

DIGITALISAATION VAIKUTUKSET RAKENNUSALAAAN

Heikkala Juhana

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2024

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan
koulutus
Insinööri (AMK)

Tekijä	Juhana Heikkala	Vuosi	2024
Ohjaaja(t)	Pekka Uutela		
Toimeksiantaja	-		
Työn nimi	Digitalisaation vaikutukset rakennusalaan		
Sivumäärä	24		

Tämä opinnäytetyö on täydennys aikaisempaan opinnäytetyöhön: Reaaliaikainen työmaan tuntiseuranta. Opinnäytetyö on tehty raportti muodossa ja siinä käsitellään mitä digitalisaatio on rakennusalan näkökulmasta. Digitalisaatio ja automaatio olivat myös osana aiempaa opinnäytetyötä johon, raportti tuo lisäarvoa.

Digitalisaatiolla ja automaatiolla tuotetaan lisäarvoa koko rakennusalan toimittajille. Lisäarvo näkyy muun muassa töiden nopeutumisena, parempana suunnittelun ja rakentamisen laatuna, lisääntyneenä informaation määränä sekä työn mielekkyyden kasvuna. Opinnäytetyö pyrkii tarjoamaan rakennusosalalle keinoja tehdä onnistuneita digitalisaatioprojekteja.

Digitalisaatio rakennusosalalla osiossa käytiin läpi, kuinka yhteiskunnassa ja rakennusosalalla ymmärretään digitaalisuus ja mitä siitä ajatellaan. Käsiteltiin parametrilista suunnittelua, mallintamista sekä automaatiota ja miksi se on iso digitalisaatiomuutos rakennusalan suunnittelussa. Osion lopussa käsiteltiin rakennusalan digitalisaatio-osaamista ja millaista osaamista tulevaisuudessa tarvitaan.

Pohdinta osiossa käsiteltiin rakennusalan työtehtävieni kautta onnistuneita ja epäonnistuneita digitalisaatioprojekteja. Onnistuneiden digitalisaatioprojektien keskiössä ovat yksilöiden digitaaliset taidot, organisaation valmius ja tuki sekä käyttäjien asenteet. Digitalisaatioprojekti on aina lähtökohtaisesti prosessimuutos.

Avainsanat

automaatio, digitalisaatio, rakennusala

Construction and civil engineering
Bachelor of Engineering

Author	Juhana Heikkala	Year	2024
Supervisor(s)	Pekka Uutela		
Commissioned by	-		
Title	Digitalization in construction industry		
Number of pages	24		

This thesis is an extension to the previous thesis Real-Time Monitoring of Working Hours on Construction Site. Digitalization and automation were also part of the previous thesis, to which this report aims to bring extended value.

The thesis was done in the form of a report, and it reflects on what digitalization means from the perspective of the construction industry. Due to the nature of the thesis and the research question, a qualitative research method was used as the main research method. The research was carried out in the form of interviews with subject experts, a literature review and extensive source material that dealt with digitalization in Finnish society and the construction industry, as well as automation and parametric modeling. This theoretical foundation became an integral part of the successful implementation of digitization projects.

When comparing the theoretical basis to various digitization projects, this thesis showed that the focus of successful digitization projects is on the individual's digital skills, readiness of user and company, user attitudes, and organizational support. Without forgetting the fact that a digitalization project is always essentially a process change. Digitalization and automation create added value for the entire supply chain of the construction industry. This can be seen, among other things, in speeding up the work, better design and construction quality, increased amount of information, and an increase in the meaningfulness of the work. The thesis aims to provide tools to success with digitalization projects in construction industry.

Keywords automation, digitalization, construction industry

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 DIGITALISAATIO RAKENNUSALALLA.....	8
2.1 Digitalisaatio yhteiskunnassamme	8
2.2 Digitalisaatio rakennusalalla	9
2.3 Parametrinen suunnittelu ja mallintaminen	10
2.4 Rakennusalan digitalisaatio-osaaminen.....	13
2.5 Rakennusalan digitalisaatio-osaamisen tulevaisuuden tarpeet.....	14
3 POHDINTA	17
3.1 Infrarakennustyömaa	17
3.2 Rakennuttajakonsultti.....	18
3.3 Computational Design Specialist	19
3.3.1 Digitalisaatio ja kypsyyssanalyysi.....	19
3.3.2 Parametrinen mallintaminen ja ohjelmointi.....	20
3.3.3 Digitalisaatio ja kehitystyö	21
LÄHTEET.....	22

ALKUSANAT

Digitaalisuus on näkynyt elämässäni aivan lapsuudestani asti lähtien Commodore 64 kotimikrosta ja Nintendo taskupeleistä alkaen. Ensimmäisistä käytössä olleista tietokoneista monokromisilla näytöillä ilman käyttöliittymiä tämän päivän teknologiaan, jossa pienessä puhelimessa on monin kerroin enemmän laskutehoa kuin vanhoissa kannettavissa tietokoneissa. Jo minun tietokoneideni käytön alkuajoista asti on digitaalisuus tuonut myös mukana kehittämisen, kun tarpeellisia ohjelmia ei vain ollut vielä olemassa. Minun digitalisaatiojuureni ovat 1990-luvun alkupuolelta ja sieltä ne ovat jatkaneet kasvuaan 2000-luvulla TietoEnator Oyj:n ja Nokia Oyj:n palveluksissa nykyhetkeen, jossa ne ovat käytössä rakennusosalalla.

Haluan osoittaa kiitokseni työkavereilleni ja esihenkilöille kaikesta saamastani tuesta Ramboll Finland Oy:ssä.

Kiitän kaikkia läheisiäni ja ystäviäni kannustamisesta ja tuesta opintojeni aikana.

Eryityisesti haluan kiittää Mirva Siuruaa ymmärtämisestä ja lämpimästä tuesta.

This Is The Way!

Oulussa 10.3.2024

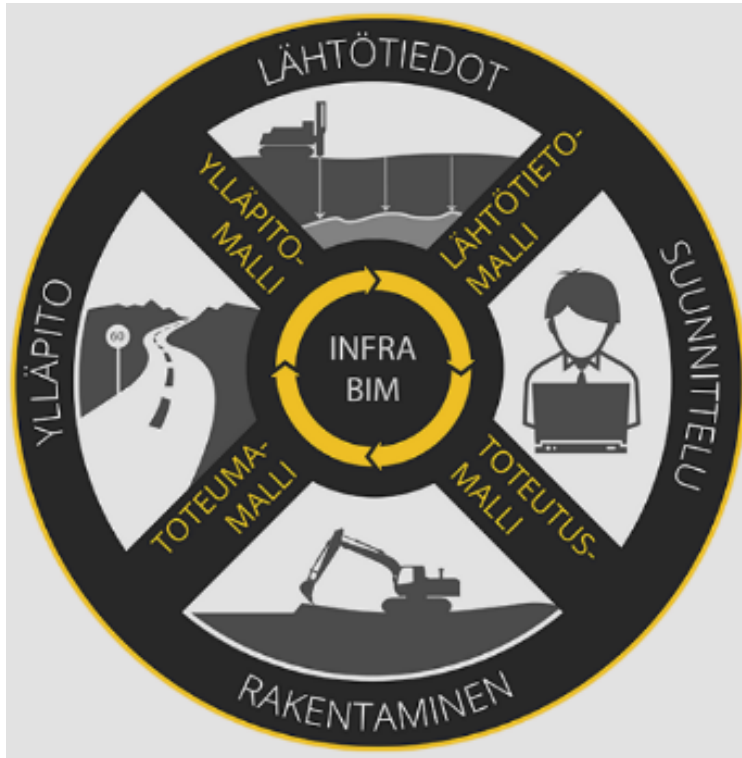
Juhana Heikkala

.....

1 JOHDANTO

Viime vuosien aikana yhteiskunnassamme on voimakkaasti puhuttu digitalisatiosta ja sen tuomista hyödyistä. Digitalisaation hyötyjen tai vaikutusten mittaaminen on kuitenkin hyvin vaikeaa, sillä digitalisaation tuomat muutokset harvoin ovat samanlaisia. Vuonna 2016 rakennusmestariopintoihin liittyvässä opin- näytetyössäni ”Reaaliaikainen työmaan tuntiseuranta” käsittelin muun muassa tietokoneohjelmien käytettävyyden vaikutuksia yrityksen henkilöstön tehokkuu- teen (Heikkala 2016, 12–15). Opinnäytetyöhön liittyvässä loppuhaastattelusta ilmeni, että suurin osa työntekijöistä koki käyttöönotetun ohjelmiston helpotta- van heidän päivittäistä toimintaansa (Heikkala 2016, 58). Opinnäytetyöni oli on- nistunut digitalisaatioprojekti. Ensimmäisenä tutkittiin yrityksen nykyinen toimin- tatapa ja siihen liittyvät toiminnot. Toiminnoista tunnistettiin hitaat ja työläät työ- tehtävät. Toisessa vaiheessa määriteltiin uusi toimintatapa ja tehtiin muutokset, tässä tapauksessa uusi räätälöity ohjelmisto. Kolmannessa vaiheessa tutkittiin muutoksien vaikutukset. Tuolloin kävi selville, että riippumatta digitalisaatioon liittyvästä muutoksen koosta, onnistunut muutos tarvitsee jokaisen edellä maini- tun vaiheen läpikäynnin.

Olen työskennellyt infrarakennusalla ylläpitoa lukuun ottamatta kaikissa kuvios- sa 1 näkyvissä maanrakennusurakan vaiheissa. Lähtötiedot- ja suunnitteluvai- heessa olen edustanut tilaajaa rakennuttajakonsulttina. Suunnitteluvaiheessa olen tehnyt suunnittelijoille parametrisia työkaluja suunnittelutyön nopeutta- miseksi sekä laadun parantamiseksi. Rakentaminen -vaiheessa olen toiminut työmaalla rakennusmestarina ja työmaainsinöörinä sekä valvojana tie-, silta- ja meriväylä-hankkeissa.



Kuvio 1 Maanrakennusurakan vaiheet: lähtötiedot, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito (Novatron Oy 2015)

Tämän lopputyön laajennoksen tarkoitus on käsitellä rakennusalan digitalisaation ja parametrin mallintamisen vaikutusta infra-alan suunnitteluun. Raportin/Opinnäytetyöni tarkoitus on tuoda lisäarvoa koko toimitusketjulle, joka näkyy muun muassa töiden nopeutumisenä, suunnittelun ja laadun paranemisenä sekä kasvavana informaation määränä.

2 DIGITALISAATIO RAKENNUSALALLA

Digitalisaatio jakaantuu kahteen erilaiseen muotoon riippuen käsitteen käyttäjän roolista ja tarkastelukulmasta. Ensimmäisessä tavassa puhutaan digitalisaatios-
ta johtamisen kehyksenä. Tässä tavassa digitalisaatio on työkalu, jota käytetään
hyödyksi saavuttamaan ennalta määritellyjä asioita. Toisessa tavassa digitali-
saatio on muutosprosessi, itsessään etenevä ilmiö, joka edistyessään aiheuttaa
erilaisia muutoksia ympärillään. Digitalisaatio –käsitteen merkityssisältö ei kui-
tenkaan näyttäisi muuttuvan siitä millä tavalla siitä puhutaan. (Kortelahti 2019,
47–48.)

2.1 Digitalisaatio yhteiskunnassamme

Pääministeri Sanna Marinin hallituksen hallitusohjelmatavoitteiden mukaisella
digitalisaation edistämishjelmalla (Digiohjelma) tavoiteltiin julkisen sektorin
teknologia ja digitalisaatiokyvykkyyden nostamista. Edistämishjelmalla kehitet-
tiin myös julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä. Suomi halutaan tuntea digi-
talisaaion edelläkävijänä, joka hyödyntää, kehittää ja käyttöönottaa digitaalisia
ratkaisuja yli hallinto- ja toimialarajojen. Digiohjelmalla tuettiin viranomaisia
tuomaan palvelunsa kansalaisten ja yritysten saataville digitaalisina vuoteen
2023 mennessä. (Owalgroupp 2023.)

Sosiaali- ja terveysministeriön (Sosiaali- ja terveysministeriö 2015) julkaisussa
Digitalisaatiolinjaukset 2025, esitetään digitalisaation tarkoittavan seuraavaa:
*Digitalisaatio on sekä toimintatapojen uudistamista, sisäisten prosessien digitali-
sointia, että palveluiden sähköistämistä. Kyse on isosta oivalluksesta, miten
omaa toimintaa voidaan muuttaa jopa radikaalisti toisenlaiseksi tietotekniikan
avulla. Käyttäjälähtöisyys on olennainen osa digitalisaatiota. Hallintoa on kehi-
tettävä asiakkaan näkökulmasta, oli sitten kyse ulkoisesta tai sisäisestä asiak-
kaasta. Käyttäjälähtöiset digitaaliset julkiset palvelut ovat myös Suomen kilpailu-
kyvyn edellytys.* (Sosiaali- ja terveysministeriö 2015)

2.2 Digitalisaatio rakennusalalla

Tietokoneet ja digitaalisuus ovat avustaneet ja muuttaneet rakennusalaa jo muutamia vuosikymmeniä. Tietotekniikan käyttö on tuonut tehokkuutta manuaaliseen työhön ja helpottanut tiedonhallintaa, kun kaikki tarvittava tieto rakentamisesta ja ympäristöstä voidaan tallentaa joissain muodossa digitaalisesti. Tämä on johtanut tilanteeseen, jossa tietojenkäsittelytaitojen merkitys kasvaa entisestään. (Arokoski 2020, 1.)

Kiinteistö- ja rakentamisfoorumin 2022 julkaiseman KIRA-kasvuohjelman teemoina ovat vihreä siirtymä, tuottavuus ja digitalisaatio sekä koko elinkaaren läpäisevä arvonluonti. Näille kolmelle teemalle on tunnistettu 13 kasvumahdollisuutta, jotka luovat kilpailuetua ja ratkaisevat keskeisiä haasteita, kuten asiakastyytyväisyyttä, laatua, kannattavuutta ja tuottavuuden kehitystä. Näistä kasvumahdollisuuksista suurimmat potentiaalit nähdään muun muassa kestävässä rakennuksissa ja infrassa, vähähiilisisä rakennusmateriaaleissa, energiatehokkaissa ratkaisuisissa ja energian käytön optimoinnissa. Aaltosen viittaamassa tutkimuksessa alan yritykset aikoivat tulevaisuudessa investoida näihin. (Aaltonen 2022.)

Tällä hetkellä rakennusalaa vaivaa systeeminen ongelma ja konservatiivisuus; uudet ratkaisut jätetään käyttämättä, koska ne edellyttävät kaikkien osapuolten vakiintuneiden liiketoimintamallien ja toimintatapojen muutosta. Rakennusalan tuottavuus ei ole parantunut viime vuosikymmeninä, vaikka digitalisaation tarjoamien työkalujen myötä näin olisi voinut olettaa tapahtuneen. Nykyisellä työvoimamäärällä voitaisiin rakentaa enemmän, mikäli uudet tuottavuusratkaisut otettaisiin käyttöön. Tämä vaikuttaisi myös suoraan niin kansantalouteen kuin ympäristökuormaan. (Seppänen 2022.)

Ascanio (2023) on tehnyt Rambollissa sisäisen tutkimuksen, jossa hän haastatteli yli neljääsataa Rambollin toimistoissa ympäri maailman työskentelevää silta- ja tunneliasiantuntijaa koskien digitalisaatiota ja parametrissa suunnittelua. Hän mainitsee tutkimuksessaan törmänneensä suhteellisen hitaasti vaihtuviin asenteisiin koskien digitalisaatiota.

Kohtamäki (2018) kirjoittaa omassa blogissaan, että digitalisaatio on arkipäivää meille kaikille. Vaikkakin rakennusalalla osa toimintatavoista on siirretty mobiilialustalle, Kohtamäki näkee, etteivät ne vielä synnytä tarvittavaa tuottavuusloikkaa, sillä ala on digitalisaation näkökulmasta kokonaisuudessaan jälkijunassa. Myös Optiplanin (2018) julkaisussa kerrotaan tuottavuusongelmien johtuvan rakennusalan digitalisaation matalasta tasosta. Vaikka suunnittelualalla on jo pitkään suunniteltu rakennuksia viimeisiä yksityiskohtia myöten tietomalleina, niin vieläkin rakennetaan perinteisin menetelmin. Optiplanin hankekehityspäällikkö Elmeri Kryssi kommentoi julkaisussa ”Rakennusten rakentaminen on siis mahdollista ilman ainuttakaan paperisuunnitelmaa, ja asian mahdollistava tietotekniikka on jo olemassa.”.

Avoimiin standardeihin perustuva tietomallintaminen on jatkossakin yksi tärkeimmistä osista tehokkaassa digitalisaatiossa. Avoimien metodien, jatkuvasti kehittyvä sekä laajeneva ohjelmistotyökalujen ja työprosessien universumi edellyttävät, että tiedot ovat avoimia eivätkä niitä ole lukittu tiedostomuotoihin tai omiin pilvijärjestelmiin. Tänä päivänä voidaan nähdä suunnitteluohjelmiston sisäisiä tai ulkoisia sovelluksia reaaliaikaiseen analysointiin ja päätöksentekoon. (Roberts 2023.)

2.3 Parametrinen suunnittelu ja mallintaminen

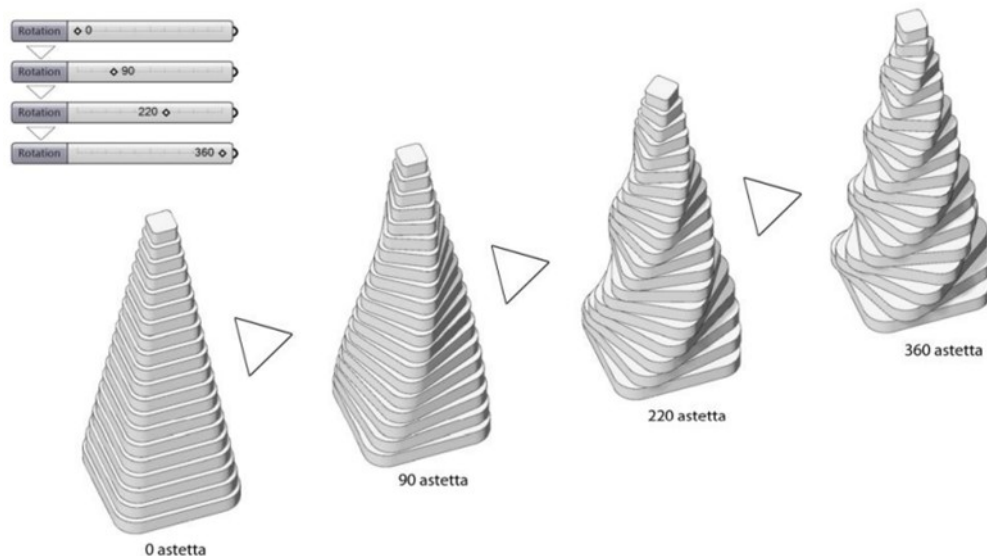
Parametrinen suunnittelu on osa nykyaikaisen suunnittelutoimiston työkalupakia. Se mahdollistaa tehokkaan suunnitteluratkaisujen vertailun. Automatisoinnin avulla on mahdollista saavuttaa alalla todellinen tuottavuusloikka. (Pirhonen, Vähänen, Forsman. 2023.)

Parametrisen suunnittelun eli algoritmiavusteisen suunnittelun tavoitteena on suorittaa tehtävät aikaisempaa nopeammin ja laadukkaammin. Sitä voidaan käyttää niin kertaluonteisissa kuin säännönmukaisissa tehtävissä infra- ja talorakentamisessa. (Sweco 2023.)

Parametri on määritelty muuttuja tai määre, jonka perusteella suoritetaan ennalta määritettyjä tehtäviä annettujen ehtojen mukaisesti. Näitä tehtäviä kutsutaan algoritmeiksi. Käytettäviä parametrejä voi olla esimerkiksi paikkatietokoordinaatti, annettu kuormitustieto tai kappaleen puristuslujuus. (Vähänen 2019, 28.)

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kun parametria, eli lähtöarvoa muutetaan, algoritmin suorittama prosessi ja sitä kautta myös algoritmin tuottama tulos päivittyvät reaaliajassa. (Lahti 2022)

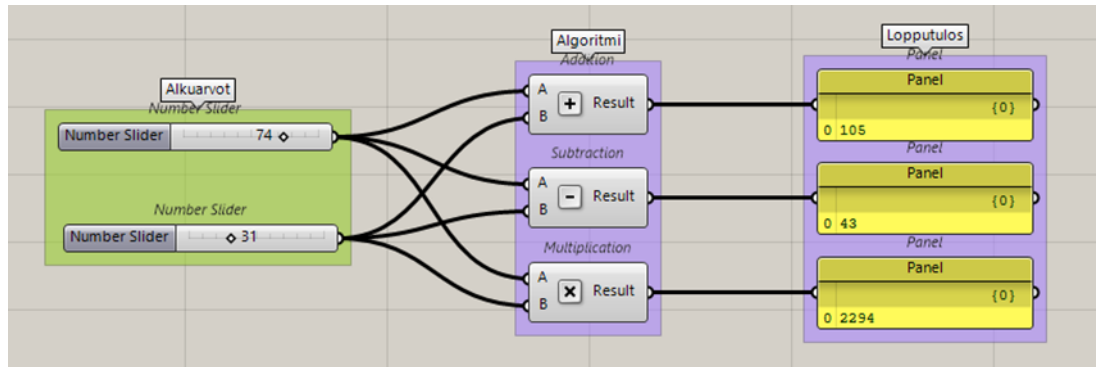
”Parametrinen mallinnus” käsitteenä kuvaa mallinnustapaa, jossa parametrien ja algoritmien avulla luodaan geometrinen malli. Kuviossa 2 on parametrinen geometriaa kuvaava malli, jossa yhden tason käännös on yksi osatapahtuma ja raja-arvoina korkeus ja kappaleiden määrä. Osatapahtuman lähtöarvo on alemman tason kulma. Kun näitä parametreja ja algoritmeja käytetään esimerkiksi rakenteiden mitoituksessa, soveltuu ”Parametrinen suunnittelu” täten paremmin kuvaamaan prosessia. (Vähänen 2019, 28–29.)



Kuvio 2 Parametrisella mallintamisella luotu geometria (Tanska & Österlund 2014, 27)

Parametrinen suunnittelu ja mallintaminen ovat visuaalista ohjelmointia ja muistuttaa ohjelmistokehitysprojektia, joka vaatii kykyä pilkkoa tehtävä riittävän pieniin aliongelmiin ja ohjelmoida ne algoritmiksi (Pirhonen ym. 2023). Visuaalinen ohjelmointi sisältää perinteisen tekstimuotoisen ohjelmakoodin lisäksi visuaalisia ohjelmakomponentteja, joita visuaalisesti linkittämällä voidaan suorittaa tietty tapahtumaketju. Visuaalinen ohjelmakoodi ei korvaa perinteisiä menetelmiä, koska kaikkia mahdollisia toimintoja ei ole voitu luoda valmiiksi. Perinteisillä menetelmillä kuten VB.net, C# ja Python, voidaan kirjoittaa tekstimuotoista ohjelmakoodia visuaalisen ohjelmakoodin sekaan. Linkitetyillä ohjelmakomponen-

teilla luodaan tapahtumaketju, joka tuottaa aina tietyn lopputuloksen lähtöparametrien avulla. Tapahtumaketjun eli algoritmin ansiosta tulokset päivittyvät reaaliajassa ja tämä helpottaa mahdollisten virheiden havainnoimista ja vaihtoehtojen nopeaa vertailua. (Vähänen 2019, 29–30.) Kuviossa 3 on esimerkkinä lyhyt tapahtumaketju, jossa samoille alkuarvoille tehdään erilaisia laskutoimituksia ja näiden laskutoimituksien lopputulokset kerrotaan visuaalisesti käyttäjälle.



Kuvio 3 Esimerkki Visuaalisen ohjelmoinnin tapahtumaketjusta (Heikkala 2024)

Visuaalisen ohjelmoinnin yhdistäminen suunnitteluprosessiin avaa mahdollisuuksia automatisoida toistuvia tehtäviä ja suunnitella tehokkaasti monimuotoisia geometrisiä rakenteita. Visuaalisten ohjelmointialustojen käyttö on alkanut arkkitehtisuunnittelusta noin 15 vuotta sitten kun McNeel julkaisi Rhinoceros3D + Grasshopper ohjelmiston vuonna 2007. Noin 2016 se alkoi yleistyä rakennesuunnittelussa, kun suunnitteluohjelmien ohjelmointirajapinnat (API) mahdollistivat tiedon liikkumisen algoritmin ja suunnitteluohjelman välillä linkkikomponentteja käyttäen. Mikäli linkkikomponenttia ei ole, ohjelmistojen ohjelmointirajapinnat mahdollistavat sen tekemisen itse. Algoritmeja ja muuta automatiikka tulisi rakentaa niin että niitä voidaan hyödyntää useissa projekteissa. Niiden keskeisimpiä hyötyjä ovat:

- ajansäästö automatisoimalla rutiinitehtävät
- kustannustehokas ja muuntojoustava tapa mallintaa haastavia geometrisiä muotoja
- kustannustehokas tapa tuottaa vaihtoehtoja
- vähentää inhimillisen virheen mahdollisuutta
- suunnittelun lopputuloksen laadun paraneminen. (Pirhonen ym. 2023.)
- ajankäyttö suunnittelijaa vaativiin työtehtäviin (Tapanainen 2024).

2.4 Rakennusalan digitalisaatio-osaaminen

Turun Yliopiston (2023) loppuraportin mukaan rakennusalan digitalisaatio on alkutaipaleella ja näyttäyty vieraana, vaikka rakentamistiedon digitalisointi on tärkeä osa alan kehittymistä kohti kestävämpää, tehokkaampaa ja laadukkaampaa toimintaa. Erityisesti pienissä yrityksissä työntekijöiden digitaalinen osaaminen on vasta kehittymässä. Työntekijöiden digitaalisen osaamisen kehittäminen on tärkeää, jotta teknologian käytöstä saadaan niin ihmisten kuin yrityksenkin toimintaan tavoiteltuja hyötyjä irti. Digitaalisen osaamisen kehittäminen vaikuttaa työn tuottavuuteen ja edistää tiedonkulkua. (Turun Yliopisto 2023, 5.)

Digitalisoituvassa maailmassa ohjelmistot, laitteet ja järjestelmät muuttuvat jatkuvasti. Tämä johtaa tilanteeseen, jossa digitaalinen osaaminen vanhenee valittavan nopeasti ja näin digitaalisen osaamisen kehittäminen onkin jatkuva tehtävä. Digitaalinen osaaminen rakennusalalla loppuraportissa esitellään rakennusalan digitaalisen osaamisen koostuvan neljästä eri osa-alueesta, joiden avulla rakennusalan yritys voi vahvistaa digitaalista osaamista; yksilöiden yleiset digitaaliset taidot, käyttäjien ja yritysten valmiudet, käyttäjien asenteet ja organisaation tuki. (Turun Yliopisto 2023, 5.)

Yksilöiden yleiset digitaaliset taidot koostuvat järjestelmien käyttöosaamisen lisäksi yleisistä digiosaamisesta älylaitteiden käyttöön otosta alkaen. Älylaitteiden käyttäminen vapaa-ajalla tukee myös yleisiä digitaalisia taitoja töissä, kun erilaiset sovellukset ja niiden toimintalogiikka on tuttua. Näiden yleisten digitaalisten taitojen perustana ovat tieto- ja viestintätekniiikan taidot. Yksilöt pystyvät teknologian avulla etsimään tietoa ja arvioimaan kriittisesti kerätyn tiedon luotettavuutta, erottamaan mahdollisia riskejä sekä kykenevät viestimään ja osallistumaan yhteistyöverkostoihin internetin välityksellä. Yksilöt myös ymmärtävät digitalisaation mahdollisuudet jokapäiväisessä työssä. (Turun Yliopisto 2023, 6.)

Hyvät käyttäjien ja yritysten valmiudet edesauttavat, kun halutaan kehittyä seuraavalle tasolle digitalisaation käytössä. Käyttäjien valmiutta voidaan kasvattaa kouluttamalla ja käyttämällä teknologiaa säännöllisesti töissä. Yrityksen valmius näkyy sen halukkuutena muuttaa omaa toimintaa ja prosesseja sekä ottaa uutta teknologiaa käyttöön. (Turun Yliopisto 2023, 6.)

Yksi keskeinen onnistumisen edellytys yrityksen pyrkimykselle kehittää digitaalisten teknologioiden hyödyntämistä on käyttäjien myönteinen asenne digitaalisiin välineisiin sekä myönteinen suhtautuminen uusiin teknologioihin. Myönteinen suhtautuminen kannustaa uusien teknologioiden aktiiviseen käyttöön päivittäin. (Turun Yliopisto 2023, 6.)

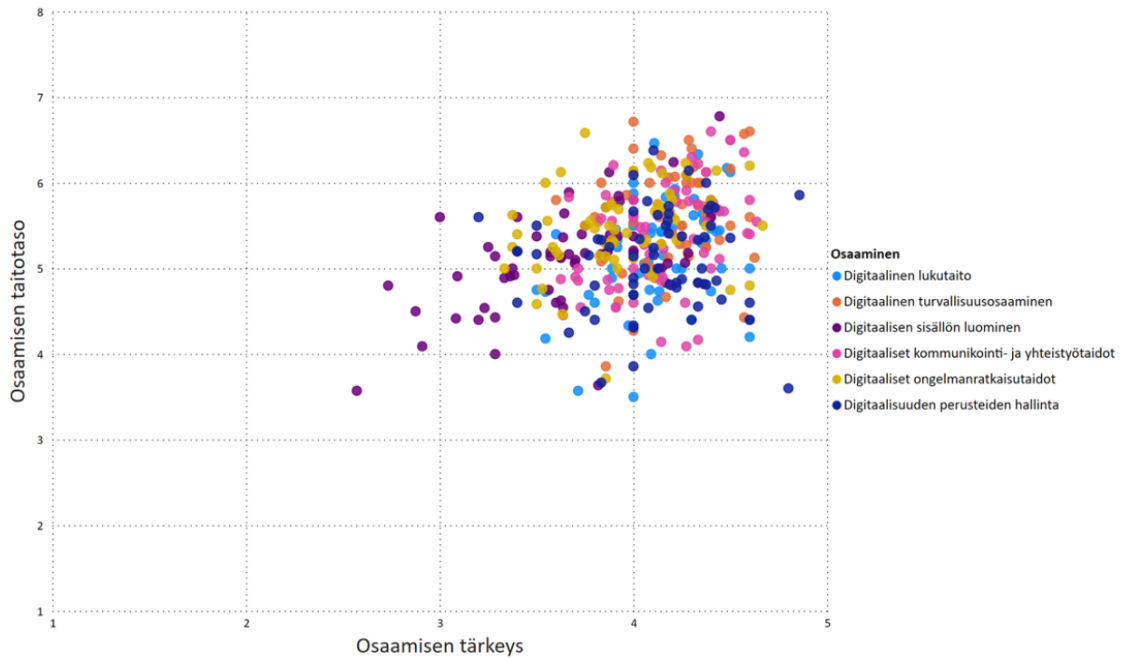
Organisaation tehtäviin kuuluu luoda työntekijöille puitteet, joissa he voivat hyödyntää ja kehittää digiosaamistaan. Organisaation tuki onkin osa digitalisaation osaamisen kokonaisuutta. Antamalla aikaa oppimiselle, kouluttamalla ja investoimalla nykyaikaisiin teknologiaratkaisuihin organisaatio voi edistää työntekijöiden digitaalista toimintakykyä ja parantaa liiketoiminnan tehokkuutta. (Turun Yliopisto 2023, 7.)

Tietojenkäsittelytaitojen merkitys kasvaa työelämässä ja ne ovatkin yksi tärkeimmistä taidoista algoritmisessa suunnittelussa. Arokoski kommentoi diplomityössään, että rakennusalojen koulujen ja oppilaitosten on ollut haasteellista kasvattaa tietotekniikan osuuden määrää opintosuunnitelmissaan digitalisaatiokehityksen vaatimuksien tasolle. Viimeisen vuosikymmenen aikana on yritysten ja koulujen tahdosta ilmestynyt algoritmisten menetelmien tutkimuksia ja kehityshankkeita, joilla pyritään lisäämään digitaalista osaamista rakennusallalla. (Arokoski 2020, 1–2, 29.)

2.5 Rakennusalan digitalisaatio-osaamisen tulevaisuuden tarpeet

Opetus- ja kulttuuriministeriö opetushallituksen kanssa koordinoima Osaamisen ennakointifoorumi arvioi kyselytutkimuksen perusteella ammattialojen digitaaliset ja kestävyysosaamiset niin laaja-alaisena, että ammattikohtaisena (Opetushallitus 2023b, 4). Rakennus - ja kiinteistöalan asiantuntijat ja työntekijät edustavat tässä kyselyssä yhtä ammattialaa (Opetushallitus 2023b, 13).

Kuviossa 4 nähtävistä osaamiskyselyn vastauksista muodostuneesta kuvaajasta ilmenee, että työelämässä tarvitaan edistynyttä digitaalista osaamista 2030-mennessä. Y-akselilla osaamisen taitotasovaatimusta arvioitiin asteikolla 1-8 (1 = perusosaaminen, 8=asiantuntijuus). X-akselilla osaamisen tärkeyttä arvioitiin asteikolla 1-5 (1 = ei lainkaan tärkeää, 5 = erittäin tärkeää). Kuviossa näkyvä pallo esittää yksittäisen ammattialan keskiarvoa. (Opetushallitus 2023b, 16.)

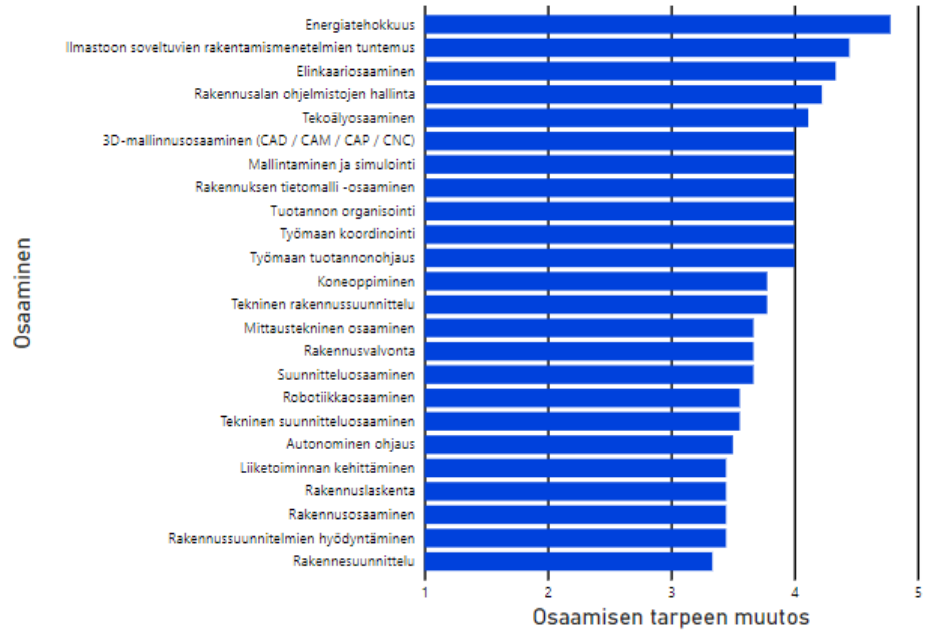


Kuvio 4 Digitaalinen osaaminen (Opetushallitus 2023b, 16)

Samasta kyselystä Opetushallitus (2023a) on julkaissut myös ensimmäistä kertaa verkkoraportin, jossa voidaan tarkastella ammattikohtaisesti osaamistarpeiden muutosta vuoteen 2030. Kuviossa 5 esitetään rakentamisen ammattialakohtaisten osaamistarpeiden muutos, josta ilmenee erilaisten digitaalisen osaamisen kuten ohjelmistojen hallinnan, mallinuksen ja tietomallinuksen sekä tekoälyosaamisen korkean osaamistarpeen muutoksen rakennusosalalle.

Ammattialakohtaisten osaamistarpeiden muutos vuoteen 2030

1 = Osaamisen tarve vähenee huomattavasti - 5 = Osaamisen tarve kasvaa huomattavasti



Kuvio 5 Rakentamisen asiantuntijat ja työnjohtajat –ammattialakohtaisten osaamistarpeiden muutos (Opetushallitus 2023a, 2)

3 POHDINTA

Urallani rakennusalan työtehtävissä olen kohdannut hyvin paljon erilaisia tilanteita, joissa digitalisaatiota on haluttu tuoda auttamaan projektia suoriutumaan annetuista tehtävistä tehokkaammin tai paremmin. Osassa tilanteista on ratkaistu mahdolliset haasteet digitalisaation avulla ja osassa tilanteista digitalisaatio on koettu liian kalliiksi tai vaikeaksi ottaa käyttöön.

3.1 Infrarakennustyömaa

Toimiessani infrarakennustyömaan työmaainsinöörinä tierakennukseen liittyvissä projekteissa työkuvani sisälsi paljon aikaa vieviä toistuvia tehtäviä. Esimerkkinä tehtävä, jossa haetaan tarkemittausdata tietokoneelle kaivinkonejärjestelmistä ja luodaan näiden mittauksien pohjalta laatuaineistoa. Tarve muutokselle tuli omasta työstä ja toteutin tuolloin Python ohjelmointikielellä työkalun, joka kävi hakemassa työmaalla käytettyjen kaivinkoneohjauslaitteiden mittausdatan ja järjesteli ne rakennuspinoittain omiin tiedostoihin. Tämän yhden ohjelman aikasäästö viikon työtunneista oli noin 3–5 tuntia per viikko.

Työmaainsinööri tehtäviin liittyvät tierakennusprojektit työllistivät hyvin paljon eri toimijoita ja tuolloin törmäsimme kommunikaatiohaasteisiin eri toimijoiden kanssa. Kommunikaatio haasteita ratkaistiin työmaalla kehittämämme kommunikaatioprosessin ja ohjelmiston avulla. Kommunikaatioprosessi ja siihen liittyvä ohjelmisto helpotti työmaakokouksissa selvitystä siitä, mitä edellisen kuukauden aikana oli toimijoiden välillä keskusteltu. Hokkanen (2024) kertoo haastattelussa kyseisten kehitettyjen prosessien ja työkalujen poistuneen käytöstä projektien valmistuttua.

Työmaalla oli työmaainsinööri tehtäviin liittyvissä kehitystöissä digitaalisen osaamisen neljästä eri osa-alueesta käytössä kolme: käyttäjien ja yritysten valmiudet, käyttäjien asenteet ja organisaation tuki. Kokemuksieni mukaan hyvin harvalla työmaalla toimivalla henkilöllä on tarvittavat ICT-taidot digitalisaatioprojektien tehokkaaseen läpivientiin. Rakennustyömaalla näkyi erittäin vahvasti digitaalisen osaamisen puute, kun työmaan toimihenkilöillä ei ole tarpeellisia perustaitoja, jotka olisivat helpottaneet omia päivittäisiä tehtäviä. Mielestäni yksi

juurisyy kehitettyjen prosessien ja työkalujen poistumiselle oli puutteet yksilöiden yleisissä digitaalisissa taidoissa sekä käyttäjien ja yrityksen valmiuksissa siirtää ne uudelle työmaalle.

3.2 Rakennuttajakonsultti

Rakennustyömaalta siirryin digitalisaatio- ja kehitystehtäviin rakennusvalvontaa ja rakennusurakoiden kilpailuttamista suorittavaan yritykseen. Edellisissä projekteissa työmaan koneohjaukseen ja rakentamisen laatuun liittyvät tehtävät olivat kouluttaneet minulle tietomallinnusosaamista, jota yritykseltä ei aiemmin löytynyt. Ensimmäisenä vuotena tutustuin rakennuskonsultin päätehtäviin erilaisten rakennuttamis- ja valvontaurakoiden kautta. Rakennusvalvonta- ja kilpailustehtävissä minulle selvisi kaupunkien, kuntien ja urakoitsijoiden digitaali-osaaminen puutteet. Esimerkkinä urakoitsijan puutteet laatuaineiston muodostamiseen, kun urakoitsijalta puuttui urakan laatuaineistoon tehtävien mittauksien laitteet ja niihin liittyvä osaaminen. Toisena esimerkkinä kuntien ja kaupunkien valmiuksien puuttuminen käyttää ohjelmistoja tai seurata Yleisiä Inframallivaihtimuksia (YIV) (BuildingSMART Finland 2021). Tarvittaviin sovelluksiin ei ollut lisenssejä ja digitaalisen arkistoinnin puuttuminen pakotti luovutusaineistojen tulostamisen ja kansioimisen.

Valvontatehtävien kehitystyö vaikeutui koska työpanokseni ohjattiin täysin asiakasprojektityöhön. Ymmärrettävästi konsulttialalla asiakasprojektityö on eilinehto yrityksen toiminnalle. Jälkikäteen arvioituna digitaalisen osaamisen neljästä eri osa-alueesta työnantajallani oli vain kaksi käytettävissä; organisaation tuen ja organisaation valmiuksien puute olivat suurin ongelma miksi kyseiselle rakennusvalvontayritykselle ei loppujen lopuksi kehitetty prosesseja tai työkaluja. Yrityksen johdon ajatus kehittää yritystoimintaansa asiakasprojektien yhteydessä oli mielestäni virheellinen. Tämänlainen kehittäminen luo tilanteen, jossa jokainen kehitysprojekti kehittää yritystä eri suuntaan koska jokainen asiakasprojekti on erilainen.

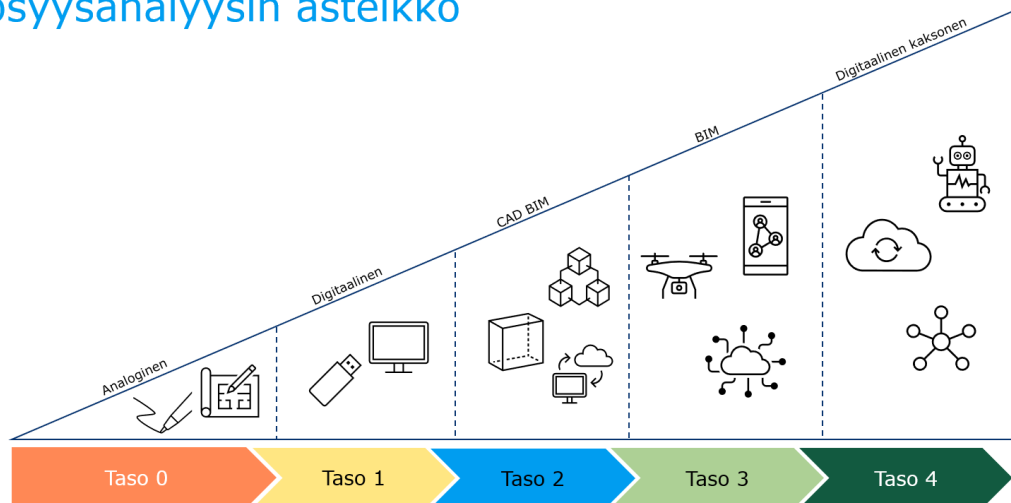
3.3 Computational Design Specialist

Siirryin rakennuttajakonsultin tehtävistä kansainvälisen suunnitteluyrityksen Rambollin Suomen infrasuunnittelun kehitystiimiin, jossa tänä päivänä toimin Computational Design Specialist–roolissa. Pääasiallinen tehtäväni on kehittää yrityksen sisäisiä suunnitteluprosesseja ja niihin liittyviä automaatiotyökaluja yhdessä suunnittelutyötä tekevien henkilöiden kanssa. Prosessikehityksen ja automaatiotyökalujen tarkoituksena on; parantaa suunnittelutyön luovutusaineiston laatua, nopeuttaa tehtävien valmistumista ja nostaa suunnittelijoiden työn mielekkyyttä. Yksi tärkeä osa työtehtävissäni on päivitettyjen prosessien ja niihin liittyvien automaatiotyökalujen käyttöönottoon liittyvät koulutukset.

3.3.1 Digitalisaatio ja kypsyysoanalyysi

Rambollin strategiassa digitalisaatio on ollut useita vuosia keskeisessä asemassa. Viimeisimmässä julkaistussa strategiassa vuosille 2022–2025, digitalisaatio ja innovaatio ovat edelleen yhtenä isona strategian osana (Ramboll Finland Oy 2024). Kehitystiimimme on viimeisen muutaman vuoden aikana kehittänyt tietomallinnuksen kypsyysoanalyysia, jolla mitataan infrasuunnitteluyksiköidemme valmiutta tietomallintamiseen. Mittaus suoritetaan vuosittain haastattelututkimuksena. Tutkimuksesta saatavilla vastauksilla saamme kuviossa 6 kypsyysoanalyysin asteikolla yksiköiden tietomallintamisen tason.

Kypsyysoanalyysin asteikko



Kuvio 6 Kypsyysoanalyysin asteikko (Koivisto 2024)

Tietomallintamisen kypsyysanalyysin pohjalta luomme yksiköiden kanssa yhteistyössä toimenpiteitä, joiden avulla yksikkö voi kehittää tietomallinnusosaamistaan tarvittaville osa-alueille. Digitalisaation jatkuvan muutoksen tila näkyy mittauksissa; yksiköiden osaaminen kehittyy jatkuvasti vaikkakin suurimmat osaamisen tason nousut ajoittuvatkin mittausten alkupäähän. Tietomallintamisen kypsyysanalyysi on hieno esimerkki, miten kaikki neljä digitaalisen osaamisen osa-aluetta on tuotu käytäntöön mukaan.

3.3.2 Parametrinen mallintaminen ja ohjelmointi

Parametrisen mallintamisen kehitysprojektien prosessikehityksien ja ongelmanratkaisujen taustalla on todella useasti perinteistä ohjelmointia. Nykyään suurimpiin suunnitteluohjelmistoihin on löydettävissä kehitysympäristöt ja digitaaliset palvelut tarjoavat rajapinnat tietojen noutamiselle digitaalisesti. Ohjelmistojen kehitysympäristöjä käyttäen perinteisellä ohjelmoinnilla voidaan mahdollistaa myös erilaisten ei-tuettujen tiedostoformaattien tuominen suunnitteluympäristöön.

Esimerkkinä parametrisestä mallintamisesta ja perinteisestä ohjelmoinnista on kehittämämme parametrinen automaatiotyökalu projektin lähtöaineistojen hankintaan. Työkalulla haetaan yhdellä istunnolla tarvittavassa koordinaatiojärjestelmässä kuva- ja geometria-aineistoa muun muassa maanmittauslaitoksen ja geologiatutkimuskeskuksen avoimista rajapinnoista. Haetuista tiedoista muodostetaan projektille laadukasta lähtöaineistoa tarvittavissa tiedostomuodoissa. Oma työni sisälsi automaatiotyökaluun liitettävien lisäosien ohjelmoimisen C#-kielellä Grasshopper ympäristöön ja tarvittavat käyttöönottokoulutukset. Vanhassa toimintamallissa projektissa työskentelevä henkilö kävi yksitellen jokaisen tarvittavan palveluntarjoajan sivustolla hakemassa aineiston tietokoneelle. Tämän jälkeen aineistolle suoritettiin jälkikäsitteily, tietojen yhdistäminen ja vienti haluttuun tiedostomuotoon. Nyt automaatiotyökaluun liitetty prosessi on vakioitunut ja sillä voidaan säästää, riippuen tarvittavan aineiston määrästä, paljon työaikaa sekä välttää inhimillisiä virheitä.

Automaatiotyökalut toteutetaan läheisessä yhteistyössä loppukäyttäjien kanssa, joka on mielestäni yksi tärkeimmistä syistä siihen, että työkalujen käytöstä tulee vakiintunutta. Myös mahdollisissa käyttöönottokoulutuksissa ja loppukäyttäjän yhteydenotoissa loppukäyttäjää kuunnellaan ja työkalua kehitetään heidän toivomaansa suuntaan. Automaatiotyökalujen teon lähtökohtana onkin aina tilanne, jossa loppukäyttäjän ei oleteta osaavan täydellisesti parametrisen mallintamisen ympäristöä. Tämän vuoksi kehittämässämme automaatiotyökaluissa on käyttöä varten visuaalinen käyttöliittymä sekä ohjeistukset video- ja tiedostomuodoissa.

3.3.3 Digitalisaatio ja kehitystyö

Tämän lopputyön ja oman työnurani aikana itselleni on tullut voimakas ajatus siitä mitä digitalisaatio ja siihen liittyvä kehitys tulisi olla rakennusallalla. Lähtökohtaisesti yrityksen sisäisen kehitystyön tulee aina tapahtua asiakasprojektien ulkopuolella. Optimaalisessa tilanteessa digitalisaatio on aina ensin muutos prosessissa, miten työ suoritetaan. Uusi prosessi määrittää käytettävät digitaaliset ohjelmistot ja ympäristöt. Kehitystyöhön tulee sitouttaa loppukäyttäjät mukaan, näin kehitysprosessin aikana voidaan varmistua, että työkalu tulee suorittamaan tarvittavat tehtävät loppukäyttäjän määrityksien ja tarpeiden mukaisesti.

Mielestäni digitalisaatioon liittyvän kehitystyön tulee kulkea paikalliselta ja kansalliselta tasolta kohti globaalia kehitystä, jotta kaikki paikalliset ja kansalliset ohjeistukset tulee huomioitua. Esimerkkinä YIV ohjeistus, jonka muokkaavat työtekemisen prosessit eivät ole käytännöllisiä muualla.

Minun työurani aikana parhaimmat kehitetyt prosessit ja niihin liittyvät automaatiotyökalut ovat aina kehitetty pienellä ryhmällä, jonka sisällä on voimakas yhteinen konsensus siitä mitä tavoitellaan lopputulokseksi. Kehitetyt prosessit ja työkalut ovat nousseet vakiintuneiksi toimintamalleiksi, kun uudet käyttäjät ovat kokeneet käyttöönoton yhteydessä mahdollisuuden vaikuttaa prosesseihin. Lisäksi näiden vakiintuneiden toimintamallien ja automaatiotyökalujen mittaaminen vakiinnuttaa myös jatkuvan kehitystyön.

LÄHTEET

Aaltonen, A. 2022. KIRA-kasvuohjelma luo kiihdytyskaistan alan yhteiselle kehitykselle. Viitattu 24.8.2023
<https://rakennusteollisuus.wordpress.com/2023/01/09/kira-kasvuohjelma-luo-kiihdytyskaistan-alan-yhteiselle-kehitykselle>.

Arokoski, J. 2020. Algoritmisen suunnittelun opetuksen kehittäminen. Diplomityö, Tampereen Yliopisto. Viitattu 11.2.2024
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202009237093>.

Ascanio A. E., 2023. Bridging the gap - Automation/Digitalization Survey. Ramboll, Major bridges department Denmark. Viitattu 24.8.2023

BuildingSMART Finland 2021. Yleiset inframallivaatimukset YIV versio 2.1. 4.10.2021. Viitattu 10.3.2024 <https://drive.buildingsmart.fi/s/AAELrj83NbrHae2>

Heikkala, J. 2016. Reaaliaikainen työmaan tuntiseuranta. Opinnäytetyö, Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 6.5.2023 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605015713>.

Hokkanen M. 2024. GRK Suomi Oy. Keskustelu digitalisaatiosta rakennustyömaalla 9.2.2024.

Kohtamäki, T. 2018. Puheenjohtajan blogi: Digitalisaatio tarjoaa työkaluja rakennusalalle. Viitattu 2.9.2023
<https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/puheenjohtajan-blogi-digitalisaatio-tarjoaa-tyokaluja-rakennusalalle.html>.

Koivisto, A. 2024. Ramboll Finland Oy. Keskustelu digitalisaatiosta ja parametrisesta mallintamisesta rakennusalalla 12.2.2024.

Kortelahti, O. 2019. Digitalisaatio ja tuloksellisuus valtionhallinnossa. Pro gradu, Tampereen yliopisto. Viitattu 25.8.2023 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-201907092532>.

Lahti, M. 2022. Parametrisen suunnittelun hyödyntäminen kustannusarvion laatimisprosessissa. Opinnäytetyö, Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Viitattu 26.8.2023 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202204024372>.

Leveälahti, S., Nieminen, J., Nyyssölä, K., Suominen, V. & Kotipelto, S. 2019. Osaamisrakenne 2035. Opetushallituksen raportit ja selvitykset 2019:14. Opetushallitus. Viitattu 11.2.2024
https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/osaamisrakenne_2035.pdf.

Novatron Oy 2015. Blogi: Teollisesta vallankumouksesta tietomallinnukseen. Viitattu 6.5.2023 <https://novatron.fi/teollisesta-vallankumouksesta-tietomallinnukseen>.

Opetushallitus 2023a. Ammattialakotaiset osaamistarpeet 2030, verkkoraportti. Viitattu 11.2.2024

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiOWMyNmEzMWEtZTlyMS00NTMyLWU3ODEtYjZhOGVhM2M0YmY1IiwidCI6IjJMTkZmE0LWMwZmMtNDcyNS05ZjA0LTc2YTQ0M2RIYjA5NSIsImMiOiJh9.>

Opetushallitus 2023b. Laaja-alainen osaaminen 2030-luvulla. Opetushallitus Raportit ja selvitykset 2023:1. Viitattu 9.2.2024

https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Laaja-alainen_osaaminen_2030-luvulla.pdf.

Optiplan 2018. Rakennusalan tuottavuus – digitalisaatio ja tietomallinnus.

Viitattu 3.9.2022

<https://web.archive.org/web/20200806073304/https://optiplan.fi/blogi/rakennusalan-tuottavuus-digitalisaatio-ja-tietomallinnus/>.

Owalgroup 2023. Digiohjelman loppuarviointiraportti. Viitattu 24.8.2023

[https://vm.fi/documents/10623/30029448/Digiohjelman+loppuarviointi.pdf/21dce815-61a3-9e44-9906-](https://vm.fi/documents/10623/30029448/Digiohjelman+loppuarviointi.pdf/21dce815-61a3-9e44-9906-76d30b32705d/Digiohjelman+loppuarviointi.pdf?t=1676273957038)

[76d30b32705d/Digiohjelman+loppuarviointi.pdf?t=1676273957038.](https://vm.fi/documents/10623/30029448/Digiohjelman+loppuarviointi.pdf/21dce815-61a3-9e44-9906-76d30b32705d/Digiohjelman+loppuarviointi.pdf?t=1676273957038)

Pirhonen, I., Vähänen, P. & Forsman, J. 2023. Suunnitteluprosessin

tehostaminen parametrisella suunnittelulla. Viitattu 7.2.2023

<https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/teemat/suunnitteluprosessin-tehostaminen-parametrisella-suunnittelulla.html>.

Ramboll Finland Oy 2024. Strategiamme. Viitattu 9.3.2024

<https://www.ramboll.com/fi-fi/strategiamme>.

Rigdon-Bel D. 2023. Your First component (Windows). Viitattu 4.2.2024

<https://developer.rhino3d.com/guides/grasshopper/your-first-component-windows/>.

Roberts, H. 2023. Key drivers in the AEC industry in 2023. Viitattu 25.8.2023

<https://www10.aeccafe.com/blogs/guest/2023/01/19/aeccafe-industry-predictions-for-2023-graphisoft/>.

Rutten D. 2018. Simple Component. Viitattu 4.2.2024

<https://developer.rhino3d.com/guides/grasshopper/simple-component/>.

Seppänen, O. 2022. Rakennuksilla hukattu aika on tuottavuus- ja

ympäristöongelma. Viitattu 24.8.2023 <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/olli-seppanen-rakennuksilla-hukattu-aika-on-tuottavuus-ja-ymparistoongelma>.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2015. Sosiaali- ja terveysministeriön

digitalisaatiolinjaukset 2025, Viitattu 24.8.2023

<https://verkkojulkaisut.valtioneuvosto.fi/stm/zine/2/cover>.

Sweco 2023. Parametrinen suunnittelu automatisoi suunnittelijan rutiinitehtäviä.

Viitattu 25.8.2023 <https://www.sweco.fi/digitaaliset-ratkaisut/parametrinen-suunnittelu/>.

Tapanainen N. 2024. Ramboll Finland Oy. Keskustelu digitalisaatiosta ja parametrisesta mallintamisesta rakennusalalla 9.2.2024.

Tanska, T. & Österlund, T. 2014. Algoritmit puurakenteissa: menetelmät, mahdollisuudet ja tuotanto, B 32, 1st ed. DigiWoodLab, Oulun yliopisto. Viitattu 25.8.2023 <https://urn.fi/URN:ISBN:9789526204567>.

Turun Yliopisto 2023. Digitaalinen osaaminen rakennusalalla loppuraportti 10/2023. Viitattu 24.8.2023 https://sites.utu.fi/digiraksa/wp-content/uploads/sites/936/2023/10/UTU_DORA_digiosaaminen-rakennusalalla_loppuraportti_web.pdf.

Vähänen, P. 2019. Parametrisen suunnittelun hyödyntäminen teräsbetonisten runkorakenteiden luonnossuunnittelussa. Diplomityö, Oulun Yliopisto, Viitattu 25.8.2023 <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-201906042312>.