

Katri Yrjänä

TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN BETONIRAKENNESUUNNITTELUSSA

TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN BETONIRAKENNESUUNNITTELUSSA

Katri Yrjänä
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, rakennesuunnittelu

Tekijä(t): Katri Yrjänä

Opinnäytetyön nimi: Tekoälyn hyödyntäminen betonirakennesuunnittelussa

Työn ohjaaja(t): Antti Ukonmaanaho, Harri Vänntilä

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 24 + 1 liite

Tekoäly tulee tulevaisuudessa olemaan isossa ja tärkeässä roolissa jokaisella alalla. Sen käyttäminen oikein tulee nopeuttamaan paljon työtehtäviä säästäen aikaa ja resursseja. Vaikka tekoälyn käytössä on suuret potentiaalit, vaatii paljon aikaa ja ymmärrystä, jotta sen käytöstä saadaan hyötyä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, millaisia mahdollisuuksia tekoäly voisi tarjota betonirakennesuunnittelussa ja onko sen hyödyntäminen tarpeellista. Tavoitteena oli ottaa selvää siitä, onko olemassa suunnitteluohjelmia, joissa tekoäly on käytössä.

Työssä selvitettiin, millaisia tekoälypohjaisia suunnitteluohjelmia markkinoilla on olemassa sekä tutkittiin, missä rakennesuunnittelun eri vaiheissa tekoälystä voisi olla hyötyä eniten.

Asiasanat: tekoäly, betoni, rakennesuunnittelu, chat GPT

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of House Building Engineering

Author(s): Katri Yrjänä
Title of thesis: Using AI in concrete structural design
Supervisor(s): Antti Ukonmaanaho, Harri Vänntilä
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024
Number of pages: 24 + 1 appendix

Artificial intelligence will have a big and an important part of every profession in the future. The right use of it will fasten a lot of different roles in the job industry saving time and money. Despite the great potential of using artificial intelligence, it takes a lot of time and understanding to make the right use of it.

The goal of this thesis was to find out what kind of possibilities lies in taking artificial intelligence into concrete structural engineering and whether it is necessary. The aim was to find out if there is design programs where artificial intelligence is already in use.

In this thesis the research was focused on finding what kind of design programs with AI already exist in the market and in what way could artificial intelligence be part of different parts of structural design.

Keywords: Artificial intelligence, concrete, structural design, chat GPT

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TEKOÄLYN NYKYTILANNE.....	7
2.1	Tekoälyn määritelmä	7
2.2	Lainsäädännöt tekoälyn käytölle EU:ssa	8
2.3	Riskit tekoälyn käyttämisessä.....	10
3	TEKOÄLY RAKENNESUUNNITTELUSSA.....	12
3.1	Tekoäly BIM-mallinnuksessa.....	12
3.2	Tekoälyn hyödyntäminen tulevaisuudessa	13
4	TEKOÄLYN MAHDOLLISUUDET BETONIRAKENNESUUNNITTELUN ERI VAIHEISSA..	16
4.1	Lähtötiedot.....	16
4.2	Suunnittelu	17
4.3	Suunnitelmien tarkistaminen	18
4.4	Asiakastyytyväisyyskysely ja yhteydenpito asiakkaiden kanssa.....	18
4.5	Raporttien tekeminen ja normien tulkitseminen.....	19
5	YHTEENVETO	20
	LÄHTEET.....	22
	LIITTEET	23

1 JOHDANTO

Tekoäly on nuori tekniikan ala, jonka määritelmä riippuu siitä, missä yhteydessä tekoälyä käytetään. Yleisesti tekoäly pyrkii rakentamaan keinotekoisia älykkyyttä, joka esimerkiksi tarkoittaa kykyä pyrkiä ajatella ja käyttäytymään kuin ihminen. Mekaaninen toiminta muodostuu tekoälyksi silloin, kun muutaman harjoittelun perusteella kone alkaa itse oppimaan sille opetetun perusteella. (Tucci 2024.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, kuinka tekoälyä voidaan hyödyntää betonirakenteiden suunnittelussa. Lisäksi tutkitaan, miten tekoäly tulee tulevaisuudessa muuttamaan rakennesuunnittelutyötä. Opinnäytetyö tehtiin tutkimalla erilaisia mahdollisuuksia, haastattelemalla Smartbin toimitusjohtaja Mika Koivulaa ja kokeilemalla tekoälypohjaisia ohjelmia.

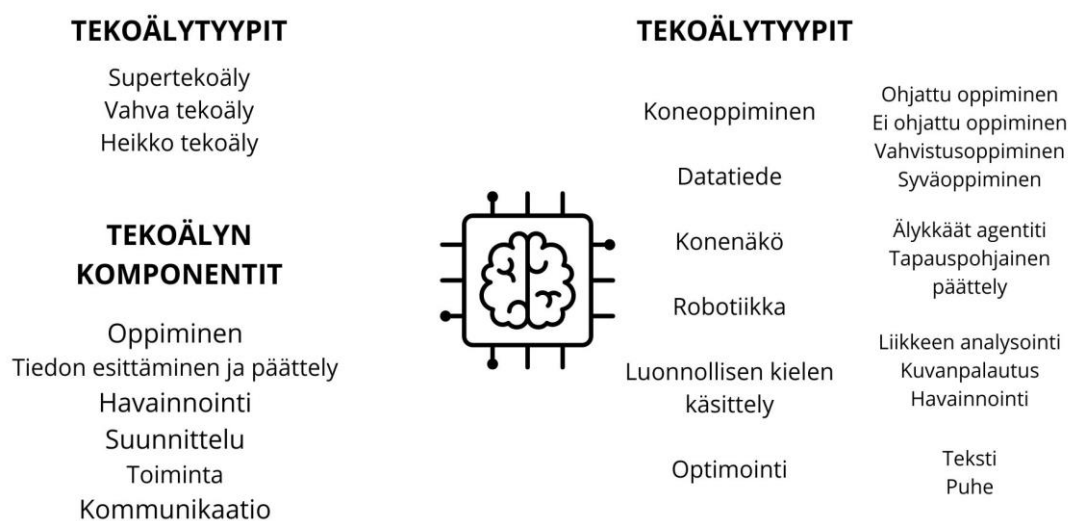
Opinnäytetyön tilaaja on Anfra Oy, joka on vuonna 2015 perustettu yhtiö. Anfran toimintaan kuuluu erilaiset betoni- ja infrarakenteet sekä niiden suunnittelu. Tarve opinnäytetyöaiheelle nousi huomiosta, että suunnittelutyössä on paljon toistuvia ja aikaa vieviä mekaanisia vaiheita, joita voisi siirtää tekoälylle tuotettavaksi.

2 TEKOÄLYN NYKYTILANNE

2.1 Tekoälyn määritelmä

Älykkyys on kykyä hankkia tietoa ja soveltaa sitä tuloksen saavuttamiseksi. Tekoälyä ovat siis tietokonejärjestelmät, jotka kykenevät ratkaisemaan ongelmia ja suorittamaan tehtäviä, joita pidetään perinteisesti ihmisen älykkyyden alueena, kuten esimerkiksi oppiminen, päättely ja päätöksenteko. Kun kone saadaan hankkimaan tietoa ja soveltamaan sitä itsenäisesti, on kyseessä tekoäly. (Koponen 2023.) Käytännössä tekoäly on koneoppimisprosessi (Kuva 1), jossa tietokonealgoritmi pystyy muokkaamaan itseään datasta havaitsemiensa säännönmukaisuuksien perusteella ilman ihmisen ohjausta (Algoritmeilla rikoksia vastaan 2022).

Perustasolla tekoälyohjelmointi keskittyy kognitiiviseen taitoon, oppimiseen, päättelyyn ja itsensä korjaamiseen. Se, mitä me tunnistamme nykyään tekoälyksi on ns. heikkoa tekoälyä (Kuva 1), mutta etenevissä määrin niin kutsuttua vahvaa tekoälyä alkaa tulla markkinoille. Sellainen tekoäly, joka omistaa ihmisen kaltaisen älykkyyden on vielä työn alla ja siitä puhutaan supertekoälynä. (Tucci 2024).



S.O, Abioye ym. 2023

KUVA1. Tekoälyn komponentit, -tyypit ja -aihealueet (mukaillen S.O, Abioye ym.)

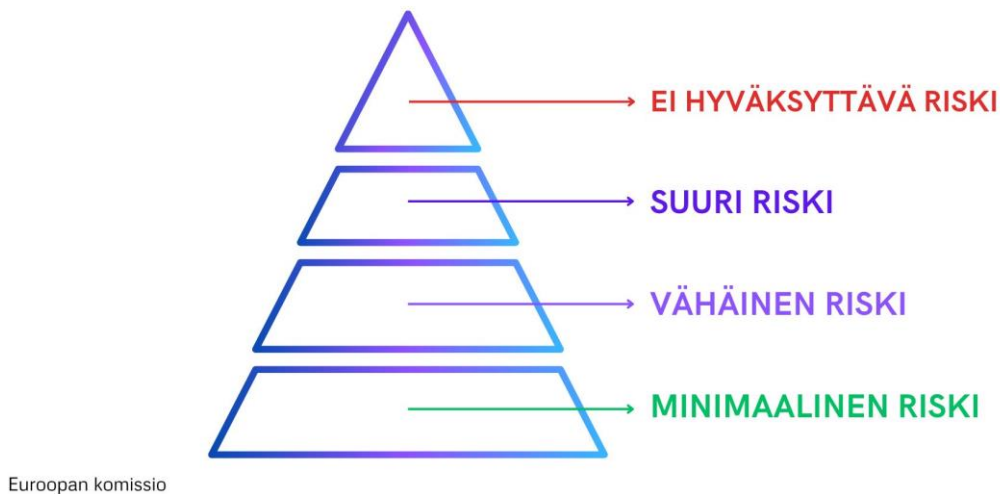
Koneoppiminen (Kuva 1) on tekoälyn osa-alue, jossa koneoppimismenetelmät oppivat annetun datan pohjalta ilman erillistä sääntöjen ohjelmointia. Koneoppiminen jakautuu kolmeen pääkategoriaan riippuen ratkaistavien ongelmien luonteesta. Ne ovat ohjattu oppiminen, ohjaamaton oppiminen ja vahvisteoppiminen. (Elements of AI.)

Ohjatussa oppimisessa on käytännössä kyse ennustamisesta. Ohjatun oppimisen datassa on selittäviä muuttujia eli syötteitä ja selittävä muuttuja eli vaste ja koneoppimisalgoritmin tehtävä on käyttää selittävien muuttujien arvoja ennustamaan vasteen arvoja. (Tekoäly rakennetussa ympäristössä.) Ohjaamattoman oppimisen datassa on pelkästään syöte ja algoritmin tavoitteena on löytää datasta rakenteita, joita voidaan hyödyntää. Ohjaamaton oppimisen koneoppimisalgoritmi käyttää hyväksi klusterointia eli se etsii datasta samankaltaisia joukkoja. (Tekoäly rakennetussa ympäristössä.)

Vahvisteoppimisessa tekoäly tekee päätökset ja oppii toimimaan sen päätöksistä saadun palautteen perusteella. Tätä algoritmia käytetään esimerkiksi itseohjautuvissa ajoneuvoissa tai shakkiohjelmassa. Menetelmän hyödyntäminen liiketoiminnallisissa käyttökohteissa on haastavaa ja siksi niitä on vielä vähän, mutta tulevaisuudessa sen käyttö todennäköisesti tulee yleistymään. (Tekoäly rakennetussa ympäristössä.)

2.2 Lainsäädännöt tekoälyn käytölle EU:ssa

EU hyväksyi 13.3.2024 maailman ensimmäiset tekoälysäädännöt. EU haluaa säädellä tekoälyä varmistaakseen, että tätä innovatiivista teknologiaa käytetään ja kehitetään parhaalla mahdollisella tavalla. Tekoälyasetuksen tavoitteena on puuttua tiettyihin käyttötarkoituksiin ja niiden riskeihin luokitellen ne neljään eri tasoon (Kuva 2): ei hyväksyttävä riski, suuri riski, vähäinen riski ja minimaalinen riski. (Euroopan komissio 2024.)



KUVA 2. Tekoälyn riskitasot (mukaillen Euroopan komissio)

Tekoälyjärjestelmät, joita pidetään selvänä uhkana ihmisten turvallisuudelle, toimeentulolle ja oikeuksille tai järjestelmät, jotka loukkaavat ihmisarvoa, ovat kiellettyjä (Euroopan komissio 2024). Eli esimerkiksi sosiaalinen pisteytys tai reaaliaikainen biometrinen tunnistaminen ovat kiellettyjä asetuksen mukaan.

Tekoälyteknologia, jota käytetään mm. kriittisessä infrastruktuurissa, lainvalvonnassa tai oikeudenkäytössä ovat suuririskisiä (Kuva 2). Suuririskiset tekoälyjärjestelmät aiheuttavat suuren riskin terveydelle, turvallisuudelle tai perusoikeuksille. Ennen kuin suuren riskin alla olevat tekoälyjärjestelmät saatetaan markkinoille, niihin sovelletaan tiukkoja velvoitteita kuten yksityiskohtaista dokumentaatiota, jonka tulee sisältää kaikki tiedot järjestelmästä ja sen tarkoituksesta, jotta viranomaiset voivat arvioida järjestelmän noudattamista. (Euroopan komissio 2024.)

Tekoälyjärjestelmien tarjoajille suuririskisten järjestelmien pitää läpäistä 4-vaiheinen sääntö ennen järjestelmän saattamista markkinoille. Ensimmäisessä vaiheessa suuririskistä tekoälyjärjestelmää kehitetään, jonka jälkeen sen täytyy läpäistä vaatimuksenmukaisuuden arviointi ja täyttää vaatimukset. Kun järjestelmä on läpäissyt vaatimukset, se rekisteröidään EU:n tietokantaan ja vasta kun tekoälyjärjestelmällä on vaatimustenmukaisuusvakuutus ja CE-merkintä, se voidaan saattaa markkinoille. (Euroopan komissio 2023.)

Vähäisen riskin tekoälyjärjestelmien suurin ongelma piilee siinä, että tekoälyjärjestelmien tuotos tulkitaan virheellisesti olevan inhimillistä alkuperää. Riski on olemassa esimerkiksi chatbottien

kanssa keskustellessa tai tekoälyn luomia kuvia käyttäessä. Vähäisen riskin kategoriaan kuuluvien järjestelmien tulee noudattaa läpinäkyvyysveloitetta eli täytyy käydä selkeästi ilmi, että tuotos on peräsin tekoälyltä. Minimaalisen riskin alle kuuluvat tekoälyjärjestelmät ovat esimerkiksi sähköpostin spämmifiltterit tai tekoälyn avulla toimivat videopelit. Niiden aiheuttamat riskit ovat erittäin vähäisiä. (Euroopan komissio 2024.)

Säädösten noudattamatta jättämisestä voi seurata erittäin suuria sanktioita. Suuruudeltaan ne voivat olla enimmillään 30 miljoona euroa tai 6 prosenttia yrityksen maailmanlaajuisesta vuotuisesta liikevaihdosta rikkomuksen vakavuudesta riippuen. (Susanna Kesseli 2023.) Tekoälylain-säädännöllä parlamentti haluaa varmistaa, että tekoälyjärjestelmät ovat turvallisia, läpinäkyviä, jäljitettäviä, tasa-arvoisia ja ympäristöystävällisiä (Euroopan parlamentti 2023).

2.3 Riskit tekoälyn käyttämisessä

Yhdysvalloissa poliisit käyttävät apunaan tekoälynjärjestelmiä ennustamaan rikollisuutta ja määrittämään rangaistuksia. Tietokoneohjelmia käytetään ennustamaan, missä rikoksia tullaan tekemään ja ketkä niihin mahdollisesti syyllistyvät. Dokumentissa "Algoritmeilla rikoksia vastaan" tutkittiin, kuinka, tekoälyjärjestelmien päätelmät eroavat rikosoikeudesta kokemattomien tavallisten ihmisten päätelmistä.

Testissä vastaajilta kysyttiin, ketkä rikolliset tulisivat todennäköisesti seuraavan kahden vuoden aikana syyllistymään rikokseen. Lähtötiedoiksi annettiin ikä, sukupuoli sekä aiempi rikoshistoria. Ihmisten vastukset olivat yhtä tarkkoja kuin oikeudessa käytettyjen ohjelmistojen. Tämä oli yllättävä tutkimustulos, sillä ohjelmien algoritmien toiminta perustuu valtavaan harjoitteludataan. (Algoritmeilla rikoksia vastaan 2022.)

Tutkimuksessa myös huomattiin, että vastaukset olivat rasistisia, vaikka testissä ei mainittu ollenkaan rikollisten etnistä taustaa. Tämä johtui siitä, että historiassa mustia ihmisiä on pidätetty useammin kuin valkoisia, ja sen takia ohjelma ennustaa, että musta ihminen syyllistyy rikokseen todennäköisemmin kuin valkoinen. Rasistisuuden välttämiseksi datasta oli poistettu tieto henkilöiden etnisyydestä, mutta etnisyyteen liittyy muitakin asioita kuin ihonväri, tässä tapauksessa esimerkiksi aiempien tuomioiden määrä. Algoritmi kuitenkin toimii sille opetetun datan perusteella,

minkä vuoksi se toistaa menneisyydessä tapahtunutta rasismia. (Algoritmeilla rikoksia vastaan 2022.)

Dokumentissa esitetystä tapauksesta ilmenee hyvin, kuinka tärkeää tekoälyn kaikkien osapuolien ymmärtäminen on. Koneen toiminta perustuu sille opetettuun dataan, ja siksi on tärkeää ymmärtää, minkälaista dataa ja missä muodossa se sille opetetaan. GPT-tekoälyohjelmissa törmätään monesti ongelmaan, jossa tekoälylle annetaan vajaasti tietoa sen suorittamalle käskylle, jolloin konealgoritmit alkavat ikään kuin paikkaamaan aineiston vajavuutta lisäämällä tilalle virheellistä tietoa suuresta tietokannastaan, joka ei liity asiaan ollenkaan. Jos siis dataa on liikaa ja käskyä ei ole rajattu tarpeeksi selvästi, algoritmit saattavat lähteä tuottamaan virheellistä ratkaisua, minkä vuoksi data ja tehtävä on hyvä rajata tarpeeksi selvästi.

Tehtävissä, joissa on merkitystä sillä, millä tavoin lopputulokseen on päästy, eivät sovellu kokonaan tekoälyn tekemäksi sillä aina ei voida olla aivan täysin varmoja siitä, mikä on johtanut koneen tiettyihin päätelmiin. Ilmiötä kutsutaan nimellä ”musta laatikko”. (Tekoäly rakennetussa ympäristössä.)

3 TEKÖÄLY RAKENNESUUNNITTELUSSA

3.1 Tekoäly BIM-mallinnuksessa

Suomen hallituksen tavoitteena on, että Suomi toimisi johtavana maana tekoälyn soveltamisessa. Sweco selvitti koneoppimismallien mahdollisuuksia rakennusten suunnittelussa sekä sitä, miten BIM- tietomalleissa oleva data soveltuu mallien opettamiseen. Tekoälyn hyödyntäminen BIM-mallinnuksessa on mahdollista, mutta haastetta aiheuttaa se, että alkuperäisessä muodossaan tietomallit eivät sovellu tekoälyn opettamiseen, sillä se sisältää liikaa tietoa algoritmeille. Sen vuoksi opettaminen täytyy toteuttaa esimerkiksi kuvankaappausten avulla, kuten hankkeessa oli tehty. Haittana on kuitenkin se, että siinä menetetään aina alkuperäisen mallin tietoa. (Laasonen 2018.)

Vaikka algoritmit ovat kehittyneet vuosien saatossa, varsinaisiin suunnitteluohjelmiin ei ole kuitenkaan vielä saatu tuotua koneoppimismalleja eikä tekoälyä. Suurin haaste on se, että ohjelmien kehittäjillä ei ole käytössään yritysten dataa avoimesti. Yritykset kyllä keräävät sitä paljonkin, mutta vain omaan käyttöön. (Mestamaster 2022.) Ongelma on myös siinä, että koko rakennusala tarvitsee digitaalisen muutoksen ja esimerkiksi koneoppimiseen perustuva rakennesuunnittelu ei toimi irrallisena ratkaisuna. Parhaat toimivat ratkaisut edellyttävät eri toimijoiden dataa ja vuorovaikutusta. (Peltokorpi ym. 2023.) Toki monet yritykset ovat kehittäneet toimintaansa erilaisia pilottimalleja hyödyntäen tekoälyä ja koneoppimista. Toimet, mitä tällä hetkellä koneoppimista ja tekoälyä apuna käyttäen voidaan tehdä, ovat mm. automatisoiminen toistuviin toimiin. Lisäksi tekoäly osaa ehdottaa esimerkiksi tiettyjä raudituspalkkiasetteluja suunnittelijan aikaisempien valintojen perusteella (Schwartz 2024).

Monet suunnitteluyritykset sekä tuotteita tarjoavat yritykset tekevät yhteistyötä rakennusalan digitalisoinnin edistämiseksi monissa hankkeissa. Yksi näistä hankkeista on KIRA-digi-hanke, jossa suunnitteluohjelmistojen ja tietojärjestelmien tarjoaja Trimble tekee kovasti töitä tekoälyn lisäämiseksi omiin ohjelmiinsa. Hankkeen aikana markkinoille on tullut koko ajan lisää sovelluksia, jotka käyttävät tekoälyä apunaan. Esimerkiksi syksyllä 2023 lanseeratut suomalaiset make a BIM ja Wendy AI ovat sovelluksia, joissa käytetään tekoälyä.

Toisin kuin Wendy AI ja make a BIM, jotka eivät varsinaisesti liity suunnitteluun, Autodeskin ja Kratosin yhteistyön tulos, Daisy AI on puurakennesuunnitteluun kehitelty tekoälyavusteinen suunnitteluohjelma. Ohjelma käyttää tekoälymenetelmiä arvioidakseen nopeasti monia rakenteellisia suunnitelmia eri materiaaleissa. Ohjelma toimii siten, että suunnittelija piirtää ääriiviivat esimerkiksi seinistä, jonka jälkeen Daisy osaa automaattisesti luoda optimoidut seinä- ja lattiarakenteet mm. vertailemalla materiaalien saatavuutta ja hintoja. (Borowska-Bandara&Autodesk.)

Make a BIM on ohjelmisto, joka käyttää tekoälyä muodostamaan malleja IFC-muodossa. Ohjelmisto muodostaa mallin sille syötettyjen pohja- ja julkisivupiirustusten perusteella (Salomaa 2024). Palvelua voidaan käyttää makeabim.com-verkkosivun tai API-rajapinnan kautta (Kultainen 2023).

Wendy AI on vuodesta 2018 asti kehitystyön alla ollut tekoälytyökalu. Wendy on vuoden 2024 alusta lähtien ollut käytössä työmailla. Wendy on tukena esimerkiksi projekinhallinnassa, resursien seurannassa, data-analyyseissä, ja sen avulla voidaan automatisoida ihmisten tehtäviä. Wendy osaa käsitellä BIM-malleja esimerkiksi hakemalla tuotetietoja mallista ja linkittämällä siihen muita tietolähteitä. Esimerkiksi pilottivaiheessa Wendy osasi kertoa satunnaisesta ifc-mallista ikkunamäärän. (Aatsalo 2023.)

3.2 Tekoälyn hyödyntäminen tulevaisuudessa

Parhaillaan käynnissä olevassa AIXCon-tutkimushankkeessa tavoitteena on rakennusalan systemaattinen muutos uusien datapohjaisten menetelmien ja työkalujen kehittämällä. Hanke toteutetaan Trimben, Flow technologiesin, Celsa Steelin, Aalto-yliopiston ja VTT:n yhteistyönä. Tavoitteena on innovoida menetelmiä ja työkaluja neljään käyttötapaukseen: tekoälyyn perustuvat rakennesuunnittelun prosessit; optimoidut suunnittelu-, detaljointi-, valmistus-, toimitus- ja kokoonpanoprosessit betoniraudotteissa; datapohjaiset menetelmät rakennushankkeen projektijohtamisen ja suunnittelun hallintaan sekä datapohjaiset yleiset ja yhteistoiminnalliset menetelmät ja työkalut rakentamisen työnkulun ja prosessien optimointiin. (Peltokorpi ym. 2023.) Tutkimuksen suunniteltu valmistumisaika on vuoden 2024 syyskuun lopussa.

Trimblen koneoppimiseen perustuvassa rakennesuunnitteluratkaisussa tavoitteena on parantaa rakennusteollisuutta käyttämällä olemassa olevia malleja perustana optimaalisen suunnitteluehdotusten tuottamiselle. Koneoppimiseen perustuvassa rakennesuunnittelussa tarvitaan ekosysteemi, joka muodostuu esimerkiksi Trimblen ja tietojen jakamiseen osallistuvan kumppanin kanssa. Ekosysteemi perustuu vahvoihin suhteisiin ja jaettuihin tiedostoihin, joilla parannetaan tietokirjastoja ja maksimoidaan koneoppimiskäytöiden vaikutus rakennesuunnitteluun. (Peltokorpi ym. 2023.)

Digitalisaation ydin on tiedon hallinta ja ennen teknologian kehittymistä, kun suunnittelu tehtiin kynällä ja paperilla, oli tiedon hallinta sujuvaa ja mutkatonta. Nykyään kun teknologia on kehittynyt ja tietoa on olemassa erilaisissa tietovirroissa, tiedon käytettävyys ei ole samalla tasolla kuin ennen. (Pakkanen 2023.) Sen vuoksi, vaikka yrityksellä olisi uusimpia tekoälyratkaisuja, se kamppailee usein markkinaosuutensa laajentamisesta, kun taas osa perinteisistä yrityksistä, jotka hyödyntävät hyväksi havaittuja teknologioita, pystyvät säilyttämään kilpailuasemansa (Nyqvist ym. 2023).

Tutkimusten mukaan yrityksen on vaikea luoda pysyvää kilpailuetua pelkästään digitaalisen teknologian avulla, ellei teknologiaa räätälöidä yhdessä liiketoiminnan kehittämisen kanssa kilpailuympäristö huomioiden (Teece 2010).

Boston Consulting Groupin tekemässä työn tehokkuutta selvittävässä tutkimuksessa, jossa oli mukana 750 konsulttia, huomattiin, että tekoälyn avulla tehtyjä työtehtäviä pystyttiin tekemään 12 prosenttia enemmän ja 25 prosenttia nopeammin, mutta toisaalta liika tekoälyn parissa työskentely laski tuloksia (Aatsalo 2024). Suunnittelussa tämä tehokkuus tulee esille esimerkiksi mallintamisessa, kun rutiiniosuus vähenee. Mahdolliset suunnitteluvirheet voidaan huomata jo mallinnustyön aikana, kun algoritmit poimivat poikkeamia vertailumalleihin sekä kokematon suunnittelija pääsee parempiin lopputuloksiin tekoälyn antamien ehdotusten avulla.

Tekoälyratkaisuiden tuominen yritystoimintaan onnistuu esimerkiksi osallistumalla erilaisiin tekoälykiihdyttämöihin. EU:n rahoittama tekoälykiihdyttämö kiinteistö- ja rakennusalan yrityksille tarjoaa mahdollisuuden räätälöidä omat tekoälypilottiratkaisut ja auttaa pilottiratkaisuiden viemistä tuotantoon. (Id 2024.) Tekoälykiihdyttämö on osa KIRA-digi-hanketta, jonka tavoitteena on edistää kiinteistö- ja rakennusalan digitalisaatiota.

Tekoälyn hyödyntäminen yrityksissä lähtee monesti liikkeelle siitä, että etsitään työtehtävistä käyttötapauksia, joissa tekoälyä voitaisiin hyödyntää. Ja jos toiminta ei ole jo valmiiksi jollain tapaa automatisoitua niin se on ensimmäinen vaihe. Kun mekaanisia tehtäviä saadaan automatisoitua niihin, on helpompi lähteä treenaamaan ja kehittämään tekoälyä. (Koivula 2023.) Kari Hirvijärvi toteaa KiraHubin haastattelussa että, yritysten kannattaa tehdä yhteistyötä tekoälyä kehittävien yritysten kanssa antamalla heille dataa ja osallistamalla, koska silloin tekoälystä saadaan mahdollisimman paljon arvoa työntekoon (Hirvijärvi 2023).

4 TEKÖÄLYN MAHDOLLISUUDET BETONIRAKENNESUUNNITTELUN ERI VAIHEISSA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten tekoäly voisi olla apuna suunnittelun eri vaiheissa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään niihin suunnittelun eri vaiheisiin, joissa tekoälyä voidaan parhaiten hyödyntää. Anfralla suunnittelu etenee ensin lähtötiedoista projektiakataulun ja piirustusluettelon muodostamiseen, jonka jälkeen varsinainen suunnittelu alkaa. Kun alustava suunnittelu on saatu valmiiksi, pidetään välikatsaus, minkä jälkeen tehdään mahdollisten kommenttien perusteella lopullinen suunnittelu. Lopullisen suunnittelun jälkeen suunnittelija tekee itselle luovutuksen ja käyttää työtä toisella kommentoitavana ja tarkastuksessa. Sen jälkeen suunnitelmat toimitetaan tarvittaville osapuolille ja vapautetaan maksuerät. Lopuksi tehdään asiakkaille vielä asiakastytytyväisyyskysely. (Liite 1, vain yrityksen sisäisessä käytössä.) Seuraavissa luvuissa käsitellään sitä, miten betonirakennesuunnittelun eri vaiheissa (liite 1) voidaan hyödyntää tekoälyä.

4.1 Lähtötiedot

Ennen suunnittelun aloittamista tutustutaan lähtötietoihin ja poimitaan niistä tarvittavat tiedot, joita tarvitaan esimerkiksi lujuslaskelmiin. Tämä tehtävä voitaisiin suorittaa paljon tehokkaammin tekoälyn avulla, sillä se pystyy hallitsemaan suuria datamääriä. Tekoäly pystyy keräämään oleellisen tiedon suuresta datamäärästä nopeasti. Esimerkiksi Aifrositen Wendy AI pystyy integroimaan yrityksen omiin sovelluksiin ja keräämään sieltä haluttua dataa (Aiforsite n.d.). Lisäksi yritys on valmis kehittämään toimintaansa asiakkaiden tarpeiden mukaan (Hirvijärvi 2023). Koneoppimismallit ovat sillä tasolla, että niitä on mahdollista opettaa mm. lähtötietojen poimimiseen ja koostamiseen haluttuun muotoon. Mutta tällaisten mallien luominen vaati asiantuntijoita, kuten esimerkiksi datatieteilijän, joka ymmärtää tilastotiedettä ja osaa koodata (Pohjolainen 2024).

4.2 Suunnittelu

Itse suunnittelutyötä ei sen luotettavuuden ja tarkkuuden vuoksi voida kokonaan tehdä tekoälyllä, mutta sitä voidaan kyllä tulevaisuudessa käyttää apuna. Suunnittelussa on työtehtäviä, jotka pitää tehdä manuaalisesti ja ne vievät ajallisesti merkittävän osan suunnittelusta. Esimerkiksi liitosten suunnittelemien on sellainen työtehtävä. Kun algoritmit kehittyvät ja ne pystyvät tunnistamaan tietomalleista samankaltaisuuksia, voidaan mallinnusta kehittää tekoälyn avulla siihen suuntaan, että toistuvia liitoksia tai muita usein toistuvia tehtäviä voitaisiin automatisoida. Tällä hetkellä käynnissä olevassa AIXCon Co-Innovation-hankkeessa on mukana Trimble, jolle kehitetään uusia datapohjaisia ratkaisuja ja koneoppimismenetelmiä mallintamiseen (AIXCon 2024), joten luulen, että lähitulevaisuudessa tullaan näkemään pieniä määriä tekoälyä itse ohjelmissakin.

Tulevaisuudessa suunnittelussa varmasti tullaan hyödyntämään generatiivista suunnittelua, joka mahdollistaa poikkeamien löytämisen mallista. Generatiivinen suunnittelu opetetaan antamalla sille paljon vertailumalleja, joista se sitten oppii itsenäisesti poimimaan poikkeamia. Sitä kautta mahdolliset suunnitteluvirheet tulevat esille jo mallinnusvaiheessa. (Planradar 2020.) Belgialaisessa Bricsysin kehittämässä BricsCAD BIM:ssä, joka on suunnattu lähinnä arkkitehdeille, tekoäly osaa korjata pieniä mallinnusvirheitä sekä lisätä automaattisesti yhteyksiä samankaltaisiin paikkoihin rakennuksessa (Heinäjärvi 2021). Tällaisia ominaisuuksia ei kuitenkaan löydy vielä ohjelmista, joita rakennesuunnittelussa käytetään johtuen siitä, että rakennesuunnittelussa mallit sisältävät paljon enemmän muuttujia ja dataa.

Timo Lammisen tekemässä diplomityössä, jossa tutkittiin koneoppimisen soveltamista rakennesuunnittelun mallintamiseen, tulee ilmi se, että tällä hetkellä on mahdollista rakentaa Tekla Structures -ohjelmaan työkalu, joka osaa ehdottaa käyttäjille työkaluja, mutta sen tekeminen vaatii todella laadukasta dataa ja ammattilaisia, jotka osaavat ohjelmoida. Tämä toiminto lähinnä auttaisi uusia työntekijöitä oppimaan parhaat työkalut, mitä käyttää missäkin vaiheessa. (Lamminen 2023.)

4.3 Suunnitelmien tarkistaminen

Kun suunnitelmat ovat valmiita, suunnittelija tekee niille tarkistuksen listan avulla. Tekoälyä hyödyntäen tarkistus tehostuisi, sillä tekoäly pystyy käsittelemään suurta joukkoa dataa nopeasti. Sen lisäksi työ olisi tarkempaa, koska mallit kykenevät huomaamaan asioita, joita ihmissilmä ei välttämättä huomaa. (Planradar 2020).

Suunnitelmien tarkastaminen tekoälyllä vaatisi oman tekoälymallin, mutta sen toteuttaminen on mahdollista. Esimerkiksi neuroverkot, klusterointi tai luonnollisen kielen käsittely (Kuva 1) ovat tekniikoita ja algoritmeja, joilla sellainen malli voitaisiin rakentaa. (Koponen 2023.) Kuitenkin kaikkien tekoälysovellusten kanssa on hyvä muistaa se, että malli voi olla vain niin hyvä kuin se on koulutettu ja kuinka laadukasta dataa sen kouluttamiseen on käytetty.

4.4 Asiakastyytyväisyyskysely ja yhteydenpito asiakkaiden kanssa

Kun suunnitelmat ovat valmiita tehdään asiakkaille tyytyväisyyskysely, jossa otetaan vastaan mahdolliset parannusehdotukset ja kommentit suunnittelutyöstä. Tyytyväisyyskysely tehdään soittamalla asiakkaille ja esittämällä kysymyksiä. Tässä voitaisiin käyttää apuna esimerkiksi erilaisia chatbotteja, jotka keräisivät tietoa asiakkailta ja muodostaisivat niistä raportin. Todellisuudessa soittamalla asiakkaalle ja kysymällä kysymykset, saadaan paremmin vastauksia kuin chatbottien tekemällä kyselyllä, joka todennäköisesti vain ohitettaisiin. Vastausten analysoinnissa ja kokoamisessa tekoälyllä voisi olla enemmän merkitystä ja arvoa.

Monista chatboteista on myös hyötyä asiakkaiden yhteydenpidossa sähköpostitse. Tekoälyä voi pyytää kirjoittamaan tai kääntämään tekstejä ja erityisesti kääntäminen voi olla tarpeellista, jos on yhteydenpidossa vierailta kielillä asiakkaiden kanssa. Tekoälyä voit pyytää kirjoittamaan sähköpostiviestimallin antamalla sille pienen kuvauksen siitä, mitä haluaa viestin sisältävän ja kertomalla tilanteen. Esimerkiksi "kirjoita sähköpostiviesti asiakkaalle, että tarvitsemme lisää lähtötietoja suunnitteluun. Ja kirjoitanko sen ruotsiksi." Tämä onnistuu hyvin esimerkiksi OpenAI:n ChatGPT:llä tai muilla tekoälysovelluksilla, jotka käyttävät GPT-3.5:tä tai GPT-4:ää.

4.5 Raporttien tekeminen ja normien tulkitseminen

Raporttien tekeminen ja normien tulkitseminen ovat sellaisia vaiheita suunnittelussa, jotka voidaan toteuttaa tekoälyn avulla. Esimerkiksi Quivr-applikaatio on tekoälypohjainen sovellus, joka pystyy integroitumaan mm. Google Driven, Microsoft Officen, pdf-tiedostojen ja monien muiden sovellusten ja tiedostomuotojen kanssa. Quivr toimii siten, että käyttäjä lataa ”aivoihin” omia tiedostojaan ja sen jälkeen voi alkaa kyselemään tietoja niistä. Sovellusta on mahdollista käyttää ilmaiseksi, mutta se tarjoaa myös maksullisia palveluja, joissa esimerkiksi voi tehdä enemmän aivoja kuin ilmaisversioissa. Koska Quivr käyttää GPT3-mallia, joka ymmärtää täysin suomea, voi kysymykset esittää suomeksi, vaikka aineisto olisikin alun perin eri kielellä. (Riutta 2023.) Tämän tekoälynsovelluksen hyvä puoli on se, että se käyttää aineistonaan pelkästään sitä, minkä käyttäjä sille antaa, jolloin se ei ala muiden GPT-pohjaisten mallien sijaan lisäämään itse sinne ”tietoa”.

Raporttien tekeminen sisältää monesti salattua dataa, joten sen tekeminen vaatii yrityksen sisälle rakennetun tekoälymallin. Raportit koostuvat monesti monen eri sovelluksen tiedoista, jotka kootaan yhteen. Tämä ei kuitenkaan ole este tekoälylle, sillä monia tekoälymalleja voidaan integroida eri sovelluksiin. Kun kysyin Smartbin toimitusjohtaja Mika Koivulalta onnistuisiko ja mitä vaatisi tekoäly pohjainen sovellus, joka osaisi tehdä raportteja kokoamalla tiedostoja hän vastasi, että onnistuu ja prosessi lähtisi liikkeelle siitä, että raporttien tekeminen aluksi automatisoitaisiin ja sen jälkeen siihen pystyisi ruveta kehittämään tekoälyä rinnalle.

Käytännön tasolla siis data-ammattilaiset tutkisivat yrityksen tiedostoja, joita tarvittaisiin opettamiseen ja sen jälkeen ne muutettaisiin opetettavaan muotoon koneoppimismalleille. (Koivula 2023.)

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella nykytilannetta tekoälyn käytössä rakennesuunnittelussa. Tarkoitus oli selvittää, miten tekoälyä hyödynnetään tällä hetkellä rakennesuunnittelutehtävissä, millaisia sovelluksia ja menetelmiä on käytössä sekä, miten tekoäly voi tehostaa suunnittelun eri tehtäviä. Sen lisäksi tavoitteena oli kartoittaa alan nykyisiä haasteita ja tulevaisuuden näkymiä. Opinnäytetyössä pyrin tuomaan esiin konkreettisia esimerkkejä ja tapauksia siitä, miten tekoälyn tuomaa potentiaalia voitaisiin hyödyntää rakennesuunnittelun parissa.

Tutkin tekoälyä rakennesuunnittelun näkökulmasta osallistumalla erilaisille tekoälyyn liittyville kursseille, lukemalla aiheeseen liittyviä artikkeleita ja tutkimuksia sekä seuraamalla käynnissä olevaa KIRA-digi-hanketta. Näiden avulla pyrin syventämään ymmärrystäni tekoälystä sekä siitä, miten sitä voitaisiin hyödyntää, ja mitä haasteita ja mahdollisuuksia siihen liittyy. KIRA-digin alla tehdyt haastattelut tarjosivat hyvin ajankohtaista tietoa ja käytännön esimerkkejä tekoälyn käytöstä rakennusalalla.

Tällä hetkellä markkinoilla tarjolla olevat tekoälypohjaiset sovellukset on suunnattu lähinnä arkkitehteille tai työnjohdolle, eikä käytännössä ole lainkaan ohjelmia, jotka olisi erityisesti suunniteltu rakennesuunnitteluun. Lisäksi niiden tarjoama lisäarvo on lähes olematon, etenkin betonirakennesuunnittelun osalta. Vaikka tekoälyä voidaan käyttää apuna rakennesuunnittelussa esimerkiksi erilaisten työkalujen ehdottamisessa ja liitosten lisäämisessä samanlaisiin paikkoihin, näitä toimintoja ei ole sisäänrakennettuna olemassa oleviin ohjelmiin. Sen sijaan yritykset ovat joutuneet luomaan omia sisäisiä malleja, mikä ei ole taloudellisesti kannattavaa ottaen huomioon tekoälyn tarjoamat mahdollisuudet suunnittelutyössä sekä siihen liittyvät kustannukset, kuten tekoälyn ammattilaisten palkkaaminen kehittämään tekoälyä.

Tekoälyä voidaan hyödyntää monissa muissa rakennesuunnittelun vaiheissa kuin pelkästään itse mallintamisessa, jonka rooli todennäköisesti tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Tekoälyä voidaan hyödyntää esimerkiksi yhteydenpidossa asiakkaiden kanssa mm. kääntämällä tekstiä eri kielille tai muodostamalla pohjan tietystä aiheesta, lähtötietojen kokoamisessa sekä normien tulkitsemisessä. Tekstin kirjoittaminen tekoälyllä on vaivatonta ja nopeaa ja tekoälyä voi pyytää kirjoittamaan valmis teksti parempaan muotoon. Lähtötiedoissa tekoäly voi tehostaa toimintaa, sillä se kykenee prosessoimaan nopeasti suurta joukkoa dataa sekä normien tulkinnessa tekoäly voisi

olla tehokas työkalu, koska se kykenee poimimaan tekstimassoista olennaiset asiat, ja siten se voi auttaa suunnittelijoita ymmärtämään vaatimukset ja ohjeet paremmin.

Tekemällä suunnitteluun tekoälypohjaisia sovelluksia parhaimman arvon saa keskittymällä mekaanisiin ja aikaa vieviin tehtäviin kuten lähtötietojen kokoaminen, normien tulkitseminen ja raporttien laatiminen. Niihin tehdyt tekoälymallit pystyvät tuottamaan enemmän arvoa kuin mallinnusohjelmiin tehdyt tekoälytyökalut, koska mallinnusohjelmiin on vaikeaa vielä opettaa paljon arvoa tuottavia työkaluja mallien omistaman suuren datan ja monivaiheisuuden vuoksi. Vielä ei osata muokata mallinnusohjelmissä olevaa suurta dataa sellaiseen muotoon, että sitä voitaisiin käyttää hyvin tekoälyn opettamisessa. Siksi mallinnusohjelmissä ei ole vielä ollenkaan sisäänrakennettuna tekoälyä.

Tällä hetkellä markkinoilla olevat tekoälysovellukset soveltuvat hyvin kielellisiin tehtäviin, esimerkiksi sähköpostien kirjoittamiseen tai kääntämiseen, mutta itse suunnitteluun tekoäly ei tuo niin paljon lisäarvoa, että siihen panostaminen olisi järkevää. Lisäksi mallien opettaminen ja kehittäminen on kallista ja vaatii ulkopuolista apua. Toki mielestäni silti kannattaa ottaa askelia kohti digitalisaatiota ja mahdollisia tekoälymalleja automatisoimalla mekaanisesti toistuvia tehtäviä, sillä niihin on sitten helpompi lähteä opettamaan tekoälyä.

LÄHTEET

Aatsalo, Johanna 2023. Suomalaisyhtiön tekoölyapulainen Wendy osaa jo auttaa työmaankin rutiineissa. Rakennuslehti. Hakupäivä 21.2.2024.

<https://www.rakennuslehti.fi/2023/12/suomalaisyhtion-tekoalyapulainen-wendy-osaa-jo-auttaa-tyomaankin-rutiineissa/>.

Aatsalo, Johanna 2024. Tekoöly avaa suunnitteluun ennennäkemättömän maailman- ”on pakko kyseenalaistaa kaikki, mitä näkee. Pitää olla paljon kriittisempi.” Rakennuslehti 4/2024. Hakupäivä 13.3.2024. <https://pek.emagz.fi/reader/issue/10333/369180/8>.

Aiforsite. Rakennetun ympäristön tekoöly, jonka jokainen projektitiimi tarvitsee. Verkkosivu. Hakupäivä 5.3.2024. <https://aiforsite.com/fi/wendy-ai-fi/>

Algoritmeilla rikoksia vastaan 2022. Ohjaus Julia Cort ja Chris Schmidt. Hakupäivä 30.1.2024. <https://areena.yle.fi/1-63564199>.

Borowska, Kasia-Bandara, Kosala. Using Ai for Sustainable Structural Desing with Daisy and Autodesk Research. Autodesk. Hakupäivä 9.1.2024. <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Using-AI-Sustainable-Structural-Design-DAISY-and-Autodesk-Research-2022#video>.

Euroopan komissio 2023. Shaping Europe’s digital future. Hakupäivä 7.2.2024. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fi/policies/regulatory-framework-ai>.

Euroopan parlamentti 2023. EU:n tekoölysäädös on ensimmäinen laatuaan. Hakupäivä 9.12.2023. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20230601STO93804/eu-n-tekoalysaadon-on-ensimmainen-laatuaan>.

Heinäjärvi, Maria 2021. Tekoölyn hyödyntäminen rakennusteollisuuden tietomalleissa. Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta. Tampereen yliopisto. Kandidaattitutkielma. Hakupäivä 20.2.2024. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/133962/Hein%E4j%E4rviMaria.pdf;jsessionid=2209033C561A7205306088CA54C0DB9B?sequence=2>.

Hirvijärvi, Kari. Aiforsite, toimitusjohtaja. Wendy Ai. Haastattelu 27.10.2023. Hakupäivä 4.3.2024. <https://www.youtube.com/watch?v=hJ8V32e7PUk>

Kesseli, Susanna 2023. EU:n tekoölysäädös – mistä on kyse ja miten varautua. Legalfolks. Hakupäivä 12.2.2024. <https://www.legalfolks.fi/post/eu-n-teko%C3%A4lys%C3%A4%C3%A4d%C3%B6s-mist%C3%A4-on-kyse-ja-miten-varautua>.

Koivula, Mika 2023. Puhelinkeskustelu. Hakupäivä 10.8.2023.

Koponen, Janne 2023. Johdatus tekoälyyn, Savonia AMK. Luento 20.11.2023.
<https://moodleold.savonia.fi/course/view.php?id=17739>. Vaatii tunnukset.

Kultanen, Paula 2023. Make a BIM keksi keinon vähentää rakennusten energiankulutusta – yritys syntyi hackathonimme inspiroimana. Forum Virium Helsinki. Hakupäivä 21.2.2024.
<https://forumvirium.fi/impact/ohjelmointikilpailu-vaikutti-yrityksen-perustamiseen/>.

Laasonen, Mauri 2018. Tekoälyä rakennusten suunnitteluun. KIRA-digi. Hakupäivä 15.2.2024.
<https://www.kiradigi.fi/kokeiluhankkeet/kokeiluhankkeet/tekoalya-rakennusten-suunnitteluun.html>.

Lamminen, Timo 2023. Koneoppimisen soveltaminen rakennesuunnittelun mallinnustyökalujen valinnassa. Rakennetun ympäristön tiedekunta. Tampereen yliopisto. Diplomityö. Hakupäivä 25.3.2024.
<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/147934/LamminenTimo.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Mitä on tekoäly ja koneoppiminen. Tekoäly rakennetussa ympäristössä- verkkokurssi. Minna-Learn. Hakupäivä 11.3.2024. <https://courses.minnalearn.com/fi/courses/ai-for-built-environment/tekoalyn-hyodyntamisen-edellytykset/mita-on-tekoaly-ja-koneoppiminen/>.

Nyqvist, Roope-Ainamo, Antti-Peltokorpi, Antti-Lavikka, Rita 2023. Miten digitaalinen transformatio aikaansaadaan rakennusteollisuudessa. Aalto- yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Hakupäivä 9.12.2023. <https://www.aalto.fi/fi/rakennustekniikan-laitos/miten-digitaalinen-transformaatio-aikaansaadaan-rakennusteollisuudessa>.

Pakkanen, Tuija 2023. Onko rakennetun ympäristön digitalisaatio pian valmis – vai löytyykö siitä vielä uutta tutkittavaa?, 3.09.46. Rakennetun ympäristön digipäivä.
https://www.facebook.com/digikira/videos?locale=fi_FI.

Peltokorpi, Antti – Ainamo, Antti - Nyqvist, Roope - Pitkänen, Henri 2023. Rakentamisen transformatio dataan perustuvilla älykkäillä prosesseilla (AIXCon) -tutkimushanke (4/2022-3/2024). Aalto- yliopisto. Hakupäivä 22.2.2024. <https://www.aalto.fi/fi/aixcon>.

Peltokorpi, Antti-Ainamo, Antti-Nyqvist, Roope-Ruottinen, Bettina 2023. Research Aalto. Data-driven intelligent processes for construction transformation-projekti. Hakupäivä 25.3.2024.
<https://research.aalto.fi/en/projects/aixcon-peltokorpi-t21400>.

Planradar, 2020. What is the potential for AI in construction. Blogiteksti. Hakupäivä 6.3.2024.
<https://www.planradar.com/ai-in-construction/>

Pohjolainen, Antti 2024. Tekoäly Anfralla. Luento. Hakupäivä 13.3.2024.

Riutta, Esa 2023. Näin saat tekoälyn, joka on koulutettu omilla tiedoillasi. Youtube-video. Hakupäivä 23.3.2024. <https://www.youtube.com/watch?v=11vsscAaC0Y>

Salomaa, Leo 2024. Yrittäjä. Make a BIM. Haastattelu 12.1.2024. Hakupäivä 24.2.2024.
<https://www.facebook.com/digikira/videos/901466741364441>.

Schwartz, Mark 2024. AI's Current And Future Impacts On Construction. Forbes Technology Council. Hakupäivä 28.2.2024. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2024/02/21/ai-current-and-future-impacts-on-construction/?sh=558c10ed3e9b>.

Talola, Tuomas 2022. Tekoäly rakennusalalla. Mestamaster. Hakupäivä 14.2.2024. <https://www.mestamaster.com/fi/post/tekoaly-rakennusalalla>

Teece, D. J. 2010. Business Models, Business Strategy and Innovation, vol. 43. Hakupäivä 24.2.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002463010900051X?via%3Dihub>

Tucci, Linda, Techtarget 2024. A guide to artificial intelligence in the enterprise. Hakupäivä 8.1.2024. <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/Ultimate-guide-to-artificial-intelligence-in-the-enterprise>.

LIITE PIILOTETTU

