

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

2024

Kari Mustikkamaa

# Tekoälyn hyödyntäminen sillan korjaustyömaiden laaturaportoinnissa

Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Insinööri, rakennus-yhdyskuntatekniikka

2024 | 33 sivua

Kari Mustikkamaa

## Tekoälyn hyödyntäminen sillan korjaustyömaiden laaturaportoinnissa

Opinnäytetyössä tutkittiin, miten tekoälyä voidaan hyödyntää sillan korjaustyömaan laaturaportoinnissa. Työn tarkoituksena on selvittää, mitä etuja tekoäly voi tarjota laaturaportoinnin helpottamisessa ja parantamisessa.

Työssä keskitytään erityisesti siihen, miten tekoälyä voidaan käyttää yhdistämään aikataulut, tilaajan suunnitelmat ja InfraRYLin laatumääräykset siten, että työmaa ja laatuinsinööri saavat automaattisia muistutuksia ja ohjeita laaturaporttien ja dokumentointien tekemiseen ennen työvaiheen aloittamista. Tämä mahdollistaa tehokkaamman ja laadukkaamman sillankorjausprosessin.

Asiasanat:

Laaturaportointi, siltojen rakentaminen, tekoäly

Bachelor's | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Civil Engineering | Infrastructure Engineering

2024 | 33 pages

Kari Mustikkamaa

## Using artificial intelligence in the quality control of bridge repair sites

The thesis explored how artificial intelligence can be utilized in the quality reporting of a bridge repair construction site. The purpose of the work is to determine what advantages AI can offer in facilitating and improving quality reporting.

The work focuses particularly on how AI can be used to combine schedules, the client's plans, and InfraRYL quality regulations so that the construction site and the quality engineer receive automatic reminders and instructions for preparing quality reports and documentation before starting the work phase. This enables a more efficient and higher-quality bridge repair process.

Keywords:

Quality reporting, bridge construction ja artificial intelligence

# Sisältö

<b>SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>Johdanto</b>	<b>8</b>
1.1 Opinnäytetyön tilaaja	8
1.2 Tavoite, rajaus ja näkökulma opinnäytetyölle	9
1.3 Tutkimusmenetelmä	9
<b>Infrarakentaminen ja laaturaportointi</b>	<b>10</b>
2.1 Infrarakentamisen määritelmä, merkitys ja haasteet	10
2.2 Siltarakentaminen	11
2.3 Laaturaportoinnin määritelmä, tarkoitus ja prosessi	11
2.4 Toiminta- ja laatusuunnitelma	14
2.5 Tiedonhallintasuunnitelma	15
2.6 Työvaihekohtaiset suunnitelmat	16
2.7 Laadun dokumentointi, itselleluovutus ja luovutusaineisto	16
2.7.1 Itselleluovutus	17
2.7.2 Luovutusaineisto	18
2.8 Laaturaportoinnin nykytila, haasteet ja kehittämistarpeet	19
<b>Tekoäly ja sen soveltaminen laaturaportointiin</b>	<b>22</b>
3.1 Tekoälyn määritelmä, historia ja kehitys	22
3.2 Tekoälyn eri osa-alueet ja menetelmät	23
3.3 Tekoälyn hyödyt, haasteet ja eettiset kysymykset	23
3.4 Tekoälyn käyttökohteet ja esimerkit laaturaportoinnissa	24
3.5 Tekoälyn hyödyntäminen laadunvalvonnassa infratyömailla	25
<b>4 Tutkimuksen tulokset</b>	<b>26</b>
4.1 Haastattelujen tulokset ja yhteenveto	26
4.2 Tekoälyn hyödyntäminen tulevaisuudessa ja haasteet	27
4.3 Kehitysehdotukset	29
<b>Yhteenveto ja pohdinta</b>	<b>31</b>

**Kuvat**

Kuva 1. Laaturaportoinnin tavoitetila (Väylävirasto 2020). 12

Kuva 2. Urakan toteutuksen laatuprosessi (Väylävirasto 2020). 13

## SANASTO

laaturaportointi	laaturaportointi on prosessi, jossa arvioidaan ja dokumentoidaan toiminnan suunnitelmia, laatua ja tuloksia
infrarakentaminen	infrarakentaminen on rakennusalan osa-alue, joka pitää sisällään mm. vesihuollon, viemäriverkostot, tietoliikenneyhteydet, tieverkot, sillat sekä raideverkot
tekoäly	tekoäly on tieteenala, joka tutkii ja kehittää tietokonemenetelmiä, jotka suorittaa älyä vaativia tehtäviä kuten oppimista havainnointia ja kommunikointia. Tekoälyllä pyritään jäljittelemään tai ylittämään ihmisen kyky erilaisissa tilanteissa
poikkeamaraportti	poikkeamaraportti on dokumentti, jossa kuvataan poikkeama, sen syyt ja seuraukset sekä mahdolliset korjaavat toimenpiteet
infra ryl	infraRyl on lyhenne sanoista Infrastruktuurin yleiset laatuvaatimukset. Se on Suomessa käytössä oleva standardi, joka määrittelee infrastruktuurin rakentamisen laatuvaatimukset. Tämä standardi kattaa monenlaisia infrastruktuurin osa-alueita, kuten tiet, sillat, viemärointi ja muut julkiset rakenteet
silko	silko, lyhenne sanoista "siltojen korjaus ohje", viittaa Väyläviraston ohjeisiin, jota käytetään siltojen kunnostamisessa ja ylläpidossa Suomessa.
mrl	mrl tarkoittaa maankäyttö- ja rakennuslakia, joka on keskeinen säädös Suomen maankäytön suunnittelussa ja rakentamisessa. Laki määrittelee muun muassa kaavoituksen periaatteet, rakennusluvut ja niiden myöntämisen edellytykset sekä rakentamisen valvonnan

sylogistinen logiikka	sylogistinen logiikka on päättelymuoto, joka perustuu loogisiin päätelmiin, jotka muodostuvat kahdesta tai useammasta premissistä ja johtopäätöksestä
deduktiivinen päättely	deduktiivinen päättely on looginen prosessi, jossa yleisistä edellytyksistä johdetaan välttämättä tosia johtopäätöksiä. Tämä päättelytapa on keskeinen tieteellisessä tutkimuksessa ja loogisessa argumentaatiossa, sillä se mahdollistaa tiukasti perusteltujen päätelmien tekemisen.
mekaaniset teoriat	mekaaniset teoriat liittyvät usein fysiikan ja insinööritieteen perusteisiin, joissa tutkitaan ja sovelletaan voimia ja liikettä erilaisiin rakenteisiin ja koneisiin.
kombinatoriset teoriat	kombinatoriset teoriat ovat matematiikan ala, joka keskittyy objektien järjestämiseen ja valintaan tietyin ehdoin, usein optimointiongelmien ratkaisemiseksi tai todennäköisyyksien laskemiseksi.

## Johdanto

Tekoäly on yhä tärkeämpi osa rakennusalan toimintaa, sillä se mahdollistaa monien prosessien tehostamisen ja laadun parantamisen. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, miten tekoälyä voidaan hyödyntää laaturaportoinnissa infratyömaalla. Laaturaportointi on olennainen osa rakennusprojektin hallintaa, sillä se kertoo projektin etenemisestä, mahdollisista ongelmista ja korjaustoimenpiteistä. Laaturaportointi vaatii kuitenkin paljon aikaa ja resursseja, ja sen tekeminen voi olla virhealtista ja epäyhtenäistä. Tekoäly voisi auttaa laaturaportoinnin tekemisessä automatisoimalla osan raportoinnin vaiheista, kuten tiedonkeruun, analysoinnin ja visualisoinnin. Tekoäly voisi myös parantaa raportoinnin laatua tunnistamalla poikkeamat, puutteet ja riskit sekä ehdottamalla ratkaisuja. Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymys on: Miten tekoälyä voidaan hyödyntää laaturaportoinnissa infratyömaalla?

### 1.1 Opinnäytetyön tilaaja

Opinnäytetyön tilaaja on Oteran Oy. Oteran Oy on vuonna 2009 perustettu infra-alan projektinjohtourakointiin erikoistunut yritys. Vuonna 2022 yrityksen liikevaihto oli 47,75 miljoonaa euroa ja yrityksessä työskenteli keskimäärin 40 työntekijää.

Opinnäytetyön sisältö on rajoitettu laadun raportointiin ja -valvontaan siltatyömailla. Työssä pyritään löytämään uusia innovatiivisia ratkaisuja niiden toteuttamiseen sekä arkistointiin tekoälyä hyödyntämällä.

Opinnäytetyön on tarpeellinen yritykselle, sillä tekoälyn hyödyntäminen laaturaportoinnissa siltatyömailla on ajankohtainen ja tärkeä aihe. Tekoäly voi auttaa tunnistamaan ja korjaamaan laatuongelmia, jotka voivat vaikuttaa siltojen turvallisuuteen, kestävyYTEEN ja kustannustehokkuuteen. Tekoäly voi myös parantaa raportointiprosessia, joka on usein aikaa vievä ja virhealtis. Tekoäly voi esimerkiksi analysoida kuvia ja videoita siltojen rakenteista ja antaa automaattisia suosituksia niiden tilasta ja mahdollisista toimenpiteistä. Tekoäly voi myös luoda

ja täydentää laaturaportteja, jotka sisältävät kaikki tarvittavat tiedot ja dokumentit. Tällä tavalla tekoäly voi lisätä laaturaportoinnin nopeutta, tarkkuutta ja luotettavuutta siltatyömailla.

## 1.2 Tavoite, rajaus ja näkökulma opinnäytetyölle

Tavoitteena opinnäytetyölle on löytää keinoja hyödyntää tekoälyä siltatyömaiden laaturaportoinnissa. Työn tavoitteena on selvittää, miten tekoäly voi parantaa sillankorjaus prosessia, vähentää kustannuksia ja riskejä sekä lisätä turvallisuutta ja laatua. Työssä esitellään tekoälyn mahdollisuuksia sillankorjaustyömailla, kuten suunnittelu, aikataulut, valvonta, ja näiden yhdistäminen tekoälyn avulla.

## 1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmä perustuu kattavaan analyysiin työmaapäälliköiden ja laatuinsinöörien kokemuksista laaturaportoinnin osalta. Tietoja on kerätty laaturaportoinnin säädöksistä ja määräyksistä, jotka on määritelty Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL). Lisäksi on hyödynnetty haastatteluissa esiin tulleita syvällisempiä näkemyksiä ja kokemuksia alalta. Haastattelujen avulla pyrittiin tunnistamaan laaturaportoinnin prosessissa esiintyviä ongelmakohtia ja haasteita. Näihin ongelmiin etsittiin ratkaisuja tekoälyteknologian avulla, mikä mahdollistaa laadunhallinnan tehostamisen ja raportoinnin tarkkuuden parantamisen.

## Infrarakentaminen ja laaturaportointi

### 2.1 Infrarakentamisen määritelmä, merkitys ja haasteet

Infrarakentaminen muodostaa rakennusalaista sen osa-alueen, joka vastaa yhteiskunnan perusinfrastruktuurien – kuten teiden, siltojen, rautateiden, vesihuollon ja sähköverkkojen – rakentamisesta, huollosta ja kehittämisestä. Tämä sektori on elintärkeä yhteiskunnan sujuvan toiminnan, turvallisuuden ja kestävän kehityksen kannalta. Infrarakentamisen alalla kohdataan useita haasteita, jotka liittyvät ilmastonmuutoksen tuomiin vaikutuksiin, väestön kasvuun ja urbanisaatioon, teknologian nopeaan kehitykseen ja digitalisaatioon sekä rakennusteollisuuden kilpailuun ja tarpeeseen pätevän työvoiman saamiseksi. (Tieluiska 2023.)

Globaalin tilanteen aiheuttama hintojen nousu infrastruktuurialalla on asettanut uusia haasteita alan rakennushankkeille. Vaikka taloudelliset huolenaiheet painavat, on kestävän kehityksen suuntaan tehtävien investointien jatkaminen nähty kriittisen tärkeänä. Erityisesti raideliikenteen kehittäminen on noussut keskiöön, sillä tulevaisuudessa suurkaupunkien väliset nopeat junayhteydet, kaupunkien sisäiset uudet raitiotieprojektit ja tavaraliikenteen siirtäminen raiteille ovat avainasemassa kestävän liikenteen edistämiseksi. (Rakennuslehti 2023.)

Kun yhteisöt tiivistävät rakennettaan, on tärkeää ottaa käyttöön alueita, jotka aiemmin ovat olleet rakentamisen kannalta haastavia. Rakentaminen vaativissa maaperäolosuhteissa edellyttää perusteellista esirakentamista, ja nykyiset menetelmät eivät välttämättä riitä tulevaisuuden tarpeisiin. Siksi on kriittistä tutkia ja kehittää esirakentamisen menetelmiä, jotta voimme luoda kestäviä ja laadukkaita elinympäristöjä. Alan kehitystä haastaa myös asiantuntijoiden ja osaajien puute, mikä vaikuttaa tulevaisuuden näkymiin. (Leca 2023.)

## 2.2 Siltarakentaminen

Sillat ovat rakenteita, jotka mahdollistavat liikenteen sujuvan kulun esteiden yli. Niiden on tyypillisesti ylitettävä vähintään kahden metrin levyinen vapaa-aukko. Sillan luonne ja nimitys määräytyvät sen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaan. Maantiesillat esimerkiksi kantavat tieliikennettä, kun taas ratasillat on suunniteltu rautateiden tarpeisiin. Vesistö sillat puolestaan yhdistävät rantoja ylittämällä jokia, järviä tai muita vesistöjä.

Siltarakentamiselle luotu oma asiakirjakokonaisuus – siltojen korjaus ohjeet (SILKO), joka sisältää seuraavat osat (Väylävirasto 2023):

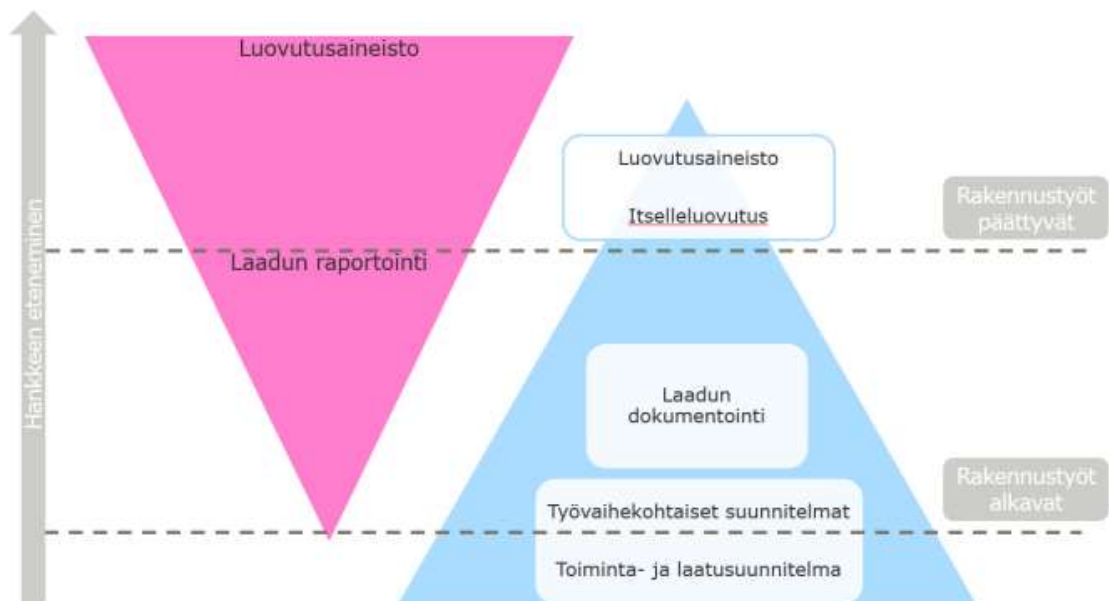
- Yleistä (SILKO 1.1)
- Betonirakenteet (SILKO 1.2)
- Teräsrakenteet (SILKO 1.3)
- Puurakenteet (SILKO 1.4)
- Kivirakenteet (SILKO 1.5)
- Kuivatus laitteet (SILKO 1.6)
- Saumarakenteet (SILKO 1.7)
- Vedeneristykset ja päällysteet (SILKO 1.8)
- Siltaan liittyvät rakenteet (SILKO 1.9)

## 2.3 Laaturaportoinnin määritelmä, tarkoitus ja prosessi

Laaturaportointi on keskeinen elementti infrastruktuuriprojektien laadunhallintajärjestelmissä. Se mahdollistaa projektin laadun jatkuvan tarkkailun, arvioinnin ja parantamisen. Laadunvalvonnan yhteydessä kerätään tietoa mittauksista, tarkastuksista ja testeistä, joiden pohjalta laaditaan laatu- ja poikkeamaraportteja. Nämä raportit toimitetaan sitten joko urakoitsijan tai tilaajan organisaatiolle, varmistaen, että kaikki osapuolet ovat ajan tasalla projektin laadun suhteen. (Tiehallinto 2001.)

Laaturaportointi prosessin tulee käynnistyä jo ennen kuin rakennustyöt alkavat. Tämä tarkoittaa, että urakoitsijan on suunniteltava laadunvarmistusmenettelyt huolellisesti ja saatava ne hyväksytyksi tilaajan toimesta. On tärkeää, että raportointi on jatkuvaa ja päivitetään säännöllisesti, mikä varmistaa, että rakenteelliset virheet havaitaan ajoissa. Näin ollen voidaan välttää virheet, jotka voivat myöhemmin johtaa rakenteiden uudelleenpurkamiseen. Jatkuva ja perusteellinen raportointi minimoi tarpeettomat riskit ja edistää projektin sujuvaa etenemistä. (Väylävirasto 2020.)

Lähtökohtana on, että projektin vastaanottovaiheessa voimme luottaa pääasiassa projektin aikana koostettuihin rakenteellisiin osaraportteihin. Näin ollen, kun vastaanotamme työn, voimme keskittyä näiden raporttien arviointiin. Kuvassa punaisella merkitty alue osoittaa, että laadunvalvonnan raportointi ei ole tapahtunut ajallaan, mikä korostaa säännöllisen ja oikea-aikaisen raportoinnin merkitystä. (Kuva 1).



Kuva 1. Laaturaportoinnin tavoitetila (Väylävirasto 2020).

Infrahankkeen laadunvarmistusprosessi käynnistyy jo suunnitteluvaiheessa. On tärkeää, että rakenteelliset yksityiskohdat ja niiden laadunvarmistustoimenpiteet määritellään viimeistään rakennussuunnittelun aikana. Hankkeen aikana

noudatettavat standardit, vaatimukset ja ohjeistukset, sekä tarvittavat laatuvaatimukset ja niiden tasot, on dokumentoitu työselostuksessa ja muissa laatudokumenteissa, kuten InfraRYL:ssä. (Väylävirasto 2020.)

Urakan toteutusvaiheen laadunvarmistus on rakennettu laativastuullisen rakentamisen keskeisten periaatteiden varaan. Kuvassa 2 on esitetty ne keskeiset askeleet, jotka muodostavat toteutusvaiheen laadunvarmistusprosessin. (Väylävirasto 2020.)



Kuva 2. Urakan toteutuksen laatuprosessi (Väylävirasto 2020).

Urakoitsijan on varmistettava, että hänen toimintansa ja laadunvalvontansa vastaavat suunnitelmiaan. Tämä sisältää laadunvarmistuksen sekä kaikkien laatuun liittyvien poikkeamien, kuten alitusten tai muiden eroavaisuuksien, dokumentoinnin. Nämä poikkeamat on kirjattava erityiseen poikkeamaraporttiin. Lisäksi on tärkeää, että kaikki havaitut poikkeamat päivitetään projektin toteutusdokumentaatioon. Tämä tarkoittaa, että toteutusmittauksissa tai -malleissa tulee näkyä poikkeamien vaikutukset ja mahdolliset korjaustoimet. Mallipohjaisissa projekteissa on myös luotava poikkeamamalli, joka esittää

toteutuneet poikkeamat ja niiden korjaussuunnitelmat selkeästi. Näin varmistetaan, että kaikki laatuun liittyvät tiedot ovat ajan tasalla ja helposti tarkastettavissa. (Väylävirasto 2020.)

Urakoitsijan on huolehdittava siitä, että hän toteuttaa sopimuksen aikaiset laadunvarmistustoimet ja osoittaa työnsä kelpoisuuden asianmukaisesti. Tilaajan vastuulla on puolestaan varmistaa, että urakoitsijan laatu järjestelmä tai laatusuunnitelma toimii tehokkaasti ja täyttää vaaditut kriteerit. Tämä tarkoittaa, että tilaaja keskittyy kelpoisuuden arviointiin sekä seuraa urakoitsijan toiminnan ja laadun hallintaa. (Väylävirasto 2020.)

## 2.4 Toiminta- ja laatusuunnitelma

Urakoitsija laatii kullekin urakalle erityisen toiminta- ja laatusuunnitelman, jossa hän esittelee urakan turvallisuuteen, ympäristöön ja laadunvarmistukseen liittyvät käytännöt sekä riskienhallinnan keinoja. Tämän suunnitelman päämääränä on tehostaa tiedonvaihtoa projektin kaikkien osapuolten kesken ja yhdistää kaikki keskeiset työmaata koskevat seikat yhteen dokumenttiin. (Väylävirasto 2020.)

Toiminta- ja laatusuunnitelma on työkalu, joka on suunniteltu tukemaan urakoitsijan toimintaa ja varmistamaan työn laatua. Sen avulla asetetaan ja selkeytetään laadunvalvonnan sekä -takuun käytännöt. Tämä suunnitelma antaa tilaajalle käsityksen urakoitsijan valmiuksista, toimintatavoista ja menetelmistä, joilla urakka aiotaan toteuttaa laadukkaasti ja asetettujen vaatimusten mukaisesti. Toiminta- ja laatusuunnitelmien rakenne ja sisältö eivät ole standardisoituja, vaan ne voidaan räätälöidä urakoitsijan oman toimintajärjestelmän mukaisesti. (Väylävirasto 2020.)

Kun urakoitsija käyttää alihankkijoita eri tehtävissä, on tärkeää, että hän varmistaa alihankintojen ja -urakoiden suunnitelmallisuuden. Tämä tarkoittaa, että joko itsenäinen suunnitelma tai osa pääurakoitsijan laajempaa toiminta- ja laatusuunnitelmaa tulee olla olemassa. Esimerkiksi päällystystyöt ovat tyypillinen alihankintatyö. Laadunvalvonta ja vastuu laadusta kuuluvat lopulta aina pääurakoitsijalle, vaikka työ olisi ulkoistettu. (Väylävirasto 2020.)

Urakoitsijan tulee sisällyttää toiminta- ja laatusuunnitelmaansa laadunvarmistussuunnitelma. Tässä suunnitelmassa tulee kuvata tekniset työsuunnitelmat sekä yksityiskohtaiset työvaihekohtaiset suunnitelmat, jotka kattavat työn toteutuksen, laadunhallinnan ja turvallisuuden. Näin varmistetaan, että kaikki työvaiheet noudattavat korkeita laatu- ja turvallisuusstandardeja. (Väylävirasto 2020.)

Urakoitsijan on saatava tilaajan hyväksyntä toiminta- ja laatusuunnitelmalleen. Hankkeen työvaiheiden käynnistämisen edeltävästi järjestetään kokous, jossa keskustellaan laadun raportoinnin käytännöistä, valittavista järjestelmistä sekä raportoinnin aikataulusta. Tässä kokouksessa tilaajan alustava hyväksyntä urakoitsijan toiminta- ja laatusuunnitelman tehokkuudelle ei vapauta urakoitsijaa vastuusta noudattaa laadunvarmistuksen ja sopimusdokumentaation mukaisen pätevyyden todistamisen vaatimuksia. Urakoitsijan on oltava valmis päivittämään toiminta- ja laatusuunnitelmaansa tarpeen vaatiessa koko urakkaprosessin ajan. (Väylävirasto 2020.)

## 2.5 Tiedonhallintasuunnitelma

Urakoitsijan on laadittava kullekin urakalle erityinen tiedonhallintasuunnitelma. Tämä suunnitelma määrittellään Väyläviraston julkaisemassa ohjeistuksessa "Suunnittelu- ja toteutusprojektien aineiston hallinta Velhojärjestelmässä" (VO 8/2020), jossa kerrotaan, mitä tiedonhallintasuunnitelman tulee sisältää. Hankkeen tilaaja määrittelee tiedonhallinnan kriteerit, ja urakoitsija vastaa näiden vaatimusten pohjalta laadittavasta projektikohtaisesta tiedonhallintasuunnitelmasta. Suunnitelmassa selostetaan yksityiskohtaisesti, kuinka projektin tiedot säilytetään ja hallitaan. Siinä myös ohjeistetaan metatietojen ja kansiorakenteen käytöstä, nimeämiskäytännöistä sekä tiedon siirtämisestä eteenpäin. Tiedonhallintasuunnitelma luodaan projektin alkaessa ja sitä päivitetään tarpeen mukaan projektin edetessä. (Väylävirasto 2020.)

Projektin toteutusvaiheessa tiedonhallinnan tulee huomioida useita keskeisiä tekijöitä: valittu toteutusmenetelmä, projektin aikataulu, eri osa-alueet sekä

tilaajan asettamat kriteerit. Valitulla toteutusmenetelmällä on suora vaikutus siihen, kuinka usein aineisto päivitetään, kun taas projektin aikataulu määrittelee, kuinka monta kertaa ja kuinka tiheästi tietoja toimitetaan. Eri osa-alueet, kuten alueet, reitit ja sillat sekä työvaiheiden järjestys, ohjaavat aineiston luokittelua. Lisäksi tilaajan vaatimukset sanelevat aineiston käyttöaikataulun, esimerkiksi kuinka nopeasti materiaaleja tarvitaan ylläpitotöitä varten. (Väylävirasto 2020.)

## 2.6 Työvaihekohtaiset suunnitelmat

Jokaiselle työosuudelle urakoitsijan tulee laatia suunnitelma, joka kattaa työn kulun, laadun varmistamisen ja mahdolliset tekniset yksityiskohdat sekä turvallisuusnäkökohdat. Tarpeen vaatiessa nämä suunnitelmat on mahdollista yhdistää yhdeksi kattavaksi dokumentiksi, joka sisältää kaikki työvaiheen olennaiset suunnitelmat. (Väylävirasto 2020.)

Ennen työvaiheen käynnistämistä, huolellisesti laaditut suunnitelmat ja dokumentit takaavat, että keskeisten rakenteiden ominaisuuksiin vaikuttavat työ- ja rakennussuunnitelmat ovat asianmukaisella tasolla. Tämä varmistaa, että rakennusprojektin kriittiset osa-alueet toteutetaan suunnitelmien mukaisesti ja laadukkaasti. (Väylävirasto 2020.)

Projektin laatusuunnitelman ja eri työvaiheiden työ- ja laatusuunnitelmien on oltava vähintäänkin yhtäpitäviä sopimusdokumenteissa ja niiden liitteissä, kuten InfraRYL:ssä, määriteltyjen laadunvarmistusmenetelmien ja pätevyyden todistamisen kanssa. InfraRYL:n ohjeiden alla pienellä fontilla annetut ohjeistukset ovat urakoitsijalle sitovia. Lisäksi kunkin työvaiheen suunnitelmissa on viitattava ajantasaisiin turvallisuusmääräyksiin. (Väylävirasto 2020.)

## 2.7 Laadun dokumentointi, itselleluovutus ja luovutusaineisto

Urakoitsijan on varmistettava, että hän kerää ja säilyttää kaikissa työvaiheissa tarvittavat tiedot, jotka todistavat rakenteiden vastaavan niille asetettuja vaatimuksia. On tärkeää, että kaikki laadunvarmistukseen liittyvät tarkastukset

suoritetaan huolellisesti ja että ne kirjataan yksityiskohtaisesti toiminta- ja laatusuunnitelman ohjeiden mukaisesti. (Väylävirasto 2020.)

Tulokset on säilytettävä tavalla, joka mahdollistaa kaikkien havaittujen puutteiden ja poikkeamien sekä niiden perusteiden täydellisen jäljittämisen. Urakoitsijan on toimitettava tilaajalle kaikki laadun varmistamiseksi tarvittavat tiedot, noudattaen toiminta- ja laatusuunnitelmaa sekä tiedonhallintasuunnitelmaa. (Väylävirasto 2020.)

Urakoitsijan vastuulla on varmistaa, että kaikki urakassa käytettävien materiaalien tiedot sekä niiden testausten tulokset kirjataan huolellisesti. Tämä dokumentointi on tärkeää, sillä se takaa työn laadun ja materiaalien turvallisuuden pitkällä tähtäimellä. Lisäksi, asianmukainen dokumentaatio mahdollistaa sujuvan tarkastusprosessin ja edesauttaa vastuullista rakennuskäytäntöä. (Väylävirasto 2020.)

Urakoitsijan vastuulla on koota kaikki laatudokumentit ja pitää ne ajan tasalla, jotta tilaajan edustajat voivat tarkastella niitä milloin tahansa. Lisäksi urakoitsijan tulee laatia yhteenveto laadun perusdokumenteista ja toiminta- sekä laatusuunnitelmasta, ja esittää tämä yhteenveto kuukausittain tai työmaakouksissa tilaajan kanssa, noudattaen Väyläviraston 44/2020 14 ohjeistusta ja Väylähankkeen laadunosoituksen prosessikuvausta. Urakoitsijan on myös itsenäisesti arvioitava laadun toteutumista ja raportoitava havainnoistaan jokaisessa työmaakouksessa. (Väylävirasto 2020.)

### 2.7.1 Itselleluovutus

Laatuvastuullisen rakentamisen käytäntöjen mukaisesti on urakoitsijan velvollisuus suorittaa itselleluovutus kaikissa työvaiheissa. Tämä prosessi on suoritettava vaiheittain ja kattavasti jokaisen rakenteen osalta. Itselleluovutuksen yhteydessä on laadittava dokumentaatio kullekin rakenneosalle, jossa tarkastellaan, kuinka laatusuunnitelman asettamat vaatimukset on kirjattu ja kuka on vastuussa näiden tietojen paikkansapitävyydestä. Itselleluovutuksen

dokumentoinnissa on myös tuotava esiin urakoitsijan oma arvio saavutetusta laadusta. (Väylävirasto 2020.)

### 2.7.2 Luovutusaineisto

Luovutusaineiston järjestelmällinen kokoaminen on olennainen osa koko projektin elinkaarta. On urakoitsijan vastuulla kerätä kaikki laadunvarmistusdokumentit tavalla, joka mahdollistaa niiden ajantasaisen tarkastelun tilaajan edustajien toimesta paikassa, joka on määritelty urakan tiedonhallintasuunnitelmassa. Lisäksi urakoitsijan tulee laatia yhteenveto laadun perusdokumentaatiosta ja toimittaa se tilaajalle kuukausittain tai työmaakokousten yhteydessä, urakkasopimuksen ehtojen mukaisesti. Urakoitsijan on myös itse arvioitava laadun toteutumista säännöllisesti, ja tuotava tulokset esille jokaisessa työmaakokouksessa. (Väylävirasto 2020.)

Dokumentoidun laatuaineiston kerääminen on keskeinen osa luovutettavaa aineistoa. Urakoitsijan on tärkeää ymmärtää ja kirjata ylös hankkeen erityisvaatimukset suunnitelmiinsa ja toimia näiden suunnitelmien mukaisesti. Näin menetellen varmistetaan, että kaikki hankkeen aikana kerätty laatuaineisto tallentuu osaksi hankkeen lopullista luovutusaineistoa. (Väylävirasto 2020.)

Urakoitsijan vastuulla on koota kaikki laaturaportit urakan luovutusaineistoksi ja toimittaa ne tilaajalle. Tämä tulee tehdä noudattaen hankkeen tiedonhallintasuunnitelmaa, joka on kuvattu projektikohtaisesti ja jonka tilaaja on hyväksynyt. Raportit on esitettävä siinä muodossa, joka on mainittu suunnitelmassa ja vahvistettu tilaajan toimesta. (Väylävirasto 2020.)

Ennen urakan luovutusta, urakoitsijan tulee suorittaa hankkeen itselleluovutus. Tämän prosessin aikana on koottava kaikki urakan aikana tuotetut laatudokumentit yhteenvedoksi. Tämä yhteenveto sekä kaikki laaturaportit ja niiden liitteet on toimitettava tilaajalle. On tärkeää, että lopullisesta dokumentista ilmenee selvästi, että rakennustyö on saatu päätökseen ja se vastaa kaikkia urakkasopimuksen vaatimuksia. (Väylävirasto 2020.)

## 2.8 Laaturaportoinnin nykytila, haasteet ja kehittämistarpeet

Infra rakennusallalla Laaturaportointi tarkoittaa infra-alan palvelujen ja tuotteiden laadun mittaamista, arviointia ja julkistamista. Laaturaportoinnin nykytila, haasteet ja kehittämistarpeet ovat seuraavat:

Infra-alalla laadunhallinta on keskeinen osa toimintaa, ja siihen käytetään monenlaisia järjestelmiä ja menetelmiä. Esimerkiksi ISO 9001, ISO 14001 ja ISO 45001 ovat kansainvälisiä standardeja, jotka ohjaavat laadun varmistamista ja ympäristö- sekä työturvallisuusasioita. RALA-sertifikaatti, CE-merkintä, InfraRYL ja InfraQ ovat myös alalla tunnettuja laadunvarmistuksen välineitä. Nämä järjestelmät auttavat yrityksiä kehittämään prosessejaan ja varmistamaan, että työn laatu täyttää asetetut vaatimukset.

Laadun raportointi infra-alalla perustuu dokumentoituihin tietoihin, kuten työsuunnitelmiin ja työmaapäiväkirjoihin. Mittauspöytäkirjat, laadunvalvontapöytäkirjat ja reklamaatiot ovat myös tärkeitä dokumentteja, jotka auttavat ylläpitämään ja parantamaan laatua. Kuitenkin laadun raportoinnissa on haasteita, kuten tiedon hajanaisuus ja epäyhtenäisyys. Tiedot ovat usein hajallaan eri järjestelmissä ja dokumenteissa, mikä tekee tiedon yhdistämisestä ja vertailusta haastavaa. Tiedon laatu ja ajantasaisuus vaihtelevat, ja tiedon saatavuus ja hyödynnettävyys voivat olla rajoitettuja.

Tiedon merkityksellisyys ja vaikuttavuus ovat myös haasteita. Raportoitavan tiedon tulee vastata alan laadun kannalta olennaisia kysymyksiä ja tarpeita, mutta tämä ei aina toteudu. Tiedon tulee olla kattavaa, monipuolista ja syvällistä, jotta se olisi ymmärrettävää ja luotettavaa, ja jotta se johtaisi toiminnan kehittämiseen ja parantamiseen.

Lisäksi tiedon hyödyntämisen kulttuuri ja osaaminen ovat alueita, joissa on parantamisen varaa. Laadun raportointiin liittyvän tiedon tulisi olla osa päivittäistä toimintaa ja johtamista, mutta resurssit, kannustimet ja tukirakenteet eivät aina

ole riittäviä. Tiedon hyödyntämisen osaaminen ja asenteet voivat olla puutteellisia, ja tiedon hyödyntämistä ei välttämättä seurata tai arvioida säännöllisesti. Tämän seurauksena laadun raportointi ei välttämättä johda toiminnan parantamiseen, mikä on alue, jossa infrastruktuurialan toimijoiden tulisi keskittyä kehittämään.

Infra-alan laaturaportoinnin kehittäminen on moniulotteinen tehtävä, joka vaatii huolellista suunnittelua ja toteutusta. Kehittämistarpeet kattavat laajan kirjon toimenpiteitä, jotka keskittyvät tiedon hallinnan parantamiseen, sen merkityksellisyyden lisäämiseen ja tiedon hyödyntämisen kulttuurin vahvistamiseen. Tiedon yhtenäistäminen ja saatavuuden parantaminen ovat ensiarvoisen tärkeitä, sillä ne mahdollistavat laadukkaan ja ajantasaisen tiedon käytön päätöksenteossa. Tämä edellyttää lähteiden, muotojen ja standardien harmonisointia sekä tiedon jakelun nopeuttamista ja helpottamista.

Tiedon merkityksellisyyden ja vaikuttavuuden lisääminen on toinen keskeinen kehittämiskohde. Tiedon tulisi olla relevanttia ja kohdistettua, jotta se palvelisi infra-alan laadun parantamista ja tukisi alan oppimista ja innovointia. Tiedon tehokas jakaminen ja kommunikointi eri toimijoiden ja sidosryhmien kesken on olennaista, jotta tieto saavuttaa tarvittavan vaikuttavuuden.

Lisäksi tiedon hyödyntämisen kulttuurin ja osaamisen vahvistaminen on tärkeää. Tiedon arvostaminen ja sen jatkuva, systemaattinen käyttö edistävät laadun kehittymistä. Resurssien, kannustimien ja tukirakenteiden luominen ja ylläpitäminen ovat avainasemassa tiedon hyödyntämisen edistämisessä. Osaamisen ja asenteiden kehittäminen sekä seurannan ja arvioinnin tehostaminen ovat myös olennaisia osia laaturaportoinnin kehittämisessä.

Näiden kehittämistarpeiden huomioon ottaminen ja niiden pohjalta toimintasuunnitelmien laatiminen voi merkittävästi parantaa infra-alan laaturaportointia ja sitä kautta koko alan laatua ja kilpailukykyä. Selkeästi

määritellyt kehittämistavoitteet ja niiden järjestelmällinen toteuttaminen varmistavat, että laaturaportointi tukee alan kestävästä kehityksestä ja vastaa alan jatkuvasti muuttuviin tarpeisiin.

## Tekoäly ja sen soveltaminen laaturaportointiin

### 3.1 Tekoälyn määritelmä, historia ja kehitys

Tekoäly eli keinoäly tai AI (englannin sanoista artificial intelligence) on tietokone tai tietokoneohjelma, joka kykenee tekemään älykkäinä pidettäviä toimintoja, kuten puheentunnistus, tietokonenäkö ja kääntäminen luonnollisten kielten välillä. Tekoälyn määrittely on kuitenkin haastavaa, koska älykkyyttä itsessään on vaikea määritellä. Yksi mahdollinen määritelmä on, että tekoäly on järjestelmän kyky tulkita ulkoisia tietoja oikein, oppia tällaisista tiedoista ja käyttää opittuja asioita tiettyjen tavoitteiden ja tehtävien saavuttamisessa joustavan sopeutumisen kautta. (Haenlein & Kaplan 2019, 15–25.)

Tekoälyn historia alkaa jo antiikin ajoista myytteinä, tarinoina ja huhuina tekoälyllisistä olennoista, jotka omasivat taitavien käsityöläisten älykkyuden ja tietoisuuden. Tekoälyn filosofiset ja matemaattiset juuret löytyvät antiikin kreikan kirjallisuudesta, jossa Aristoteles keksi syllogistisen logiikan, ensimmäisen deduktiivisen päättelysystemin. Myöhemmin Descartes, Pascal, Leibniz ja muut kehittivät mekaanisia ja kombinatorisia teorioita ajattelusta sekä suunnittelivat ensimmäisiä laskenta- ja ohjelmoitavia koneita. (Wikipedia 2023.)

Tekoäly perustettiin akateemisena tieteenalana vuonna 1956 Dartmouthin yliopiston työpajalla, jossa osallistujat olivat alan johtavia tutkijoita vuosikymmeniä. He ennustivat, että kone, joka on yhtä älykäs kuin ihminen, olisi olemassa jo yhden sukupolven päästä. Tutkijoille annettiin miljoonia dollareita tehdäkseen tämän vision todeksi. Lopulta tuli selväksi, että he olivat pahasti aliarvioineet projektin vaikeudet. Vuonna 1973 projektin rahoitus lakkautettiin, mikä aloitti ns. "tekoälytalven". (Tekoäly.info 2023.)

Tekoälyn kehitys sai uutta vauhtia 1980-luvulla Japanin hallituksen visionaarisen aloitteen myötä, joka inspiroi muita hallituksia ja teollisuutta tarjoamaan miljardeja rahoitusta tekoälyn kehitykseen. 2000-luvulla kiinnostus ja rahoitus räjähti nousuun tekoälybuumin alettua, kun koneoppimista saatiin käytännössä

sovellettua useisiin ongelmiin teollisuudessa ja oppilaitoksissa. Koneoppiminen on matemaattinen ja tilastollinen menetelmä, jossa kone oppii tunnistamaan kuvioita datasta ilman eksplisiittistä ohjelmointia. Koneoppimisen eräs alalaji on syväoppiminen, joka perustuu neuroverkkoihin eli aivojen toimintaa jäljitteleviin laskennallisiin rakenteisiin. Syväoppiminen on mahdollistanut monia läpimurtoja esimerkiksi puheentunnistuksessa, tietokonenäössä ja luovissa sovelluksissa. (Korte 2022.)

### 3.2 Tekoälyn eri osa-alueet ja menetelmät

Tekoäly on tietojenkäsittelytieteen ala, joka tutkii ja kehittää menetelmiä, joilla tietokoneet voivat suorittaa älykkäitä tehtäviä. Tekoälyn eri osa-alueita ovat muun muassa koneoppiminen, syväoppiminen, neuroverkot, luonnollisen kielen käsittely, tietämyskoneet, asiantuntijajärjestelmät, tietokoneen näkö ja puheentunnistus. Näillä osa-alueilla on erilaisia menetelmiä, jotka perustuvat esimerkiksi tilastolliseen mallintamiseen, logiikkaan, optimointiin, evoluutioon tai symboliseen laskentaan. Tekoälyn menetelmien käyttö edellyttää usein suuria määriä dataa, laskentatehoa ja algoritmien soveltuvuutta ongelman ratkaisemiseen. Tekoälyn menetelmien tuloksia ja vaikutuksia on arvioitava kriittisesti ja eettisesti. Yleensä tekoälyä kategorisoidaan heikkoon- ja vahvaan tekoälyyn. Heikko tekoäly on suunniteltu suorittamaan tiettyjä tehtäviä, kun taas vahva tekoäly kykenee ymmärtämään ja oppimaan monenlaisia kognitiivisia toimintoja. (Tekoalyaika 2023.)

### 3.3 Tekoälyn hyödyt, haasteet ja eettiset kysymykset

Tekoäly on tietojenkäsittelyn ala, joka pyrkii luomaan järjestelmiä, jotka pystyvät suorittamaan tehtäviä, jotka vaativat älykkyyttä. Tekoälyllä on monia hyötyjä eri aloilla, kuten terveydenhuolto, koulutus, liikenne ja viihde. Tekoäly voi auttaa ihmisiä ratkaisemaan ongelmia, parantamaan tuottavuutta, luomaan uusia innovaatioita ja lisäämään elämänlaatua. (Euroopan parlamentti 2020a.)

Tekoälyllä on kuitenkin myös haasteita ja eettisiä kysymyksiä, jotka on otettava huomioon. Tekoälyn kehitys voi aiheuttaa työpaikkojen menetyksiä, tietoturvariskejä, vastuukysymyksiä ja syrjintää. Tekoälyn eettiset kysymykset liittyvät siihen, miten tekoäly vaikuttaa ihmisten arvoihin, oikeuksiin ja hyvinvointiin. Esimerkiksi, miten varmistetaan, että tekoäly on oikeudenmukainen, läpinäkyvä, turvallinen ja ihmiskeskeinen? Mitkä ovat tekoälyn moraaliset periaatteet ja normit? Kuka valvoo ja sääntelee tekoälyn käyttöä ja kehitystä? (Euroopan parlamentti 2020b.)

Tekoälyn hyödyt, haasteet ja eettiset kysymykset ovat tärkeitä aiheita tutkia ja keskustella. Tekoälyn vaikutukset ovat laaja-alaisia ja pitkäaikaisia, joten niitä ei voida jättää huomiotta. Tekoälyn tutkimuksessa ja soveltamisessa tarvitaan monitieteistä ja monialaista yhteistyötä sekä eettistä pohdintaa ja dialogia. (Euroopan parlamentti 2020b.)

### 3.4 Tekoälyn käyttökohteet ja esimerkit laaturaportoinnissa

Tekoäly on yhä tärkeämpi työkalu infratyömaiden laaturaportoinnissa. Tekoäly voi auttaa tunnistamaan ja analysoimaan työmaan tilannetta, havaitsemaan virheitä ja puutteita, sekä ehdottamaan parannustoimenpiteitä. Tekoäly voi myös tuottaa automaattisesti laaturaportteja, jotka sisältävät tietoa työmaan edistymisestä, turvallisuudesta, ympäristövaikutuksista ja kustannuksista. Esimerkiksi Destia on hyödyntänyt tekoälyä infratyömaillaan, joissa se on käyttänyt droneja ja kameroita keräämään kuvia työmaan tilasta. Tekoäly on sitten analysoinut kuvat ja luonut niiden perusteella laaturaportteja, jotka ovat olleet saatavilla reaaliaikaisesti työmaan henkilöstölle ja asiakkaille. Tällainen tekoälyn käyttö on parantanut työmaan laatua, tehokkuutta ja läpinäkyvyyttä. (Destia 2020.)

### 3.5 Tekoälyn hyödyntäminen laadunvalvonnassa infratyömailla

Tekoälyä voi hyödyntää laadunvalvonnan kriteereissä ja aikataulussa infratyömailla monin tavoin. Tekoäly voi esimerkiksi analysoida kuvia ja videoita työmaan tilanteesta ja tunnistaa mahdollisia virheitä, puutteita tai riskejä. Tekoäly voi myös optimoida työmaan resurssien käyttöä ja ennustaa työn etenemistä ja valmistumisaikaa. Tekoäly voi lisäksi auttaa viestinnässä ja raportoinnissa eri sidosryhmien välillä. Tekoälyn hyödyntäminen voi parantaa infratyömaiden laatua, turvallisuutta, tehokkuutta ja kustannussäästöjä. (LAB 2020.)

## 4 Tutkimuksen tulokset

### 4.1 Haastattelujen tulokset ja yhteenveto

Kyselyn aiheena on tekoälyn hyödyntäminen sillankorjauksen laaturaportoinnissa. Kyselyssä kartoitetaan sillankorjausalan ammattilaisten kokemuksia ja näkemyksiä laaturaportoinnin nykytilasta ja kehittämistarpeista. Haastateltavina oli Oteran Oy:n työmaapäälliköitä, sekä Laatupäällikkö. Haastateltavilla on pitkä kokemus työmaan laaturaportoinnista, sekä sen kehityksestä vuosien saatossa. Kyselyssä esitettiin seuraavat kysymykset:

- Minkälaisia haasteita koette yleisesti sillankorjauksen laaturaportoinnissa?
- Millaisilla keinoilla koette, että laaturaportointia voitaisiin kehittää?
- Laaturaportoinnin kriteerit tarpeellisuus?
- Laaturaportoinnin tiedon keruun ja tiedon siirron helppous?
- Laaturaportoinnin selkeys ja aikataulutus?
- Ryl:in ja tilaajien vaatimien laaturaporttien selkeys sekä yhdenlaisuus hankkeissa?
- Voitaisiinko näitä selkeyttää jollain toimenpiteellä niin että saataisiin kaikista hankkeista kerättyä tietoa niin vanhoista materiaaleista, työtavoista sekä uusista korjausmateriaaleista sekä menetelmistä?
- Miten laaturaportointi vaikuttaa omaan työhönne ja toimenkuvaanne?
- Miten koette tekoälyn, voisiko siitä olla apua tiedon keruussa, aikataulussa sekä muistuttajana hankkeen aikana?

Vastauksista ilmenee, että sillankorjauskohteiden laaturaportointi on raskasta ja aikaa vievää työtä, joka vaatii paljon manuaalista tallennusta, eri ohjelmien käyttöä, eri rutiinien noudattamista ja eri vaatimusten muistamista. Vastauksissa tuodaan esiin, että laaturaportoinnin kriteerit, tiedon keruu ja tiedon siirto ovat usein epäselviä, ristiriitaisia tai liian laajoja. Vastauksissa ehdotetaan, että laaturaportointia voitaisiin kehittää automatisoimalla tallennukset ja raportit, muistuttamalla eri laatumittausten teosta, laatusuunnitelmapohjien

automatisoimalla, poikkeamien kirjaamisella ja tiedottamisella, sekä selkeyttämällä kriteerit, vaatimukset ja pohjat eri hankkeille. Vastauksissa myös todetaan, että laaturaportointi vaikuttaa omaan työhön ja toimenkuvaan sata prosenttisesti, eli Laaturaportointi on mukana jokaisessa työvaiheessa alusta työmaan luovutukseen saakka. Vastauksissa ilmaistaan, että tekoälystä olisi ehdottomasti apua laaturaportoinnissa, mutta sen tekemiä päätöksiä pitäisi olla valmiina vahtimaan ja jatko-opettamaan, sillä tekoälyn tuottamissa asiakirjoissa saattaa olla ainakin alkuun asiavirheitä sekä jopa puutteellisia tietoja. Nämä haasteet korjaantuvat sitä mukaa kun saadaan ns. opetettua tekoälylle parempaa tulkintaa saaduista asiakirjoista ja ohjeistuksesta. (haastateltavat 1,2,3,4 ja 5. 2023.)

Yhteenvedon voidaan todeta, että kyselyssä tulee ilmi sillankorjausalan ammattilaisten tarve ja kiinnostus tekoälyn hyödyntämiseen laaturaportoinnissa, mutta myös sen haasteet ja rajat, joita ovat esimerkiksi tietojen jakaminen ja se miten yrityksen sisäiset asiakirjat ja tiedostot saadaan varmasti pysymään ainoastaan kyseisen yrityksen sisällä. Kyselyssä saadut vastaukset antavat arvokasta tietoa tekoälyn hyödyntämisen mallin kehittämiseksi sillankorjauksen laaturaportoinnissa, näitä olivat esimerkiksi erinäiset raportit ja suunnitelmat työvaiheista, ympäristöilmoitukset, työvaihekohtaiset laadunvarmistus asiakirjat sekä aikataulun yhdistäminen, jotta saadaan työmaalle muistutukset työn suorittamisesta. (haastateltavat 1,2,3,4 ja 5. 2023.)

#### 4.2 Tekoälyn hyödyntäminen tulevaisuudessa ja haasteet

Tekoäly on muuttumassa yhä keskeisemmäksi osaksi infrastruktuurialan laaturaportointia, joka on prosessi, jossa arvioidaan ja julkistetaan palveluiden ja tuotteiden laatua. Tämä kehitys on vastaus kasvavaan tarpeeseen ymmärtää ja hallita monimutkaisia tietomääriä, jotka liittyvät infrastruktuurin suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. Tekoäly tarjoaa mahdollisuuden kerätä ja yhdistää laajoja tietoaaineistoja eri laadun osa-alueilta, kuten ympäristövaikutuksista, turvallisuudesta, kustannuksista ja asiakastyytyvyydestä. Näiden tietojen

analysointi auttaa tunnistamaan trendejä, ennakoimaan ongelmia ja tekemään tietoon perustuvia päätöksiä.

Laadun indikaattorit ja mittarit ovat keskeisiä työkaluja laadun seurannassa ja parantamisessa. Tekoäly voi auttaa luomaan näitä mittareita ja visualisoimaan ne tavalla, joka tekee tiedosta helpommin ymmärrettävää ja hyödynnettävää. Koneoppimisen ja muiden tekoälyn menetelmien avulla voidaan ennustaa laadun kehitystä, optimoida prosesseja ja automatisoida rutiininomaisia tehtäviä, mikä vapauttaa ihmistyövoimaa vaativampiin ja luovempiin tehtäviin.

Lisäksi tekoäly mahdollistaa uusien innovatiivisten ratkaisujen kehittämisen ja testaamisen. Nämä ratkaisut voivat parantaa infrastruktuurin kestävyyttä, uudistumiskykyä ja kilpailukykyä. Esimerkiksi älykkäät sensoriverkostot voivat seurata siltojen ja teiden kuntoa reaaliajassa, ja tekoäly voi analysoida näitä tietoja ennakoimaan korjaustarpeita. Tämä ei ainoastaan paranna turvallisuutta, vaan myös säästää kustannuksia pitkällä aikavälillä.

Tekoälyn integroiminen infrastruktuurialan laaturaportointiin edellyttää kuitenkin huolellista suunnittelua ja toteutusta. On tärkeää varmistaa, että käytetyt algoritmit ovat läpinäkyviä ja eettisiä, ja että ne eivät vahingossa syrji tai tuota harhaanjohtavia tuloksia. Lisäksi on olennaista, että tekoälyn tuottamaa tietoa käytetään vastuullisesti ja että sen avulla tehtävät päätökset ovat oikeudenmukaisia ja kestäviä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tekoälyllä on valtava potentiaali infrastruktuurialan laadunhallinnassa. Sen avulla voidaan parantaa laadunvalvontaa, tehostaa toimintaa ja edistää innovaatioita. Tulevaisuudessa tekoäly tulee olemaan entistä tärkeämpi työkalu infrastruktuurin kehittämisessä ja ylläpidossa, ja sen rooli laaturaportoinnissa tulee kasvamaan. On kuitenkin tärkeää muistaa, että tekoälyn käyttöönotto vaatii jatkuvaa arviointia ja kehittämistä, jotta sen hyödyt voidaan maksimoida ja mahdolliset riskit minimoida.

Tekoälyn käyttö infrastruktuurialan laaturaportoinnissa tarjoaa monia mahdollisuuksia, mutta tuo mukanaan myös haasteita. Yksi merkittävä haaste on tiedon hajanaisuus ja epäyhtenäisyys. Erilaiset laadunhallintajärjestelmät ja menetelmät tuottavat erityyppistä tietoa, mikä tekee tiedon yhdistämisestä ja vertailusta haastavaa. Lisäksi tiedon laatu ja ajantasaisuus vaihtelevat, ja tieto ei ole aina helposti saatavilla tai hyödynnettävissä kaikille osapuolille.

Tiedon merkityksellisyyden ja vaikuttavuuden osalta on tärkeää, että infrastruktuurialan laadun kannalta keskeiset kysymykset ja tarpeet määritellään selkeästi ja yhteisesti. Tiedon on oltava kattavaa, monipuolista ja syvällistä, jotta se olisi ymmärrettävää ja luotettavaa ja johdattaisi toiminnan kehittämiseen ja parantamiseen.

Lisäksi tekoälyn hyödyntämisen kulttuuri ja osaaminen infrastruktuurialalla vaativat kehittämistä. Tarvitaan riittävästi resursseja, kannustimia ja tukirakenteita tekoälyn hyödyntämiseen laaturaportoinnissa. Osaamisen ja asenteiden kehittäminen on avainasemassa, ja tekoälyn hyödyntämisen seuranta ja arviointi ovat olennaisia toiminnan kehittämisen kannalta. Näiden haasteiden tunnistaminen ja ratkaiseminen on tärkeää, jotta tekoäly voi täysipainoisesti edistää laadunhallintaa infrastruktuurialalla.

#### 4.3 Kehitysehdotukset

Tekoälyn käyttöönottokohde yrityksessä voidaan toteuttaa vaiheittain, jolloin jokaisessa vaiheessa arvioidaan tekoälyn tuomat hyödyt ja kehityskohdat. Ensimmäisessä vaiheessa tekoälyä voidaan hyödyntää laatudokumenttien laadinnassa ja aikataulullisessa muistuttamisessa. Tämä saavutetaan opettamalla tekoäly lukemaan ja tulkitsemaan erilaisia määräyksiä ja ohjeistuksia, kuten Infrarylliä ja muita alan standardeja, ja soveltamaan näitä tietoja työkohteen laatuvaatimukseen. Laatuvaatimukset on yleensä määritelty työselityksissä ja laatuvaatimusasiakirjoissa.

Toisessa vaiheessa tekoäly integroidaan osaksi laaturaportointiprosessia. Tekoäly ohjelmoidaan tulkitsemaan työvaiheita annetusta aikataulusta ja lähettämään automaattisia muistutuksia työnjohdolle joko puhelimitse tai sähköpostitse, varmistaen, että laadunvarmistustehtävät suoritetaan ajallaan ennen seuraavaa työvaihetta. Kolmannessa vaiheessa tekoälylle annetaan vastuu laaduntarkastuskokeiden tulosten analysoinnista. Se luo tarvittavat laaturaportit ja poikkeamaraportit, jos sellaisia ilmenee, ja huolehtii niiden siirtämisestä oikeisiin kansioihin ja oikeille sidosryhmille tarkastuksen jälkeen.

Lisäkehitysehdotuksena voisi olla tekoälyn kykyjen laajentaminen siten, että se pystyy ennakoimaan mahdollisia laatuongelmia analysoimalla historiallista dataa ja nykyisiä suoritusindikaattoreita. Tämä mahdollistaisi proaktiivisen toiminnan ennen ongelmien ilmenemistä. Lisäksi tekoäly voisi auttaa projektinhallinnassa tunnistamalla riskejä ja ehdottamalla parannustoimenpiteitä reaaliajassa. Tällainen järjestelmällinen ja vaiheittainen lähestymistapa tekoälyn käyttöönottoon mahdollistaa sen, että jokainen vaihe tuottaa arvokasta tietoa seuraavien vaiheiden kehittämiseen ja tehostaa koko prosessia.

## Yhteenveto ja pohdinta

Tekoälyn hyödyntäminen sillankorjaustyömaan laaturaportoinnissa voisi tarjota merkittäviä etuja, kuten tarkkuuden ja nopeuden parantumisen. Laadunvalvonta on kriittinen osa infrastruktuuriprojekteja, ja tekoäly voi auttaa tunnistamaan ja ennakoimaan ongelmia reaaliajassa. Esimerkiksi, tekoäly voi analysoida kuvia ja sensoreiden dataa löytääkseen rakenteellisia poikkeavuuksia tai kuluneita osia, jotka voivat vaatia huomiota. Lisäksi tekoäly voi automatisoida rutiininomaisia raportointitehtäviä, vapauttaen henkilöstön aikaa monimutkaisempiin analyysitehtäviin.

Käyttämällä tekoälyä, voidaan myös parantaa turvallisuutta työmaalla. Tekoäly voi seurata työmaan olosuhteita ja varoittaa työntekijöitä mahdollisista vaaratilanteista, kuten liian lähelle tulevista koneista tai putoamisvaarasta. Tämä voi vähentää onnettomuuksia ja parantaa työmaan yleistä turvallisuutta. Tekoäly voi myös tukea päätöksentekoa tarjoamalla tietoa materiaalien kestävydestä ja suosittelemalla parhaita korjausmenetelmiä.

Laaturaportoinnin näkökulmasta tekoäly voi auttaa keräämään ja analysoimaan suuria datamääriä, jotka ovat peräisin eri lähteistä, kuten sääolosuhteista, työntekijöiden suorituksista ja materiaalien laadusta. Tämä data voidaan käyttää luomaan kattavia raportteja, jotka antavat selkeän kuvan työmaan tilasta ja edistymisestä. Tekoälyn avulla voidaan myös ennustaa mahdollisia viivästyksiä tai budjettiongelmia, mikä mahdollistaa proaktiivisen toiminnan ennen kuin ongelmat muuttuvat kriittisiksi.

On tärkeää huomioida, että tekoälyn käyttöönotto vaatii huolellista suunnittelua ja koulutusta. Työntekijöiden on ymmärrettävä, miten tekoäly toimii ja miten sitä käytetään tehokkaasti. Lisäksi on varmistettava, että tekoälyratkaisut noudattavat voimassa olevia lakeja ja säädöksiä, kuten tietosuojaa ja yksityisyyden suojaa. Tekoälyn eettiset näkökohdat, kuten päätöksenteon läpinäkyvyys ja vastuullisuus, on myös otettava huomioon.

Lopuksi tekoälyn integrointi sillankorjaustyömaan laaturaportointiin voi tuoda merkittäviä hyötyjä, mutta se vaatii kattavaa ymmärrystä sekä teknologiasta että sillankorjausprosesseista. Kun nämä haasteet on ratkaistu, tekoäly voi olla arvokas työkalu laadun parantamisessa ja projektien tehokkaammassa hallinnassa.

## Lähteet

Destia 2020. Data ohjaa myös infrarakentamista. Viitattu 30.12.2023. <https://www.destia.fi/artikkeli/data-ohjaa-myos-infrarakentamista/>

Euroopan parlamentti 2020a. Mikä tekoäly on ja mihin sitä käytetään? Viitattu 30.12.2023. [https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20200827\\_STO85804/mita-tekoaly-on-ja-mihin-sita-kaytetaan](https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20200827_STO85804/mita-tekoaly-on-ja-mihin-sita-kaytetaan)

Euroopan parlamentti 2020b. Tekoäly: mahdollisuuksia ja uhkia. Viitattu 30.12.2023. [https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20200918\\_STO87404/tekoaly-mahdollisuuksia-ja-uhkia](https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20200918_STO87404/tekoaly-mahdollisuuksia-ja-uhkia)

Haenlein, M & Kaplan, A. 2019. Business Horizons. Viitattu 3.12.2023. [https://www.researchgate.net/publication/328761767 Siri Siri in my hand Who's the fairest in the land On the interpretations illustrations and implications of artificial intelligence](https://www.researchgate.net/publication/328761767_Siri_Siri_in_my_hand_Who's_the_fairest_in_the_land_On_the_interpretations_illustrations_and_implications_of_artificial_intelligence)

LAB University of Applied Sciences 2022. Tekoäly tulee rakennustyömaille ja suunnittelun. Viitattu 30.12.2023. <https://blogit.lab.fi/labfocus/tekoaly-tulee-rakennustyomaille-ja-suunnitteluun/>

Leca 2023. Infra-alan tulevaisuus. Viitattu 5.12.2023. <https://www.leca.fi/infra-alan-tulevaisuus-mustia-pilvia-vai-pelkkaa-poutaa>

Rakennuslehti 2023. Infra-alan vaikuttajat hakivat ratkaisuja isoihin haasteisiin. Viitattu 5.12.2023. <https://www.rakennuslehti.fi/mainos/katso-tallenne-infra-alan-vaikuttajat-hakivat-ratkaisuja-isoihin-haasteisiin/>

Tekoalyaika 2023. Mikä on tekoäly. Viitattu 22.12.2023. <https://tekoalyaika.fi/mista-on-kyse/>

Tekoäly.info 2023. Tekoälyn historia. Viitattu 1.12.2023. [https://xn--tekoaly-eua.info/tekoaly\\_historia/](https://xn--tekoaly-eua.info/tekoaly_historia/)

Tiehallinto 2001. Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Viitattu 23.11.2023. <https://www.tieh.fi/sillat/julkaisut/syl/syl12001.pdf>

Tieluiska 2023. Infrarakentaminen. Viitattu 10.12.2023.

<https://tieluiska.fi/infrarakentaminen/>

Veera Korte 2022. Tekoälyn lyhyt historia. Viitattu 23.11.2023.

<https://blog.knowit.fi/tekoalyn-lyhyt-historia>

Väylävirasto 2020. Väylähankkeen laadunosoitus. Viitattu 8.1.2024.

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2020-44\\_vaylahankkeen\\_laadunosoitus\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-44_vaylahankkeen_laadunosoitus_web.pdf)

Väylävirasto 2023. Yleiset laatuvaatimukset. Viitattu 10.1.2024. [SILKO 1.](#)

[Yleiset laatuvaatimukset - Väylävirasto \(vayla.fi\)](#)

Wikipedia 2022. Tekoäly. Viitattu 3.12.2023.

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Teko%C3%A4ly>

Haastateltavat 1,2,3,4 ja 5. 2023. Oteran Oy:n työmaapäälliköitä ja laaturapääällikkö. Haastateltu kyselytutkimuksella 3.10.2023 Kari Mustikkamaa

