



Alexi Laitala

# Tekoälyn hyödyntäminen rakenne- suunnittelutoimistossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

07.11.2024

# Tiivistelmä

Tekijä: Aleksi Laitala  
Otsikko: Tekoälyn hyödyntäminen rakennesuunnittelutoimistossa  
Sivumäärä: 50 sivua + 0 liitettä  
Aika: 07.11.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka  
Ammatillinen pääaine: Rakennetekniikka  
Ohjaajat: Toimitusjohtaja Mika Laitala  
Lehtori Jenni Pellinen

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona rakennesuunnittelutoimistolle, joka keskittyy pääosin korjausrakennesuunnitteluun ja erilaisten kuntotutkimusten tekemiseen. Idea opinnäytetyölle syntyi, kun yrityksessä oli huomattu tekoälyn käytön yleistymisen niin yleisesti kuin myös rakennusalan eri piireissä.

Tekoälyn käyttö on kasvanut valtavasti viime aikoina, ja se on leviämässä yhä laajemmin myös rakennusosalalle. Työn tavoitteena oli löytää käyttökohteita ja mahdollisuuksia, joiden avulla yritys voisi hyödyntää tekoälyä arjen työtehtävissä toimintansa tehostamiseksi. Tekoälyn käyttö ja sen mahdollistamat asiat olivat yritykselle entuudestaan vielä varsin vieraita.

Opinnäytetyössä käsitellään aluksi tekoälyä yleisellä tasolla, sen vaikutuksista yhteiskuntaan ja tulevaisuuteen sekä tekoälyn käytön ongelmakohtia. Työn alussa esitellään olemassa olevia tekoälysovelluksia ja -työkaluja, joista suurin osa on tavallisen kuluttajan saatavilla ja kerrotaan myös niiden ominaisuuksista. Tämän jälkeen kuvataan lyhyesti, mitä asioita korjausrakennesuunnittelu pitää yleisesti sisällään ja, miten rakennusalan digitalisoituminen on vaikuttanut rakennesuunnittelun kehittymiseen. Työn loppupuolella esitellään, miten tekoälyä hyödynnetään jo nyt rakennesuunnittelussa ja millaisia mahdollisuuksia se voi tulevaisuudessa tarjota rakennesuunnittelijoille. Lopuksi on vielä käytännön esimerkkejä, miten kaikkien saatavilla olevia yleisiä tekoälytyökaluja pystyy hyödyntämään arjen työtehtävissä.

Työn tuloksena saatiin selvennystä siihen, miten tekoälyä voidaan hyödyntää rakennesuunnittelutoimiston arjen työtehtävissä nyt ja myöhemmin tulevaisuudessa. Tekoälyn avulla rutiininomaisiin ja välillä kuormittaviinkin tehtäviin saadaan tehokkuutta ja helpotusta. Itse monimutkaisempiin rakenteiden suunnitteluun ja optimointiin liittyviin asioihin, tekoäly tulee luomaan tulevaisuudessa valtavia mahdollisuuksia.

Avainsanat: tekoäly, tekoälyn hyödyt, digitalisaatio, korjausrakentaminen, rakennesuunnittelu

---

## Abstract

Author: Aleksi Laitala  
Title: Utilizing Artificial Intelligence in Structural Engineering Office  
Number of Pages: 50 pages + 0 appendices  
Date: 7. November 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Civil Engineering  
Professional Major: Structural Engineering  
Supervisors: Mika Laitala, CEO  
Jenni Pellinen, Senior Lecturer

---

This thesis was conducted as an assignment for a structural engineering office that primarily focuses on renovation structural design and various condition assessments. The idea for the thesis originated when it was observed in the company that the use of artificial intelligence became more common both generally and within various sectors of the construction industry.

The use of AI has grown significantly in recently, and it is spreading more and more into the construction sector. The goal of this study was to identify applications and opportunities through which the company could utilize AI in everyday tasks to enhance its operations. The use of AI and the possibilities it enables were still quite unfamiliar to the company.

The thesis first addresses AI on a general level, its impact on society and the future, as well as the challenges associated with its use. At the beginning of the thesis, existing AI applications and tools, most of which are available to the everyday consumer, are introduced along with their features. This followed by a brief description of general aspects of renovation structural design and how the digitalization of the construction industry has influenced the development of structural engineering. Toward the end of thesis, it is presented how AI is already being leveraged in structural engineering and what opportunities it may offer to structural engineers in the future. At the end, practical examples are provided on how commonly available AI tools can be utilized in everyday tasks.

As a result of the study, clarity was gained on how AI can be applied in the routine tasks of a structural engineering office, both now and in the future. AI brings efficiency and relief to routine and sometimes demanding tasks. In more complex areas related to structural design and optimization, AI will create huge opportunities in the future.

Keywords: AI, benefits of AI, digitalization, renovation construction, structural engineering

# Sisällys

## Lyhenteet

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto   | 1  |
| 2     | Mitä on tekoäly?                                 | 2  |
| 2.1   | Perusteet ja määritelmät                         | 2  |
| 2.2   | Historia   | 2  |
| 2.3   | Algoritmit, koneoppiminen ja syväoppiminen       | 4  |
| 2.3.1 | Algoritmit                                       | 4  |
| 2.3.2 | Koneoppiminen                                    | 4  |
| 2.3.3 | Syväoppiminen                                    | 5  |
| 2.4   | Tekoälyn vaikutukset yhteiskuntaan               | 6  |
| 2.4.1 | Työelämän muutokset                              | 6  |
| 2.4.2 | Taloudelliset vaikutukset                        | 7  |
| 2.4.3 | Lainsäädäntö ja sääntely                         | 7  |
| 2.5   | Eettiset kysymykset tekoälyssä                   | 9  |
| 2.5.1 | Kuka on vastuussa tekoälyn tekemistä virheistä?  | 9  |
| 2.5.2 | Miten estää tekoälyn virheet?                    | 10 |
| 2.5.3 | Miten suojata tekoäly hakkereilta?               | 10 |
| 2.5.4 | Väärän tiedon levittäminen                       | 11 |
| 2.6   | Tekoälyn ongelmat ja riskit                      | 11 |
| 2.6.1 | Tekoälyn läpinäkyvyyden ja selitettävyyden puute | 11 |
| 2.6.2 | Tietosuojan puute tekoälytyökalujen käytössä     | 12 |
| 2.6.3 | Ihmisen vaikutusvallan menettäminen              | 12 |
| 2.6.4 | Tekoälyn aiheuttama sosioekonominen eriarvoisuus | 13 |
| 2.7   | Tekoäly ja tulevaisuus                           | 13 |
| 3     | Tekoälyn sovelluksia                             | 16 |
| 3.1   | Chat GPT   | 16 |
| 3.2   | Google Gemini                                    | 16 |
| 3.3   | Microsoft Copilot                                | 17 |
| 3.4   | Grammarly  | 18 |
| 3.5   | M-Files  | 18 |
| 3.6   | Google NotebookLM                                | 19 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4     | Korjausrakennesuunnittelu ja digitaalinen murros           | 20 |
| 4.1   | Korjausrakentaminen yleisesti                              | 20 |
| 4.2   | Korjausrakennusprojektin kulku                             | 20 |
| 4.3   | Korjausrakennesuunnitteluprojektiin vaadittavat asiakirjat | 23 |
| 4.4   | Korjausrakennesuunnitteluprosessin piirustukset            | 23 |
| 4.5   | Muut tutkimukset   | 24 |
| 4.6   | Digitalisaation vaikutus rakennesuunnitteluun              | 25 |
| 4.6.1 | BIM-teknologia   | 25 |
| 4.6.2 | Algoritmiavusteinen suunnittelu                            | 26 |
| 4.6.3 | Pilvipohjaiset työkalut ja yhteistyö                       | 26 |
| 4.6.4 | Tietoturvan ja tiedonhallinnan merkitys                    | 27 |
| 5     | Tekoälyn hyödyntäminen rakennesuunnittelutoimistossa       | 29 |
| 5.1   | Tekoälyn käyttökohteita                                    | 30 |
| 5.1.1 | Analysointi  | 30 |
| 5.1.2 | Rakenteiden suunnittelu ja optimointi                      | 31 |
| 5.1.3 | Mallintaminen  | 32 |
| 5.2   | Tekoälyn käytön haasteet                                   | 33 |
| 6     | Käytännönesimerkit yleisillä tekoälyohjelmilla             | 34 |
| 6.1   | Kuvananalysointi   | 34 |
| 6.2   | Tekstianalyysi ja luonnostelu                              | 40 |
| 6.2.1 | Esimerkki 1  | 40 |
| 6.2.2 | Esimerkki 2  | 41 |
| 6.2.3 | Esimerkki 3  | 42 |
| 6.2.4 | Esimerkki 4  | 43 |
| 7     | Johtopäätökset ja yhteenveto                               | 45 |
|       | Lähteet  | 47 |

## Lyhenteet

AI: Artificial Intelligence eli tekoäly.

BIM: Building Information Modeling eli rakennuksen tietomallinnus.

CAD: Computer-Aided Design eli tietokoneavusteinen suunnittelu.

ChatGPT: Chat Generative Pre-trained Transformer, on OpenAI: n kehittämä tekoälypohjainen kielimalli.

ICT: Information and Communication Technology eli viestintäteknikka.

LVI: Lämpö, vesi ja ilmanvaihto.

PTS: Pitkän tähtäimen suunnitelma.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään toimeksiantona suunnittelutoimistolle, jossa on töissä 16 henkilöä. Suunnittelutoimisto keskittyy pääosin korjausrakennesuunnitteluun ja kuntotutkimuksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena tutkia on tekoälyn luomia hyötyjä ja mahdollisuuksia, joita korjausrakentamiseen pääasiallisesti keskittyvä rakennesuunnittelutoimisto voi hyödyntää päivittäisessä arjessaan. Tilaajayritykselle eri asiat tekoälystä sekä itse tekoäly on uusi tuttavuus ja sen käytön iso kasvu joka puolella on huomattu. Tärkein päämäärä työssä on selvittää erityisesti, millä tavoin tekoälyä käyttämällä yrityksen toimintaa voi tehostaa.

Tekoälyn käyttäminen on yleistynyt viimevuosina valtavasti ja sen tarjoamat mahdollisuudet ovat alkaneet muuttaa useita eri teollisuudenaloja. Tekoäly on yleistymässä myös kovaa vauhtia rakennusosalalla ja etenkin työmaapuolella käyttökokemuksia eri tehtävistä löytyy jo. Rakennesuunnittelu puolella tekoälyn käyttämisestä ja sen mahdollisuuksista on vielä toistaiseksi puhuttu vähemmän.

Työssäni kerrotaan aluksi tekoälystä yleisellä tasolla ja esitellään erilaisia tekoälytyökaluja ja järjestelmiä. Yleisen tason jälkeen ruvetaan pohtimaan millä tavoin muun muassa juuri näitä ohjelmia pystyy käyttämään hyväksi suunnittelutoimiston eri työtehtävissä. Työssä pohditaan myös, miksi tekoälyn käyttäminen ei ole aina hyvästä, ja mitä muita ongelmakohtia siihen liittyy. Työ rajautuu painottumaan juuri korjausrakentamisen puolella tapahtuviin työtehtäviin ja aiheisiin.

## 2 Mitä on tekoäly?

### 2.1 Perusteet ja määritelmät

Tekoäly eli lyhennettynä AI tulee englannin kielen sanoista Artificial Intelligence. Tekoälyllä tarkoitetaan koneen taitoa hyödyntää sellaisia asioita, jotka liitetään perinteisesti ihmisen älyn ominaisuuksiin. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi luovuus, suunnittelu, oppiminen ja päättelykyky. Erilaiset tekniset järjestelmät voivat tekoälyn ansiosta ratkaista erilaisia ongelmia, havainnoida ympäristöä ja käsitellä ympäristöstään havainnoimia asioita saavuttaakseen jonkun tietyn päämäärän. Järjestelmät pystyvät analysoimalla aiempien toimien vaikutuksia, muokkaamaan käytöstään tiettyyn pisteeseen asti sekä työskentelemään itsenäisesti. [1. s. 2.]

Tekoälyä pidetään yhtenä tärkeimpänä osana koko yhteiskunnan digitaalista murrosta ja se onkin virallisesti esimerkiksi Euroopan unionissa yksi prioriteeteista. Tekoälyä on nykyään lähes kaikkialla, joten perusihminen ei tule välttämättä edes ajatelleekseen, missä kaikissa arjen normaaleissa asioissa sitä esiintyy. [1. s. 2.]

Euroopan komissio jakaa virallisessa määritelmässään tekoälyn kahteen osaan, ruumiillistettuun tekoälyyn sekä ohjelmistoihin. Ruumiillistettuun tekoälyyn kuuluvat muun muassa erilaiset laitteet kuten itseohjautuvat autot, dronet, robotit, älykodinkoneet ja laitteiden oma internet. Ohjelmistoihin puolestaan kuuluvat erilaiset hakukoneet, kuvia analysoivat ohjelmistot, virtuaaliset avustajat ja puheen- ja kasvojentunnistusjärjestelmät. [1. s. 2.]

### 2.2 Historia

Tekoälyn matka alkaa alun perin jo antiikin ajoista. Antiikin Kreikan kirjallisuudesta löydetään konsepti älyllisestä koneesta ja älyllisen tekoälyn juuret. Nykyaikaisen tekoälyn perusta juontaa juurensa filosofien ajatteluun, kun he pyrkivät ymmärtämään ihmisen ajatteluprosessia käsittelemällä symboleja mekaanisesti

ikään kuin ne olisivat laskennallisia operaatioita. Tämä ajattelun kehityskulku saavutti merkittävän käännekohdan 1940-luvulla, kun ensimmäiset tietokoneet keksittiin. Laitteet nojasivat matemaattisen päättelyn abstraktiin logiikkaan ja tarjosivat uuden välineen ihmismäisen ajattelun mallintamiseen. [2.]

Modernin tekoälyn tutkiminen aloitettiin vuonna 1956 Dartmouthin yliopistossa tutkijoiden kesken. Nämä kyseiset tutkijat olivat tämän jälkeen johtavia tekoälyn tutkijoita vuosikymmenten ajan. Termin tekoäly keksi yhdysvaltalainen tietojenkäsittelytieteilijä John McCarthy vuonna 1956. Tällöin ennustettiin, että jo yhden sukupolven päästä olisi olemassa kone, joka on älykkyydellään samalla tasolla kuin ihminen. [2.]

Projekti tekoälyn tulemisesta kuitenkin aliarvioitiin pahasti ja vuonna 1973 tutkimuksen rahoitus lopetettiin. Tästä alkoivat tekoälyn kehityksen kannalta vaikeat vuodet ja tätä aikakautta nimitettiin ”tekoälyn talveksi”. [2.]

1970-luvun lopussa ja 1980-luvulla pinnalle nousivat erilaiset tekoälypohjaiset asiantuntijajärjestelmät, jotka pystyivät jäljittelemään ihmisten päätöksentekoa esimerkiksi lääketieteessä. Tällöinen järjestelmä oli muun muassa Jack Mayersin ja Harry Poplen kehittämä INTERNIST-ohjelma. [2.]

Suuri läpimurto tekoälyn kehityksen kannalta tapahtui 1990-luvulla, kun laskentateho kasvoi ja koneoppiminen kehittyi. Vuonna 1997 esimerkiksi IBM:n kehittämä Deep Blue -shakkietokone voitti shakin maailmanmestaruuden. [2.]

2000-luvulla uutta vauhtia saivat koneoppimisen ja erityisesti syväoppimisen menetelmät. Nämä menetelmät mahdollistivat kehittyneempien tekoälysovellusten esimerkiksi kuvantunnistuksen, puheentunnistuksen ja autojen autopilottien kehityksen. [2.]

2010-luvulta eteenpäin nykyhetkeen tekoälyn suosio on räjähtänyt erittäin nopeasti tehokkaiden algoritmien, laskentatehon ja suurten datamassojen ansiosta. Tekoäly on nykyisin laajasti käytössä monilla eri aloilla kuten

terveydenhuollossa, liikenteessä, viihdeteollisuudessa, rahoitussektorilla ja myös rakennusallalla ja sen kehitys etenee nopeammin kuin koskaan aiemmin. [2.]

## 2.3 Algoritmit, koneoppiminen ja syväoppiminen

### 2.3.1 Algoritmit

Algoritmi on periaatteessa mikä tahansa automatisoitu ohjesarja, joka suorittaa tietyn tehtävän. Useimmat algoritmit ovat yllättävänkin yksinkertaisia ymmärtää ja perustuvat usein niin sanottuun "jos niin"-logiikkaan eli jos painat jotakin napia, niin tapahtuu jokin tietty toiminto. Käytännön esimerkkinä algoritmeista on esimerkiksi sosiaalisen median sovelluksissa, jos katsot tietynlaisia videoita tai haet tietynlaisia profiileita, alkaa myöhemmin sinulle tulemaan näitä ehdotuksiin yhä enemmän. [3.]

Algoritmit voivat koostua joka tällaisista yksinkertaisista ehtolauseerakenteista tai monimutkaisemmista matemaattisista kaavoista. Sen monimutkaisuus määräytyy sen perusteella, kuinka moniulotteisia sen yksittäiset askeleet ovat ja kuinka monta vaihetta vaaditaan toiminnon suorittamiseen. [3.]

### 2.3.2 Koneoppiminen

Koneoppiminen ja tekoäly eroavat toisistaan siinä mielessä, miten ne käsittelevät dataa ja minkä tyyppisiin ongelmiin ne soveltuvat. Koneoppimisessa käytetään algoritmeja, jotka oppivat tunnistamaan malleja ja tekemään ennusteita annetun, tyypillisesti jäsenneilyn, datan perusteella. Tästä esimerkkinä voi olla luottokorttihuijausten havaitseminen, algoritmit analysoivat pankin tapahtumadataa ja etsivät epätavallisia kuvioita, kuten poikkeavia sijainteja tai epänormaaleja summia. Kun tällainen epätavallinen käytös havaitaan, voidaan epäilyttävä tapahtuma estää toteutumasta. [3.]

Tekoäly puolestaan koneoppimista paljon laajempi käsite, joka kattaa erilaiset älykkään toiminnan muodot, kuten päätöksenteon, ongelmanratkaisun ja tiedonkäsittelyn. Tekoälyjärjestelmät voivat käyttää monenlaisia lähestymistapoja esimerkiksi sääntöpohjaisia järjestelmiä tai luonnollisen kielen käsittelyä, eivätkä ne aina perustu pelkästään koneoppimiseen tai valmiiksi strukturoituun dataan. Vaikka koneoppiminen on tärkeä osa tekoälyä, on se vain yksi työkalu monien muiden joukossa, joita käytetään älykkäiden järjestelmien rakentamisessa. [3.]

### 2.3.3 Syväoppiminen

Syväoppiminen on yksi tekoälyn osa-alueista, joka pyrkii opettamaan tietokoneita käsittelemään tietoa ihmisen ajattelun tapaan. Syväoppimismallit pystyvät tunnistamaan monimutkaisia kuvioita esimerkiksi kuvista, teksteistä ja äänestä, ja ne tuottavat tarkkoja ennusteita ja oivalluksia, jotka muistuttavat ihmisen tekemää analyysia. Syväoppiminen on yksi koneoppimisen alalajeista ja hyödyntää sekä tekoälyä että algoritmeja suorittamaan monimutkaisia tehtäviä esimerkiksi puheentunnistusta, kuvantunnistusta ja luonnollisen kielen käsittelyä. Tämän kyseisen tekniikan avulla tietokoneet pystyvät rakentamaan monimutkaisia malleja suurista datamassoista. [4.]

Syväoppiminen perustuu usein monikerroksisiin neuroverkkoihin, joissa jokainen kerros käsittelee tietoa edellisestä kerroksesta ja siirtää sen seuraavalle. Koulutusvaiheessa neuroverkon painokertoimet mukautuvat oppimaan datan pohjalta, mikä parantaa mallin tarkkuutta. [4.]

Toisin kuin perinteinen koneoppiminen, joka vaatii ihmisen erikseen määrittelemään tärkeät piirteet, voi syväoppiminen itse oppia suoraan tarvittavat piirteet raakadatan perusteella ilman manuaalista piirteiden erottelua. Konkreettisia esimerkkejä syväoppimisesta ovat esimerkiksi itseohjautuvat autot, kielenkääntäjät, kuten Google Kääntäjä, kuvantunnistus ja niiden analysointi ja puheentunnistus esimerkiksi älypuhelimien virtuaaliset avustajat. [4.]

## 2.4 Tekoälyn vaikutukset yhteiskuntaan

### 2.4.1 Työelämän muutokset

Tekoäly ei ainoastaan vaikuta työelämään, vaan se on muuttanut sitä jo nyt perusteellisesti, vieläkin enemmän kuin koronapandemian aikaan tapahtunut digiloikka liittyen etätyökulttuuriin. Monille tämä muutos merkitsee rutiinitehtävien vähenemistä, työn nopeutumista ja suurempien tietomäärien käsittelyä paljon helpommin kuin koskaan aiemmin. Tekoälyn suurin vaikutus näkyy erilaisissa automaatioissa, jotka ohjaavat organisaatioita tavoittelemaan korkeampaa tehoa ja tuottavuutta.

Käytännön tasolla monet työtehtävät uudistuvat, ja työntekijöiltä vaaditaan nopeaa uusien taitojen omaksumista. Elämme ajassa, jossa jatkuva muutos ja kehitys ovat arkipäivää, voi tämä olla joillekin hyvinkin kuormittavaa. Osa yrityksistä menestyy näissä olosuhteissa paremmin, kun taas joillekin sopeutuminen voi olla hankalampaa. [5.]

Lyhyellä aikavälillä tarkasteltuna esimerkiksi tekoälysovellus ChatGPT ei ole vähentänyt työvoiman kokonaiskysyntää, vaan pikemminkin muuttanut sen rakennetta. Etlan tuoreen tutkimuksen mukaan tekoälyä hyödyntävien ja tekoälyyn suoraan liittymättömien työpaikkojen määrä internetissä toimivilla rekrytointisivustoilla kasvoi merkittävästi ChatGPT:n julkaisun jälkeen. Samaan aikaan sivustoilla väheni kuitenkin sellaisten työpaikkojen määrä, joissa tekoäly voisi periaatteessa korvata ihmistyön kokonaan. [6.]

Tutkimuksen perusteella ihmistyö ei ole katoamassa, mutta tekoäly vaikuttaa työn jakautumiseen eri aloille. Eniten kysyntä kasvoi aloilla, jotka liittyvät ohjelmointiin, lakikonsultointiin, tekoälyintegraatioihin ja rekrytointiin. Tutkijat arvioivat, että näissä tehtävissä kysynnän nousu johtuu osittain tarpeesta hyödyntää GenAI-työkaluja. Näissä kyseisissä ammateissa työpaikkojen kysyntä nousi 18 prosenttiin verrattuna ryhmiin, jotka eivät altistu tekoälylle. Työpaikkojen määrä laski 37 prosenttia työtehtävissä, jotka liittyvät kääntämiseen tai yksinkertaisten, usein tietokoneiden luettaviksi tarkoitettujen tekstien tuottamiseen ChatGPT:n

julkaisun jälkeen. Tekoäly siis vaikuttaa tutkimuksen perusteella siihen, että toisille aloille työpaikoille tulee enemmän kysyntä ja toisilla aloilla taas työpaikkojen määrä tulee vähenemään, ei siihen, että ihmiset olisivat kokonaan tekoälyn korvattavissa. [6.]

#### 2.4.2 Taloudelliset vaikutukset

Tekoäly voi merkittävästi vauhdittaa talouskasvua, ja sen vaikutus tuo mieleen ICT:n, joka lähes 30 vuotta sitten kasvatti tuottavuutta. Capital Economicsin mukaan internetin kaltaiset teknologiat nostivat Yhdysvaltojen tuottavuutta 1,5 prosentin vuosivauhdilla vuosina 1995–2005. Capital Economics ja Goldman Sachs arvioivat, että samankaltaisia tuottavuusvaikutuksia voidaan odottaa tulevina vuosina tekoälyn myötä. [7.]

Tekoälyn vaikutus vaihtelee kuitenkin eri maiden ja toimialojen välillä. Se luo sekä menestyjiä että häviäjiä. Etumatkaa voivat saavuttaa maat, jotka panostavat voimakkaasti innovaatioihin sekä tutkimus- ja kehitystoimintaan. Tällä hetkellä Yhdysvallat on tässä kilpailussa selkeässä johtoasemassa. [7.]

Monet ovat myös huolissaan tekoälyn kehityksestä. Yhdysvaltalaisessa kyselyssä neljännes vastaajista pelkäsi, että tekoäly vie heidän työpaikkansa. Vaikka nämä pelot eivät varmasti ole täysin perusteettomia, uskotaan tekoälyn myös luovan aivan uusia tehokkaampia työtehtäviä. Capital Economicsin mukaan MIT:n raportin perusteella esimerkiksi vuonna 1940 ei ollut olemassa 60 prosenttia ammateista, joita Yhdysvalloissa on nykyään. [7.]

#### 2.4.3 Lainsäädäntö ja sääntely

Ensimmäinen Euroopan parlamentin hyväksymä tekoälylaki astui voimaan 01.08.2024. Aiempi lainsäädäntö tarjosi joitakin suojaavia mekanismeja tekoälyyn liittyen, mutta se ei ollut riittävän hyvä vastaamaan kaikkiin tekoälyjärjestelmien asettamiin erityisiin haasteisiin. [8.]

Uudella tekoäly säädöksellä pyritään varmistamaan, että eurooppalaiset voivat luottaa tekoälyn tarjoamiin ratkaisuihin. Vaikka suurin osa tekoälyjärjestelmistä ei aiheuta merkittäviä turvallisuusriskejä ja ovat avuksi eri yhteiskunnan haasteisiin, on myös olemassa niitä järjestelmiä, jotka voivat luoda erilaisia riskejä. Näitä kyseisiä järjestelmiä pitää pystyä hallitsemaan lainsäädännön avulla ei-toivottujen seurausten välttämiseksi. [8.]

Usein voi olla vaikeaa jäljittää, miksi tekoäly on tehnyt jonkun tietyn päätöksen tai ennustuksen ja toiminut sen perusteella. Tämä voi vaikeuttaa arviointia siitä, että onko esimerkiksi jokin henkilö joutunut epäedulliseen asemaan jonkin julkisen palvelun hakuprosessissa tai työhön rekrytointipäätöksessä. [8.]

Uusissa tekoälyyn liittyvissä säännöissä tekoälyohjelmien valmistajille ja käyttäjille asetetaan erilaisia velvoitteita riippuen siitä, että minkälainen on niiden aiheuttama riski. Sääntelyasteikossa on yhteensä neljä kategoriaa: ei hyväksyttävissä oleva riski, suuri riski, vähäinen riski ja vähäinen tai olematon riski. [8.]

Ei hyväksyttävissä olevan riskin alle menevät sellaiset järjestelmät, jotka aiheuttavat uhan ihmisille. Tällaisia järjestelmiä voivat olla esimerkiksi sellaiset, jotka pisteyttävät sosiaalisesti jakamalla ihmisiä ryhmiin käytöksen tai henkilökohtaisten ominaisuuksien perusteella ja heikossa asemassa olevien ryhmien käytöstä manipuloivat järjestelmät kuten ääniaktivoitunut lelut, jotka kannustavat muun muassa lapsia vaaralliseen käytökseen. Näissä tapauksissa joitain poikkeuksia voidaan sallia lainvalvonnan käyttöön. Suuren riskin alle kategorioidaan järjestelmät, jotka vaikuttavat negatiivisesti perusoikeuksiin tai turvallisuuteen ja nämä jaetaan vielä kahteen pääryhmään. Ensimmäinen pääryhmistä on tekoälyjärjestelmät, joita käytetään tuotteissa, jotka kuuluvat EU:n tuoteturvallisuusdirektiivin piiriin, tällaisia ovat muun muassa ilmailuala, autot, hissit, lääkinnälliset laitteet ja lelut. Toinen pääryhmistä on tekoälyjärjestelmät tietyillä kriittisillä aloilla, jotka on rekisteröitävä EU tietokantaan, tällaisia ovat esimerkiksi lainvalvonta, kriittisen infrastruktuurin hallinta ja oikeudenhoito ja demokraattiset prosessit. Suurenriskin kategorian tekoälyjärjestelmiä tulee arvioida ennen kuin ne

pääsevät markkinoille ja arviointi jatkuu myös silloin koko elinkaaren, jos ne pääsevät käyttöön asti. [9.]

Vähäisen riskitason kategoria liittyy tekoälyn käytön avoimuudesta johtuviin ongelmiin. Tekoälysäädöksessä otetaan käyttöön erityiset läpinäkyvyysveloitteet, joiden avulla varmistetaan, että ihmiset saavat tekoälystä tarvittavan informaation. Tästä esimerkkinä voi olla esimerkiksi chatbotit, jolloin ihmisille on ilmoitettava selkeästi, että he ovat vuorovaikutuksessa koneen eikä oikean ihmisen kanssa. Lisäksi tekoälyn tuottamasta tekstistä ja myös syvävääreännöksiksi luokitelluista ääni- ja videosisällöstä on merkittävä, että ne ovat keinotekoisesti luotuja. Valtaosa EU:ssa tällä hetkellä käytössä olevista tekoälyjärjestelmistä kuuluu löyhimpään eli vähäisen tai olemattoman riskin kategoriaan. Tekoälysäädös mahdollistaa tähän kategoriaan kuuluvan tekoälyn vapaan käytön, tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset roskapostisuodattimet ja tekoälyä tukevat videopelit. [8.]

## 2.5 Eettiset kysymykset tekoälyssä

Tekoälyjärjestelmien luominen on hankalaa teknisestä näkökulmasta, mutta hankalia ovat myös tekoälyyn liittyvät eettiset kysymykset, jotka liittyvät moraalisiin ja vastuuseen.

### 2.5.1 Kuka on vastuussa tekoälyn tekemistä virheistä?

Jos olisi tilanne, että tekoälypohjainen rikosoikeudellinen riskinarviointijärjestelmä saisi viattoman ihmisen vankilaan tai antaisi esimerkiksi jollekin potilaalle väärän diagnoosin, kuka olisi tähän tilanteeseen syyllinen? Monet ovat sitä mieltä, että syyllinen on kyseisen järjestelmän luoja. Esimerkiksi, kun Teslan itseajava auto osui jalankulkijaan, syytettiin tästä Teslaa eikä järjestelmän algoritmia ja autossa ollutta ihmistestaajaa. Mutta, jos jokin ohjelma on luotu kymmenien eri ihmisten toimesta ja sitä on myös vuokattu asiakkaan toimesta, voiko tällöin siitä syyttää järjestelmän kehittäjää? [10.]

Tekoälyjärjestelmien kehittäjät väittävät itse, että järjestelmät ovat liian monimutkaisia ja ennalta arvaamattomia. Kuitenkin esimerkiksi lääketieteellisissä ja oikeudellisissa virheissä vastuu ei voi noin vaan kadota olemattomiin. Tällaisissa tapauksissa syyllinen on aina ihminen eli järjestelmän kehittäjä. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että tekoälyä ei voi aidosti pitää itsenäisenä toimijana. [10.]

### 2.5.2 Miten estää tekoälyn virheet?

Tekoäly oppii datasta ja on tullut esille sellaisia tapauksia, missä esimerkiksi chatbotit voivat muuttua rasistisiksi avoimen lähdekoodin datassa olevien viinonumien takia. Vaikka harjoitusdataa olisi saatavilla, kuinka paljon, se ei tule kattamaan kaikkia tosielämän tilanteita. [10.]

Autossa esimerkiksi anturin häiriö tai virus voi estää auton huomaamasta jalankulkijaa tilanteessa, jossa oikea ihminen olisi tämän huomannut helposti. Järjestelmien suuri testaamismäärä on tarpeen, mutta emme voi silloinkaan olla varmoja siitä, että kone ei tee virhettä. [10.]

### 2.5.3 Miten suojata tekoäly hakkereilta?

Tähän mennessä ihmiskunta on onnistunut muuttamaan kaikki suuret keksintönsä tehokkaiksi aseiksi, eikä tekoäly ole tässä poikkeus. Tekoälyä pystytään käyttämään pahantahtoisesti ja aiheuttamaan sillä suurta vahinkoa millä tahansa alalla esimerkiksi väärentämällä dataa, varastamalla salasanoja tai häiritsemällä muiden ohjelmistojen ja koneiden toimintaa. Kyberturvallisuus on tänä päivänä merkittävä ongelma ja siihen pyritään panostamaan erittäin paljon. Kyberturvallisuus on myös tekoälyn kannalta ongelmallista, kun sillä on pääsy internetiin oppimista varten, altistuu se tällöin myös hakkeri-iskuille. Voi olla niin, että itse tekoälyn käyttö voi olla ainoa ratkaisu tekoälyn suojaamiseen. [10.]

## 2.5.4 Väärän tiedon levittäminen

Väärä tieto voi ruohonjuuritasolla ylläpitää virheellisiä käsityksiä, joka voi vahingoittaa organisaatioita ja muita tahoja. Tämä kyseinen aihe on noussut viime aikoina suuren tarkastelun kohteeksi viime vuosien poliittisten mullistusten yhteydessä, ja väärä tieto voi vaikuttaa ihmisten yleiseen mielipiteeseen ja aiheuttaa joillekin vakavaa mainehaittaa. Kun väärä tieto leviää esimerkiksi sosiaalisen median kanavissa, on sen alkuperää vaikea selvittää ja sitä myös haastavaa torjua. Tekoälytyökaluja on käytetty väärän tiedon levittämiseen, jolloin tieto näyttää aivan luotettavalta, vaikka todellisuudessa se ei ole sitä. [11.]

## 2.6 Tekoällyn ongelmat ja riskit

Tekoällyn käyttäminen aiheuttaa monia ongelmakohtia ja riskejä, joita pyritään vähentämään ja ongelmakohtia parantamaan vähitellen tietoisuuden lisääntyessä ja kehityksen mukana.

### 2.6.1 Tekoällyn läpinäkyvyyden ja selitettävyyden puute

Tekoäly ja syväoppimismallit voivat olla vaikeita ymmärtää jopa niille, jotka työskentelevät suoraan teknologian parissa. Tämä johtaa läpinäkyvyyden puutteeseen siitä, miten ja miksi tekoäly päättyy johonkin tiettyihin johtopäätöksiin tai ratkaisuihin. Tällöin ei ole selitystä sille, mitä dataa tekoällyn algoritmit käyttävät päätyäkseen johtopäätökseen tai miksi ne tekevät puolueellisia ja turvattomia päätöksiä. Nämä ongelmat ovat johtaneet selitettävän tekoällyn käyttöön, mutta siihen on vielä pitkä matka, että tällaiset järjestelmät olisivat yleinen käytäntö.

Tilannetta läpinäkyvyyden suhteen pahentaa se, että tekoäly-yritykset ovat vaihtaneet tuotteistaan. Eri yritysten toimijat ovat syyttäneet toisiaan siitä, että ne salailevat tekoälytyökalujensa mahdollisista vaaroista. Tämä salailu jättää yleisön tietämättömäksi mahdollisista uhkista ja tekee lainsäätäjille erittäin vaikeaksi ryhtyä ennakoiviin toimiin, että tekoällyn kehittyminen on vastuullista. [12.]

## 2.6.2 Tietosuojaan puute tekoälytyökalujen käytössä

Vuoden 2024 AvePoint-kyselyssä havaittiin, että yritysten suurin huolenaihe on tietosuoja ja tietoturva. Yrityksillä on hyvät syyt olla varovaisia, kun otetaan huomioon suuret tietomäärät, joita tekoälytyökalut käsittelevät sekä näihin tietoihin liittyvien sääntelyjen puute. [12.]

Tekoälyjärjestelmät keräävät usein henkilötietoja mukauttaakseen käyttäjäkokemuksia tai auttaakseen opettamaan käyttämiäsi tekoälymalleja. Tietoja ei välttämättä pidetä suojattuina edes muilta käyttäjiltä, kun ne annetaan tekoälyjärjestelmälle. Esimerkiksi vuonna 2023 ChatGPT-sovelluksessa tapahtuneessa häiriössä osa käyttäjistä pystyi näkemään muiden sovellusta samaan aikaan käyttäneiden käyttäjien keskusteluhistoriaa otsikkotasolla. Euroopan parlamentti hyväksyi maaliskuussa 2024 tekoälysäädöksen, joka tulee parantamaan myös tekoälyjärjestelmien turvallisuutta. [12.]

## 2.6.3 Ihmisen vaikutusvallan menettäminen

Liiallinen riippuvuus tekoälyteknologiasta voi johtaa ihmisen vaikutusvallan menettämiseen ja heikentyneeseen inhimilliseen toimintaan joillakin yhteiskunnan osa-alueilla. Tekoälyn käyttö sosiaalialoilla kuten terveydenhuollossa voi vähentää ihmisen empatiaa ja päättelykykyä. Generatiivisen tekoälyn soveltaminen luovaan työhön voi heikentää ihmisten luovuutta ja tunteiden ilmaisua. Voi olla mahdollista, että liiallinen vuorovaikutus tekoälyjärjestelmien kanssa heikentää jopa ihmisten sosiaalisia taitoja ja ihmisten välistä viestintää. Vaikkakin tekoälystä on erittäin paljon hyötyä arjen eri työläiden tehtävien automatisoinnissa, voi pohdinta olla paikallaan, että estääkö tekoäly pidemmällä aikavälillä ihmisten älykkyyden, kykyjen ja vuorovaikutustaitojen kehittymistä. [12.]

#### 2.6.4 Tekoälyn aiheuttama sosioekonominen eriarvoisuus

Jos yritykset eivät tunnusta tekoälyalgoritmeihin kätkeytyviä ongelmakohtia, voivat ne vaarantaa aloitteellisuutensa monimuotoisuuteen ja tasa-arvoon liittyen, jos käyttävät tekoälypohjaisia rekrytointijärjestelmiä. Ajatus siitä, että tekoäly voi arvioida ehdokkaiden ominaisuuksia kasvo- ja äänianalyysin perusteella, on yhä rasististen ennakkoluulojen värittämä ja voi johtaa samoihin syrjiviin rekrytointikäytäntöihin, joita yritykset pyrkivät poistamaan. [12.]

Toinen huolenaihe on tekoälyn aiheuttama työpaikkojen menetys, joka lisää sosioekonomista eriarvoisuutta ja paljastaa luokkasyrjintää tekoälyn soveltamisessa. Manuaalisia ja toistuvia tehtäviä tekevien työntekijöiden palkat ovat laskeneet jopa 70 prosenttia automatisoitumisen seurauksena, kun taas toimisto- ja asiantuntijatyöntekijät ovat toistaiseksi säästyneet tekoälyn varhaisilta vaikutuksilta. Generatiivisen tekoälyn käytön kasvu alkaa jo kuitenkin vaikuttamaan pikkuhiljaa myös toimistotyöhön, mikä lisää niiden roolien määrää, jotka ovat alttiimpia palkanlaskulle tai työpaikkojen menettämiselle. [12.]

### 2.7 Tekoäly ja tulevaisuus

Tekoäly tulee vaikuttamaan tulevaisuuteen monin eri tavoin. Ilmeisin muutos, jonka monet ihmiset tuntevat jo yhteiskunnassa on elämän vauhdin lisääntyminen. Mitkä tahansa organisaatiot, on kyseessä sitten valtion yksiköt, yritykset tai vaikkapa voittoa tavoittelemattomat järjestöt, jotka ovat tekemisissä suurten käyttäjämäärien kanssa ovat pakotettuja ottamaan tekoäly käyttöön julkisissa ja kuluttajille suunnatuissa toiminnoissaan ja päätöksentekoprosesseissaan. Tekoälyn käyttö näissä toimenpiteissä mahdollistaa nopeamman päätöksenteon, joka näkyy perusihmisellä elämän nopeutumisella. Myös liiketoimintayritykset ovat entistä pakotetumpia ottamaan generatiivista tekoälyä käyttöönsä tyotehokkuuden ja kannattavuuden parantamiseksi, jotta pysyminen kilpailijoiden vauhdissa on ylipäätään mahdollista. [13.]

Toinen tärkeä asia, joka tulee tulevaisuudessa muuttumaan, on yksityisyyden väheneminen entisestään. Tekoälyjärjestelmät tulevat todennäköisesti tietämään meistä enemmän kuin me itse tiedämme itsestämme. Sitoumukset yksityisyyden suojaamiseen ovat olleet jatkuvasti koetuksella viimeisen 50 vuoden aikana teknologian jatkuvan kehityksen myötä. On mahdollista, että kun henkilökohtaisten tietojen syvällisen tarkastelun kustannukset laskevat ja, kun vieläkin tehokkaammat algoritmit yleistyvät, tulemme huomaamaan, että yksityisyyden suojelua koskeneet sitoumukset johtuivatkin enemmän teknologista esteistä kuin eettisistä periaatteista. [13.]

Kolmas tekoälyyn ja sen tulevaisuuteen liittyvä asia on siihen liittyvä lakivii-dakko. Euroopan unioni tulee ottamaan käyttöön AI ACT -lain, joka on maailman ensimmäinen merkittävä tekoälysäätelyjärjestelmä. Useat asiantuntijat uskovat, että se tulee asettamaan selkeän ja tehokkaan oikeudellisen valvonnan standardin liittyen tekoälyn säätelyyn. Suuret monikansalliset yritykset tekevät kuitenkin paljon töitä heikentääkseen tekoälyn säätelyä ja vesittääkseen säätelyn turvaamia poikkeuksia. Povataan, että liiketoiminnan oikeudellinen monimutkaisuus tulee lisääntymään huomattavasti seuraavien vuosien aikana ja merkittävä epävarmuus tulee määrittelemään tekoälyn säätelykenttää. [13.]

Neljäs asia, joka tulee tulevaisuudessa lisääntymään, on ihmisen ja tekoälyn yhteistyö. Suurin osa ihmisistä odottaa, että yritykset ja hallitukset tulevat käyttämään tekoälyä ihmisen älykkyyden ja asiantuntemuksen täydentämiseen ja parantamiseen ja yhteistyöhön kohti yhteistä tavoitetta, eikä siihen, että tekoäly on ihmistyövoiman syrjäyttämistä varten ja ihmisten tarvitsisi sitä pelätä. Ihmisten ja tekoälyn välinen yhteistyö ja ihmisten säilyttäminen tehtävissä, joissa tekoäly vaikuttaa merkittävästi, on avain tekoälyyn kohdistuvien ennakkoluulojen ja pelkojen hallitsemiseen. [13.]

Alat, joihin tekoäly todennäköisimmin ja kaikista suurimmin tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan ovat liikenne, koulutus, terveydenhuolto, oikeusala ja rahoitus. Ilmiselvin vaikutus liikennealalla tulee olemaan se, että autopilotilla itseajavia kulkuneuvoja tulee näkymään yhä enenevässä määrin. Koulutusosalalla

tekoäly tulee todennäköisesti mullistamaan koulutusjärjestelmän semmoiseksi, että nykyisen järjestelmän piirteitä ei siitä välttämättä tunnisteta lainkaan. Opiskelijat tulevat saamaan koulutusta ja opetussisältöä, jotka ovat räätälöity heidän erityistarpeisiinsa. Terveystieteillä tekoälyä tulee todennäköisesti lääkäreille ja muille hoitajille avustaja, joka pystyy tekemään diagnostista työtä ja nykyistä tarkemmat lääketieteelliset diagnoosit voivat olla mahdollisia. Oikeus- alalla on odotettavissa, että pienten ja keskisuurten asianajajatoimistojen määrä tulee laskemaan seuraavien vuosien aikana, kun pienet muutaman hengen tiimit, jotka työskentelevät tekoälyjärjestelmien kanssa hoitavat nopeammin ja kustannustehokkaammin hommat, joihin olisi aikaisemmin vaadittu jopa kymmeniä lakimiehiä. Oikeat lähtötiedot antamalla generatiivinen tekoäly pystyy jo nyt antamaan alkeellisia yhteenvetoja sovellettavasta lainsäädännöstä ja laatimaan sopimuslausekkeita. Rahoitus- alalla luonnollisen kielen prosessoinnin ja koneoppimisen yhdistelmä mahdollistaa sen, että pankit, rahoitusneuvojat ja chatbotit voivat tehokkaasti palvella asiakkaitaan monissa tyypillisissä vuorovai- kutustilanteissa, joita rahoitus- alalla hoidetaan kuten taloudensuunnittelussa, va- kuutusasioissa ja muussa asiakaspalvelussa. Suurille sijoittajille tai yrityksille, tekoälyjärjestelmiä käytetään myös kehittämään monimutkaisempia ja nopeam- min toteutettavia sijoitusstrategioita. [13.]

### 3 Tekoälyn sovelluksia

Erilaisia tekoälysovelluksia on markkinoilla nykyään erittäin paljon ja niitä tulee lisää jatkuvalla syötöllä. Sovelluksia on saatavilla runsaasti ilmaiseksi, joten ne ovat helposti ihmisten saavutettavissa. Tekoälysovelluksia on kehitetty esimerkiksi automaation ja tehokkuuden parantamiseen, päätöksenteon avustamiseen, oppimiseen ja yksilöllisen oppimiskokemuksen tarjoamiseen henkilö vahvuuksien ja heikkouksien mukaan, erilaisten tietojen analysointiin, visuaaliseen sisällöntuotantoon ja kielen käsittelyyn.

#### 3.1 Chat GPT

Chat GPT eli Chat Generative Pre-trained Transformer on OpenAI:n kehittämä tekoälypohjainen kielimalli. Chat GPT hyödyntää syväoppimista ja neuroverkkoja ja on opetettu valtavilla tekstiaineistoilla. Nämä antavat sille kyvyn ymmärtämään ihmistä ja tuottamaan kieltä, joka muistuttaa ihmisen viestintää. Chat GPT:n uusin versio GPT-4 on huomattavasti kehittyneempi kuin aikaisemmat versiot. GPT-4-versiolta pystyy kysymään kysymyksiä, pyytää kirjoitusapua, pyytää sitä analysoimaan kuvia ja jopa luomaan tai tarkistamaan koodia. [23.]

Chat GPT tuo mukanaan monia hyötyjä käyttäjilleen. Voisi sanoa, että Chat GPT:n juuri eniten tuoma hyöty on perinteisten ja välillä työläiden työtehtävien nopeuttaminen kuten nopea tiedonhaku, kirjoitusapu ja toistuvien työtehtävien automatisointi esimerkiksi sähköpostien kirjoittamisen. Käyttämällä syväoppimisen algoritmeja, Chat GPT oppii jatkuvasti uusista tiedoista ja kehittää vastauksiensa laatua niiden mukaan. [23.]

#### 3.2 Google Gemini

Google Gemini on Google DeepMindin kehittämä tekoälymallien sarja, joka on suunniteltu kilpailijaksi esimerkiksi Chat GPT:lle. Geminin ominaisuudet ovat käytännössä samanlaiset kuin Chat GPT:ssä, eli se pystyy esimerkiksi tuottamaan tekstiä, antamaan nopeita vastauksia ja analysoimaan. Gemini on

suunniteltu alusta lähtien multimodaaliseksi, joka tarkoittaa sitä, että se pystyy yhdistämään ja ymmärtämään sujuvasti erilaisia tietotyypppejä kuten tekstiä, ääntä, kuvaa, videota ja koodia. Monipuolisuuden ansiosta se on hyödyllinen muun muassa erilaisissa sovelluksissa kuten Docsissa ja Gmailissa. [24.]

### 3.3 Microsoft Copilot

Microsoft Copilot on Microsoftin kehittämä tekoälytyökalu, joka on integroitu Microsoftin 365 sovelluksiin. Se tarjoaa käyttäjilleen reaaliaikaista tietoa, jonka avulla pystyy parantamaan tuottavuutta ja kehittää taitojaan suoraan Microsoft 365 sovellusten kautta. Copilot koordinoi suuria kielimalleja, jotka ovat tekoäly-algoritmeja ja hyödyntävät syväoppimista ja laajoja tietokantoja sisällön analysointiin, tiivistämiseen, ennustamiseen ja tuottamiseen. Näihin kyseisiin kielimalleihin kuuluu ennakoon koulutettuja muuntajamalleja, kuten GPT-4, jotka on suunniteltu suoriutumaan erityisesti juuri näistä tehtävistä. [25.]

Microsoft Copilotilla on paljon erilaisia ominaisuuksia 365 sovelluksissa. Wordissa Copilot pystyy luomaan tekstiä ilman muotoilua tai muotoilulla olemassa oleviin ja uusiin asiakirjoihin. Tämän lisäksi Copilotin kanssa pystyy keskustella kirjoittaessa esimerkiksi kysyä parannusehdotuksia. Excelissä Copilot antaa ehdotuksia muun muassa taulukon merkityksellisistä tiedoista, laskentakaavioista ja kaaviolajeista. Outlookissa Copilot nopeuttaa viestien lukemista ja ymmärtämistä tekemällä esimerkiksi yhteenvetoja tärkeimmistä pointeista, jos on todella pitkä viestiketju ja antaa palautetta ja ohjeita omien viestien kirjoittamiseen. Teamsissä se pystyy tekemään yhteenvetoja käydyistä keskusteluista ja vastaamaan tekstimuodossa reaaliaikaisesti kysymyksiin. Näiden lisäksi Copilotilla on myös monia muita hyödyllisiä ominaisuuksia liittyen näihin sekä muihin 365 sovelluksiin. [25.]

### 3.4 Grammarly

Grammarly on hyödyllinen ja monipuolinen kirjoittamisen apuväline, joka tarjoaa kielioppi- ja oikeinkirjoituskorjauksia sekä tyyliin liittyviä ehdotuksia käyttäjilleen. Sovelluksesta on saatavilla työpöytäsovellus, mobiiliversio, verkkoversio ja selainlaajennus, joten sitä on mahdollista käyttää useilla eri alustoilla. Grammarly hyödyntää toiminnassaan edistyneitä algoritmeja ja tekoälyä, jotka analysoivat kirjoitettua tekstiä ja tarjoavat välittömiä parannusehdotuksia. Grammarly ei ainoastaan tunnista kielioppi- ja oikeinkirjoitusvirheitä, vaan se tarjoaa myös asianyhteyteen liittyviä suosituksia lauseiden selkeyden ja laadun parantamiseksi. Näiden lisäksi se pystyy antamaan tietoa tekstin kielen sävystä, yleisestä selkeydestä ja sopivuudesta kohdeyleisölle. [26.]

Grammarlyn monipuoliset ominaisuudet tekevät siitä suosituksen työkalun opiskelijoille, yrittäjille ja muille ammattilaisille. Grammarlyn yksi hyvistä puolista on myös, että siitä on saatavilla täysin ilmainen versio.

### 3.5 M-Files

M-Files on älykäs dokumenttien- ja tiedonhallintajärjestelmä, joka auttaa organisaatioita hallitsemaan asiakirjoja, tietoja ja prosesseja keskitetysti ja tehokkaasti. Se eroaa perinteisistä kansiorakenteisiin perustuvista järjestelmistä siinä, että se käyttää metatietoja asiakirjojen ja tietojen hakemiseen. Metatietoihin perustuva lähestymistapa helpottaa asiakirjojen löytämistä ja tekee tiedonhallinnasta joustavampaa. [27.]

M-Files yhdistää tekoälyn ja automaation parhaat puolet ja tehostaa näin työn tuottavuutta. Tekoäly, jota järjestelmässä käytetään hyödyntää huipputeknologiaa, joka takaa tietoturvan ja vaatimustenmukaisuuden hallitessaan yrityksen tietoja. [28.]

Järjestelmän käyttö sopii hyvin juuri esimerkiksi rakennesuunnittelutoimistolle. AEC-dokumenttien hallintaominaisuudet tarjoavat sujuvan tavan käsitellä

kaikkea CAD-piirustuksista ja projektisuunnitelmista sähköposteihin ja Office-asiakirjoihin. Ratkaisu integroituu AutoCadiin ja mahdollistaa xrefs-tuen, DWG-tiedostoista hakemisen sekä M-Files-toimintojen lisäämisen CAD-piirustuksiin. Järjestelmä automatisoi suunnitelmien, teknisten piirustusten, ehdotusten, määrittelysten ja muunlaisten dokumenttien tarkistus- ja hyväksyntäprosessit. M-Files yhdistää dokumentit, piirustukset, sähköpostit ja muut materiaalit aiemmista ja nykyisistä projekteista, riippumatta niiden tallennuspaikasta. [29.]

### 3.6 Google NotebookLM

NotebookLM on suunniteltu auttamaan käyttäjiä ymmärtämään monimutkaista tietoa. Kun käyttäjä lataa järjestelmään jonkin lähteen, voi NotebookLM vastata suoraan kysymyksiin näihin lähteisiin perustuen ja antaa viitteitä ja lainauksia. NotebookLM ei koskaan käytä ihmisten henkilökohtaisia tietoja itsensä kouluttamiseen. [30.]

Kesän 2024 aikana NotebookLM laajeni maailmanlaajuisesti ja hyödyntää nyt Gemini 1.5 multimodaalisia kykyjä. Uuden version mukana tulivat muun muassa tuki Google Slidesille, URL-linkeille, mahdollisuus luoda nopeasti opintomateriaaleja ja muistioita ja parannetut faktantarkistusominaisuudet. NotebookLM:ään on tullut nyt myös mielenkiintoinen uusi Audio Overview-ominaisuus. Tässä ominaisuudesta asiakirjoista voi luoda äänikeskusteluja, joissa kaksi niin sanottua tekoälypodcastjuontajaa käy käyttäjän lähteisiin perustuvaa keskustelua, joissa he tiivistävät ja yhdistävät aiheita. Nämä keskustelut eivät tarjoa kuitenkaan kattavaa tai objektiivista näkökulmaa aiheesta, vaan perustuvat ainoastaan ladattuihin lähteisiin. Tämä kyseinen ominaisuus on vielä kokeiluasteella ja tämän vuoksi toistaiseksi tarjolla on vain keskustelut englannin kielellä. Äänitoiminto tarjoaa ihmisille aivan uuden tavan oppia kuuntelemalla tekoälyjuontajien keskustelua. [31.]

## 4 Korjausrakennesuunnittelu ja digitaalinen murros

### 4.1 Korjausrakentaminen yleisesti

Korjausrakentamisella tarkoitetaan rakentamista, jolla jo olemassa olevaa rakennusta tai sen osia muutetaan tai ylläpidetään nykytilanteesta sellaiseen suuntaan, johon se halutaan muuttaa. Uudistavasta korjausrakentamisesta puhutaan silloin, kun rakennuksesta pyritään tehdä parempi ja nykyvaatimukset paremmin täyttävä kokonaisuus. Entistävällä korjausrakentamisella puolestaan tarkoitetaan sitä, että muun muassa rakennuksen kulttuuriarvoja pyritään palauttamaan tai säilyttämään.

Korjausrakentaminen voidaan jakaa rakennuksen peruskorjaukseen, rakennuksen perusparannukseen ja kunnostavaan korjausrakentamiseen. Rakennuksen peruskorjauksessa tavoitteena on palauttaa rakennus yhtä hyväksi kuin, mitä se on aikoinaan ollut valmistuessaan. Tyypillisiä rakennuksissa toteutettavia peruskorjauksia ovat esimerkiksi julkisivu-, vesikatto- ja putkikorjaukset. Rakennuksen perusparannuksessa puolestaan rakennus korjataan siten, että se on ominaisuuksiltaan parempi kuin, mitä se on alun perin ollut. Perusparannuksessa toteutettavia asioita ovat esimerkiksi rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen ja liittyminen vesi- ja viemäriverkkoon sekä esimerkiksi hissien asentaminen hissittömään rakennukseen. Kunnostavassa korjausrakentamisessa keskitytään rakennuksen tilojen, -osien ja rakennusjärjestelmien kunnostamiseen. [14.]

### 4.2 Korjausrakennusprojektin kulku

Korjausrakennusprojektin eri vaiheet voidaan jakaa hankesuunnitteluun, toteutussuunnitteluun, urakkakilpailutukseen ja urakkavaiheeseen, mistä seuraa taakuuvaihe. Projektin läpivieminen on haastava prosessi, joka vaatii teknistä, juridista, taloudellista ja viestinnällistä osaamista.

Rakennuksen korjausprojekti lähtee liikkeelle usein niin, että huomataan rakennuksessa joitakin korjaus- ja muutostarpeita silmämääräisellä seurannalla. Tällaisia voi esimerkiksi olla julkisivun ja katon korjaaminen tai märkätilojen korjaaminen ja lisälämmöneristäminen sekä lisärakentaminen. Rakennuksen haltija tekee havaintoja vaurioista ja määrittelee alustavan korjaus- ja muutostarpeen. Varsinainen korjaustarve saadaan selville kuntoarvion ja kuntotutkimusten avulla.

Kuntoarviolla selvitetään rakennuksen vauriot, puutteet, viat ja korjaustarve. Rakennusalan ammattilaiset tekevät arvion sen hetkisestä rakennus- ja LVI-tekniisestä kunnosta. Asiantuntijat määrittelevät pitkän tähtäimen suunnitelman, josta seuraa kuntotutkimus. Kuntotutkimuksessa rakennuksen tai kiinteistöön kuuluvia rakenteita tutkitaan yksityiskohtaisesti esimerkiksi tekemällä rakenneavauksia, näytteenottoja ja haitta-aineselvityksiä. Selvitetään vauriot, vaurioiden syyt ja -laajuudet. Lopulta tehdään päätös korjaushankkeen aloittamisesta.

Kun esiselvitysvaiheessa on päätetty hankesuunnittelun rahoituksesta, siirrytään hankesuunnitteluvaiheeseen. Tämä on tärkein projektin vaihe, jossa määritetään projektin perusta. Vaiheen lopuksi kohteelle on määritelty korjauksen laajuus ja sisältö sekä toteutustapa ja kustannusarvio. Hankesuunnitteluun kuuluu esimerkiksi korjaussuunnittelijoiden ja muun työryhmän valitsemista, korjausvaihtoehtojen ja -tapojen selvittämistä, aikataulujen laatimista, riskien arviointia ja rahoitusvaihtoehtojen selvittämistä. Korjausvaihtoehtojen selvittämisen aikana usein voidaan tehdä joitakin lisätutkimuksia, joiden toteuttamista ja kilpailuttamista ohjaa valittu projektipäällikkö. Hankesuunnittelun tuloksista kootaan alustava hankesuunnitelma, jossa käydään läpi mihin asiaan korjauksella haetaan ratkaisua, mitä kaikkia vaihtoehtoja on tarjolla ja mitä ne maksavat. Hankesuunnitelman vahvistamisen jälkeen siirrytään toteutussuunnitteluvaiheeseen.

[15.]

Toteutussuunnitteluvaiheen aikana määritellään projektin laajuus ja laaditaan suunnitteluasiakirjat. Toteutussuunnitteluvaihe voidaan jakaa suunnittelun valmisteluun ja konkreettiseen suunnitteluun. Aluksi valitaan korjaussuunnittelijat,

jonka jälkeen voidaan aloittaa konkreettinen suunnittelu. Tämä alkaa aloituskokouksella, jossa käydään läpi hankesuunnitelman sisältö. Sen jälkeen suoritetaan kiinteistökierron kohteessa, jonka pohjalta suunnittelijat laativat luonnossuunnitelmat. Suunnitelmia tarkennetaan järjestämällä suunnittelukokouksia. Suunnittelijat laativat työselostuksia ja rakennepiirustuksia. Lopulliseen toteutussuunnitelmaan sisällytetään korjauksen sisältö ja toimenpiteet sekä alustavasti projektin aikataulu ja kesto. Muita toteutussuunnitteluvaiheessa valittavia asiantuntijoita ovat turvallisuuskoordinaattori ja korjaushankkeen puolueettomat valvojat. [16.]

Itse urakan valmistelu ja urakkavaihe alkaa urakoitsijoiden kilpailuttamisella. Projektipäällikkö kartoittaa parhaiten soveltuvat urakoitsijat ja laaditaan tarjouspyynnöt, joissa on kaikki tiedot, jotka vaikuttavat hankkeen hinnoitteluun ja toteuttamiseen. Alkaa urakkaneuvottelut, jossa projektipäällikkö laatii urakkasopimuksen ja sopimusasiakirjat. Tämän jälkeen yhtiökokouksessa päätetään urakan aloituksesta. Urakan edetessä järjestetään työmaakokouksia, joissa seurataan, että edetään suunnitelmien mukaisesti ja ratkotaan mahdollisia ilmaantuneita ongelmia. Projektinjohtaja toimii kokouksissa puheenjohtajana, jossa on mukana myös valvojat. Kun urakka on valmis, järjestetään vastaanottotarkastus, jossa varmistetaan, että korjaustyö on tehty suunnitelmien mukaan ja kaikki toimii suunnitellusti. Projektiryhmä, urakoitsija, projektipäällikkö ja valvojat osallistuvat tarkastukseen. Sen jälkeen järjestetään viimeinen yhtiökokous, jossa käydään läpi kaikki hankkeessa koituneet kustannukset kuluineen. [16.]

Kun kiinteistö on hyväksytty vastaanotetuksi, alkaa urakoitsijan takuu-aika, joka on yleensä 2 vuotta. Mikäli ilmenee jotain ongelmia, urakoitsija vastaa virheistä ja on vastuussa virheiden korjaamisesta. Turvallisuusriskin ja lisävaurioitumisvaaran aiheuttamat viat korjataan heti, muuten yleensä takuukorjausten yhteydessä. Muutaman vuoden päästä vastaanottotarkastuksesta järjestetään takuutarkastus, jossa todetaan takuu-aikana tulleet viat. Korjaushankkeen tultua päätökseen palataan säännöllisen kunnossapidon ja käytön pariin.

### 4.3 Korjausrakennesuunnitteluprojektiin vaadittavat asiakirjat

Korjausrakennusprojektissa korjaussuunnittelija tuottaa sekä hankkeen yksikköhintaluettelon että tekniset asiakirjat. Korjaussuunnittelija voi yhdessä projektipäällikön kanssa laatia hankkeen urakkalaskentaa varten olevat kaupalliset asiakirjat. Urakka-asiakirjojen tavoite on määrittää projektin sisältö määrällisesti ja laadullisesti niin, että se on kyseisten asiakirjojen perusteella mahdollista hinnoitella sekä tehdä halutun laatutason mukaan. Urakka-asiakirjat ovat yleisiä ja työkohtaisia asiakirjoja, joiden sisältö jaetaan teknisiin ja kaupallisiin asioihin. [17. s.17.]

Hankesuunnitteluvaiheessa suunnittelija laatii eri korjaustapavaihtoehdoista valitun korjaustavan mukaiset yksityiskohtaiset, ristiriidattomat ja yksiselitteiset tekniset asiakirjat urakkalaskentaa varten ja näiden pohjalta sitten urakoitsija laatii tarjouksen. Tekniset asiakirjat ryhmitellään työselostuksiin, yleisiin ja työkohtaisiin laatuvaatimuksiin ja sopimuspiirustuksiin. Teknisiin asiakirjoihin suunnittelija määrittää laatuvaatimukset liittyen työn suorittamiseen, käytettäviin materiaaleihin ja olosuhteisiin. [17. s.17.]

Yksi tärkeimmistä asiakirjoista rakennustyön kannalta hankkeissa on rakennusselostus. Se laaditaan yksilöllisesti jokaiseen kohteeseen ja siinä yksilöidään kohteen rakennustekninen laatu muun muassa materiaalit, niiltä vaadittavat ominaisuudet, käytettävät työmenetelmät ja tavat ja lopputuloksen taso. Rakennusselostuksen tulee olla yhteensopiva piirustusten kanssa, sillä ne toimivat myös samalla rakennuttajan valvonta-asiakirjana. Rakennusselostus on piirustuksia pätevämpi asiakirja. [17. s.17.]

### 4.4 Korjausrakennesuunnitteluprosessin piirustukset

Korjausrakennesuunnitteluprojektiin vaadittavia piirustuksia ovat pääpiirustukset ja erityissuunnitelmat. Pääpiirustuksia ovat esimerkiksi asema-, julkisivu-, pohja-, ja leikkauspiirustukset. Erityissuunnitelmiin kuuluu taas puolestaan kaikki yksityiskohtaisempi detaljiikka, laskelmat ja selvitykset. Erityissuunnitelmia ovat

muun muassa rakenneleikkaukset, rakennedetailjit, mittapiirustukset sekä LVI- ja sähköpiirustukset. Rakennus- ja erityissuunnitelmat toimivat lupa-asiakirjoina rakennusvalvontaan. [17. s.18.]

Piirustuksissa tulee tarkoin esittää merkintöjen avulla purettavat, säilyvät ja uudet rakenteet. Yleensä jostakin korjattavasta asiasta tehdään ensiksi purkukuvat nykytilanteesta, joissa on selkeästi esitettynä purkurajoin purettavat ja säilyvät asiat. Tämän jälkeen tehdään sitten kuvat uusista rakenteista, joissa ilmenee selkeästi uudet rakenteet, jotka kyseiseen asiaan toteutetaan. Kaikki suunnitelmat tulee aina tehdä rakentamista koskevien määräysten, säännösten ja hyvän rakennustavan mukaisesti. [17. s.18.]

#### 4.5 Muut tutkimukset

Korjausrakentamiseen liittyvät tutkimukset ovat pääasiassa kuntoarvio ja kunto-tutkimus. Toki rakennuksen tai kiinteistön haltija suorittaa aktiivisesti silmämääräistä tarkastelua ja vikojen löydyttyä alkaa korjausrakennusprojekti.

Kuntoarvio on puolueeton tutkimus, jossa määritetään kiinteistön rakenteiden ja järjestelmien vauriot, viat ja korjaustarve. Kuntoarvioon osallistuu yleensä kolme asiantuntijaa, jotka tekevät kuntoarvion rakenteista, LVI- ja sähköteknisistä osista sekä laitteiden ja asennusten kunnosta. Kuntoarvio tehdään aina rakenteita avaamatta aistinvaraisesti. Kuntoarvioraporttiin kirjataan usein kymmenen vuoden pitkän tähtäimen suunnitelma eli PTS-ehdotus, mikä kertoo korjausten ajoittumisesta, kiireellisyydestä ja kustannusarvioista. laki ei määritä millainen kuntoarvioselvityksen pitää olla eikä siihen välttämättä tarvita erillisiä asiantuntijoita, jos osakkailla on riittävää asiantuntemusta. [18.]

Jos kuntoarvion perusteella ei saada riittävää tietoa rakennuksen tai sen osien kunnosta, tarvitaan kuntotutkimus. Kuntotutkimus kohdistuu tiettyihin rakenteisiin yksityiskohtaisesti. Se voidaan tehdä esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmälle, sähköjärjestelmälle, putkistolle, vesikatolle, julkisivulle tai sisäilmalle. Kuntotutkimuksessa on tyypillistä, että tehdään jopa useampia rakenneavauksia,

tarkempia mittauksia ja laboratoriotutkimuksia. Kuntotutkimuksen tarkoituksena on löytää vaurioiden todelliset syyt, joiden perusteella korjaustavat ja korjauksen kiireellisyys sekä kustannukset voidaan arvioida. Kuntotutkimukseen kuuluu myös haitta-ainekartoitukset, joita on esimerkiksi asbestikartoitus. Haitta-aineita voi esiintyä esimerkiksi vesikatoissa, julkisivuissa, vedeneristeissä, tasoitteissa, maaleissa ja laasteissa. Haitta-ainekartoitukset on teetettävä kaikkiin ennen vuotta 1994 valmistuneisiin rakennuksiin.

#### 4.6 Digitalisaation vaikutus rakennesuunnitteluun

Digitalisaatio on vaikuttanut rakennesuunnitteluun huomattavasti tuomalla suunnittelijoille uusia työkaluja, toimintamalleja ja menetelmiä, joilla työn tarkkuutta, tehokkuutta ja osapuolten välistä kommunikaatiota on saatu parannettua. Aikoinaan vielä 1900-luvun puolella välissä piirustukset ja laskelmat tehtiin käsin, jolloin myös mahdollisuus inhimillisiin virheisiin on suurempi.

##### 4.6.1 BIM-teknologia

BIM on lyhenne englannin kielen sanoista Building Information Modeling ja suomeksi sillä tarkoitetaan rakennuksen tietomallintamista. Tietomallintaminen on prosessi, jossa rakennushankkeen kaikki osapuolet työskentelevät yhdessä yhteisen tietoympäristön kautta. Tietomallin avulla luodaan rakennuksen kolmiulotteinen malli, johon lisätään erilaista dataa kuten mittoja, massoja, kappalemääriä ja muita rakennuksen sisältöä kuvaavia tietoja. Tietomallit auttavat kaikkia hankkeen osapuolia ymmärtämään paremmin, mitä ollaan rakentamassa. [19.]

Tietomallin käyttö ei rajoitu ainoastaan itse rakentamiseen, vaan sitä pystytään hyödyntämään myös rakennuksen kiinteistönhallinnassa ja ylläpidossa. Fyysisen rakennuksen ja tietomallin tiedot vastaavat toisiaan, kun rakennus on toteutettu tietomallin mukaisesti. Tämä mahdollistaa kriittisten tietojen säilymisen yhdessä paikassa, jota voivat muun muassa isännöitsijät, taloyhtiöiden hallitukset ja viranomaiset rakennukseen liittyvissä päätöksissä sen koko elinkaaren ajan. Tästä on suuresti apua esimerkiksi tulevia korjauksien suunnittelussa. [19.]

Yleisimpiä BIM-teknologiaa hyödyntäviä sovelluksia, joita rakennesuunnittelijat käyttävät ovat Autodesk Revit, Trimble Tekla Structures, Autodesk Robot Structural Analysis ja Solibri Model Checker.

#### 4.6.2 Algoritmiavusteinen suunnittelu

Algoritmiavusteisessa suunnittelussa, suunnittelija hyödyntää itse luomaansa algoritmia rakennesuunnitelmissaan. Suunnitelma voi olla joko täysin algoritmi-pohjainen tai yhdistelmä perinteistä suunnittelua ja algoritmeja. Perinteisessä rakennesuunnittelussa suunnittelu perustuu tietomallintavaan menetelmään, jossa suunnittelija tekee manuaalisesti laskelmat, alkuarvaukset ja mallintamisen. Algoritmiavusteisissa suunnittelussa puolestaan nämä vaiheet automatisoidaan ja algoritmi suorittaa esimerkiksi mitoituksen ja alkuarvaukset. Algoritmiavusteinen suunnittelu vähentää siis toisteisten ja rutiininomaisten tehtävien määrää, jolloin suunnittelija voi keskittyä enemmän suunnittelun luoviin ja vaativiin osiin. Keskeisenä hyötynä siis algoritmipohjaisessa suunnittelussa on se, että manuaalinen raskas työ vähenee ja suunnittelusta tulee tehokkaampaa. [20. s.2–3.]

Algoritmiavusteisessa rakennesuunnittelussa algoritmit luodaan usein visuaalisesti ohjelmoimalla, vaikka algoritmien luominen olisi myös mahdollista tehdä normaalia tekstimuotoista koodia käyttämällä. Yleisimpiä visuaalisen ohjelmoinnin alustoja suunnittelupuolella ovat esimerkiksi Grasshopper ja Revitin Dynamo. [20. s.3.]

#### 4.6.3 Pilvipohjaiset työkalut ja yhteistyö

Rakennusprojektit vaativat monenlaista yhteistyötä semmoisten ihmisten kesken, jotka ovat entuudestaan toisilleen tuntemattomia. Tavoitteena on saada projektin kaikki osapuolet kuten urakoitsijat, suunnittelija, arkkitehdit ja tilaajat toimimaan yhtenäisesti yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Pilvipalvelut ovat tähän oiva työkalu. Ne mahdollistavat datalle suuren varastointikapasiteetin ja mahdollistavat suunnittelutiedostojen jakamisen paikasta ja laitteesta

riippumatta. Pilvipalveluiden kapasiteetit ovat skaalattavissa käyttäjien tarpeiden mukaan ja niiden saatavuus on lähes 100 prosenttia. Pilvipohjaiset alustat mahdollistavat eri tietomallien yhdistämisen, visualisoinnin, törmäystarkastelun ja suunnitelmien optimoinnin. Tällä pystytään parantamaan avoimuutta ja vähentämään uudelleensuunnittelun tarvetta. [21. s.46.]

Tietoturvakysymyksiin liittyen modernit pilvipalvelut tarjoavat korkeatasoisia tietoturvakäytäntöjä, mutta haasteita tuo silti pilvipalveluiden kytkytyvyys internetiin. Pilvipalveluiden käyttäminen pienentää myös ympäristövaikutuksia, kun niiden käyttäminen vähentää erilaisten laitteistojen ja palvelinten tarvetta. [21. s.46.]

Rakennusprojektien välisten osapuolten yhteistyötä ovat parantaneet myös erilaiset etäyhteyttä hyödyntävät kokoustyökalut. Etäkokousten järjestämisen määrä nousi valtavasti koronapandemian aikaan, kun julkisia kokoontumisia rajoitettiin. Etäkokoukset mahdollistavat pikaisellakin varoitusajalla projektin eri osapuolien väliset kokoontumiset, jos on vaikka jokin akuutti kiireellinen asia, jota pitää käydä läpi. Etäkokouksilla on myös ympäristöhyötyjä, kun kaikkien osapuolten ei tarvitse välttämättä erikseen matkustaa omilla autoillaan johonkin tiettyyn paikkaan, jossa kokous järjestetään, vaan he pystyvät osallistumaan kokoukseen, vaikka omalla toimistollaan tai kotona.

#### 4.6.4 Tietoturvan ja tiedonhallinnan merkitys

Viime vuosina useat insinööritoimistot ja muut rakennusalanyritykset ovat alkaneet panostamaan erilaisiin teknologioihin, jotka parantavat työn tehokkuutta, tuottavuutta ja ennen kaikkia turvallisuutta. Vaikka kehitys tällä saralla on ollut hidasta, on monista teknologisista sovelluksista tullut alalle välttämättömiä. Rakennusalan digitalisaatio tuo mukanaan myös tietoturvaan liittyviä riskejä, joten alalla on korostunut tarve tietoturva-asioiden ymmärtämiseen ja omaksumiseen. [22. s. 2.]

Tietoturvalla tarkoitetaan tietojärjestelmien ja tietojen suojaamista luvattomalta käytöltä, muokkaamiselta tai mahdollisesti jopa tuhomaiselta, jotta varmistetaan tietojen luottamuksellisuus ja eheys. Yhdysvaltalaisen tietoliikennejätin, Verizonin vuonna 2018 teettämän raportin mukaan yli kolmannes kaikista kyberrikoksista kohdistui juuri insinööritoimistoihin tai rakennusalan yrityksiin. Erityisen alttiita kyberhyökkäyksille ovat pienet yritykset, yli 60 prosenttia hyökkäyksistä kohdistuu juuri näihin pieniin yrityksiin. Yritysten tulisi rakentaa itselleen vahva tietoturvastrategia. Laaja tietoisuus tietoturvasta ja tehokas reagointi mahdollisiin tietomurtoihin voi vähentää riskejä ja täten suojata yrityksen toiminnan jatkuvuutta. [22. s. 2.]

Hyvän tietoturvan perustana on koulutetut työntekijät, jotka ovat tietoisia mitä riskejä erinäiset toiminnot voivat aiheuttaa. IBM:n teettämän tutkimuksen perusteella lähes puolet tietomurroista johtuu inhimillisestä virheestä tai järjestelmä vioista, joka korostaa juuri sitä, että normaalilla työntekijällä on hyvä olla hyvät perustiedot liittyen tietoturva-asioihin. [22. s. 3.]

## 5 Tekoälyn hyödyntäminen rakennesuunnittelutoimistossa

Tekoälyssä nähdään suurta potentiaalia asiantuntijoiden kesken koko rakennusteollisuuden kehittämiseen. Rakennusalalla ollaan vielä tässä vaiheessa oltu suhteellisen varovaisia tekoälyn hyödyntämisessä, sillä mahdollisuuksia on tarjolla huomattavasti enemmän kuin, mitä alan ihmiset välttämättä tietävätkään. Tekoäly voi erityisesti tehostaa yritysten toimintaa ja parantamaan tuottavuutta, mikä vaikuttaa myös asiakastytyväisyyteen. Asiantuntijat korostavat sitä, että etenkin pienemmille yrityksille on tarjolla ihan valmiita ratkaisuja, joita voi sitten mukauttaa yrityskohtaisiin tarpeisiin ja rohkaisevat heitä ottamaan käyttöön näitä vaiheittain askel kerrallaan, eikä menemään aina sen vanhan tutun tavan kautta. [32.]

Tekoäly tarjoaa koko rakennusalalle laajoja mahdollisuuksia automatisoida ja tehostaa toimintoja, lisätä ennustettavuutta ja parantaa kilpailukykyä. Tekoäly pystyy tukemaan päätöksentekoa ja suunnitteluratkaisuja sekä myös pystyy parantamaan laadunhallintaa ja työturvallisuutta muun muassa kameradatan ja erilaisten sensorien avulla työmaaolosuhteissa. Asiantuntijan mukaan tekoälyn toimivuuden ydin on laadukkaassa ja tarkoituksenmukaisessa datassa, jota pitää olla kerättynä paljon ja datan kerääminen suunnitella hyvin. Datan täytyy olla sellaista, joka on tekoälyn hyödynnettävissä ja systemaattisesti ylläpidettyä. [32.]

Asiantuntija näkee myös rakennusympäristön asettavan tekoälyn käytölle haasteita, sen työvaiheiden vaihtelevuuden ja monimuotoisuuden takia. Tekoälyn hyödyntäminen yrityksissä vaatii yrityksen henkilökunnalta asiantuntemusta tekoälyyn liittyen ja myös resursseja. Asiantuntija väläyttää, että voisiko koko rakennusalan eri osapuolten yritysten välinen yhteistyö tuottaa varmemmin luotettavia tuloksia, kun tietopankkia rakennettaisiin yhdessä ja täten koko tekoälyn käyttö tehostuisi rakennusalalla. [32.]

Myös alan toinen asiantuntija näkee tekoälyssä suuren potentiaalin koko rakennusalalle. Tekoälyä pystytään hyödyntämään suurten tietomäärien hallinnassa

ja tiedon lajittelussa sekä tukemaan erilaisten päätösten tekoa. Suunnittelijoille tekoälystä voi olla suurta hyötyä etenkin rutiinitehtävien hallitsemisessa ja oleellisen tiedon nopeammasta poimimisesta. [32.]

Asiantuntijan mukaan voisi olla mahdollista, että tulevaisuudessa olisi suuri tekoälypohjainen tietokanta, johon kaikki rakentamiseen liittyvät ohjeistukset esimerkiksi RT-korttien tiedot, suunnitteluohjeistukset ja kaikki mahdollinen asiantuntemus voitaisiin tallentaa. Tämä mahdollistaisi sen, että työntekijät voisivat helposti hakea tarvitsemansa tiedot ja laadukas osaaminen siirtyisi näin sukupolvelta toiselle. [32.]

Erilaisilla tekoälyjärjestelmillä on kyky analysoida, tunnistaa ja luokitella erilaisia tietotyyppejä esimerkiksi kuvia, numeerista dataa, tekstiä, ääntä, esineitä ja kasvoja. Se tarjoaa apua tiedon analysoinnissa ja hallinnassa tunnistuen yhteyksiä, malleja ja trendejä, jotka voisivat muuten jäädä huomaamatta. Tekoäly voi antaa älykkäitä suosituksia prosessien kehittämiseen suunnitteluun ja automaatioihin ja lisäksi mahdollistaa erilaisten järjestelmien tehokkaan integroinnin. [32.]

## 5.1 Tekoälyn käyttökohteita

Korjausrakennesuunnitteluun ja siihen liittyvien muiden toimenpiteiden kuten kuntotutkimusten ja kuntoarvioiden tekemiseen keskittyvän rakennesuunnittelu-toimiston arkipäiväisten työtehtävien tehostamiseen ja helpottamiseen, tekoälystä on monia hyötyjä. Tekoälyn hyödyntämiseen ei tarvita välttämättä monimutkaisia ammattilaiskäyttöön tarkoitettuja ohjelmia, vaan kaikkien saatavilla olevissa järjestelmissä on nykyään tarjolla myös hyödyllisiä ominaisuuksia.

### 5.1.1 Analysointi

Tekoälyn kuvantunnistusteknologiaa pystytään hyödyntämään esimerkiksi kuntotutkimuksen yhteydessä otettujen valokuvien tai videoiden analysoimiseen. Tekoäly pystyy tunnistamaan kuvista erilaisia vaurioita kuten halkeamia,

kosteus- ja homevaurioita ja muita vaurioita, jotka voivat mahdollisesti jäädä ihmiseltä huomaamatta tutkimuksen yhteydessä. Tekoäly antaa tällöin myös mahdollisia syitä tälle, mistä nämä vauriot ovat mahdollisesti tulleet.

Kuvantunnistusteknologian ja liitetiedostojen liittämisen mahdollisuuden ansiosta esimerkiksi ChatGPT voi luoda nopean koosteen vaikkapa laboratoriotutkimustulosten raportin tärkeimmistä kohdista ja tuloksista tai vanhan kuntoarvion pääpiirteistä ilman, että välttämättä itse tarvitsee lukea sanasta sanaan kokomonisivuista dokumenttia ja muodostaa tästä sitten johtopäätöksiä.

Tekoälyn kuvantunnistusteknologian yhdistämällä droneihin, päästään vaikeampiinkin paikkoja tutkimaan rakennuksissa tai muissa rakennuksissa turvallisesti ja tehokkaasti. Etenkin ulkomailla tätä teknologiaa hyödynnetään jo. Dronet analysoivat korkeita rakennuksia ja rakennuksissa ja muissa rakennelmissa voi olla tekoälyä käyttäviä antureita, jotka kerääntyvän datan perusteella pystyvät ennustamaan mahdollisia ongelmia ja antamaan reaaliaikaista tietoa rakenteiden käyttäytymisestä. [33.]

Tekoälyjärjestelmien tekstintuotto-ominaisuuksia voidaan käyttää hyvinkin helposti hyödyksi esimerkiksi kuntotutkimuksista tehtävien raporttien tekemiseen. Tekoäly pystyy automaattisesti antamaan mahdollisia korjaustoimenpidesuosituksia sille kerrottujen vaurioiden ja ongelmien perusteella. Raporttien tekemistä saadaan tekoälyn avulla paljon nopeampaa ja raporteista saadaan yhtenäisempiä keskenään.

### 5.1.2 Rakenteiden suunnittelu ja optimointi

Perinteinen rakennesuunnittelu on nojannut aiemmin vahvasti manuaalisiin laskeleihin ja CAD-pohjaisiin ohjelmistoihin, jotka voivat olla työläitä käyttää ja helposti virheille alttiita. Tämä rajoittaa usein vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen tutkimista ja kasvattaa projektikustannuksia. Tekoäly analysoi nopeasti suuria tietomääriä ja antaa näin insinööreille enemmän aikaa keskittyä suunnittelun päätöksentekoon. [34.]

Tekoälypohjaiset työkalut auttavat insinöörejä optimoimaan rakenteellisia ratkaisuja siten, että ne ovat kestäviä, tehokkaita ja kustannustehokkaita. Generatiivinen suunnittelu, jossa tekoäly tuottaa erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja materiaalien, geometrioiden ja kuormitusvaatimusten perusteella nopeuttaa suunnittelu-prosessia ja auttaa valitsemaan optimaalisimmat rakenneratkaisut. [35.] Tekoäly voi varmistaa suunnitelmien sääntöjenmukaisuuden automaattisesti, mikä vähentää virheitä ja voi nopeuttaa hyväksymisprosesseja [34].

Tekoälyn avulla voidaan mahdollisesti tulevaisuudessa optimoida rakennusmateriaalien ja muiden resurssien kuten energian käyttöä, edistään kestävämpiä rakennuskäytäntöjä, joilla rakennusjäte vähenee ja energiakulutus pienenee. Lisäksi tekoäly voi avustaa suunnittelijaa siinä, että kyseiseen rakennukseen tai rakennuksen osaan tulee juuri optimaalisimmat rakenteen materiaalivalinnat ja ratkaisut, jotta rakennus kestää mahdollisimman hyvänä mahdollisimman pitkään. [35.]

### 5.1.3 Mallintaminen

Rakennusalan yksi merkittävimmistä askeleista on ollut viime vuosina BIM-tietomallien yleistyminen. BIM-teknologia on mullistanut rakennusprojektin suunnittelun, mutta teknologialla on edelleen omat rajoituksensa muun muassa optimoinnin ja automatisaation puutteessa. Tekoälyn integroiminen näihin järjestelmiin ratkaisee näitä puutteita. [36.]

Tekoäly voi analysoida suuria tietomääriä kerralla, löytää malleja ja tehdä ennusteita, mikä auttaa suunnittelijoita ja muita hankkeen osapuolia optimoimaan suunnitelmia. Koneoppiminen voi oppia aiemmista projekteista ja antaa parannusehdotuksia ja tietokonenäkö voi luoda yksityiskohtaisia kolmi- tai kaksiulotteisia malleja piirustuksista. [36.]

Tekoälypohjaisten BIM-tietomallien käyttö tuo mukanaan tehokkuutta, kun tekoäly optimoi suunnitelmat ja aikataulut, tarkkuutta, kun tekoäly pystyy analysoimaan suuria määriä tietoa, parannusta riskienhallintaan, kun tekoäly pystyy

tunnistamaan riskit ennen rakentamisen aloittamista, sidosryhmien välistä yhteistyötä reaaliaikaisen palautteen myötä ja kestävyyttä vähentämällä muun muassa rakennusjätettä ja energiankulutusta optimoimalla suunnitelmat. Tekoälyä hyödyntäviä BIM-ohjelmia on jo käytössä ja niiden määrä on kovassa kasvussa. [36.]

## 5.2 Tekoälyn käytön haasteet

Tekoälyn käytön ja hyödyntämisen haasteet ovat rakennesuunnittelussa samat kuin tekoälyn käytössä noin muutenkin. Tekoälyn tehokkuus riippuu datan määrästä ja laadusta ja, jos sitä ei ole tarpeeksi saatavilla, voi se rajoittaa tekoälyn hyödyntämistä rakennesuunnittelussa. Toinen haaste tekoälyn käytölle on tiedon tulkitsevuus ja läpinäkyvyys. Joskus voi olla vaikea ymmärtää, miksi tekoäly on päätenyt tekemään jonkin kyseisen päätöksen, joka herättää kysymyksiä vastuusta ja luottamuksesta. Kolmas haaste tekoälyn käytössä on osaamisvaje, koska insinööreillä on jo muutenkin kasvava tarve hallita datatieteeseen ja erilaisiin teknologioihin liittyviä taitoja, tulee insinööreille lisähaasteita koulutuksen ja uusien tekoälyä hyödyntävien työkalujen omaksumisen osalta. Neljäs ja varmasti merkittävin näistä haasteista on erilaiset eettiset ja oikeudelliset näkökulmat. Näihin sisältyvät tekoälyn käytön lisääntyessä vastuuasiat virhetilanteissa ja yksityisyydensuojaan ja tietoturvaan liittyvät asiat. [35.]

Vaikka tekoäly voi myös parantaa kyberturvallisuutta havaitsemalla muun muassa tunkeutumisia, on se samalla myös altis hakkereille ja kyberrikollisten iskuille. Tällaisten iskujen kohteeksi joutuminen voi pahimmillaan aiheuttaa yrityksille suuriakin taloudellisia menetyksiä. Tekoälyjärjestelmien alttius kyberiskuille johtuu siitä, että ne ovat monimutkaisempia kuin normaalit tietojärjestelmät, joka täten laajentaa niiden hyökkäyspintaa. On tärkeää arvioida, mihin tarkoituksiin tekoälyä halutaan käyttää ja minkälainen IT-arkkitehtuuri sen ympärille halutaan rakentaa. [37.]

Perinteinen tietoturva kattaa suurimman osan tekoälyjärjestelmiin kohdistuvista uhista, mutta tekoälyn ja koneoppimisen erityispiirteet edellyttävät uudenlaisia

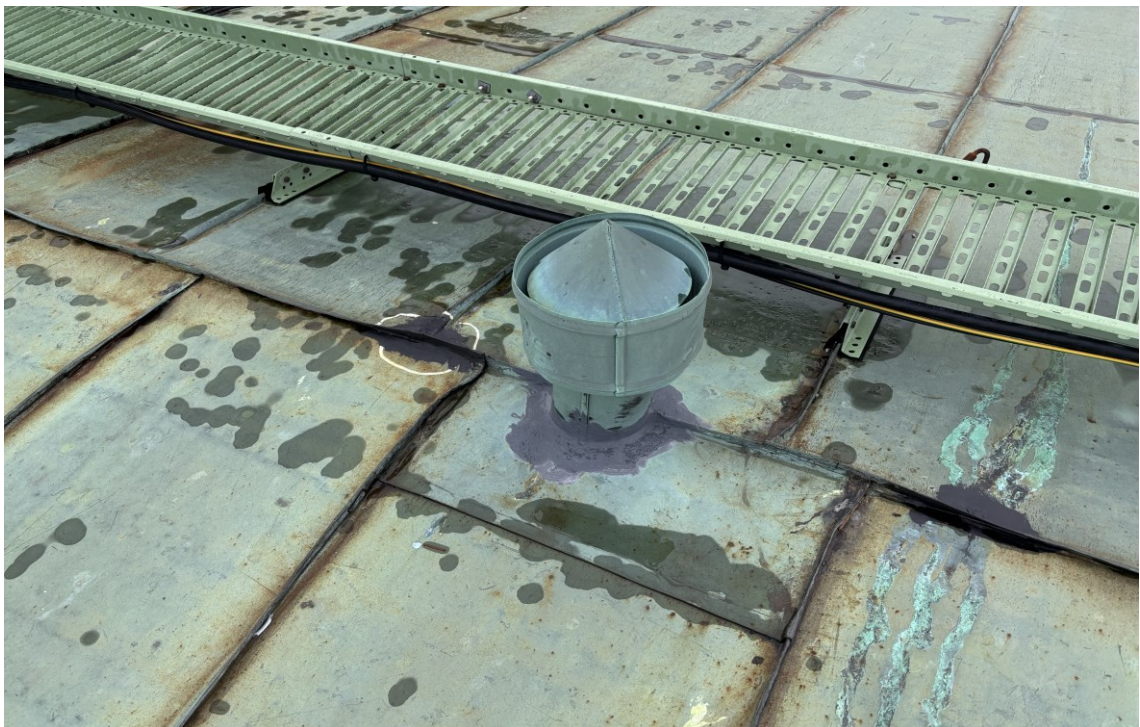
lähestymistapoja liittyen niiden tietoturvaan. Tällaisia ovat esimerkiksi rakenteelliset suojaustoimet ja kontrolli mallien syötteessä ja opetustavassa. [37.]

Perinteisiä tekoälysovelluksia kuten ChatGPT:tä käyttäessä on hyvä noudattaa normaalia varovaisuutta kuten internetissä muutenkin. Sovelluksessa kannattaa välttää minkään henkilökohtaisten tietojen kuten pankkitietojen, osoitteiden tai salasanojen jakamista. Palvelua kannattaa käyttää vain luotettavassa ja turvallisuudessa ympäristössä, mikä nyt pätee muutenkin melkein minkä vain järjestelmän käytössä. ChatGPT:n tietosuojalle saa paremman suojaustason, kun kirjautumiseen käyttää monivaiheista tunnistautumista. [37.]

## 6 Käytännönesimerkit yleisillä tekoälyohjelmilla

### 6.1 Kuvananalysointi

Kuva on erään oikean kohteen vanhasta kuparikatosta otettu kuva vesikaton kuntotutkimuksen yhteydessä. Kuparikatteen saumaan on merkitty mahdollisia vuotokohtia valkoisella värillä. Kuparikatteen pinta on myös ruostunut paikoittain ja vesi seisoo hieman.



Kuva 1. Kysymys ChatGPT:lle: Mikä kattomateriaali on kyseessä ja mitä vaurioita siinä näkyy?

Vastaus: ”Kuvassa näkyvä kattomateriaali vaikuttaa olevan kuparia tai kupariseosta, mikä ilmenee vihertävästä patinasta (oksidoituminen), joka on tyypillistä kuparipinnoille ajan mittaan. Tämä patinakerros suojaa kuparia lisäkorroosiolta, mutta kosteus ja saumoissa olevat tummemmat alueet voivat viitata siihen, että huoltoa tai tarkistusta tarvitaan. Kuvassa näkyy ruostumisen merkkejä metallipinnoilla, erityisesti saumojen ympärillä. Metallin pinnalla on myös vettä, joka voi edistää korroosiota ajan mittaan. Lisäksi saumoissa näkyy tummempia alueita, jotka voivat olla merkkejä vanhasta tai korjaustarpeessa olevasta tiivisteestä. Joissakin kohdissa näkyy selvästi värimuutoksia ja mahdollisesti kosteuden aiheuttamia kulumajälkiä.” [39.]

Kuva on otettu erään oikean kohteen vesikaton kuntotutkimuksen yhteydessä rakennuksen yläpohjasta. Kuvassa näkyy katon umpilaudoitusta ja puupukkirakennetta, joissa on havaittavissa tummumaa.



Kuva 2. Kysymys ChatGPT:lle: Kerro kattorakenteesta ja näkyykö siinä jotain vaurioita?

Vastaus: "Kuvassa näkyy puurakenteinen kattorakenne, jossa on aluslaudoitus. Aluslaudoitus on asetettu vaakasuoraan ja kiinnitetty rakenteisiin. Puu näyttää yleisesti ottaen kuivalta ja hyväkuntoiselta, mutta paikoin on havaittavissa tummempia alueita ja joitakin vaaleita jälkiä, jotka saattavat olla merkkejä kosteudesta tai vanhoista vesivuodoista." [40.]

"Tässä vaiheessa ei kuitenkaan näy selvää lahovauriota tai vakavia vaurioita, mutta olisi suositeltavaa tarkistaa, onko kyseisellä alueella aiempia vuotoja tai kondensaatiota, joka voisi ajan mittaan aiheuttaa ongelmia puurakenteille." [40.]

Kuva on otettu erään oikean kohteen halkeamakartoituksen yhteydessä. Kuvassa näkyy ontelolaatan sauman vieressä pitkä ontelolaatan suuntainen halkeama.



Kuva 3. Kysymys ChatGPT:lle: Mitä vaurioita kuvassa näkyy?

Vastaus: "Kuvassa näkyy sisäkatto, jossa on selkeä vaakasuuntainen halkeama. Tämä halkeama voi johtua rakenteiden liikkumisesta, kuten rakennuksen painumisesta tai lämpötilavaihteluiden aiheuttamasta jännityksestä. Lisäksi näkyy pieniä jälkiä ja mahdollisesti maalin lohkeamia halkeaman ympärillä, mikä viittaa siihen, että halkeama on saattanut laajentua ajan myötä." [41.]

"Halkeama ei välttämättä ole rakenteellisesti vaarallinen, mutta se voi olla merkki suuremmasta ongelmasta, kuten kosteudesta tai rakenteiden liikkumisesta, ja se saattaa vaatia tarkempaa tutkimusta ja mahdollisesti korjaustoimenpiteitä." [41.]

Kuva on otettu oikean kohteen vesikaton kuntotutkimuksen yhteydessä. Kuvassa näkyy vesikaton aluslaudoitusta, joista yksi lauta on selkeästi lahon näköinen. Aluslaudoituksen yläpuolelta pilkottaa aluskate.



Kuva 4. Kysymys Google Geminille: Kerro kattorakenteesta ja näkykö siinä jotain vaurioita?

Vastaus: ” Kuvasta näkyy puinen kattorakenne, jossa on käytetty laudoitusta. Laudoituksen välissä on näkyvissä myös todennäköisesti aluskatteen alareuna.”

**”Mahdolliset vauriot:**

1. **Laudoituksen lahoaminen:** Joissain laudoissa näkyy tummumia ja halkeamia, mikä viittaa puun lahoamiseen. Lahoaminen voi johtua kosteudesta, joka on päässyt tunkeutumaan puuhun esimerkiksi aluskatteen vaurion tai puutteellisen tuuletuksen vuoksi.

2. **Aluskatteen vauriot:** Aluskatteen reuna näyttää osittain irronneen tai vaurioituneen. Tämä voi aiheuttaa kosteusvaurioita kattorakenteisiin, jos vettä pääsee tunkeutumaan aluskatteen läpi.
3. **Kiinnitysten puutteet:** Laudoituksen kiinnityksissä saattaa olla puutteita, mikä voi aiheuttaa lautojen irtoamista ja lisätä kosteusriskiä.

Kuva on otettu oikean kohteen vesikaton kuntotutkimuksen rakenneavauksen yhteydessä. Avauksessa näkyy, että katon rakenne on ylhäältä alaspäin 2 kpl kumibitumikermejä, laakerivilla, vanhat kermetit ja betonilaatta.



Kuva 5. Kysymys ChatGPT:lle: Kerro ylhäältä alaspäin järjestyksessä, mitä rakenteita kuvan rakenneavauksessa näkyy.

Vastaus: "Kuvassa näkyy rakenneavaus, josta voidaan tunnistaa seuraavat rakenteet ylhäältä alaspäin:

4. **Vesikate** – Kuvan yläosassa näkyy musta kerros, joka todennäköisesti on bitumipohjainen vedeneristyskerros tai muu vesikate, joka suojaa alapuolisia rakenteita kosteudelta.
5. **Lämmöneristekerros** – Vesikatteen alapuolella näkyy kellertävää villamateriaalia, joka toimii lämmöneristeenä. Tämä materiaali on todennäköisesti mineraalivillaa tai vastaavaa, joka eristää rakennetta lämpötilan vaihteluilta.
6. **Betonikerros** – Eristeen alla näkyy harmaata betonimaista materiaalia, joka voi olla kantava betonilaatta tai muu kantava rakenne.
7. **Rakenneavauksen pohja** – Alin kerros, jossa näkyy aukko ja irtoainesta. Tämä kerros voi paljastaa mahdollisesti alapuolista rakennetta tai eristetilän pohjan.

Rakenneavaus näyttää paljastavan useita kerroksia, jotka yhdessä muodostavat katon kokonaisuuden, jossa on huomioitu vedeneristys, lämmöneristys ja kantavuus.” [43.]

## 6.2 Tekstianalyysi ja luonnostelu

### 6.2.1 Esimerkki 1

ChatGPT:lle, PDF muodossa liitetty 13-sivuinen laboratorioanalyysiraportti eräästä kohteesta otettuihin kymmeneen ohuthienäytteeseen. Ohuthienäytteistä kaksi on otettu halkeaman kohdalta. ChatGPT:lle annettu käsky ” Tee lyhyt tiivistelmä merkittävimmistä asioista, joita raportista ilmenee”

Vastaus: ”Raportin merkittävimmät asiat voidaan tiivistää seuraavasti:

- **Näytteiden laatu ja kunto:** Suurin osa näytteistä on arvioitu hyväkuntoisiksi, erityisesti niiden ulkopinta on hyvin säilynyt ilman merkittäviä vaurioita. Joissakin näytteissä on havaittavissa vähäisiä halkeamia ja

huokoskiteytymiä, jotka voivat vaikuttaa pitkän aikavälin kestävyysominaisuuksiin.

- **Karbonatisoituminen:** Karbonatisoituminen on pääosin vähäistä ja se ei ole edennyt merkittävästi näytteiden ehjillä pinnoilla. Halkeamien yhteydessä karbonatisoituminen on edennyt syvemmälle, mikä voi heikentää betonin suojausta teräksiä vastaan.
- **Huokostus ja kiteytymät:** Joissakin näytteissä havaittiin ettringiitti- ja kalsiumhydroksidikiteytymiä, jotka voivat vaikuttaa pakkasenkestävyyteen. Huokostus arvioitiin useimmissa näytteissä riittäväksi pakkasenkeston kannalta, mutta joissakin oli puutteita erityisesti taustabetonissa.
- **Halkeilut ja vauriot:** Muutamissa näytteissä havaittiin halkeamia, erityisesti terästen kohdalta, mikä voi viitata materiaalin jännitystilan muutokseen tai ulkoisten tekijöiden aiheuttamiin vaurioihin.

Raportti antaa hyvän yleiskuvan betoninäytteiden laadusta ja kunnosta sekä niiden kestävyttä mahdollisesti heikentävistä tekijöistä, kuten karbonatisoitumisesta ja huokoskiteytymistä.” [44.]

## 6.2.2 Esimerkki 2

ChatGPT:lle liitetty oman innovaatioprojektin 26 sivuinen loppuraportti. Innovaatioprojektin aiheena oli luoda rakennesuunnittelutoimistolle mallikirjastoja muun muassa yleisimpiin rakennetyyppeihin ja detaljeihin sekä kirjallisdokumentteihin uudet yhtenäiset mallipohjat. ChatGPT:lle annettu ohjeeksi ”Tee lyhyt tiivistelmä tämän kyseisen innovaatioprojektin ideasta”

Vastaus: ”Innovaatioprojektin tavoitteena oli luoda Insinööritoimistolle kattavat mallikirjastot ja yhtenäiset pohjat eri kirjallisdokumenteille. Projektissa pyrittiin tehostamaan suunnittelijoiden työskentelyä ja parantamaan työtehokkuutta järjestämällä dokumentit ja mallipiirustukset loogisesti ja helposti löydettäväksi. Tämä ratkaisee haasteen, jossa tarvittavien rakennetyyppien ja asiakirjojen

etsimiseen kului paljon aikaa vanhojen projektien joukosta. Lopputuloksena syntyi dokumenttikirjasto, joka helpottaa suunnittelijoiden arkea ja yhtenäistää yrityksen dokumenttien ulkoasua ja sisältöä.” [45.]

### 6.2.3 Esimerkki 3

Kyseessä on yksi erään muutoskohteen uusista ulkoseinärakennetyypeistä, jossa rakenteesta uusittiin ainoastaan ulkopuolen rappaus ja sisäpuolen pintamateriaalit. ChatGPT:lle: Laske U-arvo ulkoseinärakenteelle, jossa rakenteet ulkoa sisäänpäin menevät näin: 3-kerrosrappaus verkotettuna, 130 mm tiilimuuraus, ~10 mm muurausvara, 150 mm mineraalivilla (alkuperäinen), 130 mm tiilimuuraus, 15 mm sisäpinnan rappaus ja pintamateriaali eli esim. maali.

Vastaus: ”Lasken U-arvon ulkoseinän rakenteelle annettujen materiaalien perusteella. Jos mahdollista, tarvitsen vielä lämmönjohtavuusarvot ( $\lambda$ ) kullekin kerrokselle. Yleisesti käytettyjä arvoja ovat:

- **3-kerrosrappaus, verkotettuna:**  $\lambda \approx 0.93 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- **Tiilimuuraus (130 mm):**  $\lambda \approx 0.60 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- **Muurausvara (~10 mm):**  $\lambda \approx 0.18 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  (ilmarako)
- **Mineraalivilla (150 mm):**  $\lambda \approx 0.04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- **Sisäpinnan rappaus (15 mm):**  $\lambda \approx 0.7 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Käytän näitä oletusarvoja, ellei sinulla ole tarkempia.”

Tämän jälkeen ilmoitin vielä, että villaeriste on alkuperäinen vanha eriste.

Vastaus: ”Vanha mineraalivilla voi menettää eristyskykyään ajan myötä, yleensä kosteuden, pölyn tai materiaalin puristumisen vuoksi. Vanhan villan

lämmönjohtavuus ( $\lambda$ ) voi olla korkeampi kuin uuden, yleensä arvo nousee  $0.04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

noin  **$0.045\text{--}0.05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$**  tasolle, riippuen sen kunnosta.

Lasken uuden U-arvon olettaen mineraalivillalle  $\lambda$ -arvoksi  **$0.05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$** .”

” Päivitetty U-arvo, jossa otetaan huomioon vanhan mineraalivillan heikentynyt eristyskyky, on noin  **$0,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$** .” [46.]

Oikeassa rakennesuunnitelmassa U-arvoksi oli laskettu  **$0,27 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$** , joten ChatGPT:n tekemä laskelma pitää aika hyvin paikkansa.

#### 6.2.4 Esimerkki 4

Kyseessä on erään oikean peruskorjauskohteen uusi alapohjarakennetyyppi. Koko rakenne on kallioon asti uutta rakennetta. ChatGPT:lle: Laske U-arvo tälle alapohjarakenteelle, joka on ylhäältä alaspäin lueteltuna: ~50 mm Luonnokivilaatat, 100 mm Teräsbetonilaatta C25/30, Suodatinkangas CE-merkitty, SFS-EN 13251, käyttöluokka N2, 200 mm Solupolystyreenilevy EPS CE-merkitty, SFS-EN 13163 levykerrosten saumat limittäin.  $\lambda_D=0,036\text{W/mK}$ , >300 mm Kerroksittain tiivistetty pesty sepeli ja Louhittu kallio.

Vastaus: ”**Rakenteen Lämmönjohtavuudet ja Lämpöresistanssit**

- **Luonnonkivilaatat**
  - Paksuus  $50 \text{ mm}=0,05 \text{ m}$
  - Lämmönjohtavuus  $\lambda=3.0 \text{ W/Mk}$
  - Lämpöresistanssi:  $R_1=0,05/3.0=0.0167 \text{ m}^2\text{K/W}$
- **Teräsbetonilaatta (C25/30)**

- Paksuus 100 mm=0,1 m
- Lämmönjohtavuus  $\lambda=2.1$  W/Mk
- Lämpöresistanssi:  $R_1=0,1/2.1=0.0476$  m<sup>2</sup>K/W
- **Suodatinkangas**
  - Suodatinkangas voidaan jättää huomioimatta U-arvolaskennassa, koska sen vaikutus on vähäinen.
- **EPS-eriste**
  - Paksuus 200 mm=0,2 m
  - Lämmönjohtavuus  $\lambda=0.036$  W/Mk
  - Lämpöresistanssi:  $R_1=0,2/0.036=5.56$  m<sup>2</sup>K/W
- **Tiivistetty sepeli**
  - Paksuus 300 mm=0,3 m
  - Lämmönjohtavuus  $\lambda=1.5$  W/Mk
  - Lämpöresistanssi:  $R_1=0,3/1.5=0.2$  m<sup>2</sup>K/W

### **Kokonaislämpöresistanssi ja U-arvo**

Kokonaislämpöresistanssi:

$$R_{\text{total}}=R_1+R_2+R_3+R_4=0.0167+0.0476+5.56+0.2=5.8243 \text{ m}^2\text{K/W}$$

U-arvo:

$$U=1/R_{\text{total}}=1/5.8243=0.1717 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Lopputulos:** Rakenteen U-arvo on noin **0.172 W/m<sup>2</sup>K.**" [47.]

Oikeassa rakennesuunnitelmassa rakenteen U-arvoksi oli laskettu **0.16 W/m<sup>2</sup>K**, joten tässäkin tapauksessa ChatGPT:n laskelmat pitävät aika hyvin paikkansa.

## 7 Johtopäätökset ja yhteenveto

Tämän opinnäytetyön avulla luotiin selkeämpää ymmärrystä sille, miten tekoälyä voidaan hyödyntää etenkin arjen työtehtävissä korjausrakentamiseen painottuvassa rakennesuunnittelutoimistossa. Työ tuo esille tekoälyn merkittäviä hyötyjä rutiininomaisten työtehtävien ja välillä myös kuormittavien sellaisten automatisoinnissa. Näiden hyötyjen ansiosta säästetään enemmän suunnittelijoiden resursseja vaativimpiin, vankkaa ammattitaitoa vaativiin työvaiheisiin. Selkeä mahdollisuus tulevaisuudessa on tekoälyn integrointi tietomallintamisen ja algoritmiavusteisen suunnitteluun enenemissä määrin, jotta saadaan vieläkin tarkempia ja paremmin optimoituja rakenneratkaisuja ja parempaa tiedonhallintaa.

Käytännön esimerkkien avulla esiteltyjen osan tekoälyn perusominaisuuksien kautta tuotiin esille muutamia perustehtäviä, joihin tekoälyn käytön hyödyntäminen voi tuoda lisäarvoa esimerkiksi kuvananalysointiin ja tekstintuottoon. Tekoälyn käyttäminen ei kuitenkaan ole ongelmatonta. Tekoälyn käytön haasteita ovat muun muassa tietosuojasiat ja lainsäädölliset kysymykset. Näihin tulee kuitenkin varmasti tulevaisuudessa parempia vastauksia ja selkeyttä uusien lakien ja erilaisten säädösten myötä.

Kehitysideana yritys voisi systemaattisesti ottaa käyttöön tekoälytyökaluja päivittäiseen toimintaan ja kokeilla erilaisia vaihtoehtoja, jotta tekoälystä saadaan paras mahdollinen hyöty irti. Tekoälyä hyödyntävistä tiedonhallintajärjestelmistä voi olla tulevaisuudessa olla suurta hyötyä yritykselle ja näiden tarjoamien mahdollisuuksien selvittämistä tulee jatkaa. Tekoälyyn liittyviin koulutuksiin

osallistumisesta voisi olla yrityksen henkilökunnalle paljonkin hyötyä, sillä näissä kartoitettaisiin vielä lisää tietoisuutta liittyen tekoälyn tehokkaaseen käyttämiseen ja ongelmakohtiin.

Jatkotutkimusaiheena tälle työlle voisi olla esimerkiksi tarkka tutkimus BIM-tekniologian ja tekoälyn yhdistämisestä rakennesuunnittelussa ja tarkemmin erilaisista mahdollisuuksista, joita se voi alalle tuoda. BIM-mallien käyttö on tällä hetkellä yksi rakennusalan trendeistä, mutta tekoälyn integrointi siihen on vasta pikkuhiljaa kehittymässä. Toinen tutkimusaihe voisi olla tutkimus liittyen tekoälyn vaikuttamisesta rakennesuunnittelijoiden osaamisvaatimuksiin ja työkuvaan tulevaisuudessa.

## Lähteet

- 1 Guillot, Jaime Duch, 2023. Mitä tekoäly on ja mihin sitä käytetään? Euroopan parlamentti. [https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/ex-pert/2020/9/story/20200827STO85804/20200827STO85804\\_fi.pdf](https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/ex-pert/2020/9/story/20200827STO85804/20200827STO85804_fi.pdf) Luettu 11.10.2024.
- 2 Tekoälyn historia. Verkkoaineisto [https://xn--tekoly-eua.info/tekoaly\\_historia/](https://xn--tekoly-eua.info/tekoaly_historia/) Luettu 11.10.2024.
- 3 Mitkä ovat tekoälyn, koneoppimisen ja algoritmien väliset erot? Verkkoaineisto <https://www.quinyx.com/fi/blogi/mitka-ovat-tekoalyn-koneoppimisen-ja-algoritmien-valiset-erot> Luettu 11.10.2024.
- 4 Mitä on syväoppiminen? Verkkoaineisto <https://www.finnishup.com/mita-on-syvaoppiminen/> Luettu 11.10.2024.
- 5 Tekoäly työelämässä. Verkkoaineisto <https://greatplacetowork.fi/artikkelit/tekoaly-tyoelamassa/> Luettu 11.10.2024.
- 6 Tekoälysovellukset muuttavat työn kysyntää – joissakin tehtävissä avoimet työpaikat lisääntyvät, toisissa vähenevät merkittävästi. Verkkoaineisto <https://www.etla.fi/ajankohtaista/uutiset-ja-tiedotteet/tekoalysovellukset-muuttavat-tyon-kysyntaa-joissakin-tehtavissa-avoimet-tyopaikat-lisaantuvat-toisissa-vahenevat-merkittavasti/> Luettu 11.10.2024.
- 7 Vallankumous horisontissa. Verkkoaineisto <https://www.evli.com/artikkelit/vallankumous-horisontissa> Luettu 11.10.2024.
- 8 Tekoälysäädös. Verkkoaineisto <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fi/policies/regulatory-framework-ai> Luettu 12.10.2024.
- 9 EU:n tekoälysäädös on ensimmäinen laatuaan. Verkkoaineisto <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20230601STO93804/eu-n-tekoalysaadon-ensimmainen-laatu> Luettu 12.10.2024.
- 10 10 AI Ethics Questions. Verkkoaineisto <https://serokell.io/blog/ai-ethics-questions> Luettu 12.10.2024.
- 11 11 Common Ethical Issues in Artificial Intelligence. Verkkoaineisto <https://connect.comptia.org/blog/common-ethical-issues-in-artificial-intelligence> Luettu 12.10.2024.

- 12 14 Risks and Dangers of Artificial Intelligence. Verkkoaineisto <https://builtin.com/artificial-intelligence/risks-of-artificial-intelligence> Luettu 14.10.2024.
- 13 The future of AI, Verkkoaineisto <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/tip/The-future-of-AI-What-to-expect-in-the-next-5-years> Luettu 14.10.2024.
- 14 Museoviraston rakennushistorian osaston lausunto VTT:lle 22.12.1981, No 955. Luettu 17.10.2024.
- 15 Mitä taloyhtiön remontin hankesuunnitteluvaihe sisältää? Verkkoaineisto <https://sustera.fi/ajankohtaista/uutiset/mita-taloyhtion-remontin-hankesuunnitteluvaihe-sisaltaa/> Luettu 17.10.2024.
- 16 Taloyhtiön korjaushankkeen sisältö tarkentuu toteutussuunnitteluvaiheessa. Verkkoaineisto <https://sustera.fi/ajankohtaista/uutiset/taloyhtion-korjaushankkeen-sisalto-tarkentuu-toteutussuunnitteluvaiheessa/> Luettu 17.10.2024.
- 17 Pajala, Kati 2021. Korjausrakentamisen rakennesuunnittelun kulku. Oulun Ammattikorkeakoulu [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/501541/Pajala\\_Kati.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/501541/Pajala_Kati.pdf?sequence=2&isAllowed=y) Luettu 17.10.2024.
- 18 Jopa tuhannet taloyhtiöt joutuvat teettämään kuntoarvion. Verkkoaineisto <https://yle.fi/a/3-6152804> Luettu 17.10.2024.
- 19 BIM ja tietomallit rakentamisessa. Verkkoaineisto <https://www1.scribd.com/document/811111111/bim-ja-tietomallit-rakentamisessa> Luettu 20.10.2024.
- 20 Paukkeri, Sara-Päivi 2018. Algoritmiavusteinen rakennesuunnittelu. Tampereen Teknillinen Yliopisto <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/27031/paukkeri.pdf?sequence=4> Luettu 20.10.2024.
- 21 Lehtinen, Joonas 2022. Pilvipohjaisten alustojen hyödyntäminen rakennushankkeiden suunnittelussa: Hyödyt ja haasteet. Aalto-yliopisto <https://aalto.fi/server/api/core/bitstreams/798c5b7c-38e5-4209-b55f-98df919379a7/content> Luettu 23.10.2024.
- 22 Snyder, Fassler, Menard 2023, information Security in Engineering and Construction. FMI [https://www.embroker.com/wp-content/uploads/2023/09/InformationSecurity\\_Final.pdf](https://www.embroker.com/wp-content/uploads/2023/09/InformationSecurity_Final.pdf) Luettu 23.10.2024.

- 23 Chat GPT opas. Verkkoaineisto <https://tekoalyaika.fi/chat-gpt-opas/> Luettu 23.10.2024.
- 24 Google Gemini Tekoäly. Verkkoaineisto <https://tekoalyaika.fi/google-gemini/> Luettu 24.10.2024.
- 25 Microsoft 365 Copilot -yleiskatsaus. Verkkoaineisto <https://learn.microsoft.com/fi-fi/copilot/microsoft-365/microsoft-365-copilot-overview#copilot-features-in-microsoft-365-apps> Luettu 24.10.2024.
- 26 Grammarly Arvostelu. Verkkoaineisto <https://mentorsprint.com/tekoaly/grammarly-arvostelu/> Luettu 24.10.2024.
- 27 Dokumenttien hallinta. Verkkoaineisto <https://www.m-files.com/fi/dokumenttienhallinta/> Luettu 25.10.2024.
- 28 Tekoäly. Verkkoaineisto <https://www.m-files.com/fi/ratkaisut/tekoaly/> Luettu 25.10.2024.
- 29 Rakentaminen ja suunnittelu. Verkkoaineisto <https://www.m-files.com/fi/toimialakohtaiset-ratkaisut/muut-toimialat/> Luettu 25.10.2024.
- 30 Työstä asioita älykkäämmin. Verkkoaineisto <https://notebooklm.google/> Luettu 26.10.2024.
- 31 NotebookLM audio overviews. Verkkoaineisto <https://blog.google/technology/ai/notebooklm-audio-overviews/> Luettu 26.10.2024.
- 32 Tekoäly tulee rakennusalalle. Verkkoaineisto <https://rt.fi/tiedotteet-ja-uutiset/2023/06/tekoaly-tulee-rakennusalalle/> Luettu 28.10.2024.
- 33 AI for construction inspections. Verkkoaineisto <https://civils.ai/blog/ai-for-construction-inspection> Luettu 28.10.2024.
- 34 AI-powered Optimization for Structural Design. Verkkoaineisto <https://www.novaedgeusa.com/blog/ai-powered-optimization-for-structural-design> Luettu 28.10.2024.
- 35 How can I use AI for structural engineering? Verkkoaineisto <https://civils.ai/blog/ai-for-structural-engineering> Luettu 28.10.2024.
- 36 The Future of BIM: How AI is Driving Innovation in the Industry. Verkkoaineisto <https://www.maket.ai/post/the-future-of-bim-how-ai-is-driving-innovation-in-the-industry> Luettu 29.10.2024.

- 37 Miten hallita tekoälyn käytön tietoturvariskejä? Verkkoaineisto <https://www.varmuudenvuoksi.fi/artikkeli/miten-hallita-tekoalyn-kayton-tietoturvariskeja> Luettu 29.10.2024.
- 38 Chat GPT opas. Verkkoaineisto <https://tekoalyaika.fi/chat-gpt-opas/> Luettu 29.10.2024.
- 39 Mikä kattomateriaali on kyseessä ja mitä vaurioita siinä näkyy? ChatGPT versio 4o. <https://chatgpt.com/> Luettu 30.10.2024.
- 40 Kerro kattorakenteesta ja näkyykö siinä jotain vaurioita? ChatGPT versio 4o. <https://chatgpt.com/> Luettu 30.10.2024.
- 41 Kysymys ChatGPT:lle: Mitä vaurioita kuvassa näkyy? ChatGPT versio 4o. <https://chatgpt.com/> Luettu 30.10.2024.
- 42 Kerro kattorakenteesta ja näkyykö siinä jotain vaurioita? Gemini versio 1.5 Flash. <https://gemini.google.com/> Luettu 30.10.2024.
- 43 Kerro ylhäältä alaspäin järjestyksessä, mitä rakenteita kuvan rakennauksessa näkyy? ChatGPT versio 4o. <https://chatgpt.com/> Luettu 30.10.2024.
- 44 Tee lyhyt tiivistelmä merkittävimmistä asioista, joita raportista ilmenee. ChatGPT versio 4o. <https://chatgpt.com/> Luettu 30.10.2024.
- 45 Tee lyhyt tiivistelmä tämän kyseisen innovaatioprojektin ideasta. ChatGPT versio 4o. <https://chatgpt.com/> Luettu 30.10.2024.
- 46 Laske U-arvo ulkoseinärakenteelle, jossa rakenteet ulkoa sisäänpäin menevät näin: 3-kerrosrappaus verkotettuna, 130 mm tiilimuuraus, ~10 mm muurausvara, 150 mm mineraalivilla (alkuperäinen), 130 mm tiilimuuraus, 15 mm sisäpinnan rappaus ja pintamateriaali eli esim. maali. ChatGPT versio 4o. <https://chatgpt.com/> Luettu 30.10.2024.
- 47 Laske U-arvo tälle alapohjarakenteelle, joka on ylhäältä alaspäin lueteltuna: ~50 mm Luonnokivilaatat, 100 mm Teräsbetoni laatta C25/30, Suodatinkangas CE-merkitty, SFS-EN 13251, käyttöluokka N2, 200 mm Solupolystyreenilevy EPS CE-merkitty, SFS-EN 13163 levykerrosten saumat limittäin.  $\lambda_D=0,036\text{W/mK}$ , >300 mm Kerroksittain tiivistetty pesty sepeli ja Louhittu kallio. ChatGPT versio 4o. <https://chatgpt.com/> Luettu 02.11.2024.