

# Autodesk Construction Cloud teollisuuden rakennuttamis- projekteissa

Artturi Halonen

OPINNÄYTETYÖ  
Maaliskuu 2022

Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Koneautomaatio

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Koneautomaatio

HALONEN, ARTTURI:

Autodesk Construction Cloud teollisuuden rakennuttamisprojekteissa

Opinnäytetyö 26 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Maaliskuu 2022

---

Teollisuuden rakennuttamisprojektit ovat hyvin monialaisia ja sisältävät kymmenittäin sidosryhmiä. Rakennushankkeeseen liittyvää informaatiota kertyy valtava määrä projektin vaiheiden aikana. Tämä aiheuttaa haasteita niin informaation käsittelyssä ja saatavuudessa kuin myös tiedonkulussa. Rakennuksen tietomalli on konsepti, jossa rakennuksen malli rakentuu metatietoa sisältävistä olioista, jotka edustavat rakennuksen fyysisiä komponentteja ja niiden attribuutteja. Tämä ei kuitenkaan tarjoa toimivaa tiedonsiirron tai -käsittelyn alustaa projekti- ja työmaa-johtamiselle, joiden on määrä ohjata koko hankkeen kulkua.

Opinnäytetyössä tutkittiin Autodesk Construction Cloud -ohjelmiston soveltuvuutta edellä mainittuihin toimintoihin. Opinnäytetyön toimeksiantaja on AFRY Finland Oy ja tarkemmin sen prosessiteollisuuden divisioonan Construction Management -yksikkö. Tarkoituksena opinnäytetyössä oli selvittää ohjelmiston eri työkalujen ominaisuuksia ja analysoida niiden käytön hyötyjä työmaavalvojen toiminnassa. Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitelma siitä, mitkä ohjelmiston työkalut otetaan ensimmäiseksi käyttöön yksikön tulevissa hankkeissa.

Selvitystä toteutettiin käyttämällä ohjelmistoa esimerkkitalanteita hyödyntäen sekä tutustumalla sen käyttöohjeisiin ja -koulutuksiin. Perustana ominaisuuksien soveltuvuuden analysoinnille käytettiin henkilöstölle tehtyjä haastatteluja ja ohjauskeskusteluja. Opinnäytetyön tuloksena ohjelmistosta löydettiin kolme työmaavalvojen käyttöön soveltuvaa työkalua, jotka ominaisuuksillaan tarjosivat ratkaisun yksikön tarpeisiin.

Opinnäytetyön tulos oli onnistunut ja vastasi sen tavoitetta aihe-rajauksen puitteissa. Selvityksen aikana kävi kuitenkin selvästi ilmi, että mikään saatavilla oleva ohjelmisto ei vielä kykene toimimaan ainoana alustana kaikelle rakennushankkeeseen liittyvälle tiedolle. Myös ohjelmiston jokaista yksittäistä työkalua vasten löytyy erillinen ohjelma, joka toimii tehtävässä paremmin. Seuraava askel ohjelmiston käyttöönotossa on jalkauttaa valitut työkalut sopivaan alkavaan hankkeeseen. Siitä saatujen loppukäyttäjien kokemusten perusteella voidaan ohjelmiston toimintaa ja integrointia kehittää entistä pidemmälle

---

Asiasanat: bim, rakennuttaminen, teollisuusrakentaminen, digitalisaatio

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Machine Automation

HALONEN, ARTTURI:  
Autodesk Construction Cloud in Industrial Construction

Bachelor's thesis 26 pages, appendices 0 pages  
March 2022

---

Industrial construction is a multidisciplinary field with projects including dozens of different stakeholders. The amount of information gathered in a project's scope is vast. Handling this data offers many challenges. A building information model is a digital model of a building consisting of objects that include both geometrical and non-physical information about the actual components of a building. This model however does not include everything related to the construction project in terms of project control and construction management.

Autodesk Construction Clouds ability to manage these tasks was evaluated in this thesis. The thesis is commissioned by the process industries division of AFRY. The purpose of this thesis was to explore different features of this software and study its usefulness to the construction management section. The objective was to develop a strategy of which features will be initially implemented to future projects.

The study was conducted by using the software in a sandbox testing environment with real-life examples. The information about the features was collected from the software's built-in user manual as well. The outcomes were then compared to the information gathered from the staff interviews. This resulted in a plan of three features that benefit the site supervisors in their work.

The thesis was successful, and its objective was met. The findings indicate, however, that no available software can act as a single platform for information in industrial construction projects of this scale. There is also better performing independent software for each studied feature. The selected features should be next implemented to a suitable future construction project. The software and its integration can then be improved based on the user feedback.

---

Key words: bim, construction, industrial construction, digitalization

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
1.1	AFRY .....	6
1.2	Projektin taustat .....	7
1.3	Tarkoitus ja tavoite .....	8
1.4	Aiheen rajaus .....	8
2	TIETOMALLINNUKSEN TEORIA .....	9
2.1	Rakennuksen tietomalli .....	9
2.1.1	IFC-tiedosto .....	10
2.1.2	4D- ja 5D-esitystavat .....	10
2.2	Rakentamisen digitalisaatio .....	11
2.3	Autodesk Construction Cloud .....	11
3	NYKYTILANNE .....	14
3.1	Työmaan johtaminen .....	14
3.2	Digitalisaation tarve .....	14
4	SELVITYSTYÖ .....	16
4.1	Työmenetelmät .....	16
4.2	Insight .....	16
4.3	Document Management .....	17
4.4	Design Collaboration .....	17
4.5	Model Coordination .....	19
4.6	Project Management .....	19
4.7	Cost Management .....	20
4.8	Field Management .....	21
5	SELVITYKSEN TULOKSET .....	23
6	POHDINTA .....	24
	LÄHTEET .....	26

**LYHENTEET JA TERMIT**

ACC	Autodesk Construction Cloud
BIM	Building Information Model (rakennuksen tietomalli)
CM	Construction Management (työmaan johtaminen)
EPCM	Engineering, Procurement and Construction Management (kokonaisvaltainen investointihankkeiden toteutuskonsepti)
IFC	Industry Foundation Classes (standardi oliopohjaisten tietomallien tiedonsiirtoon)
RVT	Autodesk Revit -ohjelmalla mallinnettu tiedosto
TR	talonrakennus

# 1 JOHDANTO

## 1.1 AFRY

Tämän opinnäytetyöprojektin toimeksiantaja on AFRYn prosessiteollisuuden divisioona. AFRY on eurooppalainen suunnittelu- ja konsultointiyhtiö. Sen pääkonttori on Tukholmassa, mutta yhtiöllä on myös pitkä historia Suomessa alkaen vuodesta 1958. AFRY syntyi, kun ruotsalainen ÅF osti suomalaisen Pöyryn vuonna 2019. Näiden nimien lyhenteiden pohjalta syntyi yhtiön uusi nimi ja brändi. (AFRY 2022.) Pöyry oli eräs maailman suurimmista metsäteollisuuden konsultointi- ja suunnitteluyrityksistä, joka oli merkittävä globaalinen toimija myös energia- ja infra-aloilla (AFRY in Finland 2022).

AFRYllä on globaalisti yli 17 000 työntekijää ja toimistoja yli 50 maassa (AFRY 2022). Suomessa toimistoja on 27 paikkakunnalla ja työntekijöitä 2 300 (AFRY in Finland 2022). Yhtiön kuudesta divisioonasta viisi toimii Suomessa (AFRY 2022). Yksi näistä on prosessiteollisuuden divisioona, jonka projekteihin tässä opinnäytetyössä keskitytään.

AFRYn liikevaihto on n. 2 miljardia euroa ja sen osake on listattuna Tukholman pörssissä (AFRY 2022). Vastuullisuus ja kestävä toiminta ovat osa yhtiön strategiaa ja toimivat perustana kaikelle liiketoiminnalle (Vastuullisuus ja kestävä toiminta AFRYllä 2022).

Suomessa prosessiteollisuuden divisioona toimii mm. paperi- ja selluteollisuudessa, kemianteollisuudessa, biojalostuksessa, kaivos- ja metalliteollisuudessa sekä elintarvike- ja juomateollisuudessa (Prosessiteollisuus AFRY 2022). Prosessiteollisuuden divisioona tarjoaa asiakkaille myös investointihankkeita EPCM-toimituksena. EPCM-toimitus on avaimet käteen -toteutuskonsepti, jossa toimittaja vastaa projektin suunnittelusta, hankinnasta ja työmaan valvonnasta. (EPCM AFRY 2022.)

Kirjainyhdistelmän kaksi viimeistä kirjainta juontuvat sanoista Construction Management, joka on myös opinnäytetyöhankkeen toteuttavan osaston nimi. Se tarkoittaa työmaan johtamista ja osastolla työskentelee esimerkiksi työmaapäälliköitä- ja valvoja.

## 1.2 Projektin taustat

Teollisuuden ja rakentamisen alat ovat ottaneet valtavan digitaalisen harppauksen viimeisten vuosikymmenten aikana. Tietokoneavusteisesta 3D-rakennussuunnittelusta on edetty tietomallipohjaiseen suunnitteluun, joka kattaa rakennuksen koko elinkaaren. Paperiset dokumentit siirtyvät mobiilialustoille ja niitä säilötään pilvipohjaisissa projektipankeissa.

Myös kommunikaatio on muuttunut viimeisten vuosien kiihdyttämänä verkkopohjaiseksi, ja työmaakokoukset voidaan toteuttaa videon välityksellä, mikä vähentää työmatkailua. Tämä siirtymä luo kysyntää myös entistä kehittyneemmille ohjelmistokokonaisuuksille, jotka toimivat alustana kaikille näille käyttötarkoituksille.

Digitalisaatio ohjaa vahvasti teollisuuden rakentamisen kehityksen suuntaa. Se tarjoaa entistä tehokkaampia ja informatiivisempiä ratkaisuja rakentamisessa, kuten myös teollisuuslaitosten operoinnissa. Construction Management -osasto on kasvanut voimakkaasti viimeisen vuosikymmenen ajan, ja on tärkeä hyödyntää digitalisaation tarjoamia ratkaisuja sen toiminnassa ylläpitääkseen kilpailukykyä ja jatkuvaa kehitystä. Tästä syystä osaston on määrä sovelluttaa toimintaansa ns. BIM Collaboration -työkalu. Se on pilvipalvelu, joka auttaa koordinoimaan rakennuttamisprojektin eri sidosryhmien välistä toimintaa ja rakentamisen johtamisen kommunikointia sekä sisäisesti että ulkoisten sidosryhmien kanssa.

Opinnäytetyö alkaa toimeksiantajan sekä taustojen ja tavoitteen esittelyllä. Rakentamisen tietomallinnuksen teoriaan tutustumisen jälkeen kuvataan työn tarve ja suunnitelma sen toteutukselle. Ohjelmiston ominaisuuksien selvityksen jälkeen arvioidaan niiden soveltuvuutta käyttötarkoitukseensa, minkä perusteella laaditaan suunnitelma käyttöön otettavista työkaluista.

### 1.3 Tarkoitus ja tavoite

Käyttöön otettavaksi ohjelmistoksi on teetetyt esiselvityksen perusteella kahdesta varteenotettavasta vaihtoehdosta valittu Autodesk Construction Cloud (myöhemmin myös ACC). Opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua ohjelmiston käyttöön ja ominaisuuksiin, sekä analysoida eri ominaisuuksien hyötyjä työmaan johtamisessa. Tarkoitus on analysoida ohjelmiston sisältämien työkalujen soveltuvuutta prosessiteollisuuden rakennuttamispalveluiden käyttöön. Menetelminä tässä käytetään keskusteluja ohjelmiston käyttöön liittyvien osapuolten kanssa, selvityksiä ja käyttökokemuksia ohjelmistosta sekä yleistä saatavilla olevaa informaatiota sen teoreettisista hyödyistä.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda selkeä suunnitelma siitä, miten ja millä saatavissa olevista ominaisuuksista eli moduuleista ohjelmisto otetaan aluksi käyttöön sen loppukäyttäjillä. Loppukäyttäjät ovat tässä tapauksessa AFRYn työmaavalvojat Suomessa.

### 1.4 Aiheen rajaus

Opinnäytetyössä tutkitaan ohjelmiston nyt saatavilla olevia ominaisuuksia ja analysoidaan niiden käytännöllisyyttä sekä soveltuvuutta. Tämän pohjalta laaditaan suunnitelma sen käyttöönotolle ja valikoidaan ensimmäiset käyttöön tulevat työkalut. Varsinainen käyttöönotto, siihen liittyvät koulutukset tai työkalujen toiminnallisuuden jatkojalostus ovat tämän opinnäytetyön rajauksen ulkopuolella. Työkalujen soveltuvuutta ja käytännöllisyyttä analysoidaan vain työmaavalvojen käyttöä ajatellen.

## 2 TIETOMALLINNUKSEN TEORIA

### 2.1 Rakennuksen tietomalli

Rakennuksen tietomalli on kokonaisuus, joka sisältää kaiken rakennukseen liittyvän tiedon digitaalisessa muodossa. Käytännössä tämä tarkoittaa rakennuksen toiminnallisten attribuuttien integrointia sen kolmiulotteiseen geometriseen malliin. Tarkoituksena on sisällyttää rakennuksen sekä rakentamiseen että rakennuksen elinkaaren hallintaan tarvittavat tiedot rakennuksen malliin, mikä sujuvoittaa esimerkiksi rakennuttamisprosessin ja tulevan kunnossapidon suunnittelua.

Perinteinen kolmiulotteisesti suunniteltu malli sisältää käytännössä ainoastaan piirrettyjä muotoja hallinnoivan geometrian. Tämä graafinen malli auttaa ihmistä hahmottamaan suunnitelmien kokonaisuuden ja estetiikan, mutta sitä ei voida sellaisenaan käyttää matemaattisena mallina tietokonesimulaatioille. Parametrinen mallinnus taas lisää perinteiseen tietokoneavusteiseen mallinnukseen myös rajoitteita ja parametrejä, joita modifioimalla voidaan piirrettyä geometriaa iteroida useisiin eri sovellutuksiin sopivaksi (Kensek & Noble 2014, 60).

Ingram kuvailee teoksessaan *Understanding BIM* (2020, 9) rakennuksen tietomallia älykkäänä yhteistoiminnallisena alustana, joka kerää sisältöä hankkeeseen osallistuvilta sidosryhmiltä sen koko elinkaaren ajan. Tietomallinnus eroaa perusteellisesti edellä mainituista menetelmistä ja siinä rakennuksen malli koostuu useista parametrisista olioista. Oliot edustavat rakennuksessa käytettäviä komponentteja ja sisältävät geometrian lisäksi komponenteille ominaisia metatietoja. Oliot voivat olla esimerkiksi rakennuselementtejä, kuten pylväitä, tai laitteita, kuten pumppuja. Olioiden attribuutteja voidaan niiden metatietoihin sisällyttää niin tarkasti kuin on tarve. (Ingram 2020, 5.)

Koska mallin oliot sisältävät niin fyysisiä kuin toiminnallisiakin ominaisuuksia, voidaan sen perusteella laatia esimerkiksi kustannusarvioita hankkeesta. Mallia voidaan myös hyödyntää erilaisissa simulaatioissa, kuten rakennuksen energialaskelmissa ja palontorjunnassa. Malli tekee myös muutosten toteuttamisesta yksinkertaisempaa ja reaaliaikaista. (Kensek & Noble 2014, 61.)

### 2.1.1 IFC-tiedosto

IFC on kansainvälinen standardi, jolla voidaan siirtää oliopohjaista tietoa rakennuttamishankkeen eri sidosryhmien käyttämien ohjelmistojen välillä (ISO 16739-1:2018). Se on tiedostomuoto, joka mahdollistaa rakennuksen tietomallin siirron sen sisältämine metatietoineen. Tiedosto on kuitenkin vain kopio tietomallista ja tiedon siirtäminen sitä hyödyntäen on ristiriidassa aikaisemmin mainitun reaaliaikaisen yhteistoiminnallisen alustan periaatteen kanssa (Ingram 2020, 44). Tästä syystä rakennuksen kaiken informaation sisällyttäminen yhteen tietomalliin ei onnistu usean palveluntarjoajan eri suunnitteluohjelmistoja käyttäen. Tämä näyttäytyy erityisen vahvasti teollisuuden rakentamisessa, jossa projektit ovat hyvinkin monialaisia.

### 2.1.2 4D- ja 5D-esitystavat

Rakennuksen tietomalliin voidaan lisätä kolmiulotteisen geometrian lisäksi lisäulottuvuuksia kuvaamaan aikaa ja kustannuksia. Näin tietomalli auttaa hallinnoimaan näitäkin аспекteja rakennuttamisprosessin aikana. 4D-esitystavassa aikataulu on osa tietomallia, mikä kertoo esimerkiksi tietyn objektin asennusajan, asennusjärjestyksen sekä ajankohdan, kun sen toimitus työmaalle on tarpeellinen. (Ingram 2020, 63.) Tällöin projektin edistymistä voidaan seurata tarkasti ja reaaliajassa, kun taas perinteisillä projektihallintaohjelmistoilla se onnistuu vain kertoman ja merkkipaalujen avulla. (Valo 2022.)

5D-esitystavassa myös kustannustenhallinta on osana tietomallia, ja sen avulla voidaan arvioida rakennus-, operointi- ja huoltokustannuksia. Yhdistettynä 4D-esitystapaan voidaan kustannuksia seurata myös reaaliajassa ja laatia kustannusennusteita toteutuneiden muutosten ja edistymän perusteella. (Ingram 2020, 63.) Nämä kustannusennusteet ovat tärkeitä projektin omistajalle, ja ne tulisi päivittää kuukausittain. Maksavana osapuolena projektin omistajalla painottuu toteutuneiden kustannusten sijasta kiinnostus tulevaisuuden kokonaiskustannuksiin. (Valo 2022.)

## 2.2 Rakentamisen digitalisaatio

Junnonen ja Kankainen (2007) kirjasivat Rakentajain kalenterissa teknologian kehittymisen yhdeksi makrotason muutostrendiksi rakennusteollisuuden alalla. Tiedonhallinnan kehittymisen ennustettiin tehostavan tuotannonohjausta ja siten rakentamisen tuottavuutta. Tämän mahdollistajaksi he perustelivat mm. internetin ja projektitietopalvelujen käytön, tiedonsiirron tehostamisen yhteensopivien tiedonsiirtostandardien käytöllä ja aikataulusimuloinnin työmaan 4D-mallilla.

Mobiililaitteiden tärkeä merkitys työmaaympäristölle oli myös yksi esitetyistä trendeistä. Se on tuonut mukanaan haasteita henkilöstön tietoteknisessä osaamisessa sekä omaksutuista toimintatavoista poisoppimisessa. (Junnonen & Kankainen 2007.) Mobiilipäätelaitteiden tuominen työmaaympäristöön on myös vahvasti kytköksissä opinnäytetyön aiheeseen ja sen mahdollisiin hyötyihin.

Jokainen edellä mainituista trendeistä onkin muodostunut peruskäytännöksi nykyaikaisessa rakentamisessa, mikä osoittaa digitalisaation vaikutuksen myös kankeana ja vanhoillisena pidettyyn alaan. Suuri osa kalenterissa esitetyistä trendeistä on kuitenkin vielä kehityksen alla ja osoittaa, että tekninen kehittyminen ei ole, tai tule hetkeen olemaankaan, vielä ohi. Paperittomaan työmaahan on siis vielä matkaa.

## 2.3 Autodesk Construction Cloud

Autodesk Construction Cloud on pilvipalvelu ja yhdistelmä Autodeskin parhaita CM-ohjelmistoja. Sen on tarkoitus yhdistää informaatiota, sidosryhmiä ja prosesseja rakennusprojektin jokaisessa vaiheessa. (Autodesk 2022.) Se yhdistää Autodeskin tarjoamia BIM-pohjaisia suunnittelutyökaluja sekä toimii mm. projektitietopankkina ja kommunikaatioalustana.

Teollisuuden rakentamisessa se edistää yhteistyötä, parantaa turvallisuutta ja kiihdyttää projektien aikataulua laitosten koko elinkaaren ajan. Se toimii yksittäisenä totuusarkkitehtuurin lähteenä ja ylläpitää näin ajantasaista ja helposti saatavuttavaa informaatiota. (Industrial Construction Autodesk 2022.)

Pidempään tunnettu BIM 360 tarjosi periaatteen tasolla samoja ominaisuuksia kuin Autodesk Construction Cloud, mutta on sittemmin integroitu osaksi uudempaa kokonaisuutta (Autodesk BIM 360 2022). Vanhan ohjelmiston integrointi uudempaan pilvipalveluun on vielä keskeneräinen prosessi ja aiheuttaa myös haasteita opinnäytetyölle päällekkäisyyksien ja eroavan ohjelmistoarkkitehtuurin muodossa. Vanhaa ohjelmistoa voidaan vielä käyttää erillisenä, vaikka se on teknisesti osa uudempaa kokonaisuutta.

Uusi kokonaisuus kantaa käsitettä *unified platform*, joka tarjoaa moduuleita kattavammin niputettuna, kun taas vanha versio tunnetaan käsitteellä *non-unified platform* ja tarjoaa moduulien lisenssit erillään. Näistä ensin mainittu on käytännössä ohjelmiston tulevaisuus ja jäljempänä mainittu ohjelmiston nykyhetki. (AFRYn haastattelut 2022.)

ACC koostuu moduuleista, jotka sisältävät erilaisia työkaluja ja ominaisuuksia. Käyttäjä voi tarpeen ja saatavilla olevien lisenssien perusteella muodostaa moduuleista tarvittavan kokonaisuuden. Moduulit toimivat myös yhdessä toistensa kanssa ja niiden välillä on tiettyjä päällekkäisyyksiä. Moduulien hierarkiaa on esitetty kuviossa 1. Esimerkiksi Autodesk Docs on siis kaiken toiminnan perustana, koska kaikki ohjelmiston dokumentit on tallennettu sinne.

AUTODESK BIM COLLABORATE PRO		AUTODESK TAKEOFF		AUTODESK BUILD			
Design Collaboration	Coordination	Quantification	Project Management	Cost Management	Quality	Safety	Project Closeout
<ul style="list-style-type: none"> <li>Constructability Review</li> <li>Change Visualization</li> <li>Revit Cloud Worksharing</li> <li>Collaboration for Civil 3D / Plant 3D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Model Coordination</li> <li>Constructability Review</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scope Analysis</li> <li>2D/3D Takeoff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RFIs</li> <li>Submittals</li> <li>Meeting Minutes</li> <li>Daily Reports</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contract Creation / Administration</li> <li>Change Orders</li> <li>Payment Applications</li> <li>Forecasting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quality Planning</li> <li>Quality Checking</li> <li>Punchlists</li> <li>Issue Management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Safety Planning</li> <li>Safety Training</li> <li>Safety Observations</li> <li>Safety Inspections</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Commissioning</li> <li>Turnover Documentation</li> <li>Final Completion</li> <li>As-Built Survey</li> </ul>
Document Management		Document Control · Document Versioning · Document Approvals					
		Models · Drawings · Documents · Cost Items · Assets · As-Builts · Photos · Videos					
		Dashboards · Reports · Construction IQ · Data Connector					
		Admin Console · Permissions · Project Setup · Templates · Notifications					

KUVIO 1. ACC – Kaavamainen moduulirakenne (AFRYn sisäinen dokumentti 2021)

Alla olevassa taulukossa (1) on esitetty, kuinka eri työkalut hahmottuvat kahden edellä mainitun alustan moduuliarkkitehtuurien välille. Taulukko sisältää vain ne

työkalut, joiden toiminnallisuutta ja soveltuvuutta tässä opinnäytetyössä analysoidaan.

TAULUKKO 1. Tuotekartoitus (AFRYn sisäinen dokumentti 2021)

<b>BIM 360 -tuotenimi</b>	<b>Työkalun nimi</b>	<b>ACC-tuotenimi</b>
BIM 360 Design	Design Collaboration	BIM Collaborate PRO
BIM 360 Coordinate	Model Coordination	BIM Collaborate
BIM 360 Build	Project Management	Autodesk Build
BIM 360 Cost	Cost Management	
PlanGrid	Field Management	
BIM 360 Docs	Document Management	Autodesk Docs

## 3 NYKYTILANNE

### 3.1 Työmaan johtaminen

Työmaan valvonnassa on neljä peruspilaria, joiden seuranta ja dokumentointi on oltava kunnossa. Näitä ovat turvallisuus, laatu, aikataulu ja kustannukset. Jatkuvan dokumentaation lisäksi on pystyttävä laatimaan ennusteita esimerkiksi projektin kokonaiskustannuksista ja valmistumisaikataulusta. Ennusteet auttavat projektin omistajan tietoisuutta tulevista mahdollisista muutoksista ja niiden vaikutuksesta. Projektinaikainen dokumentaatio esimerkiksi laadusta on myös viranomaisvaatimus. (Valo 2022.)

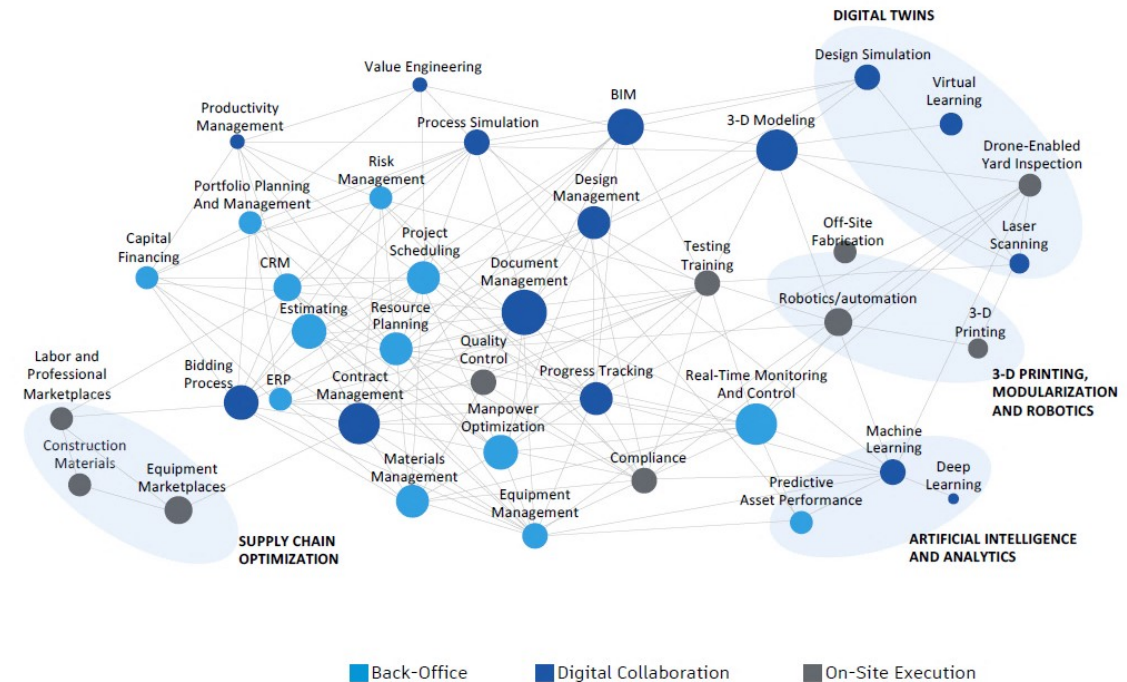
Rakennuttamisprojekteissa työmaajohto ohjaa myös suunnittelua, minkä johdosta on tärkeää olla ajantasaiset suunnitelmat oikeaan aikaan (Valo 2022). Ohjelmiston on tarkoitus korjata tässä esiintyviä puutteita parantamalla suunnittelun ja työmaan välistä työnkoordinaointia.

### 3.2 Digitalisaation tarve

Tällä hetkellä edellä mainittujen asioiden seurantaan on käytössä monia erilaisia työkaluja ja järjestelmiä. Eroavaisuuksia on niin hankkeiden kuin myös henkilöiden välillä. Tämä aiheuttaa haasteita esimerkiksi hankkeiden välisessä vertailussa sekä datan yhtenäistämisessä ja saatavuudessa. (Valo 2022.) Tarve on yhtenäistää työkaluja ja toimintatapoja näiden toimintojen sujuvoittamiseksi.

Ideaalinen ratkaisu olisi, että kaikkea projektin seurantaan, dokumentointiin ja koordinaointiin liittyvää voitaisiin hallinnoida samalla alustalla. Tämä on kuitenkin hyvin vaikeaa, jos ei mahdotonta, kehityksen tässä vaiheessa (AFRYn haastattelut 2022). Mikään ohjelmisto ei vielä kykene kaikkeen edellä mainittuun. Edellisessä luvussa mainittuja neljää perusasiaa voidaan kuitenkin vaiheittain yrittää siirtää samalle alustalle ja näin yhtenäistää. Tämä prosessi on tarkoitus aloittaa tämän opinnäytetyön lopputuloksen pohjalta.

Alla olevassa kuviossa (2) on hahmoteltuna rakennuttamisprojektin eri sidosryhmiä ja niiden välisiä informaatiovirtoja. Kuvan avulla on helpompi ymmärtää projektin kokonaiskuvaa ja sen sisältämiä prosesseja. Nämä sidosryhmien väliset prosessit voivat kankeudellaan tuottaa informaatiokatkoksia tai turhia viivästyksiä.



KUVIO 2. Projektin sidosryhmät ja niiden väliset prosessit (AFRYn sisäinen dokumentti 2021)

Kuten kuviosta (2) näkee, on monien sidosryhmien välillä eri tason kommunikointia. CM-osastolle on tärkeää esimerkiksi toimiva kommunikaatio suunnittelun kanssa, koska työmaan johto ohjaa myös suunnittelua ja muutosten hallinnoinnin on oltava sujuvaa toteutuksen onnistumisen kannalta. Onkin tärkeää, että oikea tieto kantautuu oikeaan paikkaan oikealla hetkellä. Informaation on oltava siis ajan tasalla ja helposti saatavilla. Ohjelmisto toimiikin ns. yksittäisen totuusarkkitehtuurin lähteenä, jonka sisältämä informaatio on aina yhtenäistä ja luotettavaa.

## 4 SELVITYSTYÖ

### 4.1 Työmenetelmät

Työkalujen hyödyllisyyden selvittämiseksi opinnäytetyössä haastateltiin useita AFRYn henkilöstön edustajia. Haastatteluun valittiin henkilöitä eri osastoilta ja eri asemista tavoitteena saavuttaa mahdollisimman laajanäköinen mielipide ohjelmistosta. Haastattelut pidettiin vapaamuotoisina ei-strukturoituina keskusteluina. Avoin ilmapiiri ilman liiallista keskustelun ohjausta johti haluttuihin rehellisiin ja suoriin mielipiteisiin.

Ohjelmiston käyttöä opeteltiin myös käytännössä ja käyttöohjeita lukemalla. Eri-laisia prosesseja ja toiminnallisuuksia kokeiltiin esimerkkien avulla. Myös AFRYn sisäisistä selvityksistä oli hyötyä ohjelman toiminnallisuuksien selvityksessä.

### 4.2 Insight

Insight yhdistää muiden työkalujen sisältämän informaation yhteen sijaintiin, josta voi data-analytiikan avulla nähdä esimerkiksi havaintoihin liittyviä trendejä ja ennusteita. Se laatii myös automatisoituja raportteja projektin statuksesta. Insight on jaettu kuuteen välilehteen:

- Design
- Project Controls
- Cost
- Schedule
- Quality
- Safety.

Jokaisen välilehden rakennetta voi mukauttaa käyttäjälle sopivaksi lisäämällä erilaisia kortteja korttikirjastosta. Kortit edustavat erilaisia data-analytiikan työkaluja. Insight-työkalun käyttö on intuitiivista eikä sisällä oikeastaan riskejä, koska se ainoastaan täydentää muiden työkalujen toimintaa.

### 4.3 Document Management

Document Management on ohjelmiston projektitietopankki. Sinne tallennetaan kaikki projektin tiedostot, joita käytetään muissa ohjelmiston työkaluissa. Kansiohierarkian lisäksi työkaluun kuuluu Reviews-, Transmittals- ja Issues-välilehdet. Näiden avulla voidaan toteuttaa tiedostojen tarkasteluprosessit, niiden mukana lähetettävät transmittaalit sekä niihin liittyvien vikojen hallintaa.

Työkalun käyttö on pakollista rajatussa määrin muiden työkalujen käyttöä varten, mutta toistaiseksi sitä ei voida käyttää projektin ainoana tietopankkina. Sen ominaisuudet eivät vastaa tarvetta ja käytössä on jo tätä varten yksikön tarpeisiin kehitetty projektitietopankki, joka sisältää kilpailukyvyn kannalta tärkeitä integrointeja (AFRYn haastattelut 2022).

### 4.4 Design Collaboration

Design Collaboration -työkalulla voidaan tarkastella eri suunnittelualojen malleja erikseen tai näistä yhdistettyä mallia. Työkaluun voidaan tuoda Revit-suunnitteluohjelmalla mallinnettuja RVT-tiedostoja suoraan Revit-käyttäjän työpöydältä lisäosan avulla tai voidaan käyttää IFC-tiedostoja, jotka on tallennettu Document Management -työkaluun. Suunnittelun koordinointiin työkalu ei ole sopiva, koska tiedostomuotojen tuki on rajattua ja suora integrointi suunnitteluohjelmiin on rajattu vain Autodeskin itse tarjoamaan Revit-ohjelmaan (AFRYn haastattelut 2022).

Työkalu soveltuu varsin hyvin kuitenkin työmaan sisäiseen sekä esimerkiksi työmaan ja suunnittelun väliseen kommunikointiin. Työkalun issues-välilehdellä voi tehdyn havainnon sijoittaa sitä koskevaan sijaintiin 3D-mallissa, mikä helpottaa huomattavasti ongelman paikallistamista niin työmaalla kuin suunnitteluohjelmassa.

Puutehavaintoa luotaessa voidaan selityksen lisäksi kuvailla myös sen luonnetta, juurisyytä ja tarkempaa sijaintia. Tärkeintä on kuitenkin vastuuhenkilön nimeämi-

nen ja eräpäivän asettaminen. Vastuuhenkilö saa tällöin sähköpostiinsa ilmoituksen asiasta, ja se on aina esillä käyttäjän Construction Cloud -etusivulla ja Insight-työkalussa.

The screenshot displays the 'Issue #5' interface in the Design Collaboration tool. At the top right, there is a 'READY TO INSPECT' button with a dropdown arrow and a share icon. The main content area is divided into three tabs: 'DETAILS' (selected), 'ATTACHMENTS', and 'ACTIVITY'. The issue title 'Hole in the roof' is shown with a dropdown arrow and an edit icon. Below the title, it states 'Created by Artturi Halonen (AFRY) on Feb 17, 2022'. The details are organized into two columns. The left column includes: 'Assigned to' (Artturi Halonen), 'Due Date' (Feb 25, 2022), 'Location' (Unspecified), and 'Location Details' (Unspecified). The right column includes: 'Type' (Observation > Quality), 'Owner' (Artturi Halonen), and 'Root Cause' (Weather). At the bottom, there is a 'Linked document' section showing 'Arch.rvt [V2, current]' with a three-dot menu icon.

KUVA 1. Issue Design Collaboration -työkalussa

Kuvassa (1) on kuvakaappaus Design Collaboration -työkalussa tehdystä esimerkkiläätuhavainnosta. Vaikeista sääolosuhteista on seurannut reikä kattoon, ja havainto on edennyt uudelleentarkastusvaiheeseen. Liitteenä on Revit-malli, johon on merkitty havainnon tarkka sijainti.

## 4.5 Model Coordination

Model Coordination -työkalu on tarkoitettu mallien väliseen törmäystarkasteluun. Törmäystarkastelussa eri alojen eri suunnitteluohjelmilla mallinnettuja 3D-malleja yhdistetään ja tarkastellaan mahdollisia päällekkäisyyksiä eli törmäyksiä. Tämä on tärkeää etenkin isossa monialaisessa rakennusprojektissa, kuten prosessilaitokset. Törmäystarkastelun toteutukseen on kuitenkin käytössä jo toimivat menetelmät, joista ei ole syytä poiketa (AFRY haastattelut 2022). Osa törmäyksistä huomataan kuitenkin vasta toteutusvaiheessa, mutta siihen tarkoitukseen edellisen kappaleen Design Collaboration -työkalu toimii paremmin.

## 4.6 Project Management

Project management -työkalu koostuu kolmesta välilehdestä:

- RFIs
- Submittals
- Meetings.

Ensimmäisellä välilehdellä voidaan luoda tietopyyntöjä, joiden avulla urakoitsija voi kysyä tietoa esimerkiksi asennettavasta laitteesta tai työvaiheesta päätoteuttajalta tai tilaajalta virallista kautta, josta jää jälki. Käytäntö ei kuitenkaan ole yleinen suomalaisessa rakennuttamistoinnassa (AFRY haastattelut 2022). Submittals-välilehdelle voi urakoitsija lisätä esimerkiksi testauspöytäkirjoja ja materiaalitodistuksia tai muita toteutukseen liittyviä dokumentteja.

Meetings-välilehdellä voi varata tapaamisia kalenterissa, lähettää kokouskutsuja, kiinnittää videokokouslinkkejä, kerätä läsnäololuetteloja ja pitää kokousmuistioita. Kokousmuistioihin saa lisättyä myös liitteitä muista työkaluista tai tietopankista. Käytännöllisin ominaisuus kuitenkin on, että kokousmuistioon voi suoraan kirjata avoimia tehtäviä. Tämä käynnistää saman prosessin kuin Issue-työkaluilla ja takaa, että jokaisesta kokousmuistioon kirjatusta asiasta syntyy tehtävä. Prosessi toimii myös toisinpäin: jo luotu issue voidaan liittää osaksi kokouksen agenda.

Kokonaisvaltaista projektinhallintaa ajatellen on työkalu kuitenkin toiminnallisuuksiltaan hyvin rajattu eikä oikeastaan edes tuotenimensä veroinen. Se ei itsessään korvaa mitään tai tarjoa merkittäviä hyötyjä. Interaktiivinen kokousmuistio on kuitenkin käytännöllinen ominaisuus ja sen käyttöä olisi hyvä ainakin pienimuotoisesti kokeilla, koska näin jokaiselle avoimelle asialle saadaan vastuuhenkilö ja tilaa voidaan seurata ohjelmassa.

#### 4.7 Cost Management

Cost Management -työkalu koostuu neljästä toiminnallisesta välilehdestä:

- Budget
- Cost
- Change Order
- Forecast.

Ensimmäisellä välilehdellä on projektin budjetti jaoteltuna ja koodattuna käyttäjän syöttämällä järjestelmällä. Se näyttää myös budjettiin hyväksytyt muutokset, tilaajan hyväksyntää odottavat muutokset, revisoidun budjetin ja muutosten aiheuttaman eron.

Cost-välilehdelle luodaan sopimuksittain järjestelmät projektin kustannusten seuranta varten. Kulujen seurannassa voidaan käyttää myös sisäisiä rajoituksia sopimuksittain jaottelun sijaan. Change Order -välilehdellä hallinnoidaan alkuperäiseen työn rajaukseen kohdistuvia muutoksia. Muutoksiin liittyvät ehdotukset, tarjouspyynnöt ja hyväksyntä voidaan toteuttaa siellä. Viimeisellä välilehdelle voidaan luoda kustannusennusteita aikatauluun verraten ja havainnoida kuinka kustannukset jakautuvat toteutuksen eri vaiheisiin.

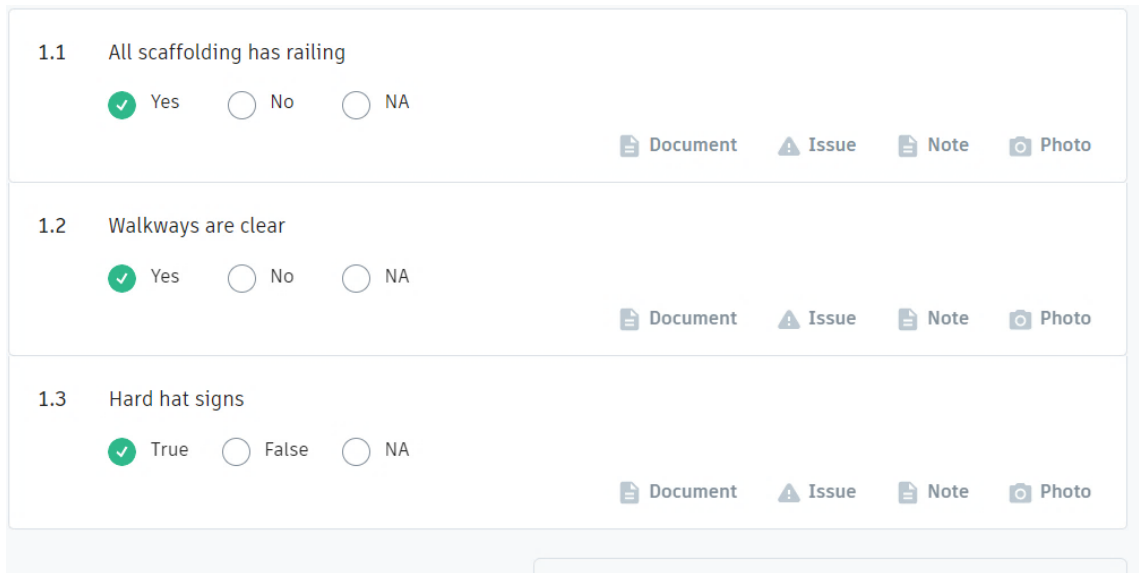
Työkalussa on monia toiminnallisuuksia ja se on hyvin mukautuva käyttäjän tarpeisiin nähden. Esimerkiksi budjetti voidaan rakentamisen sijaan tuoda ohjelmistoon myös valmiina taulukkona. Prosessi toimii myös toiseen suuntaan eli kaikista kustannuksiin liittyvistä työkaluista voidaan tulostaa raportti Excel-taulukkona tai PDF-tiedostona.

## 4.8 Field Management

Field Management -työkalu on suunniteltu nimensä mukaisesti varsinaiselle työmaalle liittyviin asioihin. Se sisältää kolme välilehteä:

- Checklists
- Issues
- Daily Logs.

Ensimmäisellä välilehdellä voidaan käyttää valmiita tarkastuslistoja tai muodostaa niitä itse. Tarkastuslista voidaan tarvittaessa myös allekirjoittaa sähköisesti ja sen sisällä voidaan muodostaa jälleen avoimia tehtäviä. Näitä listoja voidaan hyödyntää etenkin turvallisuuteen ja laatuun liittyvien asioiden havainnoimisessa. Työmaan turvallisuutta valvoessa voidaan listaa käyttää pohjana TR-mittauksille. TR- mittaus on viikoittainen työmaan työturvallisuuden mittaus, jossa havainnoidaan ja arvioidaan tiettyjä ennalta määritettyjä asioita. Välilehdellä voidaan muodostaa myös virhe- ja puutelistoja vielä huomiota tarvitsevien työkohteiden ylös kirjaamiseksi. Kuvassa (kuva 2) on kuvakaappaus työturvallisuusmittauksen esimerkkilistasta. Kuvan esimerkissä havainnoidaan rakennustelineiden kaiteita, kulkuväyliä ja henkilösuojainten käytöstä huomauttavia kylttejä.



1.1	All scaffolding has railing	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> NA	Document  Issue  Note  Photo
1.2	Walkways are clear	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> NA	Document  Issue  Note  Photo
1.3	Hard hat signs	<input checked="" type="radio"/> True <input type="radio"/> False <input type="radio"/> NA	Document  Issue  Note  Photo

KUVA 2. Safety Checklist

Issues-välilehden käyttö soveltuu hyvin turvallisuus- ja laatuhavainnointiin. Työkalusta on tarjolla myös mobiilipäätelaitteelle suunnattu sovellusversio, joka tekee havaintojen kirjaamisesta suoraan työmaalla vaivatonta ja käytännöllistä. Havaintoihin voi myös lisätä liitteeksi kuvia ja sijainnin voi merkitä 3D-malliin. Haasteena on vain 3D-mallin keho pyöritettävyyden mobiililaitteella.

Daily Logs -välilehti on tarkoitettu työmaapäiväkirjan pitämiseen. Sekin voidaan allekirjoittaa sähköisesti niin mobiililaitteella kuin myös verkossa.

Field Management -työkalu sisältää monia työmaavalvojen käyttöön sopivia ominaisuuksia, koska turvallisuuden ja laadun havainnointi kuuluvat aikaisemmin mainittuihin neljään seurannan peruspilariin. Käytännöllinen lisä työkalun käyttöön on myös sen toimivuus mobiilipäätelaitteella. Mobiilipäätelaitteella toimintoja voidaan käyttää toimiston sijasta jo työmaalla ja esimerkiksi kuvat voidaan reaaliajassa siirtää ohjelmaan. Työkalu on ominaisuuksiensa puolesta myös hyvin skaalautuva, ja uusia toiminnallisuuksia voi käyttäjä itse luoda.

## 5 SELVITYKSEN TULOKSET

Ohjelmistoon perehtymisen sekä haastattelujen perusteella voidaan sanoa, että Autodesk Construction Cloud pitää sisällään paljon ominaisuuksia, mutta vain osa näistä on hyödyllisiä CM-osaston käyttöön. Siirtyminen uuteen digitaaliseen alustaan on myös aloitettava pienin ja varmoin askelin. Selvityksestä kerättyjen tietojen perusteella ehdotetaan, että ohjelmiston käyttöönotossa lähdetään liikkeelle kokonaisvaltaisesti seuraavista työkaluista:

- Field Management
- Cost Management
- Design Collaboration.

Jokainen näistä työkaluista tarjoaa sellaisia uusia toiminnallisuuksia, joita toiminnassa on kaivattu ja niiden tuomat hyödyt ovat helposti nähtävissä. Nämä työkalut edistävät myös konseptia digitalisaation kehittymisestä ja suuremmasta rakennukseen liittyvän informaation määrän siirtämisestä samalle alustalle. Edellä mainittujen kolmen käyttöön otettavan työkalujen ohessa tulevat automaattisesti käyttöön myös Insight- ja Document Management -työkalut, koska ne toimivat moduulihierarkiassa jokaisen työkalun rinnalla pohjustaen niiden toimintaa.

Model Coordination- ja Project Management -työkalujen toiminnallisuudet eivät taas vastaa mihinkään CM-osaston kehityksen tarpeista ja ovat ominaisuuksiltaan ylipäänsä hyvin rajattuja. Niiden tuomat hyödyt eivät yksinään ole tarpeeksi suuria perustellakseen uuden työkalun käyttöönoton tuomia haasteita.

## 6 POHDINTA

Kaiken rakennuttamisprojektin sisältämän informaation hallinnointi samassa ohjelmistossa ei ole käytännössä vielä toistaiseksi mahdollista. Ohjelmistopakettien jokaiseen erilliseen toiminnallisuuteen on olemassa kyvykkäämpi erillinen ohjelma, mutta ongelmaksi muodostuu juuri tämä ohjelmien individuaalisuus. Yhdistetyssä alustassa merkittävä ongelma on se, että kehitystä ohjaa palveluntarjoajan vahva integrointi omiin suunnitteluohjelmiinsa. Laajamittaisessa monialaisessa rakennuttamisprojektissa suunnittelutyö ei onnistu käyttämällä vain yhden valmistajan tarjoamia suunnitteluohjelmistoja eivätkä eri ohjelmien mallit toimi koordinoitusti pilvipalveluissa. IFC-malleja voi käyttää, mutta kaikkea tietoa ei saa siirrettyä IFC-malleissa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää ohjelmistosta työmaavalvojen käyttöön parhaiten soveltuvat työkalut, jotka otetaan ensimmäiseksi käyttöön. Opinnäytetyön tuotokseksi valikoitui kolme käyttöönotettavaa työkalua, jotka nähtiin hyödyllisenä työmaan johtamisessa. Kokonaisuutena opinnäytetyö on siis varsin onnistunut. Kuten suunnitelmana oli, voidaan tästä ohjelmiston roolia laajentaa ja jalkauttaa käyttöön laajemmalla kaavalla. Koko rakennushankkeen toteutus yhdellä alustalla on siis kuitenkin tässä vaiheessa vielä käytännössä mahdotonta, ainakin tämän divisioonan toimintaa ajatellen.

Opinnäytetyötä varten kerätyn teollisuuden rakentamisen alan ja ohjelmistoalan tiedon voidaan ajatella olevan luotettavaa, koska suurin osa tiedosta on kerätty suoraan ohjelmiston tarjoajalta tai AFRYN asiantuntijoilta. Haasteen tiedon luotettavuuteen tuovat tietenkin haastateltavien työntekijöiden vaihtelevat asemat, mutta sen kautta tuli myös ilmi, miksi ohjelmisto ei voi kattaa kaikkea projektiin liittyvää. Haastatteluista kerätty tieto on myös eettisin keinoin hankittua, koska jokaiselle haastateltavalle kerrottiin aluksi, mitä tarkoitusta varten tietoa hankittiin ja miten sitä käytettiin.

Seuraava looginen vaihe ohjelmiston käyttöönotossa on opinnäytetyössä määriteltyjen hyödyllisten työkalujen sovittaminen alkavaan teollisuuden rakennuttamisprojektiin. Tiedon keräämistä ei sovi aloittaa keskeneräisestä projektista,

koska opinnäytetyön teoreettiseen viitekehykseen reflektoiden tulee rakennuksen tietomallin sisältää informaatio koko elinkaaren ajalta suunnittelusta operointiin. Riskien minimoinnin kannalta on kokeilu myös järkevä aloittaa pienemmästä projektista, jossa monialaisuus ja sidosryhmien määrä ovat matalimmillaan. Jatkoselvityksessä tulisi myös tutkia erillisellä projektinhallintaohjelmistolla tehdyn aikataulun integrointia ohjelmistoon säilyttäen sen toiminnallisuus. Mahdollisuus päivittää projekti aikataulua itse ohjelmiston sisällä mahdollistaisi tiedon hyvän saavutettavuuden ja ajantasaisuuden.

## LÄHTEET

AFRY. 2022. Tietoa meistä. Verkkosivu. Viitattu 3.3. 2022. <https://afry.com/fi-fi/tietoa-meista>

AFRY in Finland. 2022. AFRY. Verkkosivu. Viitattu XX. <https://afry.com/en/offices/finland>

AFRY. 2022. Project management and implementation for process industries. Verkkosivu. Viitattu 3.3.2022. <https://afry.com/en/service/project-management-and-implementation-process-industries>

Prosessiteollisuus. 2022. AFRY. Verkkosivu. Viitattu 3.3.2022. <https://afry.com/fi-fi/palvelut/prosessiteollisuus>

AFRY. 2021. Autodesk Construction Cloud. A Construction management ecosystem. AFRYn sisäinen dokumentti. Viitattu 3.3.2022.

AFRYn henkilöstön haastattelut. 2022. Haastattelija Halonen, A.

Autodesk. n.d. BIM Benefits. What are the benefits of BIM? Verkkosivu. Viitattu 4.3.2022. <https://www.autodesk.com/industry/aec/bim/benefits-of-bim>

Industrial construction. n.d. Autodesk. Verkkosivu. Viitattu 4.3.2022. <https://construction.autodesk.eu/solutions/industrial/>

Ingram, J. 2020. Understanding BIM: The Past, Present and Future. London ; New York: Routledge, Taylor & Francis Group. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 5.3.2022. <https://www.vlebooks.com/Product/Index/1973149?page=0>

Junnoinen, J. & Kankainen, J. 2007. Rakennusalan muutostrendit Suomessa. Rakennustieto. Pdf-dokumentti. Viitattu 5.3.2022. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK070701.pdf>

Kensek, K. & Noble, D. 2014. Building information modeling. BIM in current and future practice. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Viitattu 5.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=1684791>