kertoo työnjohtajille, milloin toimenpiteet kannattaa tehdä ja kuinka paljon liukkaudentorjuntamateriaaleja tarvitaan. Kelikoneäly oli käytössä kaikissa YIT:n kunnossapitourakoissa ympäri Suomen. (Koneäly auttaa teiden ja katujen kunnossapidossa 2017.) Kelikoneälystä ei kuitenkaan saatu luotua riittävän luotettavaa järjestelmää, joka reagoisi oikein kaikkiin kelin muutoksiin. Tällä hetkellä kelikoneälyä ei käytetä kunnossapitourakoissa, eikä projekti ole aktiivinen. (Partanen 2024.)

## 7.5 Roadscanners

Roadscanners on suomalainen yritys, joka on erikoistunut liikenneinfran ylläpitoon ja hallintaan sekä mittaus- ja kehitystyöhön. Asiakkaita on ympäri maailman. Roadscanners tarjoaa konsultointi-, mittaus-, ohjelmisto- ja analysointipalveluita sekä heillä on käytössä erityisiä mittausmenetelmiä kuten maatumkaus (GPR), videointi, kiihtyvyyssanturit, lämpökamerat sekä laserkeilaus. Pintaa vaurioittamattomilla mittausmekaniikoilla voidaan selvittää tarkasti vaurioiden juurisyitä ja siirtyä enemmän ennakoivaan kunnossapitoon. Tieverkolta saadaan näillä menetelmillä kerättyä valtava määrä dataa analysoitavaksi. (Roadscanners n.d.)

Timo Saarenpää Roadscannersilta kertoo RDLs-järjestelmästä (Road Doctor Laser Scanner), jossa laserkeilainta ja 3D-kiihtyvyyssanturia käytetään laadunvalvonta- ja mittauksissa. Laserkeilain pyörii 60 kertaa sekunnissa ja sen pohjalta luodaan 3D-malli tiestä. Analysoimalla dataa, sieltä voidaan löytää esimerkiksi kohdat, joissa pientareella on reunapalletta. Tekoäly on opetettu etsimään näitä kohtia tiettyjen parametrien avulla. Saarenpää kertoo havainneensa kuinka usein juuri niissä kohdissa, joissa reunapalletta esiintyy, on myös vaurioita päällysteessä. Laserkeilaimella voidaan löytää tällaiset kohteet helposti ja parantaa näin päällysteiden kuivatusta ja kestävyttä. Laserkeilaimella pystytään havaitsemaan myös reunantäyttökohteet, joissa päällysteen ja pientareen välissä on kynnyks, mutta ne joudutaan etsimään manuaalisesti, sillä tekoälyä ei ole opetettu siihen. (Saarenpää 2024.)



Kuvio 10. RDLs-järjestelmän mittauskohteet. (Roadscanners n.d.)

## 7.6 ELY-Keskus

ELY-keskukset ovat hyödyntäneet tekoälyä erilaisissa projekteissa sekä tuoneet sen myös päivittäiseen työhön mukaan. Tekoälyä on hyödynnetty tiestön kunnon tarkkailussa ja dataa on kerätty jo useamman vuoden ajan. Keski-Suomen ELY-keskuksella on käytössä kolmessa projektipäälliköiden autossa Vaisala Oyj:n RoadAI videokuvauspalvelu sekä Roadscanners Oy:n pystykihtyvyyssanturi. Kuviossa 11 on näkymä auton kojelaudasta, jossa tuulilasilla on puhelin kuvaamassa näkymää eteenpäin RoadAI palveluun, keskellä on puhelin havaintojen tekemiseen Autori-sovelluksella ja alareunassa tabletilla on Roadscannersin mittaussovellus. Näiden toimintojen lisäksi yhdestä autosta löytyy myös Roadscannersin laserkeilain. Autoihin on asennettu GPS-laitteet, jotta paikkatiedot tallentuvat tarkasti. (Haatainen 2024.)

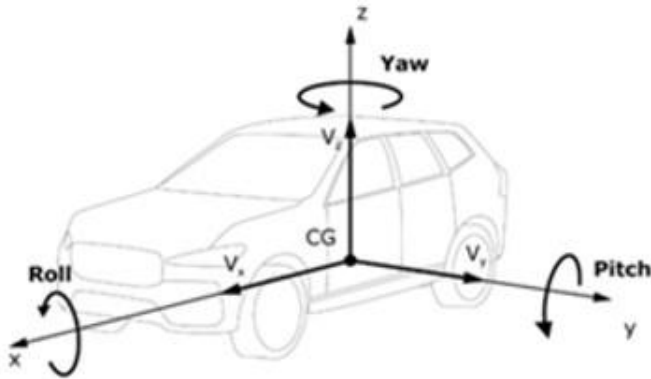


Kuvio 11. Mittausjärjestelmät kojelaudalla.

### 7.6.1 RDMC

Roadscannersin RDMC-laitteiston (Road Doctor Maintenance Control) toiminta perustuu pääosin kiihtyvyydenopeusmittaus anturista saataviin mittaustietoihin, jotka tallentuvat ajon aikana sijainti-

tietoineen ajoneuvoon asennetun tietokoneen muistiin, sekä siirtyvät lähettimen kautta pilvipalveluun. Pystykiihtyvyyssmittarilla saadaan kerättyä dataa tien kunnosta niin soratiellä kuin päällysteillä teilläkin. RDMC on kiihtyvyyssmittaukseen pohjautuva mittaus- ja tietojen tallennusjärjestelmä.



Kuvio 12. Antureiden tallentamat liikesuunnat. (Roadscanners n.d.)

Laitteisto tallentaa mm. heilahdusnopeudet X, Y ja Z suuntiin sekä kierto liikkeitä, ajoneuvon sivukaltevuuden, sivukaltevuuden muutosnopeudet ja heilahdustaajuuDET. Kiihtyvyyssmittari on asennettu auton runkoon kuljettajan penkin alle (kuvio 13). Kiihtyvyyssmittarin avulla saadaan kerättyä luotettavaa tietoa esimerkiksi sorateiden tasaisuudesta sekä ajourien ja kuoppien syvyydestä. Mitä suurempia pystykiihtyvyysslukemia anturi mittaa, sen suurempia epätasaisuuksia tiellä on. Käytetty nopeus vaikuttaa mittaustuloksiin. (Haatainen 2024.)



Kuvio 13. Anturit asennettuna autoon. (Roadscanners n.d.)

Haatainen (2024) kertoo, että RDMC-mittauksiin tallentuvat pystykiikkyvyystiedot kuvaavat hyvin ajomukavuutta ja sorateiden hetkellistä pinnantasaisuutta. Pintakunnon kehitystä on myös helppo tarkastella pidemmällä aikavälillä, kun asiat eivät jää muistinvaraisiksi. Kuviossa 14 on esitetty RDMC-mittauksien tiedot huhtikuulta Äänekosken alueurakan sorateiltä. Myös Routaheitot pystytään löytämään datasta, ne tallentuvat kuopista eroavan muotonsa vuoksi hieman erilaisina käyriä dataan. Tällä hetkellä työn alla on löytää sellaiset mitta-arvot, joilla voidaan tunnistaa ja luokitella nimismiehenkiharat datasta. Yhtäläisyyksiä on pyritty löytämään mm. värähtelytaajuudesta. Koeajoja on tehty edellisenä kesänä ja kehitystyö jatkuu. Haasteena on ollut löytää parametreit, joilla luokittelu voidaan tehdä luotettavasti. Sorateiden tasaisuuden luokittelussa on käytetty apuna myös ajopaneeleita, joissa on ajettu tietty reitti ja tienhoidon ammattilaisia on pyydetty arvioimaan soratien tasaisuutta tuntuman perusteella asteikolla 1–3 laatuvaatimusten mukaisesti. Saatua dataa on sitten verrattu pystykiikkyvyysanturien antamaan dataan. (Haatainen 2024.)



Kuvio 14. Sorateiden tasaisuusmittaukset Äänekosken urakka-alueella Huhtikuussa 2024. (Haatainen 2024)

## 7.6.2 RDLS

Keski-Suomen ELY-keskuksen maanteiden hoidon projektipäällikkö Pekka Haatainen on mukana pilottihankkeessa Roadscannersin kanssa, jossa RDLS laserskanneria käytetään tiestön kunnon tarkkailuun. Laserskannerin avulla pystytään mittaamaan tien kaltevuuksia ja havaitsemaan reunapalle pientareella. Tällä hetkellä tekoälyä yritetään opettaa löytämään myös reunantäyttökohteet pientareelta.

Yhteistyö Roadscannersin kanssa alkoi keväällä 2021, jolloin ensimmäinen pystykiihtyvyyssanturi asennettiin ELY-keskuksen autoon. Sen jälkeen antureita on asennettu muihinkin autoihin ja keväällä 2022 mukaan tuli myös laserskanneri. Jotta järjestelmät on saatu toimimaan, se on vaatinut paljon koe- ja mittausajoja, mittalaitteiden kehitystyötä sekä parametrien säätämistä. Kaikki mittalaitteista saatava data siirtyy pilvipalveluun, osa datasta on manuaalisesti siirrettävää. Haasteena on ollut siirrettävän datan määrä ja vaihtelevat tietoliikenneyhteydet. Käytössä oleva sovellus kaa-tuukin näistä syistä usein ja vaatii uudelleen käynnistämisen. Tällä hetkellä tutkitaan voisiko laserskannerilla tunnistaa ja luokitella sorateiden pölyävyyttä. Käynnissä on parametrien ja mitta-arvojen säätäminen. Idea kyseiseen toimintoon lähti, kun sadekelillä ajettaessa renkaiden nostama vesisumu vaikutti laserin toimintaan ja heräsi ajatus siitä, miten sitä voisi mitata. (Haatainen 2024.)



Kuvio 15. Laserskanneri kiinnitettynä auton perään.

### 7.6.3 Runkokelirikon tunnistaminen

Haatainen (2024) kertoo ELY-keskuksen käynnissä olevasta projektista, jossa pyritään tunnistamaan sorateiden runkokelirikkoja auton moottorin kuormitus- ja polttoaineen kulutustietojen perusteella. Tiedot kerätään auton Can-väylästä sovellukseen. Oletuksena on, että runkokelirikkoissa auton moottorin kuormitus ja polttoaineen kulutus nousee, kun näissä kosteissa paikoissa auton eteneminen vaikeutuu. Yhdistettynä paikkatietoon voitaisiin kerätä kattavasti dataa sorateiden runkokelirikkoista. Järjestelmää on kokeiltu talvella lumihangessa ajamalla ja kehitystyö jatkuu. Haasteena on ollut saadun datan linkittäminen eri järjestelmiin, sillä järjestelmät eivät toimi keskenään. (Haatainen 2024.)

## 8 Tulokset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää miten tekoälyä voi hyödyntää maanteiden kunnossapidossa. Työssä tutustuttiin tekoölyyn ja sen sovelluksiin käyttäen apuna kirjallisia lähteitä. Tämän lisäksi etsittiin esimerkkejä, miten tekoälyä on jo hyödynnetty sekä haastateltiin asiantuntijoita. Opinnäytetyöstä saatuja tuloksia on tarkoitus hyödyntää YIT Roadin toiminnassa ja sen kehittämisessä.

### 8.1 Haastattelut

Haastatteluiden tavoitteena oli selvittää, miten hyvin tekoäly tunnetaan sekä kerätä asiantuntijoilta ajatuksia tekoällyn hyödyntämisestä omissa työtehtävissään. Haastattelut suoritettiin vapaa-muotoisena keskusteluna muutaman ennalta mietityn kysymyksen ohjaamana. Haastateltavina olivat YIT Roadin työpäällikkö Sami Partanen sekä työmaapäälliköt Markus Niemelä ja Mikko Muukari Äänekosken ja Karstulan alueurakoista. Lisäksi haastateltavana oli ELY-keskuksen projektipäällikkö Pekka Haatainen.

Taulukko 1. Kysymys 1

#### Kuinka tuttu käsite tekoäly on sinulle?

**Muukari** Varsin tuttu, seuraan aiheeseen liittyvää uutisointia.

**Niemelä** Tekoäly on hyvin tuttu käsite minulle

**Partanen** Ei ole kovin tuttu

**Haatainen** Ei ole tuttu käsitteenä.

Haastatteluissa kävi ilmi, että tekoäly on vielä melko tuntematon käsite monelle. Tekoäly on laaja käsite ja sen alle nivoutuu monenlaista sovellusta, joista ei olla tietoisia tai niitä ei välttämättä osata yhdistää tekoölyyn. Kysyttäessä haastateltavilta ovatko he käyttäneet tekoälyä jo johonkin, ei suoraan osattu nimetä mitään tiettyä käyttökohdetta. Mutta kun antoi heille esimerkiksi askapalvelun chattibotin, niin kaikki tunnistivat käyttäneensä jotakin sen tyylistä. Myös kuvien generointia tekoölyllä oli osa haastateltavista kokeillut.

## Taulukko 2. Kysymys 2

**Oletko jo käyttänyt tekoälyä johonkin?**

**Muukari** Somepäivitysten kuvia generoinut.

**Niemelä** En ole

**Partanen** Todennäköisesti tietämättäni olen, kuvagenerointi tuli ensimmäisenä mieleen.

**Haatainen** Töissä mittalaitteiden parissa touhutessani.

Haastateltavia pyydettiin miettimään asioita, joissa tekoälyä voisi hyödyntää niin omassa työssään kuin urakan yleisissä töissä. Näihin kysymyksiin saatiin kattavasti erilaisia vastauksia ja aiheesta syntyi keskustelua. Vastauksissa nousi esiin tekoälyn hyödyntämisen kelitietojen ennustamisessa ja analysoinnissa. Myös erilaisiin inventointi- ja raportointitehtäviin kaivattaisiin tekoälyn apua.

## Taulukko 3. Kysymys 3

**Millaisissa tilanteissa tekoälystä voisi olla hyötyä? Esimerkiksi urakan töissä yms.**

**Muukari** Kelitiedon hyödyntämisessä ja somepäivitysten tekemisessä.

**Niemelä** Töiden laskennassa siitä voisi olla hyötyä. Myös talvipäivystyksessä, jos se osaisi katsoa kelitietojen mukaan tarvittavat toimenpiteet, oikean lähtöajan ja tarvittavan suolamäärän. Tällä keinolla ei välttämättä tarvita kelitietopalveluja.

**Partanen** Erilaisissa raportointi- ja inventointitehtävissä voisi käyttää. Harja-viestien kuittaukseen sen voisi opettaa. Kelipalveluissa myös. Koneäön hyödyntäminen esimerkiksi tiestötarkastuksilla.

**Haatainen** Laadunvalvonta-, tarkastus- ja mittaustöissä.

## Taulukko 4. Kysymys 4

**Miten tekoälyä voisi hyödyntää omissa työtehtävissäsi?**

- Muukari** Kelitiedon hyödyntämisessä ja isojen palautemäärien luokittelussa.
- Niemelä** Sopimuskansioista on välillä hankala löytää jokin tietty asia mitä tarvitsee tietää, esim. Adoben reader haulla hakusanoilla löytää välillä liikaa tietoa ja vääristä kansioista ja joskus taas ei löydy mitään. Tekoäly voisi etsiä kansioista sopimusasioita pelkästään kirjoittamalla hakuun esim. koska aurasviitat täytyy kerätä? Ja se etsisi kansioista tuohon lauseeseen viittaavan kohdan sopimuksesta.
- Partanen** Kokouspöytäkirjojen täyttämässä, esitelmien runkojen teossa sekä urakoiden laskemiseen kilpailutuksissa. Urakoista on paljon dataa saatavilla menneiltä vuosilta, sitä pitäisi osata hyödyntää paremmin laskennoissa.
- Haatainen** Kerätyn datan analysoinnissa. Kerättyä dataa on useammalta vuodelta, nähdään tiestön kunnan muutokset, toistuvat vauriot, toimenpiteiden ajoitus ja toimivuus. Tiedon keruu ylipäättään.

Konkreettisenä esimerkkinä annettiin tekoälyn apu tiedonhaussa sopimuspapereista. Nykyisellään Adoben oma haku antaa usein liikaa tuloksia, joista oikean tiedon etsiminen on aikaa vievää. Toisaalta joskus tietyillä hakusanoilla ei saa yhtään hakutulosta. Optimaalinen järjestelmä olisi sellainen, johon kaikki sopimuskansion tiedostot on ladattu ja siltä voisi kysyä kysymyksiä kuten esimerkiksi mihin päivämäärään mennessä aurasviitat tulee olla kerättynä? Ja järjestelmä osaisi antaa sopimuspapereissa lukevan päivämäärän vastauksena.

Yleisesti ottaen kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että tekoälyä tulisi hyödyntää helpottamaan ja tehostamaan omaa työskentelyä. Tekoällylle haluttaisiin ulkoistaa aikaa vievät ja manuaalisesti tehtävät esimerkiksi raportointitehtävät ja yllä mainittu tiedonhaku. Keskustelujen perusteella urakoitsijan puolella oltiin kiinnostuneita konenäön ja kuvantunnistuksen hyödyntämiselle tiestötarkastusten yhteydessä. Talteen jäävästä datasta olisi helppo tarkistaa asioita jälkikäteen, jos sellaiselle tulee tarve. Nyt joudutaan olemaan vain muistin varassa, kun tuoretta kuvadataa ei ole saatavilla. Tällä hetkellä asian varmistamiseksi täytyy yleensä lähteä tien päälle kyseiselle paikalle tarkistamaan asia.

## Taulukko 5. Kysymys 5

**Näetkö tekoälyn hyödyntämisessä jotain negatiivista?**

- Muukari** Tekoälyn tuotokset täytyy aina tarkistaa hyvin kriittisellä silmällä. Sokea luotto tekoölyyn saattaa johtaa isoihin ongelmiin. En esimerkiksi luottaisi mitään talouteen liittyvää tekoölylle.
- Niemelä** En näe mitään negatiivista, mikäli sitä osaa käyttää oikeaan tarkoitukseen
- Partanen** Voiko tekoölyyn luottaa täysin, jos manuaaliset tarkastukset yms. Siirretään tekoälyn hommiksi. Häviääkö ihmisen läsnäolo näistä töistä, jos tekoöly hoitaa kaiken.
- Haatainen** En näe uhkia, vaan mahdollisuuksia niin tilaajan kuin urakoitsijan puolella.

Tekoälyn käytössä ei nähty isoja uhkakuvia, mutta epäilyksiä tekoälyn luotettavuudesta oli. Kohinasta johtuen tekoälystä on hankalaa saada täysin luotettavaa, mutta lähes aina tekoälyn suoritus-taso on riittävän tarkka. Tekoälyn toiminnan tuloksia on kuitenkin hyvä tarkastella tasaisin vä-  
liajoin. Yleinen ilmapiiri tuntuu olevan, että pelätään tekoälyn vievän kaikkien työt. Tässä työssä tarkasteltavalla alalla tekoälyn on vaikea korvata ihmistä kokonaan. Siltä puuttuu monia tärkeitä kykyjä pärjätäkseen itsenäisesti. Sen sijaan tekoöly halutaan ihmisten tueksi, hoitamaan yksinker-  
taisia aikaa vieviä tehtäviä.

**8.2 Data**

Uuden tekoälyjärjestelmän kouluttamiseen tarvitaan paljon laadukasta dataa. Datan kerääminen voi joissain tapauksissa olla haastavaa, jos sitä ei ole valmiina saatavilla. Maanteiden kunnossapi-  
don töistä on mahdollista kerätä valtavia määriä dataa, jota voisi käyttää uuden järjestelmän käyt-  
töön otossa. Datan keräämiseen tarvitaan siihen soveltuvat laitteet, joita on esitelty tässä työssä. Kerättyä dataa voidaan hyödyntää myös jo valmiiden sovellusten kautta, jolloin yksi kallis ja aikaa  
vievä vaihe voidaan ohittaa.

Suuri määrä dataa tarkoittaa myös, että se vie paljon tilaa. Datan säilömisratkaisut tulee miettiä ennalta. Data voidaan tallentaa esimerkiksi pilvipalveluihin. Datan säilömisestä saattaa aiheutua kustannuksia, mikä on hyvä huomioida. Varsinkin kerätyn datan osalta tulee huolehtia sen tietoturvallisesta säilyttämisestä, jotta data ei päädy väärin käsiin. Myös tietosuoja-asetukset tulee huomioida käsiteltäessä dataa, joka sisältää henkilö- ja tunnistetietoja. Kuvadatan osalta voidaan hyödyntää esimerkiksi Vaisalan RoadAI palvelua, jossa tekoäly sensuroi kuvadatasta ihmiset, rekisterinumerot ja muut tunnistetiedot.

### 8.3 Haasteet

Isoin haaste tulee olemaan tekoälyjärjestelmä kehittäminen ja käyttöönotto. Kehitystyö vie paljon aikaa sekä siitä aiheutuu kustannuksia. Lisäksi tarvitaan paljon asiantuntemusta. Haasteita on varmasti myös valmiin järjestelmän käytössä esimerkiksi datan säilömisestä ja tietoturvan kanssa. Tekoälyn käyttöönotossa yrityksissä voi esiintyä muutosvastarintaa ja pitää myös varmistua, että henkilöstöllä on riittävästi tietotaitoa tekoälyn käyttämiseen.

Julkisten ja epävirallisten tekoälytyökalujen käytössä tulee olla tarkkana. Niihin ei tule syöttää mitään henkilökohtaista tai arkaluontoista tietoa, sillä se voi päätyä väärin käsiin. YIT on luonut sisäisen ohjeen generatiivisten tekoälytyökalujen käytöstä, jotta ongelmia tietoturvan kanssa ei tulisi. Ohjeessa kielletään käyttämästä julkisia tekoälytyökaluja työasioiden tekemiseen ja luovuttamasta niille mitään henkilökohtaisia tietoja sekä tarkistamaan tekoälyn tuottaman sisällön oikeellisuuden, sopivuuden ja eettisyyden ennen julkaisemista. YIT on ottanut käyttöön kaksi sisäiseen käyttöön tarkoitettua tekoälytyökalua: Tekoälypohjaisen avustajan Microsoft 365 Copilotin sekä generatiivisen työkalun Bing Chatin. Näihin järjestelmiin syötetyt tiedot jäävät ainoastaan YIT:n palvelimille, joten palvelut ovat huomattavasti tietoturvallisempia.

Tekoälyn hyödyntämiselle täytyy löytää käyttökohde, jossa siitä on hyötyä ja se pystyy suoriutumaan annetuista tehtävistä. Huolimatta valtavasta määrästä dataa, oli esimerkiksi YIT:n kelloneälyn kehityksessä ja opetuksessa haasteita saada tekoälystä tarpeeksi tarkka. On myös tilanteita,

joissa tarvitaan ihmisen ongelmanratkaisukykyä ja asiantuntemusta, johon tekoäly ei pysty. Tekoäly on parhaimmillaan analysoidessaan strukturoituja malleja, joten esimerkiksi arvaamattomasti vaihtelevat sääolosuhteet tuottavat sille vaikeuksia sopeutua.

Haatainen (2024) nostaa esiin haasteet eri valmistajien järjestelmien välillä, sillä ne eivät keskustele keskenään. Näin ollen dataa on kolmessa eri palvelussa ja sen yhdistäminen sekä hyödyntäminen on hankalaa. Datasta havaintojen tekeminen on manuaalista ja aikaa vievää, verrattuna siihen, että kaikki data olisi samassa palvelussa.

## 8.4 Johtopäätökset

Tekoälyn käyttöönotto lähtee tarpeesta, joka tulee määritellä. Haastatteluista saadun tiedon perusteella urakan työnjohdossa tekoälyn hyödyntäminen nähtäisiin toimivan raportointi- ja tiedonhakutöissä, joihin kuluu paljon aikaa. Myös tekoälyn hyöty suurten datamäärien käsittelyssä on huomattu ja pohdittu sen hyödyntämistä. Työnjohdossa on tunnistettu kuinka tekoälyn avulla omaa työtä voisi tehostaa, jotta aikaa jäisi enemmän tuottavan työn tekemiseen.

ELY-keskuksessa on keskitytty datan keräämiseen tieverkolta ja tekoälyn hyödyntämiseen siinä. Pilottikäytössä olevat RDLS ja RDMC-laitteet ovat soveltuneet hyvin datan keräämiseen. Dataa on saatu kerättyä jo kolmen vuoden ajan mikä mahdollistaa tekoälyjärjestelmien kouluttamisen. Lisäksi kerättyä dataa voidaan analysoida pidemmällä aikavälillä, jolloin nähdään tiestön kunnan muutokset ja toimenpiteiden vaikutukset. ELY-keskukset tutkivat koko ajan uusia tapoja mitata ja seurata tiestön kuntoa, esimerkkinä tässä työssä esitelty runkokelirikon tunnistusprojekti. Vaikka automatisointi onkin jo hyvällä mallilla, tarvitaan silti edelleen tueksi manuaalista havainnointia ja kerätyn datan läpikäyntiä. Tekoälyltä puuttuu vuosien kokemus vaihtelevista keliolosuhteista sekä inhimillinen ongelmanratkaisukyky, jota asiantuntijoilta löytyy.

Maanteiden kunnossapidossa tekoälyn hyödyntämisessä on monia mahdollisuuksia. Voidaan lähteä kehittämään uusia tekoälysovelluksia ilmenneisiin ongelmiin tai hyödyntää jo olemassa olevaa materiaalia. Helpoin ja kustannustehokkain tapa on ottaa käyttöön valmiita tekoälysovelluksia, kuten Vaisalán RoadAI. Kunnossapidosta löytyy monia esimerkkejä, joissa tekoälyn hyödyntämisellä on saavutettu kustannussäästöjä, kun työn tekeminen on tehostunut ja tuottamatonta työtä on

voitu ulkoistaa tekoäylle. Tekoälyn hyödyntämisen ansiosta on saatu käyttöön ennakoiva kunnossapito, jolloin tekoäly osaa kertoa kaluston huollon tarpeen, ennen kuin jotain menee rikki.

Tekoälyn hyödyntäminen YIT Roadin tapauksessa kannattaa aloittaa valmiiden tekoälysovellusten käyttöönotolla, joka on kustannustehokkain vaihtoehto. Eniten hyötyä tekoälystä on tiestöntarkastusten yhteydessä, josta löytyy jo paljon valmiita sovelluksia sekä käyttökokemusta esimerkiksi ELY-keskukselta. Tekoäly tarkastusten apuna tarjoaa edullisen ja tehokkaan tavan seurata teiden kuntoa. Siitä tulee tulevaisuudessa kehittymään entistä arvokkaampi työkalu kunnossapitotöihin.

Suurimmat edut tekoälyn hyödyntämisessä tiestötarkastuksissa ovat: mahdollisuus kerätä enemmän ja nopeammin havaintoja tien kunnosta, käytettävistä mittalaitteista riippuen saadaan paljon enemmän monipuolista dataa tien kunnosta kuin ihmisen tekemällä tarkastuksella ja kerätty data voidaan säilöä pilvipalveluihin, jossa sitä voidaan tarkastella vielä vuosienkin päästä. Kuvadatan avulla vauriot voidaan havaita aikaisemmin ja korjaavat toimet saadaan keskitettyä oikeisiin kohtiin. Yhdistettynä mittalaitteiden tuottamaan dataan, jolla pystytään havaitsemaan vauriot ja muutokset mitä ihminen ei välttämättä havaitse, saadaan tehokas työkalu ennaltaehkäisevää kunnossapitoa varten. Kuvadataa voidaan käyttää laitteiden ja varusteiden inventointiin ja ylläpitoon. Tekoälyn avulla esimerkiksi liikennemerkkit voidaan tunnistaa automaattisesti kuvadatasta. Kun kuvadataa on kertynyt pitkiltä ajanjaksoilta, voidaan tarkastella tiestöllä tapahtuneita muutoksia ja arvioida tehtyjen toimenpiteiden onnistumista. Tarkastelemalla kriittisesti tehtyjä kunnossapitotoimia ja niiden tuloksia, voidaan löytää paikkoja, jossa toimintaa voidaan tehostaa tai muuttaa. Analysoimalla tuloksia, voidaan kunnossapitotoimintaa kehittää ja saada kustannussäästöjä sitä kautta.

Tekoäly pystyy jo nyt huomaamaan ihmistä paremmin asioita tiestöltä, mutta sitä ei kuitenkaan ole vielä koulutettu niin hyvin, että siihen voisi luottaa täysin. Ihmisten suorittamia tiestötarkastuksia tarvitaan edelleen tarkastamaan ja opettamaan tekoälyä, jotta suorituskykyä voidaan parantaa. Eikä vuosien kokemusta, voi noin vain tekoäylle opettaa. Tienhoidon asiantuntijoita tarvitaan edelleen.

## 9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia miten tekoälyä voisi hyödyntää maanteiden kunnossapidossa. Tavoitteena oli luoda tietoperustaa, jota hyödyntämällä saadaan selkeä kuva markkinoilla tarjolla olevista ratkaisuista ja hyödyntämismahdollisuuksista. Oman tekoälysovelluksen luominen kunnossapitoon rajattiin pois heti alkuvaiheessa rajallisen aikataulun ja resurssien takia.

Opinnäytetyössä syntynyttä tietoperustaa voidaan hyödyntää esimerkiksi toisessa opinnäytetyössä tekoälysovelluksen kehittämiseen. Tulevaisuudessa digitalisaatio tulee vain kasvamaan ja tekoäly kehittyy kaiken aikaa. On tärkeää olla aallonharjalla mukana kehittämässä yrityksen toimintaa digitalisaation mukana. Data ja sen käsittely tulee olemaan isossa roolissa tulevaisuudessa, joten jo nyt on oikea aika tehdä kestäviä ratkaisuja sen suhteen ja pysyä kehityksessä mukana. Yrityksen tulisi laatia selkeät tavoitteet, jota kohti lähdetään kulkemaan. Tavoitteita luodessa olisi hyvä kertoittaa yrityksen tekoälyvalmiudet, kuinka paljon henkilöstöstä löytyy osaamista, jotta tekoälystä saadaan kaikki hyöty irti. Samalla tulee luoda uudet toimintatavat, jolla helpotetaan tekoälyn käyttöönottoa ja sulautumista osaksi työntekijöiden arkea.

Uuden tekoälysovelluksen luominen on pitkä ja aikaa vievä prosessi. Kehitystyö sitoo resursseja ja synnyttää kustannuksia. Yritysten rooli uusien tekoälysovellusten kehittämässä on tärkeä. On kuitenkin hyvä tiedostaa tekoälyyn liittyvät riskit. Tekoälysovellusten kehittämässä on huomiotava taloudelliset riskit, sovelluksesta ei välttämättä ikinä saada toimivaa tai kehitystyö vie paljon kauemmin kuin on suunniteltu. Myös valmiiden tekoälysovellusten käyttöön liittyy omat riskinsä. Suurimmat uhkakuvat ovat tietoturvassa ja datan käsittelyssä. Vaarana on arkaluontoisten tietojen päätyminen väriin käsiin. Tietoturvasta huolehtiminen ja yrityksen sisäisten tekoälyjärjestelmien käytöllä voidaan ehkäistä näitä riskejä merkittävästi.

Datan käytön hallitseminen on mielestäni yksi tärkeimmistä asioista, sillä saatavilla olevan datan määrä kasvaa koko ajan. Dataa voidaan hyödyntää erilaisten skenaarioiden simuloimiseen ja sen avulla pystytään valitsemaan parhaat vaihtoehdot. Data voidaan valjastaa päätöksenteon tueksi, jolloin työn tuottavuus kasvaa ja kokonaisuudesta tulee toimiva. Kunnossapito on jo vahvasti mukana digitalisaatiossa ja datan hyödyntäminen edesauttaa tuottavien ja kestävien valintojen tekemistä.

Tekoälyä voidaan hyödyntää maanteiden kunnossapidossa monella tapaa. Määrittämällä tarpeet tekoälylle, voidaan tekoälyn sovelluksia kuten koneoppimista ja kuvantunnistusta hyödyntää erilaisissa tehtävissä. Kokonaan uuden järjestelmän luominen on haastavaa, mutta palveluntuottajia ja valmiita ratkaisuja on paljon tarjolla.

Tekoälyä on myös hyödynnetty paljon kunnossapidossa, esimerkiksi junakaluston kunnonvalvonnassa. Junaskannerin avulla on saatu hyviä tuloksia niin työn tehostamisessa kuin kaluston vikojen ehkäisyssä. ELY-keskuksen hankkeet ovat hyvä esimerkki, miten hyvin tiestön kuntoa voidaan jovalvoa ja mitata. Saatuja tuloksia voidaan varmasti tulevaisuudessa hyödyntää esimerkiksi uusien kunnossapitomenetelmien kehittämiseen.

## Lähteet

Case Andritz N.d. Artikkele Virelabsin verkkosivuilla. Viitattu 13.5.2024. <https://www.virelabs.com/fi/case-andritz-fi/>.

Convolution. N.d. Artikkele Wolfram Mathworldin verkkosivuilla. Viitattu 25.4.2024. <https://mathworld.wolfram.com/Convolution.html>.

Deep learning vs machine learning. N.d., Artikkele IBM:n verkkosivuilla. Viitattu 28.3.2024. <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>.

Fintraffic mukana yhteistyössä – Bauer Media alkaa lähettää radiossa tekoälyn avulla paikallisesti tuotettuja ja kohdennettuja liikennetiedotteita. 2023. Uutinen Fintrafficin verkkosivuilla. Viitattu 21.3.2024. <https://www.fintraffic.fi/fi/uutiset/fintraffic-mukana-yhteistyossa-bauer-media-alkaa-lahettaa-radiossa-tekoalyn-avulla>.

Haatainen, P. 2024. Maanteiden hoidon projektipäällikkö. ELY-keskus. Haastattelu 16.5.2024.

Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). 2023. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan nettisivuilla artikkele hyvästä tieteellisestä käytännöstä. Viitattu 18.5.2024. <https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellisenkaytanto-htk>.

Hyvärinen, M., Suoninen, E & Vuori, J. 2021. Haastattelut. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/>. Viitattu 18.5.2024.

Junaskanneri automatisoi junien kunnonvalvonnan N.d. Artikkele Virelabsin verkkosivuilla. Viitattu 14.5.2024. <https://www.virelabs.com/fi/case-vr-fleetcare-junaskanneri/>.

Kallinen, T & Kinnunen, T. 2021. Etnografia. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 19.5.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusetiikka/tutkimusetiikka-ihmistieteissa/>.

Kananen, H. & Puolitaval, H. 2019. Tekoäly – Bisneksen uudet työkalut. Helsinki: Alma Talent.

Koneäly auttaa teiden ja katujen kunnossapidossa 2017. Uutinen YIT:n verkkosivuilla. Viitattu 15.5.2024. <https://www.yitgroup.com/fi/news-repository/uutiset/konealy-auttaa-teiden-ja-katujen-kunnossapidossa>.

Kunnossapito. 2024. ELY-keskuksen verkkojulkaisu. Viitattu 10.5.2024. <https://www.ely-keskus.fi/kunnossapito2>.

Käsitteet. N.d. Tilastokeskuksen sivuilla määritelmä reliabiliteetti-sanalle. Viitattu 18.5.2024. <https://stat.fi/meta/kas/reliabiliteetti.html>.

Maanteiden hoidon kilpailutus. 2024. Väyläviraston verkkojulkaisu. Viitattu 10.5.2024. <https://vayla.fi/palveluntuottajat/hankinnat/tieurakat>.

Maanteiden hoidon kilpailutustulokset 2024. 2024. Väyläviraston verkkojulkaisu. Viitattu 10.5.2024. <https://vayla.fi/documents/25230764/35410809/Maanteiden+hoidon+kilpailutustulokset+2024.pdf/257e0269-2cfc-2db5-2978-14d1e8bb872a/Maanteiden+hoidon+kilpailutustulokset+2024.pdf?t=1714721841417>.

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

Muukari, M. 2024. Työmaapäällikkö, Karstulan alueurakka. YIT Road Oy. Haastattelu 15.5.2024.

Neittaanmäki, P. & Tuominen, H. 2019. Tekoälyn perusteta ja sovelluksia. Jyväskylän yliopisto: Informaatioteknologian tiedekunta.

Nelson Daniel. 2020. Mitä ovat CNN:t? Artikkelin Unite.ai:n verkkosivuilla. Viitattu 25.4.2024. <https://www.unite.ai/fi/mit%C3%A4-ovat-konvoluutiohermoverkot/>.

Niemelä, M. 2024. Työmaapäällikkö, Äänekosken alueurakka. YIT Road Oy. Haastattelu 15.5.2024.

Partanen, S. 2024. Työpäällikkö. YIT Road Oy. Haastattelu 15.5.2024.

Reunalaskenta N.d. Artikkelin ite wikin verkkosivuilla. Viitattu 14.5.2024. <https://www.ite-wiki.fi/opas/reunalaskenta/>.

RoadAI N.d. artikkeli Xweatherin verkkosivuilla. Viitattu 19.5.2024. <https://www.xweather.com/roadai>.

Roadscanners N.d. Artikkelin Roadscannersin verkkosivuilla. Viitattu 19.5.2024. <https://www.roadscanners.com/fi/roadscanners/>.

Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto verkkojulkaisu. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 17.5.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>.

Saarenpää, T. 2024. Kehityskoordinaattori. Roadscanners Oy. Haastattelu 16.5.2024.

Tehoa rautateiden kunnan valvontaan. N.d. Artikkelin Virelabsin verkkosivuilla. Viitattu 13.5.2024. <https://www.virelabs.com/fi/case-vr-vaihdevalvonta/>.

Teiden kunnossapidossa käytettävä konenäkö tarvitsee standardit. 2019. Uutinen Väyläviraston verkkosivuilla. Viitattu 21.3.2024. <https://vayla.fi/-/teiden-kunnossapidossa-kaytettava-konenako-tarvitsee-standardit>.

Teiden kunnossapito. 2024. Väyläviraston verkkojulkaisu. Viitattu 10.5.2024. <https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito>.

Tekoälyn merkitys Suomen hyvinvoinnille. 2017. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu. Viitattu 8.4.2024. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80849/TEM-rap\\_41\\_2017\\_Suomen\\_teko%c3%a4lyaika.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80849/TEM-rap_41_2017_Suomen_teko%c3%a4lyaika.pdf?sequence=4&isAllowed=y).

Tekoälyn määritelmä N.d. Artikkelit Tekoälyajan verkkosivuilla. Viitattu 29.3.2024. <https://tekoaly-aika.fi/mista-on-kyse/>.

Virebox N.d. Artikkelit Vire Labsin verkkosivuilla. Viitattu 13.5.2024. <https://www.vire-labs.com/fi/virebox/>.

What is a neural network? N.d. Artikkelit IBM:n verkkosivuilla. Viitattu 3.4.2024. <https://www.ibm.com/topics/neural-networks>.

What is convolution? N.d. Artikkelit Mathworksin verkkosivuilla. Viitattu 25.4.2024. <https://se.mathworks.com/discovery/convolution.html>.

Yhtiöittäminen. 2024. Uutinen YIT:n verkkosivuilla. Viitattu 10.5.2024. <https://www.yit-group.com/fi/yhtioittaminen>.



