

Digitaalisten työkalujen implementointi tahtituotantoon

Tahtituotanto ja digitaaliset työkalut rakennusalalla



Teknologiaosaamisen johtamisen opinnäytetyö

Insinööri ylempi AMK

2022

Jami-Petteri Ahonen

Teknologiaosaamisen johtaminen

Tiivistelmä

Tekijä Jami-Petteri Ahonen

Vuosi 2022

Työn nimi Digitaalisten työkalujen implementointi tahtituotantoon

Ohjaaja Katja Rönkkönen

Digitalisaatio on yksi merkittävimmistä tunnistetuista megatrendeistä. Digitalisaation myötä työn tekeminen tulee muuttumaan ja sen myötä kehittyy uusia toimintatapoja. Yritykset pyrkivät parhaansa mukaan hyödyntämään digitalisaation mahdollisuuksia ja luomaan sen avulla uutta arvoa omaan liiketoimintaan sekä yrityksen sisäisiin tarpeisiin.

Toinen merkittävä trendi teollisuudessa on Lean -filosofian sisään ajaminen prosesseihin ja sen periaatteiden hyödyntäminen omassa toiminnassa. Rakennusteollisuudessa tämä kulminoituu tällä hetkellä tahtituotannon kasvavaan suosioon, minkä tarkoituksena on parantaa projektien tuottavuutta ja tehokkuutta, lyhentää läpimenoaikoja sekä parantaa laatua. Tahtituotanto on Lean-menetelmä, millä pyritään mahdollisimman systemaattiseen, virtaustehokkaaseen ja arvoa tuottavaan toimintaan vähentämällä hukkaa tuotantoprosessista.

Rakennusala on jo pitkään laahannut muiden teollisuuden alojen perässä nimenomaan tuottavuuden osalta sekä myös digitalisaation hyödyntämisessä. Hyvin perinteikkäällä rakennusalalla on tällä hetkellä kuitenkin suuri muutos käynnissä ja uusia toimintatapoja otetaan käyttöön digitaalisten työkalujen tarjonnan kasvaessa yhä enenevässä määrin. Tämän tutkimuksen aiheena on tutkia juuri näiden kahden edellä mainittujen trendien yhteensovitusta ja implementointia rakennustuotantoon.

Tutkimuksen tarkoituksena on antaa työkaluja yrityksille, jotka pohtivat parhaita toimintatapoja tahtituotannon ja digitalisaation hyödyntämisessä omassa toiminnassaan tai harkitsevat parhaillaan ryhtyvänsä muuttamaan omaa toimintaa vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin ja tarpeisiin.

Tutkimus on ylemmän ammattikorkeakoulun lopputyö ja sen tilaajana toimi YIT Suomi Oy.

Avainsanat tahtituotanto, digitaaliset työkalut, lean, rakentaminen

Sivut 42 sivua ja liitteitä 14 sivua

Strategic Leading of Technology-based Business

Abstract

Author Jami-Petteri Ahonen

Year 2022

Subject Implementation of digital tools for takt production

Supervisors Katja Rönkkönen

Digitization is one of the most significant identified megatrends. With digitalization, the way of working will change, and with it, new ways will develop. Companies do their best to utilize the possibilities of digitization and use it to create new value for their businesses and for the company's internal needs.

Another significant trend in the industry is the introduction of the Lean philosophy into processes and the utilization of its principles in one's own operations. In the construction industry, this is currently culminating in the growing popularity of takt production, which aims to improve the productivity and efficiency of projects, shorten lead times, and improve quality. Takt production is a Lean method that aims for as systematic, flow-efficient, and value-producing operations as possible by reducing waste from the production process.

For a long time, the construction industry has been lagging other industrial sectors, specifically in terms of productivity and in the utilization of digitalization. However, the very traditional construction industry is currently undergoing a major change, and new operating methods are being introduced as the supply of digital tools grows to an ever-increasing extent. The subject of this study is to investigate the coordination and implementation of these two trends in construction production.

The purpose of the research is to provide tools to companies that are considering the best operating methods for utilizing pace production and digitization in their own operations or are currently considering changing their own operations to meet future challenges and needs.

The research is the final thesis of a university of applied sciences, and it was commissioned by YIT Suomi Oy.

Keywords takt production, digital tools, lean, construction

Pages 42 pages and appendices 14 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoreettinen viitekehys.....	3
2.1	Lean-filosofia	3
2.2	Tahtituotanto.....	7
2.3	Teollinen rakentaminen ja digitaaliset työkalut	11
3	Digitaaliset työkalut ja toiminnallisuudet tahtituotannossa	14
3.1	Rakennusala.....	14
3.2	Case YIT	15
4	Tutkimuksen toteutus ja tutkimusmenetelmät.....	15
4.1	Asiantuntijahaastattelut.....	16
4.2	Kysely.....	18
5	Tutkimustulosten analysointi	19
5.1	Asiantuntijahaastattelun tulokset	19
5.2	Kyselytutkimuksen vastaajaprofiilit	20
5.3	Tahtituotantotyökalut ja niiden hyödyntäminen	24
5.4	Työkalujen liittäminen prosessiin	25
5.5	Työkalujen ominaisuudet	26
5.5.1	Digityökalut rakentamisen näkökulmasta, haastattelut.....	26
5.5.2	Digityökalut rakentamisen näkökulmasta, kyselytutkimus	27
5.5.3	Digityökalut suunnittelun näkökulmasta, haastattelut	29
5.5.4	Digityökalut suunnittelun näkökulmasta, kyselytutkimus.....	30
5.5.5	Digityökalut rakentamisen ja suunnittelun näkökulmasta	32
6	Johtopäätökset	35
6.1	Aiemmat tutkimukset	35
6.2	Tuloksiin vaikuttaneet tekijät	37
6.3	Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti	39
6.4	Tutkimusprosessin itsearviointi	40
7	Yhteenveto	41
	Lähteet	42

Liitteet

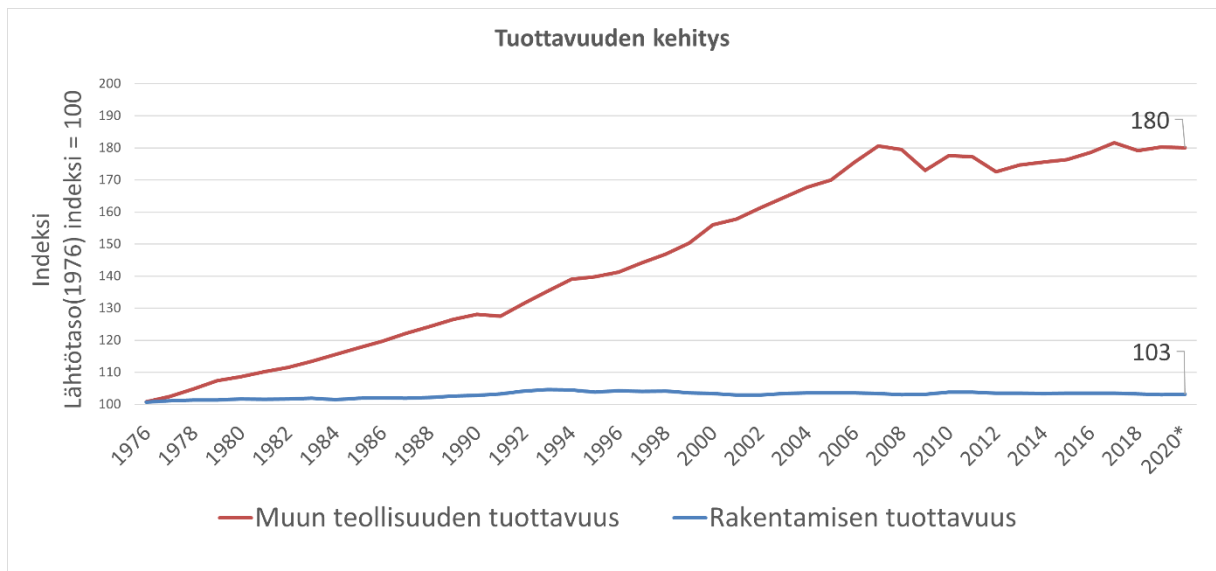
Liite 1 Asiantuntijahaastattelut

Liite 2 Kyselytutkimus

1 Johdanto

Rakennusala elää tällä hetkellä murrosvaiheessa. Alalla on lisääntyvä tarve kehittää ja tehostaa toimintoja sekä ottaa huomioon tulevaisuuden tarpeet ja tavoitteet esimerkiksi kestäväen kehityksen saralla. Ala on kehittynyt valtavasti viimeisen 10 vuoden aikana monessakin asiassa, mutta tuottavuuden kehitys muihin toimialoihin nähden on ollut edelleen liian hidasta. Alalla on otettu paljon digitaalisia työkaluja käyttöön, mikä näkyy myös teknologiayritysten nousevana aaltona rakennusalalla. Alaa on digitalisoitu paljon, mutta sen potentiaalinen hyöty on edelleen jäänyt ulosmittaamatta, koska alan prosessit ja toimintaympäristöt toimivat edelleen perinteiseen tapaan. Digitaaliset työkalut on tuotu vanhojen prosessien rinnalle ilman, että on mietitty kokonaisuutta sen tarkemmin. Tämä on johtanut siihen, että ennen paperille kirjatut asiat löytyvät nykyään sähköisessä muodossa, mutta digitalisaation mahdollistamaa tiedon hyödyntämistä jatkuvan parantamisen tarpeisiin ei ole suunniteltu tai sitä ei vain tehdä. Koko alan kehityksen ja lisääntyvän tiedon hyödyntämisen kannalta on tärkeää, että digitaalista toimintaympäristöä kehitetään yhdessä, jotta saadaan rakennettua hallittu ja toimiva systeemi, missä dataa ja tietoa voidaan oikeasti hyödyntää koko alan tarpeisiin. Rakennusala tarvitsee muutosta prosesseihin, ei lisää digityökaluja.

Rakennusala poikkeaa muusta teollisuudesta siten, että alalla ei ole pystytty hyödyntämään lean-filosofian mukaisia arvoja, periaatteita, menetelmiä ja työkaluja riittävän johdonmukaisesti ja systemaattisesti, jotta sillä olisi ollut vaikutusta alan tuottavuuteen. Muualla teollisuudessa nämä ovat lähestulkoon eilinehto. On kuitenkin nähtävissä, että lean ja sen tuomat hyödyt tekevät edelleen tuloaan rakennusalalle. Tämä näkyy mm. isojen yritysten arvoissa, yhteistoiminnallisten ja integroitujen hankkeiden lisääntymisessä sekä esimerkiksi tahtituotanto-menetelmän yleistymisessä alalla. Juuri tahtituotannossa piilee valtava potentiaali tuottavuuden parantamiselle, mutta sen rinnalle tarvitaan myös toimivat digitaaliset työkalut, jotta menetelmä pystyy vastaamaan vallitsevaan digitarpeeseen sekä tulevaisuuden haasteisiin.



Kuva 1 Tuottavuuden kehitys (Tilastokeskus, 2022)

Tahtituotannolla tarkoitetaan systemaattista, virtaukseen perustuvaa tuotantomallia, missä tehtävistä ja alueista muodostetaan sellaisia kokonaisuuksia, että tuotantoprosessi voidaan jaksottaa tietyn kestosiin tahteihin (aikajaksoihin). Rakentamisessa työkokonaisuus (työpaketti) suoritetaan aikajakson (tahtiajan) aikana, tietyllä (tahti)alueelle, jonka jälkeen siirrytään seuraavalle tahtialueelle suorittamaan sama työpaketti. Tuotanto siirtyy alueelta toiselle aina tuotannon määrittämän tahtiajan jälkeen, millä saadaan aikaseksi tuotannon virtaus.

Perinteisessä tuotantomallissa työtehtävien kestot suunnitellaan määrien ja työsaavutuksen mukaan, jonka jälkeen yhteensovitetaan riippuvuuksien avulla töiden toteutusajankohdat. Tahtituotantomallissa ensin suunnitellaan työjärjestys ja työpaketit, jonka jälkeen valitaan haluttu tahtiaika huomioiden eniten työtä vaativan työpaketin kesto. Työpaketti ja niiden sisältö tasapainotetaan vastaamaan tahtiaikaa, jotta saadaan haluttu virtaus aikaiseksi. Resurssit, määrät ja työsaavutukset rakennetaan työpaketin sisälle ja varmistetaan niiden avulla, että työpaketti on toteutuskelpoinen annetun tahdin ja tahtialueiden puitteissa.

Tutkimuksen tavoitteena on löytää tahtituotantoon implementoitavien digitaalisten työkalujen keskeisiä ominaisuuksia ja niiden mahdollisia eroja perinteisen tuotannon digityökaluihin nähden. Tutkimuksessa vastataan seuraaviin kysymyksiin:

- *Mitä tahtituotannossa hyödynnettäviä digitaalisia työkaluja on saatavilla?*
- *Miksi näitä työkaluja tulisi hyödyntää tahtituotannossa?*
- *Miten nämä digitaaliset työkalut tulisi käytännössä sisällyttää prosessiin?*
- *Mitä ominaisuuksia digitaalisilta työkaluilta vaaditaan, jotta ne palvelisivat tahtituotannon tarpeita mahdollisimman hyvin?*

Tutkimusongelma:

Miten hyödynnetään digitaalisia työkaluja tahtituotannossa, jotta työkalut tukevat prosesseja ja toisin päin.

2 Teoreettinen viitekehys

2.1 Lean-filosofia

Lean-filosofialla tarkoitetaan arvoihin pohjautuvaa toimintamallia, mikä perustuu täydellisyyden tavoitteluun. Lean-opin perustana pidetään Taiichi Ohnon, Sakichi Toyodan ja muiden Toyotan johtajien kehittämää Toyotan tuotanto systeemiä (Toyota Production System), minkä päällimmäisenä tavoitteena oli paras laatu, halvin tuotantokustannus ja lyhyin läpimenoaika ts. täydellisyyden tavoittelu. Tuotantosysteemin kaksi kantavaa peruseriaatetta on oikea-aikaisuus (Just-in-time) sekä Jidoka, millä tarkoitetaan automaatiota eli eräänlaista sisään rakennettu laatua, missä tuotantolinjalla tai tuotannossa esiin tulleet virheet tai poikkeavuudet nostetaan saman tien esille ja korjataan. Tämä saattoi tarkoittaa tuotannon pysäyttämistä virheen selvittelyn ja korjauksen ajaksi. Lähtökohtana oli, että virhe ei pääse toistumaan tai kertaantumaan tuotannossa vaan siihen reagoidaan välittömästi. Näin varmistetaan, ettei virheen takia ongelmia synny myöskään myöhemmissä vaiheissa tuotantoprosessia. (Lean Enterprise Institute, 2022) (Lean Thinking Oy, 2022) (Lean Thinking Oy, 2022)

LEAN rakentamisessa julkaisussa (RIL, 2021) lean filosofia on kuvattu näin:

”Lean-toiminnan taustalla oleva itämaiseen ajatteluun pohjautuva elämäkatsomus, jonka keskeinen ulottuvuus on *”Tehdä sitä, mikä on oikein yhtiön, sen työntekijöiden ja yhteiskunnan kannalta”*. Toyota-talossa lean-filosofia muodostaa koko talon perustan, ja kirjan rakennemallissa lean-filosofia on vastaavasti lean-rakentamisen sisin ydin, jonka päälle muut kerrokset rakentuvat.”

TPS eli Toyota Production System on Toyotan sisäinen tuotantofilosofia, mitä on kehitetty lähes sata vuotta. Japanissa sillä on merkittävä jalansija ja siitä on tehty useita eri julkaisuja. Länsimaissa TPS on myös suuressa suosiossa eri toimialoilla ja toimiikin tietynlaisena esikuvana kunkin yrityksen omalle toiminnalle. 1980-luvulla länsimaiset tutkijat kiinnostuivat Toyotan toiminnasta ja alkoivat perehtyä tarkemmin, miten yrityksessä toimitaan ja mistä Toyotan menestys kumpuaa. Tekemiensä havaintojen pohjalta tutkijat muodostivat kokonaan uuden käsitteen, mikä kantaa nimeä lean. (Modig & Åhlström, 2015)

Vuonna 2004 Jeffrey K. Liker julkaisi kirjan *The Toyota Way*, mikä on saman niminen kuin Toyotan 2001 julkaisema oma sisäinen teos Toyotan perusarvoista. Likerin kirja perustuu hänen omiin tulkintoihinsa ja tutkimuksiinsa Toyotaan toiminnasta ja filosofiasta. Liker muodosti oman versionsa Toyotan toimintatavoista ja kulttuurista ja kiteytti sen 14 periaatteeksi:

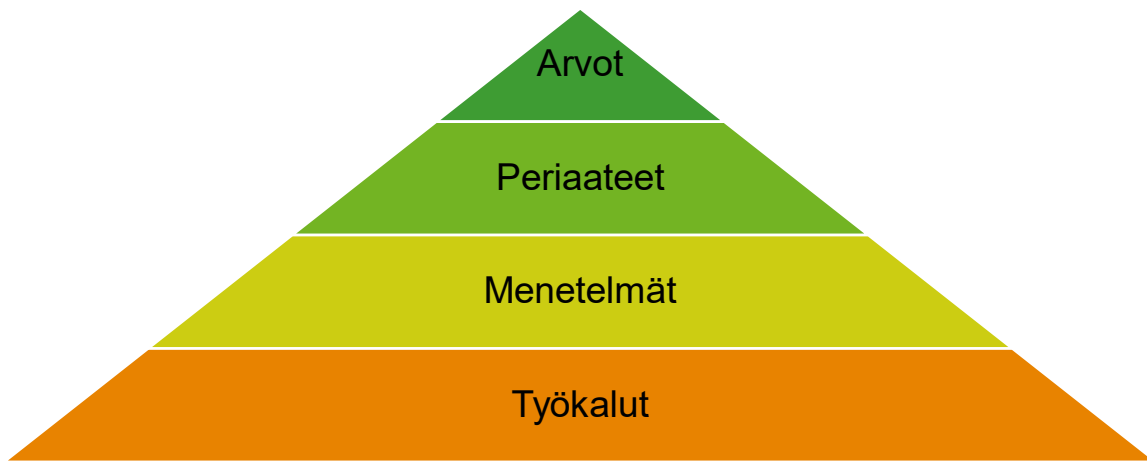
- 1. Pohjaa päätökset pitkäjänteiseen filosofiaan, vaikka se tapahtuisikin lyhytaikaisten taloudellisten tavoitteiden kustannuksella.*
- 2. Luo jatkuva virtaus, jotta ongelmat nousevat esille.*
- 3. Anna kysynnän ohjata, jotta vältyt liikatuotannolta*
- 4. Tasaa työkuorma.*
- 5. Pysäytä tarvittaessa prosessi ongelmien ratkaisua varten, jotta laatu on alusta asti oikea.*
- 6. Vakioitu työ on perusta jatkuville parannuksille ja henkilöstön osallistumiselle.*
- 7. Käytä visuaalista ohjausta, jotta ongelmat eivät jää piiloon.*

8. *Käytä vain luotettavaa, hyväksi havaittua tekniikkaa, joka sopii henkilöstölle ja prosesseille.*
9. *Kouli johtajia, jotka todella ymmärtävät työtä, jotka noudattavat filosofiaa ja opettavat sitä muille.*
10. *Huolehdi yrityksen filosofiaa noudattavien poikkeuksellisten ihmisten ja tiimien kehittämisestä.*
11. *Kunnioita kumppaneita ja toimittajia heittämällä heille haasteita ja auttamalla heitä kehittymään.*
12. *Käy katsomassa paikan päällä, jotta ymmärrät tilanteen kunnolla.*
13. *Tehkää päätöksiä hitaasti ja yhteisymmärryksessä. Toteuttakaa päätökset nopeasti.*
14. *Kehittykää oppivaksi organisaatioksi väsymättömän pohtimisen ja jatkuvien parannusten kautta.*

(K.Liker, 2004)

Leaniin liitetään usein ajatus erilaisista työkaluista ja menetelmistä, mitä käyttämällä yritys pyrkii tehostamaan toimintojaan tai ”leanaamaan” toimintamallejaan. Asiaan enemmän perehtyneet henkilöt tietävät, että lean ei ole vain kasa erilaisia työkaluja vaan se on paljon enemmän. Työkalut ja menetelmät on helppo kopioida ja käyttää niitä omiin tarpeisiin ja tavoitteisiin, ja moni onkin tehnyt niin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita vielä, että yritys olisi lean ja aina työkalut eivät sovi kaikkien tarpeisiin. Kuten aiemmin jo kerrottiin leanin ydin on arvoissa ja periaatteissa ja se on käsitteenä enemmän filosofinen kuin vain tapa tehdä asioita.

Jokaisen yrityksen tulisi ensin sisäistää leanin arvot ja periaatteet, tämän jälkeen lähteä niiden pohjalta rakentamaan omat menetelmät ja työkalut, jotka toimivat ratkaisuna heidän omiin tarpeisiinsa. Kopioimalla vain toisten työkaluja ilman tarkempaa tarkastelua saatetaan valita omaan ongelmanratkaisuun täysin väärä työkalu. Mikään ei tietysti estä käyttämästä muualla hyväksi koettuja työkaluja ja menetelmiä, mutta oleellista on se, että ymmärretään mikä niiden tausta ja käyttötarkoitus on ollut alun perin. (Modig & Åhlström, 2015)

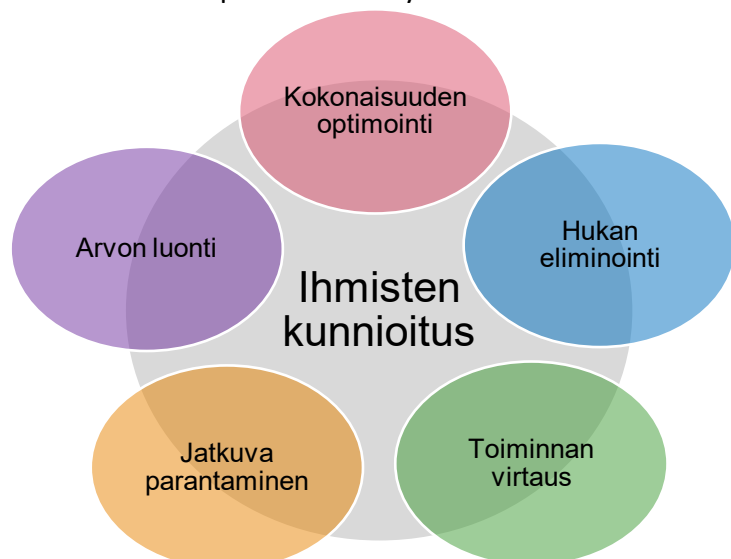


Kuva 2 Lean pyramidi (Modig & Åhlström, 2015, ss. 127-146)

Lean-rakentamisen katto-organisaatioksi on muodostunut yhdysvaltalainen *Lean Construction Institute*, jolla on omat verkostonsa useassa eri maassa sisärjestöjen muodossa. Tästä esimerkkinä suomessa toimiva *LCI Finland*. Heidän määritelmänsä lean rakentamisesta on kaikista laajimmin käytetty ja ”virallisin”. Periaatteet ovat pitkälti samat kuin leanissa. Poikkeuksena lean rakentamisessa on haluttu korostaa kokonaisuuden optimointia yhtenä pääperiaatteena. Samoin hukan poistamista on haluttu korostaa. Koska rakentaminen on hyvin ihmiskeskeistä edelleen, niin LCI:n määritelmässä on haluttu myös korostaa ihmisten kunnioitusta ikään kuin muiden periaatteiden yhteen liimaavana elementtinä. (RIL, 2021, s. 35)

Lean rakentamisen periaatteet:

- Kokonaisuuden optimointi
- Arvon luonti
- Hukan eliminointi
- Toiminnan virtaus
- Jatkuva parantaminen
- Ihmisten kunnioitus



Kuva 3 Lean rakentamisen periaatteet (Lean Construction Institute, 2022)

(Lean Construction Institute, 2022)

2.2 Tahtituotanto

Tahdilla tarkoitetaan toistuvaa ajanjaksoa, minkä aikana tuote tai sen osa tulee valmistaa. Tahtituotantoa on hyödynnetty autoteollisuudessa jo yli 100 vuotta. Tahti ja tahtituotanto on yksi lean-filosofian myötä syntyneistä menetelmistä, millä pyritään luomaan mahdollisimman tasapainotettu tuotanto, missä asiat tapahtuvat juuri oikea aikaisesti (just in time). Perinteiseen tuotantomalliin nähden tahtituotannossa korostuu kokonaisuuden optimointi yksittäisten toimenpiteiden/tehtävien sijaan. Tämä tarkoittaa, että pyritään yhteistoiminnalliseen ongelmanratkaisuihin ja mahdollisimman paljon arvoa tuottavaan kokonaisuuteen. Leaniin perustuen tahtituotannossa myös pyritään mieluummin virtaustehokkuuteen kuin resurssitehokkuuteen, mikä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että tekijä voi odottaa työtä mieluummin kuin työ odottaisi tekijää. (Seppänen & Lehtovaara, Tahtituotanto rakentamisessa, 2019)

Tahtituotantoa kuvataan *LEAN rakentamisessa* julkaisussa (RIL, 2021) seuraavasti:

”Virtaukseen perustuva teollisen tuotannon ohjausperiaate, jota on alettu soveltaa rakentamiseen. Siinä on suunnitteluperusteena työalue, jossa töiden halutaan etenevän keskeytyksettä työvaiheesta toiseen. Tämän vuoksi tilan tehtävät jaetaan pieniin, samanpituisiin työpaketteihin, jotka seuraavat toisiaan määritetyn tahtiajan välein. Tuotanto etenee tällöin tasaisesti etenevänä ”tuotantojunana”.”

Tahdilla tarkoitetaan toistuvaa rytmiä ja kun se esitetään lean kontekstissa, niin se voidaan rinnastaa standardisointiin, ennustettavuuteen ja muihin lean sidonnaisiin aiheisiin. Tahti määrittelee aikavälin, minkä sisällä aikataulun mukainen työtehtävä tulee tehdyksi työpisteellä. Tahdistamalla kaikki työvaiheet saman yksikön (tahdin) mukaan saadaan tuotantolinjan tuotanto vastamaan kysyntää. (Haghsheno;Binninger;Dlouhy;& Sterlike, 2016)

Tahtituotannon tarkoituksena muodostaa on arvoa tuottaville prosesseille yhtenäinen virtaus tahdin avulla. Koska täyttä toistuvuutta ja yhdenmukaisuutta ei käytännössä pystytä

rakentamisessa toteuttamaan, täytyy tuotanto rytmittää sovitun tahdin mukaan riittävän karkealla tasolla, jotta saadaan kontrolli systeemin. Mitä pienempi tahti on ja mitä tarkemmalle tasolle työ on pilkottu, sitä enemmän se vaatii suunnittelua ja työpanosta ennen varsinaista arvoa tuottavaa työtä. Valmistavassa teollisuudessa tahti on minuutteja tai sekunteja, mutta rakentamisessa tulisi pyrkiä viikon tahtiaikaan (Haghsheno;Binniger;Dlouhy;& Sterlike, 2016). (Kaiser, 2013) perustelee viikon tahtiaikaa sillä, että alle kahden päivän tahtiaika rakentamisessa on erittäin vaikea toteutettavaksi käytännössä, koska se vaatii muulta toimintaympäristöltä jo äärimmäistä stabiliteettia ja toimitusvarmuutta.

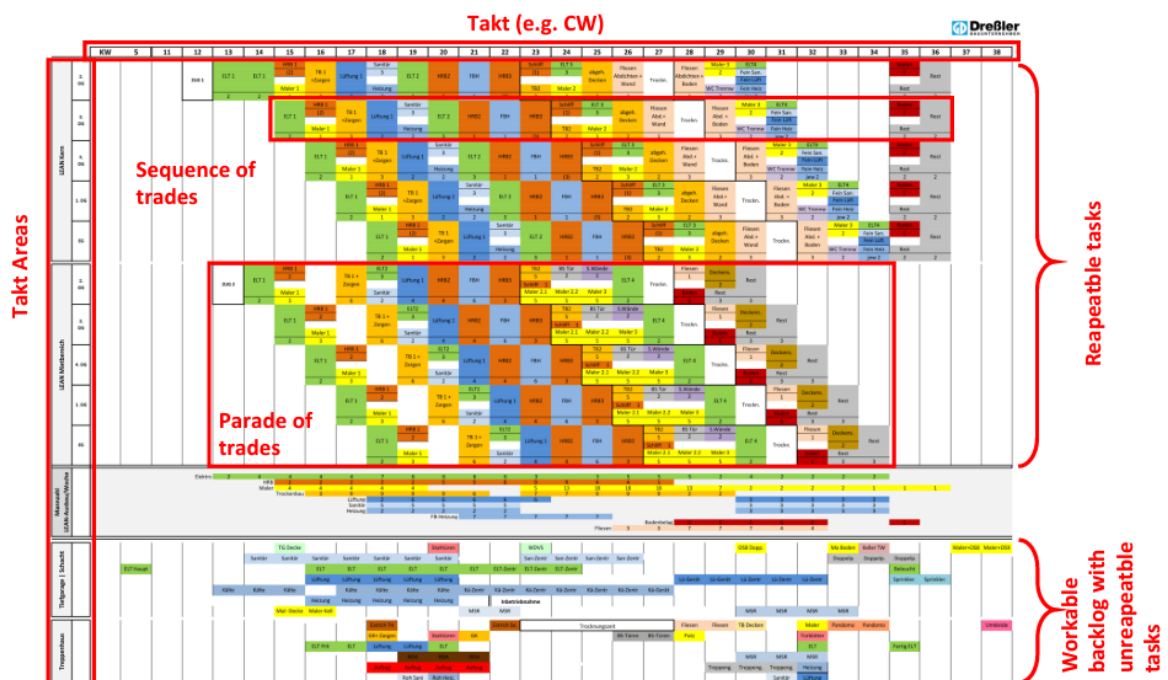
Tahtituotanto rakentamisessa perustuu samoihin perusasioihin kuin muualla teollisuudessa, ero syntyy siinä, että koska rakentaminen ei ole liukuhihnalla tapahtuvaa tuotteen kokoamista kuten esimerkiksi autoteollisuudessa vaan tuote rakennetaan johonkin määrättyyn sijaintiin ja ihmiset työstävät tuotetta siellä. Tehdastuotannossa ja valmistavassa teollisuudessa tuote liikkuu tuotannon läpi, kun taas rakentamisessa tuotanto liikkuu tuotteen läpi. Tämä aiheuttaa sen, että sijainnin merkitys tuotannosuunnittelussa korostuu. (Seppänen, Lean ja digitalisaatio rakentamisessa, 2019)

Tahtituotannossa on otettava huomioon kolme erilaista virtaustyyppiä: tuotannon virtaus (alueelta toiselle), prosessin virtaus (työvaihe työvaiheelta) ja työryhmän virtaus (työn jatkumo). (Heinonen & Lehtovaara, 2020). Tämä voidaan nähdä myös toisella tavalla johtamisen näkökulmasta. Vaakasuoraa ulottuvuutta eli prosessia johtaa omistaja välitavoitteiden yms. avulla. Pystysuoraa ulottuvuutta ohjaa urakoitsijat omien resurssien osalta ja omistaja alueiden järjestyksen osalta. Kolmatta ulottuvuutta ohjaa työnjohtajat, jotka varmistavat, että työt etenevät aikataulun paikan ja ajan mukaisesti ja työryhmillä on jatkuvasti töitä (diagonaalisesti) (Seppänen, Lean ja digitalisaatio rakentamisessa, 2019).

Merkittävimmät esteet tahtisuunnittelulle (Seppänen, Lean ja digitalisaatio rakentamisessa, 2019) mainitun kansainvälisen case-vertailun mukaan ovat se, että logistiikka ja materiaalihallinta eivät pysy tahdin rytmissä ja, että suunnittelun ohjaus ei toimi tehokkaasti tuotannosuunnittelun kanssa. Näin todettiin myös Building 2030 loppuraportissa (Seppänen, ym., 2019). Merkittävimmät esteet tahtituotannon ohjaamiselle taas olivat

tilannekuvan puute, huonosti koordinoitu laadunhallinta sekä tehtävien loppuun saattamisen puute (Seppänen, ym., 2019).

Rakentaminen usein mielletään hyvin projektikohtaiseksi tekemiseksi. Jos kokonaisuuksia lähdetään kuitenkin tarkastelemaan hieman karkeammalla tasolla, niin huomataan, paljon yhteneväisyyksiä eri projektien välillä. Tunnistamalla nämä prosessit ja muodostamalla standardisoitu tapa toteuttaa projekteja, on mahdollista saada suuria hyötyjä sekä jatkuvan kehityksen näkökulmasta, että tuotannon tehokkuuden näkökulmasta. Tahtituotanto auttaa tämän toimintamallin implementoinnissa. (Haghsheno;Binninger;Dlouhy;& Sterlike, 2016)



Kuva 4 Tahtiaikataulu (Haghsheno;Binninger;Dlouhy;& Sterlike, 2016)

Tahtisuunnittelu ja tahtituotanto voidaan jakaa kolmeen eri tarkkuustasoon makro-, normi- ja mikrotasoon. Makrotasolla esitetään välitavoitteet ja sillä pyritään optimoimaan projektin kokonaisuutta tavoitteet huomioiden ja se toimii yleisuunnitelmana. Tahtialueet ja tahti määritellään makrotasolla, mutta niitä voidaan tarkentaa vielä normitasolla. Tuotanto esitetään työjunina, jotka koostuvat vaunuista. Vaunut ovat tahdin mittaisia kokonaisuuksia ja ne ovat linkitetty tahtialueeseen. Makrotason suunnitelmaa voidaan käyttää esimerkiksi

tilaajan suuntaan yksinkertaisena informatiivisena aikatauluna, mistä nähdään kuitenkin riittävän tarkalla tasolla projektin eteneminen ilman, että syvennyttään sen tarkemmin yksittäisiin töihin. Makrotasolla tahtiaika on yleisimmin viikon mittainen.

Normitasolla tahtiaikataulun vaunut ikään kuin täytetään työpaketeilla. Työpaketilla tarkoitetaan yhden urakoitsijan tekemää työsuoritetta, minkä hän pystyy tahdin aikana saattamaan valmiiksi. Vaunu voi myös sisältää useamman työpaketin, jos se on esimerkiksi prosessin tai töiden yhteensovituksen kannalta oleellista. Työpaketti on vakioitava kokonaisuus, mikä pitää sisällään tarvittavat resurssit, materiaalin, suunnitelmatarpeet sekä työvälineet ja kaluston. Työpaketit pitävät sisällään myös kaikki yksittäiset työvaiheet, mitkä esitetään mikrotasolla.

Mikrotaso on kaikista tarkin tahtituotannon taso. Tällä tasolla esitetään yksittäiset työvaiheet ja niitä johdetaan päivittäisjohtamisen avulla. Vakioidun työpaketin toistuesssa tahtialueilla, jotka eroavat toisistaan esimerkiksi materiaalien osalta, voidaan mikrotasolla tämä ottaa huomioon ja toteuttaa työ suunnitellusti ilman, että sekoitetaan tahtia ja unohdetaan jo aiemmin tunnistettu tahdin mahdollistava prosessi. Koska mikrotason työvaiheita on vaikeampi tahdistaa ja niiden välille on vaikeampi luoda virtausta, tarvitaan normitason työpaketit, jotka toimivat linkkinä muihin prosesseihin ja kokoavat yhteen yksittäisistä työvaiheista koostuvat kokonaisuudet.

Lyhyesti sanottuna mikrotaso toimii tiedon tuottajana suunnitelmaa varten, normitasolla ohjataan projektia ja makrotasoa käytetään informaation jakamisen välineenä. Hallitsemalla jokaisen tason voidaan pienimmätkin syysseuraus suhteet tuoda esiin ja esittää niiden vaikutukset koko projektiin. (Dlouhy;Binninger;Oprach;& Haghsheno, 2018)

1870 luvulla kehitetty ensimmäinen tuotantolinja kuvasti toista teollista vallankumousta. Sähkövoiman ansioista voitiin tuotannossa tehdä erilaisia ratkaisuja. Tuotantolinjan myötä muodostui myös virtauksen ensimmäinen aste eli jatkuva tuotannon virtaus. Tätä voitaisiin kutsua myös massatuotannoksi. Työnteko tuotantolinjoilla oli yksinkertaista ja suoraan sanottuna tylsää ja tuotteet mitä valmistettiin, olivat hyvin samankaltaisia ja toistuvia. Tällä tuotantomallilla saatiin kuitenkin ajettua työ-, materiaalikustannukset sekä tuotteen loppukustannus alhaiseksi, mikä taas oli kuluttajien kannalta hyvä asia. Halvat hinnat mahdollistivat kysynnän ja uudet teknologiat ja laitteet olivat yhä useampien ihmisten saatavilla.

Kolmas teollinen vallankumous alkoi ensimmäisen ohjelmoitavan ohjaimen myötä 1960-luvun lopulla. Tuotanto muuttui mekaanisesta elektroniseksi. Elektroniikan ja IT:n myötä tuotannon automaatio syntyi. Tuotantolinjan uusiuduttua myös ihmisten kehittyivät ja erikoistuivat ja tuotannossa voitiin automaation myötä tuottaa yhä moninaisempia kappaleita toistuvien samanlaisten kappaleiden sijasta. Näin syntyi ensimmäinen yhden kappaleen virtaus.

Neljännellä teollisella vallankumouksella tarkoitetaan koneiden ja prosessien linkittymistä keskenään internetin tai muun sisäisen ympäristön avulla. Tekoäly ja algoritmit toimivat tämän uuden mallin perustana. Virtausta ei luoda ja ylläpidetä enää ihmisen toimesta vaan algoritmit muodostavat virtauksen. Jotkin teollisuuden alat ovat jo tällä tasolla ja jossain, kuten rakentamisessa, ollaan vasta siirtymässä sinne.

Rakentamisessa on panostettu paljon digitalisaation tuomiin mahdollisuuksiin ja alalla on näkyvillä selvää kehitystä sen saralla. Rakennusala ei kuitenkaan ole vieläkään kaikilta osin päässyt edes toisen teollisen vallankumouksen tasolle. Potentiaalia on paljon ja ongelmat ovat samat kuin muuallakin teollisuudessa, mutta alalla ei ole vain ollut riittävää tarvetta ja halua kehittyä. Rakennusala on edelleen jumissa samassa innovaatioloukussa kuin ennenkin, jos alalla ei korjata viimeisten teollisten aikakausien puuttuvaa kehitystä. Älykkäät laitteet eivät vie työtämme uudelle tasolle. Ne vain auttavat meitä ja vähentävät tuskailua työmaalla.

Tahtituotannon ja digitaalisten työkalujen avulla on saavutettavissa selkeitä hyötyjä sekä työmaaorganisaatiolle, että myöskin muille osapuolelle. Aikataulusovelluksen sekä tilannekuvatyökalun avulla pystyttiin yleinen tilannetietoisuus pitämään poikkeusoloista johtuenkin riittävällä tasolla ja selkeällä esitystavalla sekä töiden tarkalla erottelulla saatiin suurta hyötyä urakoitsijoille. Työkalujen avulla voitiin täydentää tilannekuvaa työmaan ulkopuolisille toimijoille. (Lampinen, 2022)

Materiaalin- ja logistiikan hallinnan näkökulmasta tahtituotanto ja siihen liitettyjen digitaalisten työkalujen hyödyntäminen rakennusalalla on lähes välttämätön. Koko toimitusketjun hallintaan vaaditaan dataa ja, jotta sitä voidaan hyödyntää, tulee sen olla jalostettua ja saatavilla. Tämän kokonaisuuden hallintaan tarvitaan sähköisessä muodossa olevia osaluetteloita, tuotealustoja ja tietysti digitaalisia suunnitelmia eli tietomalleja. Myös ympäristöasioiden kuten CO²- päästöjen huomioiminen jo suunnitteluvaiheessa sekä niiden raportointi tuotantovaiheessa vaatii rakentajilta enemmän ja yhtenäisempää dataa, mikä pitää jollain tapaa sitoa myös rakennettavaan tuotteeseen. Hyvällä materiaalivirtojen hallinnalla on vaikutusta myös työmaan jätemääriin sekä ylimääräisen materiaalin määrään. (Viitanen, 2022)

”Tahtituotanto ohjaa tietovirtoja”, näin todetaan (YIT Oyj, 2021):n artikkelissa. Jotta digitaalisia työkaluja pystytään hyödyntämään täyden potentiaalinsa edestä, täytyy rakentamisen prosessit olla ensin kunnossa. Kun prosessit on kunnossa, voidaan niiden rinnalle ottaa digitaaliset työkalut, jotka ensinnäkin helpottavat työmaan työkuormaa, tukevat heidän tietotarpeitansa ja samalla muodostavat arvokasta dataa yritykselle skaalaamista sekä jatkuvaa parantamista varten.

3 Digitaaliset työkalut ja toiminnallisuudet tahtituotannossa

3.1 Rakennusala

Tällä hetkellä rakennusalalla on käytössä useita eri ohjelmistoja projektinhallintaan ja tuotannosuunnitteluun. Useimpien näiden ohjelmiston ongelma on se, että ne on rakennettu Gantt-kaavio perusteisesti. Gantt-kaavion suurin ongelma on se, että se siinä ei suunnitella prosessia vaan yksittäisiä työvaihe, jotka saattavat olla riippuvaisia toisistaan tai saattavat sisältää riippuvuuksia keskenään. Gantt kaavio ei myöskään kykene esittämään riittävän selkeästi työn etenemistä paikan ja ajan suhteen, mikä on ehdottoman tärkeä ominaisuus rakennustuotannossa, missä tuotanto liikkuu läpi tuotteen. Gantt-kaavio on myös yksi vanhimmista ja yksinkertaisimmista tavoista seurata projektin edistymistä, joten sen hyödyllisyys nykyaikaisissa monimutkaisissa ja komplekseissa projekteissa on kyseenalainen. Mm. jo 1930- luvulla Empire State Buildingia rakennettaessa todettiin Gantt-kaavio riittämättömäksi työkaluksi rakennusprojektin aikataulun seurantaan ja ohjaamiseen. (Frandsen, 2015)

Paikka-aikakaavio perusteinen aikataulutus on yleistynyt rakentamisessa vuosien varrella, mutta edelleen projekteilla nähdään jana-aikatauluja, mitä ei ole tarkasteltu paikkakohtaisesti. Tämä aiheuttaa tuotantoon paljon törmäilyä, ristiriitatilanteita ja aikataulun seurattavuus varsinkin isommissa projekteissa kärsii huomattavasti. Paikka-aikakaavion tai tarkemmin vinoviiva-aikataulun käytön myötä rakennusajat kuitenkin helposti venyvät, sillä ilman oikeanlaista tuotannon tasapainottamista aikatauluun saattaa syntyä suurta vaihtelua ja koska työvaiheiden törmäyksiä tulisi välttää, niin aikataulu venyy ja tuotantoon syntyy hukkaa vaihtelun takia. Vinoviiva-aikataulujen tekemiseen löytyy paljon työkaluja, mutta niiden pohjalla on edelleen Gantt-kaavio rakenne.

Tahtituotannossa työvaiheiden suunnittelu ja tuotannon tasapainottaminen on aivan keskiössä. Kun työvaiheet suunnitellaan siten, että kaikki noudattavat määritettyä tahti, niin työvaiheet pystytään järjestämään aikatauluun ilman turhaa hukkaa ja aikataulua pystytään tiivistämään vaihtelun ollessa pientä. Tämä vaatii kuitenkin projekti ennakkosuunnittelulta hieman enemmän, mutta helpottaa varsinaista tuotantovaihetta merkittävästi.

Tahtisuunnitteluun ja totutukseen löytyy alalta tällä hetkellä vain muutama työkalu, joista voidaan oikeasti sanoa, että nämä ovat rakennettu tahtituotannon käyttötarpeita varten.

Prosessiin ja paikka-aika sidonnaiseen tahtituotantoon on olemassa tällä hetkellä vain kourallinen työkaluja, joista vain pari niistä on rakennettu puhtaasti nykyisen tahtituotanto menetelmän pohjalta. Suurin osa ohjelmistoyrityksistä kuitenkin mainostaa omaa tuotettaan myös tahtituotantotyökaluna, tahtituotannon trendikkyuden takia. Nykyisiä Gantt-kaavio pohjaisia ohjelmistoja voikin käyttää tahtiaikataulun laatimisessa, mutta käytännössä silloin käytetään ohjelmistoa eri tavalla kuin on tarkoitettu ja jos käyttäjällä ei ole riittävää osaamista tahtituotannosta, niin projekti valuu helposti perinteiseen tuotantomalliin ja tahtituotannon hyödyt jäävät lunastamatta.

3.2 Case YIT

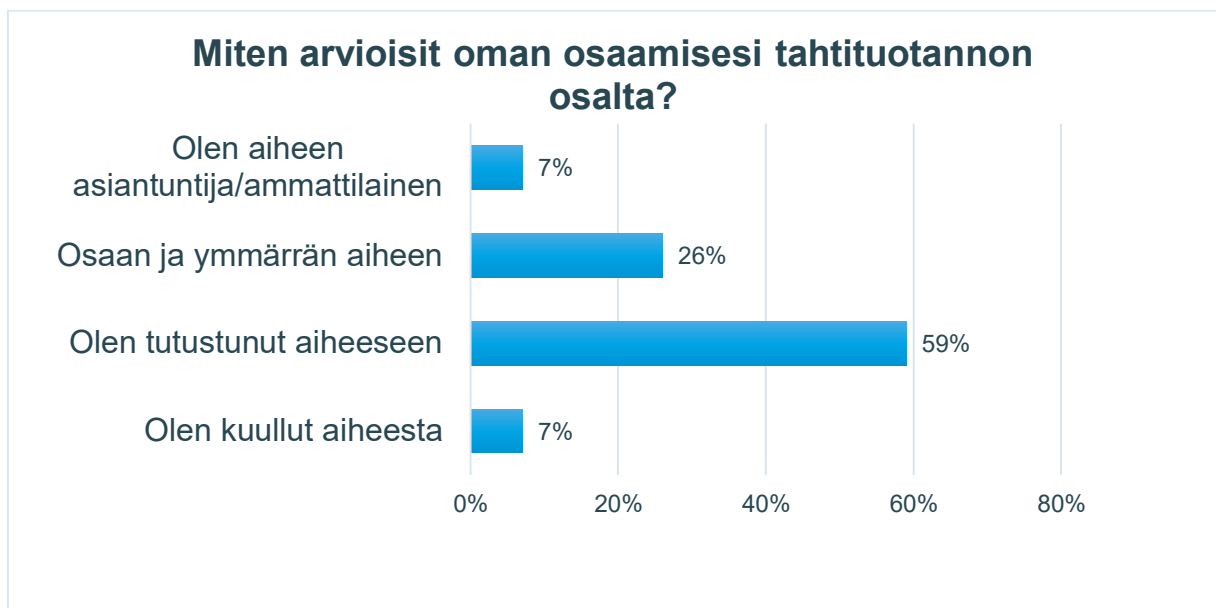
YIT:llä ensimmäiset tahtituotanto määritelmän täyttävät projektit käynnistettiin vuosina 2017–2018. Nämä projektit olivat asuntotuotantoa, koska koettiin, että paras hyöty toistettavuuden ja systemaattisuuden osalta saavutettaisiin juuri asuntorakentamisessa. Tästä lähtien YIT:llä on tehty pitkäjänteistä kehitystyötä tahtituotannon ja teollisen rakentamisen skaalauksen eteen. YIT:n tämänhetkinen strategia tähtää tuottavuuden parantamiseen sekä projektien hallittavuuden parantamiseen, mihin teollinen rakentaminen ja tahtituotannon skaalaaminen on koettu olevan tärkeä osa ratkaisua.

4 Tutkimuksen toteutus ja tutkimusmenetelmät

Tutkimus koostui kahdesta vaiheesta: asiantuntijahaastatteluista ja kyselytutkimuksesta. Tällä pyrittiin saamaan tutkimukseen sekä laadullista, että määrällistä näkökulmaa. Asiantuntijahaastatteluiden tulosten pohjalta rakennettiin kyselytutkimuksen kysymykset, jolloin asiantuntijoiden esiin nostamat tärkeäksi koetut teemat ja aiheet voitiin vahvistaa vielä kyselytutkimuksen avulla. Näin tutkimustulokset voitiin osoittaa sekä kvalitatiivisesti, että kvantitatiivisesti päteviksi.

4.1 Asiantuntijahaastattelut

Haastatteluihin haettiin henkilöitä, joilla on kokemusta tahtituotannon toteutuksesta rakennusalalla. Koska tahtituotanto on verraten uusi toimintamalli rakennusalalla, niin aiheen asiantuntijoita on rajatusti. Tämä voidaan todeta myös keväällä tehdyn kyselyn pohjalta, missä kysyttiin avoimesti, miten arvioisit oman osaamisesi tahtituotannon osalta. Kysely toteutettiin LinkedInissa kyselyjulkaisuna. Vastauksia tähän saatiin yhteensä 27 kappaletta ja vastaukset jakautuivat seuraavasti:



Kuva 6 Alustava tutkimus – Tahtituotanto osaaminen

Sopivia henkilöitä kartoitettiin sekä YIT:ltä, että myös muualta rakennusteollisuudesta. Henkilöt pyrittiin valitsemaan siten, että vastauksia saataisiin hieman eri näkökulmista, toimialoilta ja rooleista. Osa haastatteluun pyydetyistä henkilöistä kieltäytyivät haastattelusta, mikä hieman vaikeutti alkuperäistä tavoitetta, saada mahdollisimman monimuotoinen haastateltavien joukko. Haastateltaviksi valittiin lopulta 6 henkilöä, joista suurin osa oli YIT:n sisältä.

Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina teemahaastatteluina, tarkoittaen sitä, että kysymykset kysyttiin kaikilta samassa järjestyksessä ja ne oli jaoteltu teemoittain.

Haastatteluissa oli kaksi pääteemaa rakentaminen ja suunnittelu. Näiden tarkoituksena oli

muodostaa näkemystä sekä rakentamiseen liittyvistä asioista, että myös suunnitteluun liittyvistä asioista. Alateemoiksi valittiin kunkin pääteeman tehtävän aloitusedellytykset. Aloitusedellytykset valittiin Aalto yliopiston Lean ja digitalisaatiokoulutuksen aineiston pohjalta, mikä pohjautui aiempiin tutkimuksiin aiheesta (Seppänen, Lean ja digitalisaatio rakentamisessa, 2019).

**Rakentamisen tehtävän
aloitusedellytykset:**

- *Suunnitelmat*
- *Materiaalit*
- *Työntekijät*
- *Kalusto*
- *Tila*
- *Edeltävät työt*
- *Ulkoiset olosuhteet*

**Suunnittelun tehtävien
aloitusedellytykset:**

- *Edeltävä suunnittelu*
- *Odotukset ja vaatimukset*
- *Dialogi/keskustelut*
- *Päätökset*
- *Henkilöstö*
- *Menetelmät ja työkalut*

Jokaisesta alateemasta/aloitusedellytyksestä kysyttiin samat 5–6 kysymystä. Haastatteluiden kysymykset löytyvät tutkimuksen liitteenä, liite 1

Haastattelut toteutettiin etäyhteyksin Microsoft Teams- ohjelman avulla, jotta haastattelut saatiin tallennettua videolle ja niistä muodostui automaattisesti litteroitu tiedosto, mikä voitiin viedä Microsoft Exceliin analysoitavaksi. Excelissä aineistoa täytyi kuitenkin jäsennellä ja järjestellä, ennen kuin päästiin itse aineiston analyysiin eli teemoitteluun. Teemoittelu oli tutkimuksen kannalta erittäin tärkeä ja oleellinen osio, sillä se liittyi hyvin vahvasti tutkimuksen seuraavaan vaiheeseen eli määrälliseen tutkimukseen. Käytettävät aiheet muodostuivat teemoittelun avulla, missä haastattelukysymyksen vastauksesta noukittiin avainsana tai tulkittiin vastausta kokonaisuutena ja tunnistettiin vastauksen sisältämä aihe tai teema. Aiheita ei valittu valmiiksi määritetystä joukosta eri aiheita vaan se kirjattiin vastauksen viereen aineiston analyysin aikana.

Asiantuntijahaastatteluiden tulosten pohjalta laadittiin määrällisen tutkimuksen eli kyselytutkimuksen vastausvaihtoehdot. Koska aiheita oli paljon, niin kyselytutkimukseen valittiin sellaiset aiheet, jotka nousivat esille haastateltavien vastauksista viisi kertaa tai useammin. Tällä saatiin rajattua kyselytutkimuksen vastausvaihtoehtojen määrää ja pystyttiin fokusoimaan tutkimus vain asiantuntijoiden mielestä merkittävimpiin aiheisiin. Haastatteluissa tuli esille myös monia muita aiheita, joita koettiin tärkeäksi, mutta tutkimuksen kannalta koettiin hedelmällisemmäksi keskittyä vain aiheisiin, jotka toistuivat useasti haastatteluiden vastauksissa.

4.2 Kysely

Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli saada laadullisen tutkimuksen tuloksiin määrällinen vahvistus. Kysely rakennettiin asiantuntijahaastatteluiden tulosten pohjalta ja toteutettiin Microsoft Forms -lomaketyökalulla. Vastausvaihtoehtoina oli haastatteluista tehdyn analyysin tulokset, myös avoin muu vastaus oli yhtenä vaihtoehtona kyselyssä. Kysely lähetettiin YIT:n sisäisesti suurella jakelulla, minkä lisäksi kyselyyn pääsi vastaamaan YIT:n ulkopuoliset osaajat LinkedIniin tehdyn julkaisun kautta. Kyselyssä selvitettiin ensin vastaajan perustiedot ja oman osaamisen taso tahtituotannon osalta. Jos vastaaja valitsi, että ei tiedä tahtituotannosta mitään, niin kysely ohjautui suoraan loppuun. Tällä pyrittiin välttämään asiaankuulumattomat vastaukset.

Kyselyn rakenne oli jaettu myös kahteen pääteemaan rakentamiseen ja suunnitteluun. Kyselyssä vastaaja arvosteli tahtituotannossa käytettävän digityökalun ominaisuuksien ja ratkaistavien aiheiden tärkeyttä annetun pääteeman ja tahtituotannon näkökulmasta. Tämän jälkeen vastaajan piti vielä valita 5 tärkeintä ominaisuutta ja/tai aihetta tahtituotannon digityökalulle. Kyselyssä ei ollut pakko vastata kumpaankin pääteemaan vaan vastaaja sai valita, haluaako antaa vastauksen esimerkiksi vain tuotannon näkökulmasta. Suurin osa vastaajista vastasi kyselyyn tuotannon näkökulmasta. Vastauksia kyselyyn saatiin 139 kappaletta, joista suurin osa oli tuotannossa työskenteleviä toimihenkilöitä, kuten työnjohtajia tai työmaainsinöörejä. Kyselyyn sai vastata 2 viikon ajan kyselyn julkaistusta alkaen. Kyselyn kysymykset ja vastausvaihtoehdot löytyvät tutkimuksen liitteenä, liite 2

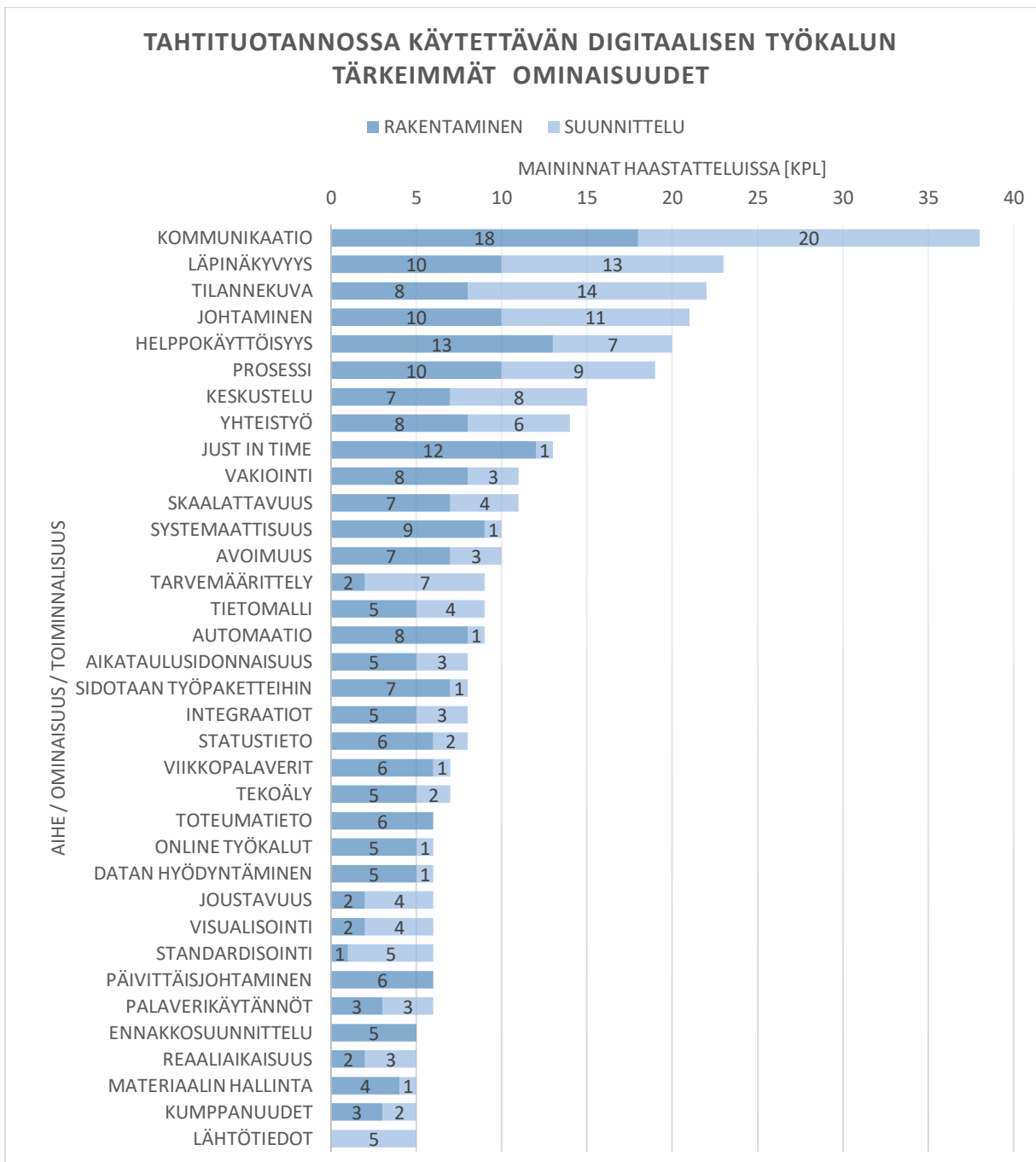
5 Tutkimustulosten analysointi

Seuraavassa kappaleessa käymme läpi tutkimustulokset tutkimuksen vaiheistuksen mukaisesti. Ensin käymme läpi haastatteluiden tulokset, jonka jälkeen pureudutaan kyselytutkimuksen tuloksiin. Analysoimisen helpottamiseksi sekä tulosten havainnollistamiseksi tulokset esitetään kaaviona, joiden sisältö on avattu kirjallisesti ennen itse kaaviota.

Tutkimustuloksista voidaan yleisesti todeta, että kaikki tavoitteeksi asetetut kriteerit hyvien tutkimustulosten aikaansaamiseksi täyttyivät. Asiantuntijavalinnat onnistuivat hyvin lukuun ottamatta sitä, että suurin osa työskenteli samassa yrityksessä, mutta työn tilaajan kannalta tällä ei ollut merkitystä, vaan se koettiin jopa positiivisena asiana. Haastatteluista saatiin erinomainen pohja-aineisto kyselytutkimuksen kysymysten pohjaksi. Tutkimalla haastatteluaineistoa lisää eri menetelmillä, olisi aineistosta mahdollista saada myös lisää informaatiota ja hyvää tutkimusaineistoa eri tutkimusaiheita varten. Kyselytutkimuksen suurimpana riskinä oli se, että vastausmäärä olisi jäänyt hyvin alhaiseksi ja vastaajien tahtituotanto-osaaminen olisi ollut erittäin heikolla tasolla. Näin ei kuitenkaan käynyt vaan vastauksia saatiin yhteensä 139 kpl, joista vain 5 % oli sellaisia, joiden tahtituotanto-osaaminen ei riittänyt kyselyyn vastaamiseen kokonaisuudessaan.

5.1 Asiantuntijahaastattelun tulokset

Asiantuntijahaastatteluista saatiin teemoittelun avulla nostettua esiin 35 eri aihetta, mitkä mainittiin haastatteluissa yli viisi kertaa. Tässä otettiin huomioon yhteenlaskettu määrä mainintoja rakentamisen osuudessa ja suunnittelun osuudessa. Nämä 35 aihetta otettiin kyselytutkimuksen vastausvaihtoehdoiksi. Tällä rajauksella haluttiin myös rajata vastausvaihtoehtojen määrää. Tärkeimmäksi aiheeksi haastatteluissa nousi kommunikaatio / viestintä 38 maininnalla, toiseksi läpinäkyvyys 23 maininnalla ja kolmanneksi tilannekuva 22 maininnalla. Kymmenen tärkeimmän aiheen sisään valikoitui sijoille 4–10: johtaminen (4.), helppokäyttöisyys (5.), prosessi (6.), keskustelu (7.), yhteistyö (8.), just in time (9.) ja vakiointi (10.) sekä skaalattavuus (10.). Muut aiheet ja tarkemmat jakaumat näkyvät alla olevasta palkkikaaviosta.

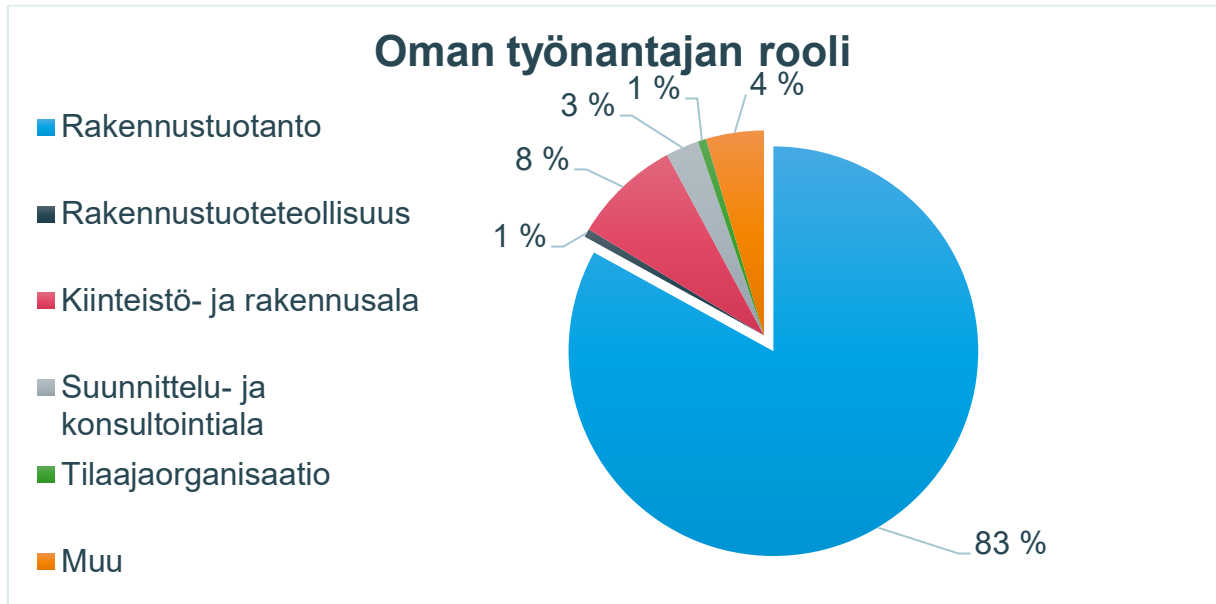


Kuva 7 Asiantuntijahaastatteluiden tulokset

5.2 Kyselytutkimuksen vastaajaprofiilit

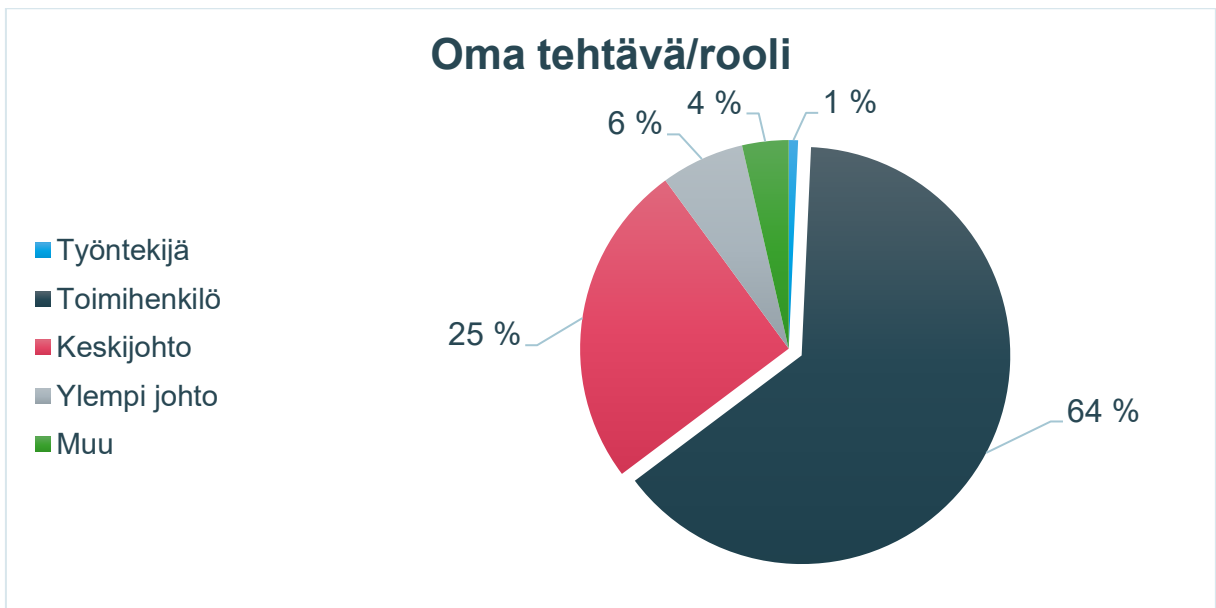
Suurin osa vastanneista toimi organisaatiossa, minkä ydintehtävänä on rakennustuotanto. Tämä selittyy osaltaan sillä, että kysely oli laajassa jakelussa YIT:llä, minkä ydintehtävä on rakennustuotanto. Tutkimuksen kannalta olisi ollut arvokkaampaa, jos vastaajia olisi ollut

useammalta eri toimialalta. Tahtituotanto on kuitenkin hyvin tuotantokeskeinen toimintamalli ja kokemukset siitä täällä hetkellä painottuvat tuotantoon. Ajan myötä, kun toimintamalli on riittävän kypsä ja toistuva tapa tehdä tuotannossa, niin alkaa se jalkautua myös yhä enemmän muihin toimintoihin ja toimialoihin. Isossa kuvassa tahtituotannon tulisi kuitenkin tehostaa koko arvoketjua aina tilaajasta materiaalitoimittajaan asti.



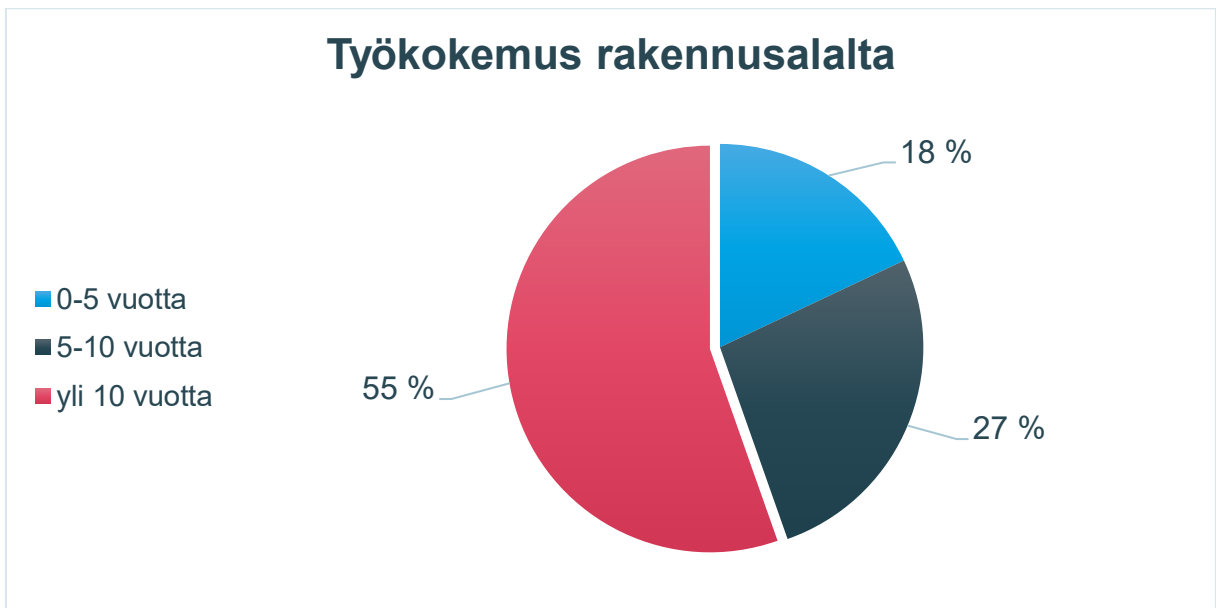
Kuva 8 Kyselytutkimus – Oman työnantajan rooli

Toimihenkilöiden kuten työnjohtajien, vastaavien työnjohtajien yms. osuus vastanneista oli 64 %, seuraavaksi suurin osuus oli keskijohdolla 25 prosentillaan. Tätä selittää myös se, että tahtituotanto kiinnostaa tällä hetkellä niitä henkilöitä, jotka työskentelevät lähellä tuotantoa. Mielenkiintoista olisi nähdä, miten vastaukset muuttuisivat, vai muuttuisivatko ollenkaan, jos vastaajien jakauma oli suurempi työntekijöiden tai ylemmän johdon osalta.



Kuva 9 Kyselytutkimus - Oma tehtävä/rooli

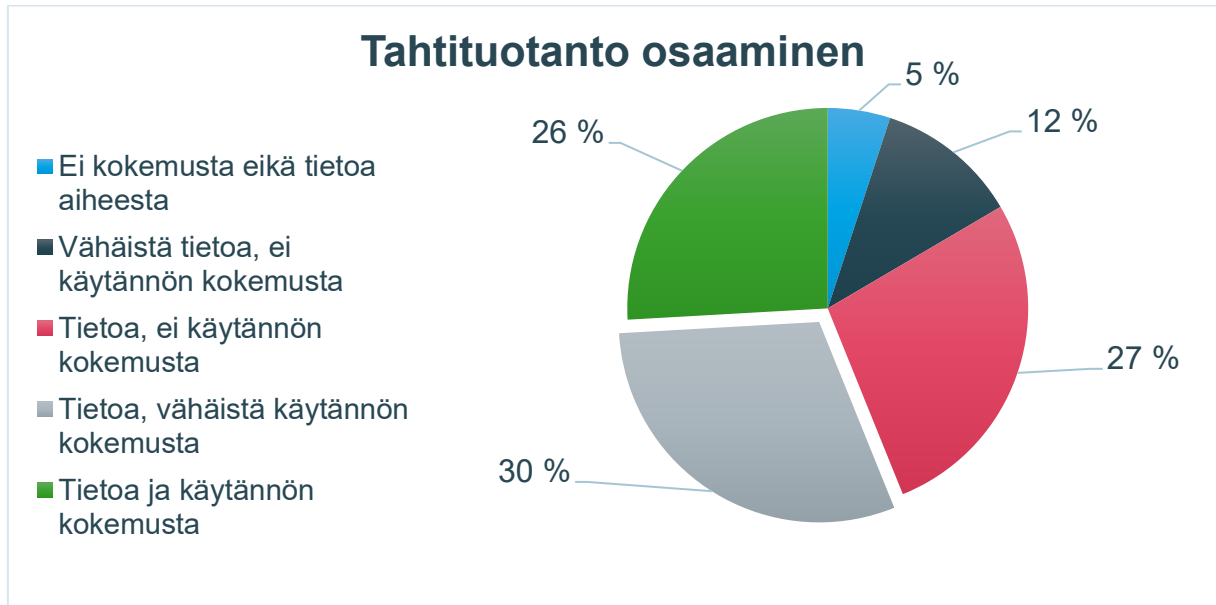
Positiivista oli huomata, että suurin osa vastanneista oli varsin kokeneita ammattilaisia, sillä yli puolella vastanneista (55 %) oli yli 10 vuoden kokemus rakennusalalta. Tämä kertoo myös siitä, että tahtituotanto ja siihen liittyvät tutkimukset selvästi kiinnostavat myös kokeneempaa henkilöstöä eikä ole vain nuorten ja vastavalmistuneiden ammattilaisten juttu. Tahtituotanto on kuitenkin suhteellisen uusi toimintamalli rakennusalalla.



Kuva 10 Kyselytutkimus – Työkokemus rakennusalalta

Kyselyssä kysyttiin myös vastaajilta, mikä on heidän tahtituotanto-osaamisensa taso. Jos vastaaja vastasi tässä kohtaa ”ei kokemusta eikä tietoa aiheesta”, niin kysely ohjautua suoraan loppuun. Tällä pyrittiin välttämään täysin vastaukset, millä ei ollut minkäänlaista tekemistä tahtituotannon kanssa. Tässä kohtaa hajontaa oli enemmän verrattuna muihin taustatietoihin. Eniten vastaajia saatiin henkilöiltä, joilla oli tietoa ja vähäistä käytännön kokemusta (30 % vastanneista). Tutkimuksen kannalta oli hyvä asia, että yli neljännesosalla (26 %) vastanneista oli tietoja ja käytännön kokemusta tahtituotannosta. Erinomaista oli se,

että 84 %:lla vastanneista oli enemmän kuin vähäistä tietoa aiheesta ja yli puolella (56 %) vastanneista oli edes jonkin verran käytännön kokemusta tahtituotannosta.



Kuva 11 Kyselytutkimus – Tahtituotanto osaaminen

5.3 Tahtituotantotyökalut ja niiden hyödyntäminen

Haastatteluissa ei noussut esiin kuin muutamia digitaalisia työkaluja, joita hyödynnetään tällä hetkellä tahtituotannossa. Mainintoja oli sen verran vähän, että emme mainitse niitä tässä tutkimuksessa nimeltä. Mukana oli aikataulutyyökaluja, taulukkotyökaluja, logistiikanhallintatyökaluja ja viestintätyökaluja. Haastatteluissa sen sijaan puhuttiin usein erilaisista teknologioista ja toiminnallisuuksista ja viitattiin ehkä yleisesti jonkin tietyn tyyppiseen työkaluun, joista osa oli myös tietomallityökaluja, mitkä eivät kuulu tämän tutkimuksen tutkimussisältöön.

Haastatteluiden pohjalta voidaan todeta, että työkaluja on saatavilla, mutta ne ovat pääosin yksittäisiä työkaluja, jotka ratkaisevat jonkun tietyn spesifin ongelman. Mitään kaiken kattavaa työkaluratkaisua ei siis ole olemassa. Tahtituotannon kannalta oleellista on löytää siihen sopiva, helppokäyttöinen aikataulu/tuotannonohjaustyökalu, minkä avulla tuotantoa voidaan ohjata tahtituotantomallin mukaisesti. Aikataulun lisäksi on otettava huomioon

viestinnän vaatimukset ja valittava siihen sopivat työkalut ja keinot. Tahtituotanto vaatii paljon avointa ja läpinäkyvää kommunikaatiota, mikä sinänsä ei poikkea perinteisestä tekemisestä, mutta se korostuu tahtituotanto toimintamallissa vielä enemmän.

Kommunikaatio ja viestintä nousi yhdeksi tärkeimmistä aiheista sekä haastatteluissa, että kyselytutkimuksessa.

5.4 Työkalujen liittäminen prosessiin

Työkalujen sisällyttäminen prosessiin lähtee siitä, että ne ovat tahtituotantomalliin sopivia, ratkaisevat jonkin tunnistetun ongelman ja ovat ennen kaikkea helppokäyttöisiä. Työkalujen helppokäyttöisyys nousi myös sekä haastatteluissa, että kyselytutkimuksessa yhdeksi tärkeimmistä ominaisuuksista työkalulle. Haastatteluissa oli muutamia mainintoja automaatiosta ja tietovirtojen hallinnasta, kun mietitään tahtituotantoa systemaattisena prosessin, niin olisikin järkevää pyrkiä automatisoimaan mahdollisimman paljon manuaalista työtä vaativia työtehtäviä kuten esimerkiksi materiaalien tilaukset tai työsuoritteiden laskun tarkastukset.

Tilannekuva nousi yhdeksi tärkeimmistä aiheista ja jos mietitään tilannekuvan muodostamista, niin siihen tarvitaan dataa. Kun puhutaan datasta ja erityisesti sen keräämisestä, niin datan keräämisen automatisointi voisi olla yksi ratkaisu poistaa tai ainakin vähentää manuaalista tietojen syöttämistä työntekijöiltä, mikä koetaan usein turhaksi työksi, varsinkin jos kerättyä dataa ei hyödynnetä. Automatisointi mainittiin haastatteluissa joitakin kertoja, mutta se ei kuitenkaan noussut kyselytutkimuksessa kovinkaan tärkeäksi aiheeksi.

Digitalisaation myötä joudumme käyttämään yhä enemmän ja enemmän teknisiä laitteita tai ohjelmistoja, mikä osaltaan kuormittaa työnjohtoa, koska he joutuvat hallitsemaan useamman kuin yhden työkalun/sovelluksen käytön. Tämä myös korostuu siinä mielessä, kuten aiemmin mainittiin, kaiken kattavaa työkaluratkaisua ei ole olemassa, vaan on valittava useampi työkalu, joita käytetään aina tiettyihin ongelmiin. Digityökalut kuitenkin mahdollistavat sen, että voimme siirtää tietoa järjestelmästä toiseen ja integroida sovelluksia keskenään. Automatisoimalla tietovirtoja ja integroimalla työkalut keskenään voimme vähentää käytettävien työkalujen määrää kentällä ja samalla kuitenkin muodostaa

työmaahenkilöstölle tilannekuvan, minkä pohjalta he pystyvät tekemään päätöksiä, johtamaan ja valvomaan työmaata. Mikä on kuitenkin työnjohdon pätehtävä.

Kun siis lähdetään sisällyttämään prosessiin työkaluja, niin työkalujen täytyy olla helppokäyttöisiä, niissä pitää olla mahdollisuus integroitua muiden työkalujen kanssa, niiden pitää automaattisesti muodostaa käyttökelpoista dataa ja niiden käyttäminen ei saa viedä liikaa aikaa työnjohdon pätehtävältä eli johtamiselta tai työntekijöiden osalta rakentamiselta.

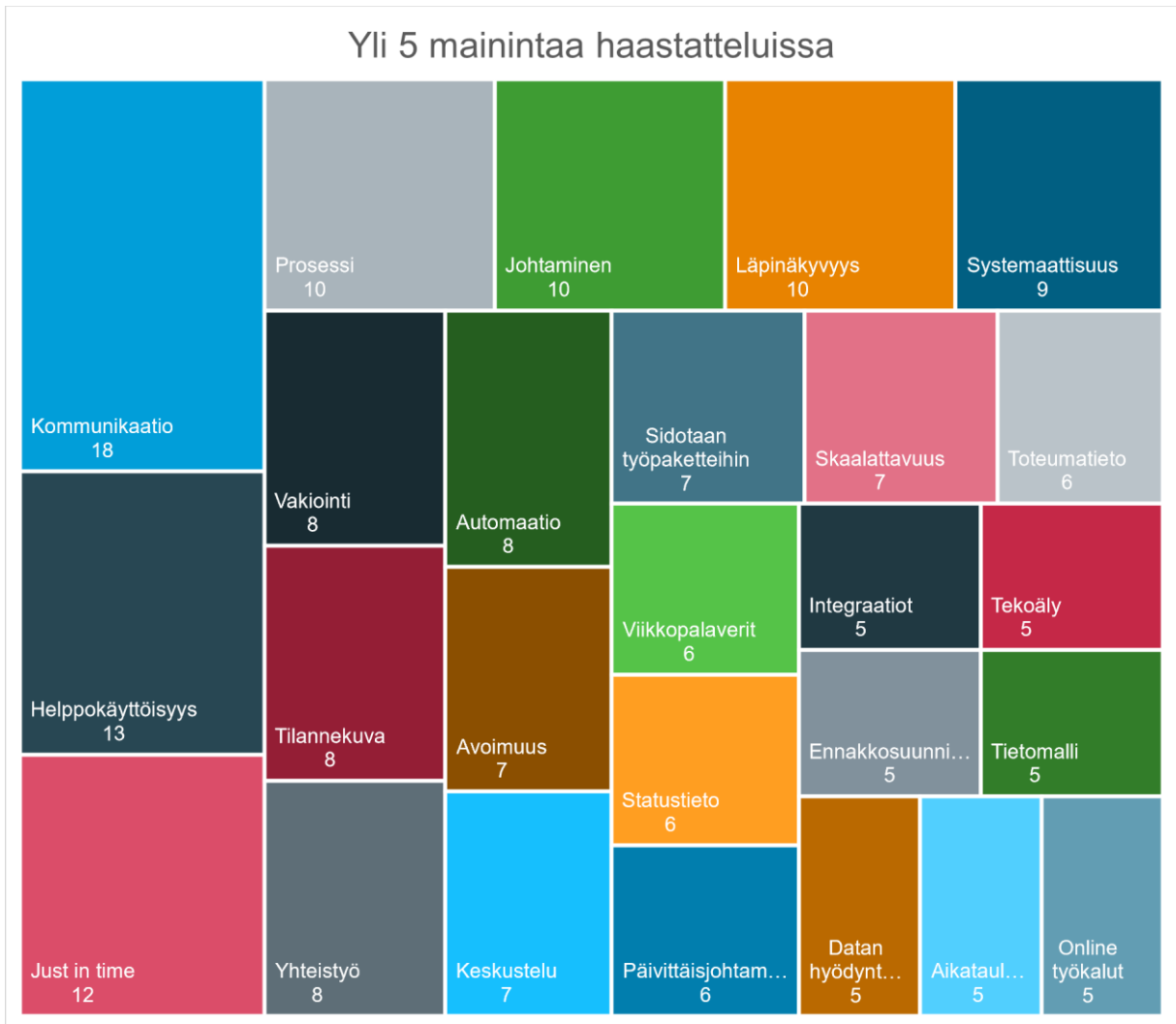
5.5 Työkalujen ominaisuudet

Tutkimustulosten pohjalta voidaan tunnistaa viisi tärkeintä aihealuetta tahtituotannon ja siinä hyödynnettävien työkalujen osalta. Näitä aiheita on tilannekuva, helppokäyttöisyys, kommunikaatio/viestintä, johtaminen ja yhteistyö. Nämä viisi aihetta olivat sekä rakentamisen, että suunnittelun osalta tärkeimmät. Ensimmäiset eroavaisuudet tulevat vasta näiden jälkeen. Suunnittelussa korostui tietomalli ja rakentamisessa aikataulusidonnaisuus, kun asiaa tutkittiin yksittäisen päteeman osalta. Kokonaistarkastelulla kuitenkin huomattiin, että läpinäkyvyys ja vakiointi nousivat tärkeysjärjestyksessä tietomalliasioiden ohi. Näiden lisäksi top 10 aiheeksi nousi vielä systemaattisuus.

5.5.1 Digityökalut rakentamisen näkökulmasta, haastattelut

Asiantuntijahaastatteluiden perusteella Just in time mainittiin jopa kolmanneksi eniten kaikista aiheista. Kyselytutkimuksessa kuitenkin sen tärkeyden kannalla olivat 18 % vastanneista. Aihe koettiin siis kuitenkin suhteellisen tärkeäksi, mutta asiantuntijoiden osalta sen tärkeys korostui ehkä enemmän. Tämä saattaa johtua siitä, että kyseinen termi/käsite oli esitetty tutkimuksessa sen englanninkielisessä muodossa eikä sitä avattu sen tarkemmin kyselyssä. Just in time terminä on muutenkin hyvin vähän käytetty rakennustyömailla. Työmailla puhutaan enemmänkin täsmätoimituksista. Myös termin taustat Lean-filosofiasta saattavat olla monelle hieman tuntematon aihe. Toinen aihe missä oli suurta poikkeamaa asiantuntijahaastatteluiden ja kyselytutkimuksen välillä oli tilannekuva, se mainittiin

haastatteluissa harvemmin kuin mitä kyselytutkimuksen perusteella voisi sen tärkeydestä olettaa. Haastatteluiden perusteella asiantuntijat korostivat myös läpinäkyvyyttä, prosessia ja systemaattisuutta enemmän kuin kyselytutkimukseen vastanneet.



Kuva 12 Digi työkalut rakentamisen näkökulmasta, haastatteluiden tulokset

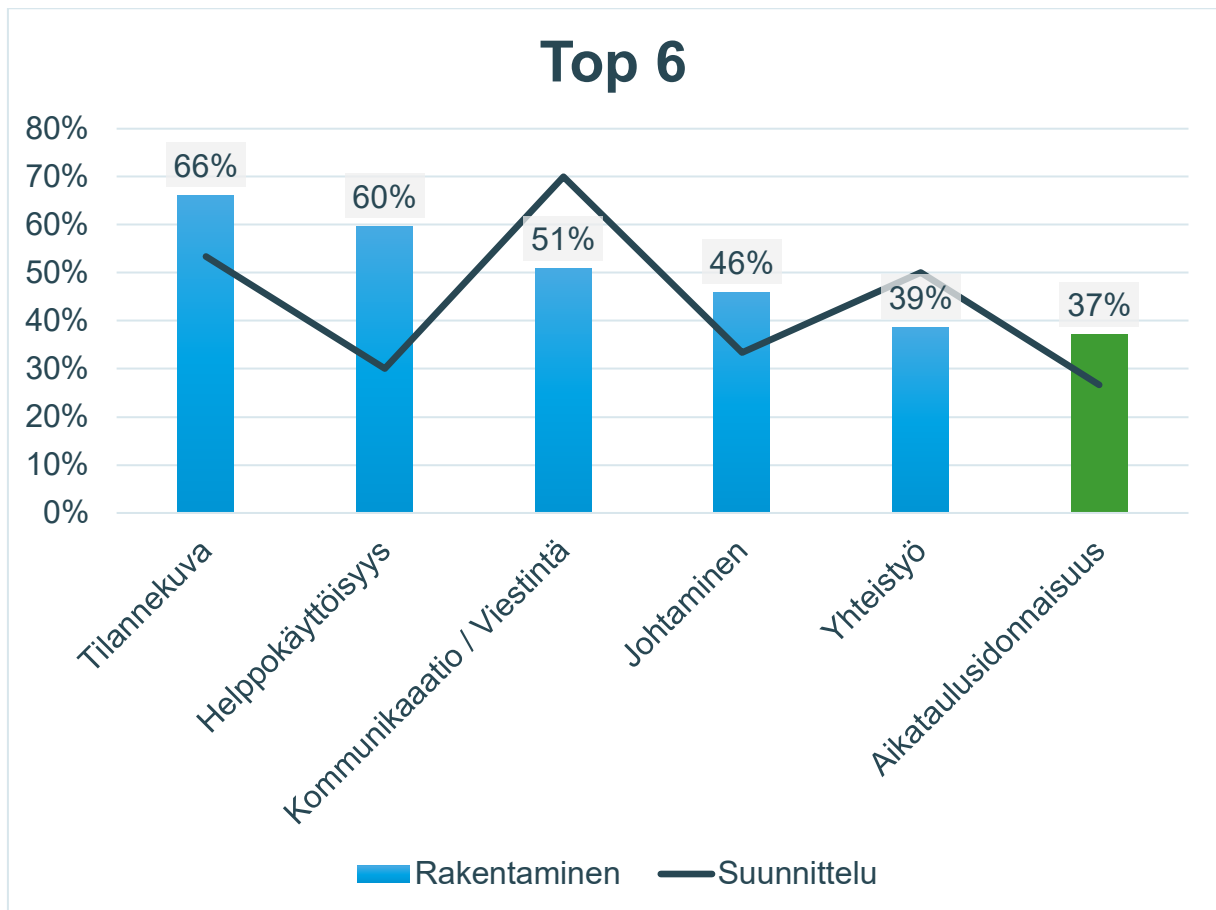
5.5.2 Digi työkalut rakentamisen näkökulmasta, kyselytutkimus

Kun tuloksia tarkasteltiin pisteyttämällä seuraavasti: Ei tärkeä (-2), Ei kovin tärkeä (-1), Neutraali (0), Tärkeä (1), Erittäin tärkeä (2) huomaamme, että johtaminen koettiin vasta kuudenneksi tärkeimmäksi aiheeksi. Kun taas kysymyksessä missä piti valita vain 5 tärkeintä aihetta, johtaminen oli neljänneksi tärkein. Tärkeimmät kuusi aihetta olivat kuitenkin samat kummassakin kyselyn kysymyksissä.



Kuva 13 Digityökalut rakentamisen näkökulmasta, kyselytutkimuksen tulokset pisteytettynä

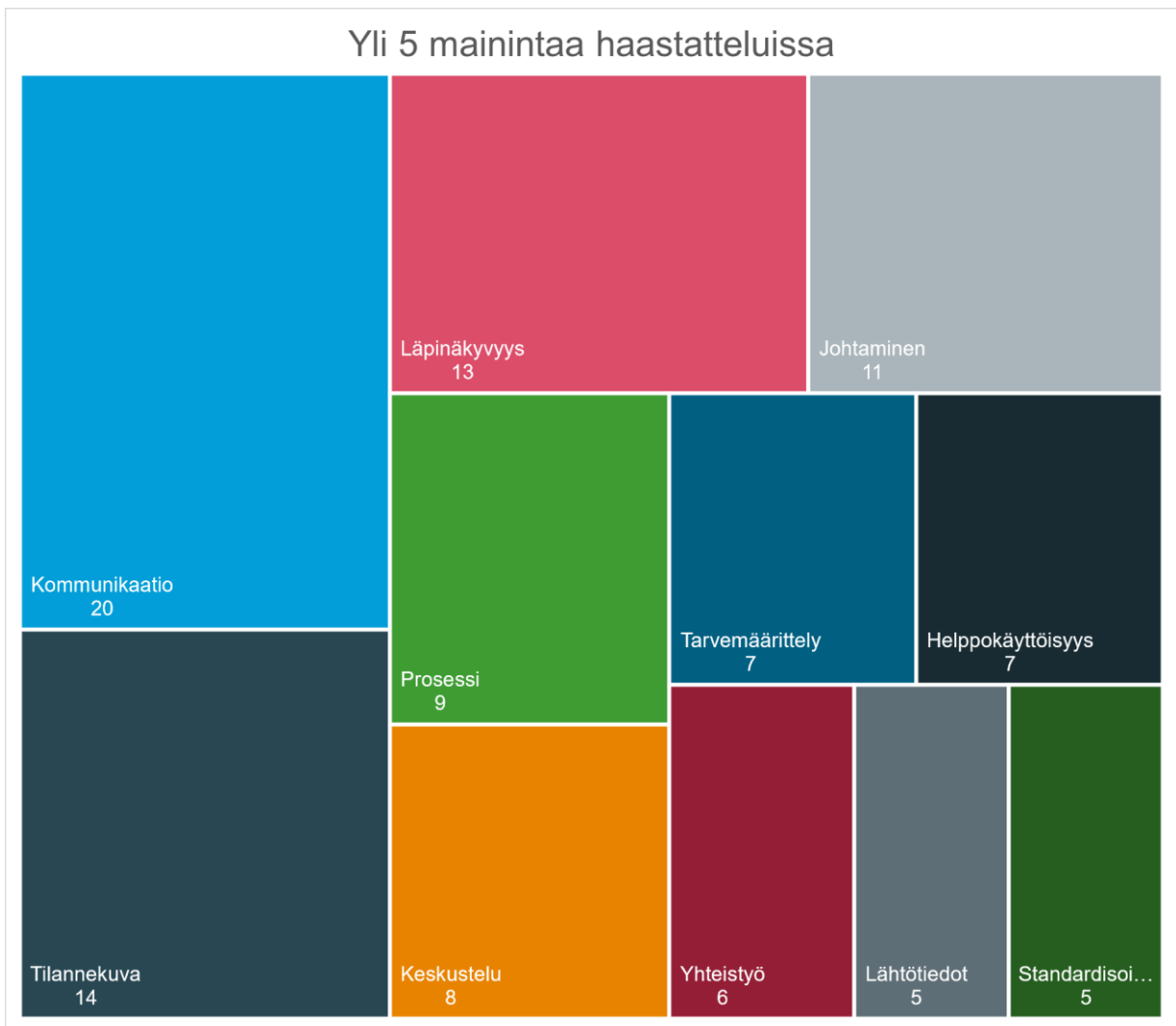
Kyselytutkimuksen pohjalta rakentamisen näkökulmasta kaikista tärkein aihe on tilannekuva 66 % osuudella vastanneista. Toiseksi tärkein aihe oli helppokäyttöisyys (60 %), kolmanneksi kommunikaatio ja viestintä (51 %), neljäntenä johtaminen (46 %), viidentenä yhteistyö ja kuudentena aikataulusidonnaisuus (37 %). Muut aiheet saivat tulokseksi alle 30 %, näistä merkittävimmät olivat läpinäkyvyys 29 % ja vakiointi 22 % osuudella.



Kuva 14 Digityökalut rakentamisen näkökulmasta, kyselytutkimuksen tulokset viisi tärkeintä

5.5.3 Digityökalut suunnittelun näkökulmasta, haastattelut

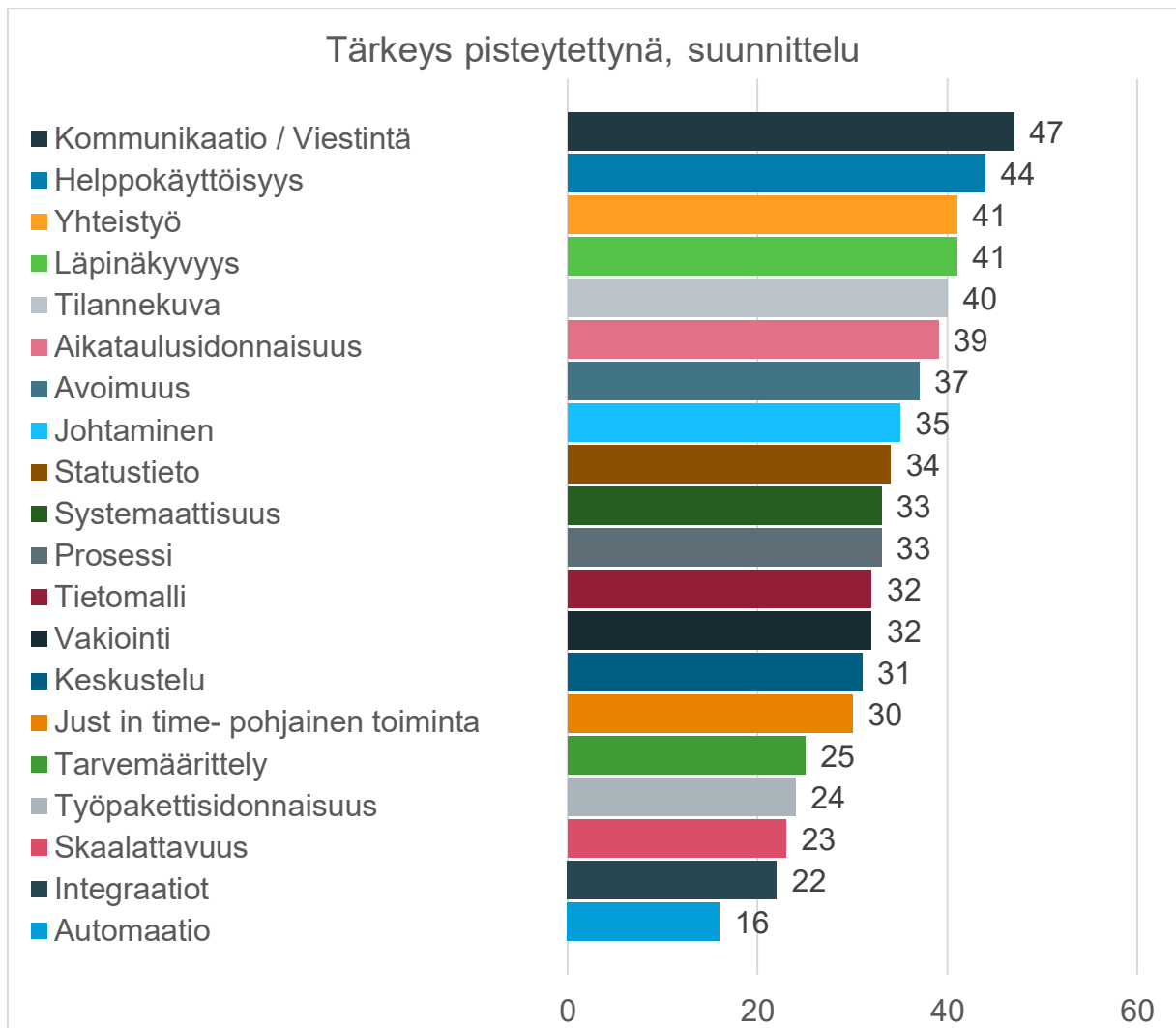
Suunnittelun näkökulmasta asiantuntijahaastatteluissa nousi useimmiten mainituksi aiheeksi kommunikaatio ja sen jälkeen järjestyksessä on tilannekuva, läpinäkyvyys, johtaminen, prosessi ja keskustelu. Kyselytutkimukseen verrattuna läpinäkyvyys mainittiin useammin haastatteluissa, samoin keskustelu ja prosessi mainittiin useammin kuin kyselytutkimukseen mukaan tärkeimpiin kuuluva helppokäyttöisyys. Erikoista on huomata, että tietomalli mainittiin haastatteluissa vain neljä kertaa, joten se ei esimerkiksi näy seuraavassa kaaviossa, mihin valittiin vain viisi tai enemmän mainintoja saaneet aiheet. Kaaviosta puuttuu myös muita tärkeäksi koettuja aiheita vähäisten mainintojen takia, kuten aikataulusidonnaisuus, avoimuus, statustieto ja systemaattisuus.



Kuva 15 Digityökalut suunnittelun näkökulmasta, haastatteluiden tulokset

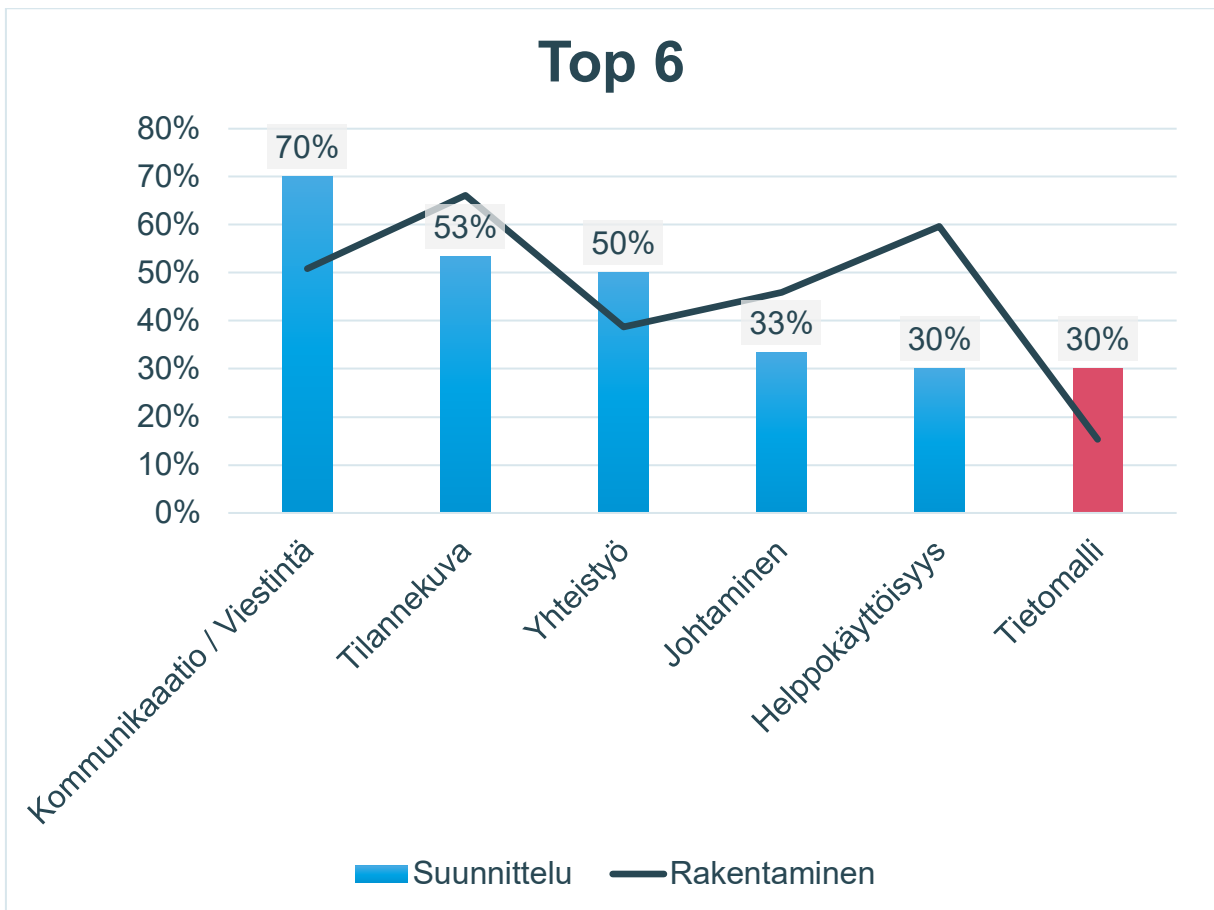
5.5.4 Digityökalut suunnittelun näkökulmasta, kyselytutkimus

Kun tuloksia tarkasteltiin pisteyttämällä seuraavasti: Ei tärkeä (-2), Ei kovin tärkeä (-1), Neutraali (0), Tärkeä (1), Erittäin tärkeä (2) huomaamme, että tietomalli koettiin vasta 12:sta tärkeimmäksi aiheeksi. Kun valittiin vain viittä tärkeintä aihetta, niin tietomalliasiat nousivat kuuden tärkeimmän aiheen joukkoon. Läpinäkyvyys, aikataulusidonnaisuus ja avoimuus koettiin myös pisteyttämällä tärkeämmäksi kuin viittä tärkeintä aihetta valittaessa, tärkeämmäksi kuin johtaminen.



Kuva 16 Digityökalut suunnittelun näkökulmasta, kyselytutkimuksen tulokset pisteytettynä

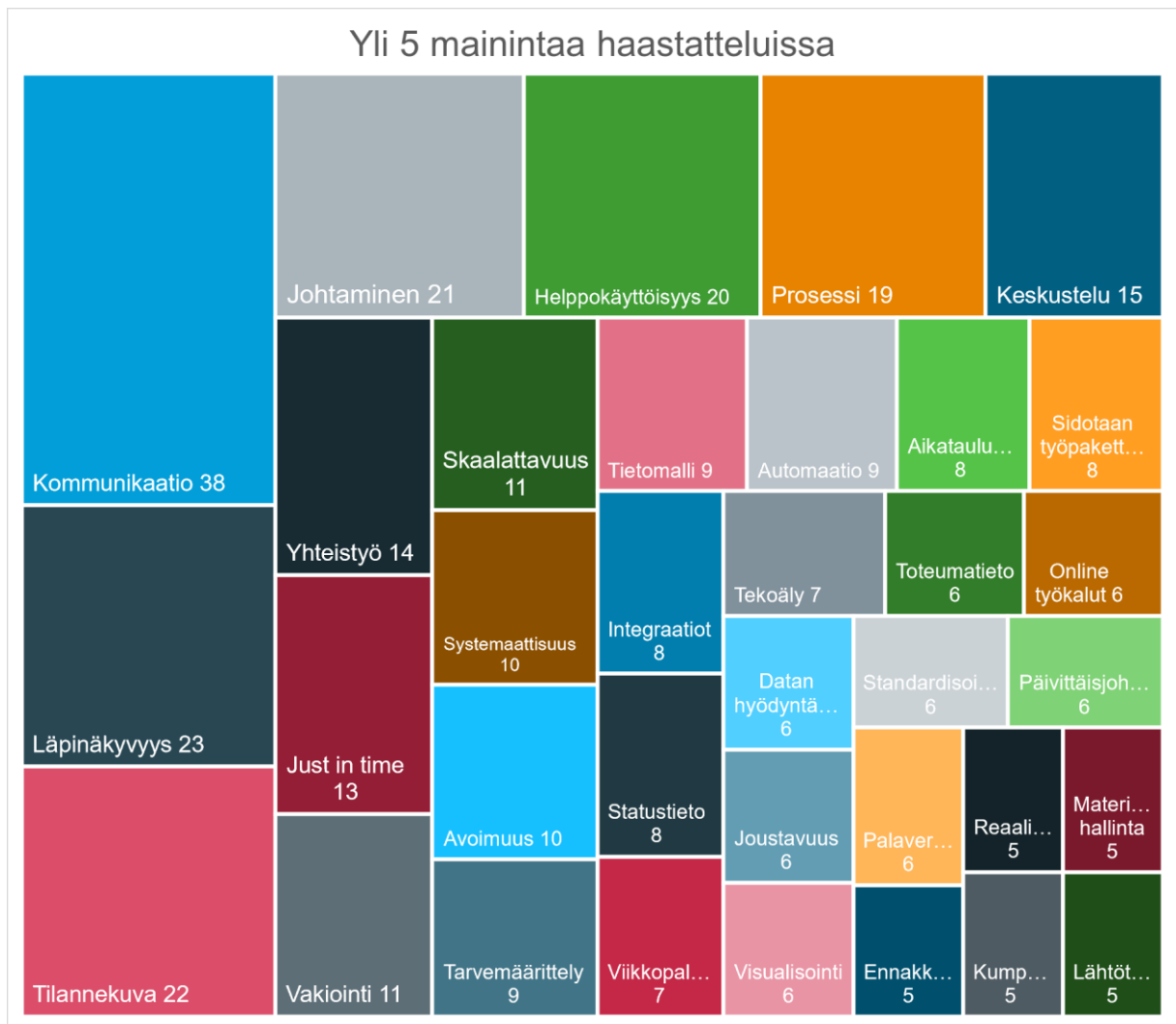
Kyselytutkimuksen tulosten pohjalta top 5 tärkeimmäksi aiheeksi valikoitui kommunikaatio / viestintä 70 % osuudella vastanneista. Tämän jälkeen tulivat tilannekuva (53 %), yhteistyö (50 %), johtaminen (33 %), helppokäyttöisyys (30 %) ja kuudentena 30 %:lla tietomalli. Kuuden tärkeimmän ulkopuolelle jäi yli 20 % tuloksella aikataulusidonnaisuus (26 %), keskustelu / dialogi (23 %), prosessi (23 %) ja vakiointi (20 %).



Kuva 17 Digityökalut suunnittelun näkökulmasta, kyselytutkimuksen tulokset viisi tärkeintä

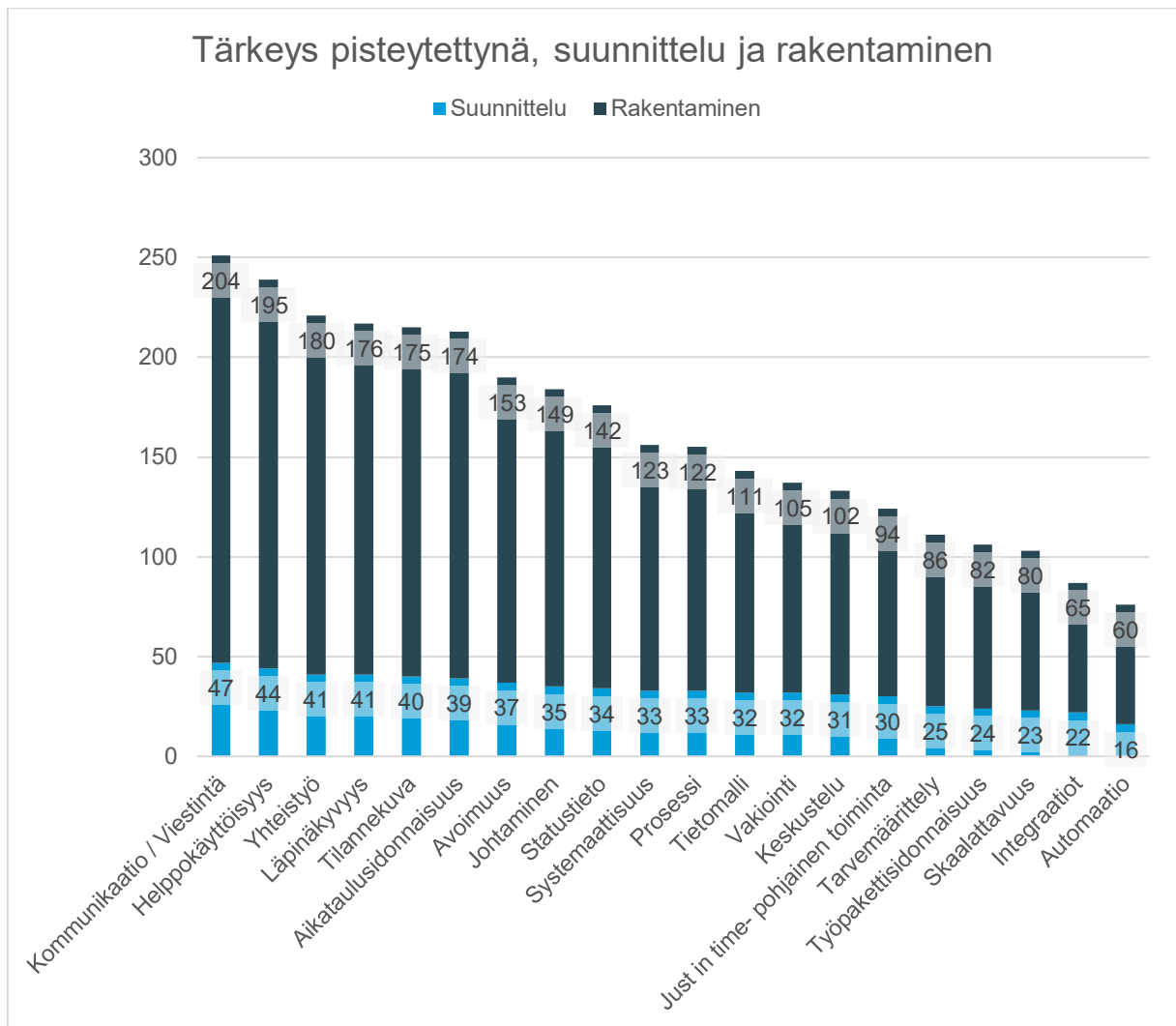
5.5.5 Digityökalut rakentamisen ja suunnittelun näkökulmasta

Kun otetaan kummatkin pääteemat huomioon, niin haastatteluiden pohjalta selkeästi mainituin aihe oli kommunikaatio 38 maininnalla. Tämän jälkeen tulevat läpinäkyvyys, tilannekuva, johtaminen ja helppokäyttöisyys noin 20 maininnalla. Läpinäkyvyys ja keskustelu mainittiin asiantuntijoiden osalta useammin kuin kyselytutkimuksen perusteella aiheiden tärkeys osoittaa.



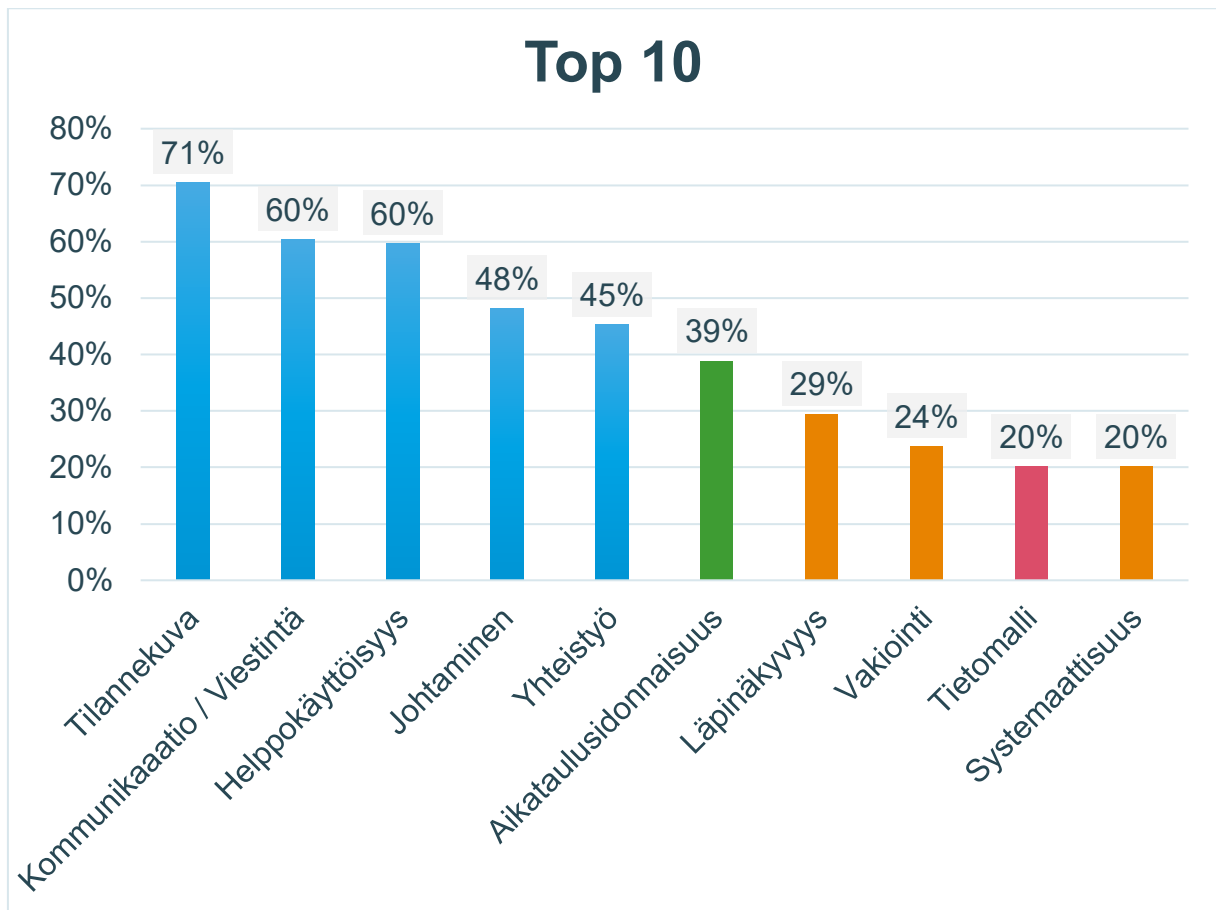
Kuva 18 Digityökalut rakentamisen ja suunnittelun näkökulmasta, haastatteluiden tulokset

Kun kokonaistuloksia tarkasteltiin pisteyttämällä seuraavasti: Ei tärkeä (-2), Ei kovin tärkeä (-1), Neutraali (0), Tärkeä (1), Erittäin tärkeä (2) huomataan, että aikataulusidonnaisuus nousi erittäin tärkeäksi aiheeksi. Tämän lisäksi helppokäyttöisyys, yhteistyö ja statustieto koettiin myös tärkeämmäksi, mitä haastatteluiden perusteella voisi olettaa.



Kuva 19 Digityökalut rakentamisen ja suunnittelun näkökulmasta, tulokset pisteytettynä

Kyselytutkimuksen rakentamisen ja suunnittelun yhteenlasketuista tuloksista voidaan todeta että, tilannekuva olisi tärkein aihe 71 % tuloksella. Toiseksi ja kolmanneksi tärkeimmät aiheet olivat kommunikaatio / viestintä sekä helppokäyttöisyys. Viiden tärkeimmän joukkoon kuului vielä johtaminen ja yhteistyö. Nämä viisi aihetta olivat toistuvasti tärkeimpien aiheiden joukossa. Kuudenneksi tärkeimmäksi nousi aikataulusidonnaisuus, minkä perään läpinäkyvyys (7), vakiointi (8), tietomalli (9) ja kymmenentenä systemaattisuus.



Kuva 20 Digityökalut rakentamisen ja suunnittelun näkökulmasta, viisi tärkeintä

6 Johtopäätökset

6.1 Aiemmat tutkimukset

Aineistoa kerätessä ja etsiessä ei tullut vastaan mitään vastaavanlaista tutkimusta. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että tahtituotanto on vielä suhteellisen uusi toimintatapa rakennusalalla ja kaikki tutkimuksen aiheesta liittyvät enemmänkin itse menetelmän sopivuuteen erilaisissa hankkeissa, menetelmä perusteisiin ja sen eroihin perinteiseen toimintamalliin nähden. Digitaalisia työkaluja ja niiden tarvitsemia ominaisuuksia ja toiminnallisuksia juuri tahtituotannon tarpeita varten, ei ole juurikaan tutkittu. Aineistoa kootessa kuitenkin keskityttiin lähinnä suomenkieliseen aineistoon, joten on mahdollista, että aiheesta löytyy tutkimuksia muilla kielillä. Suomessa on muutamia yrityksiä, joilla on tahtituotantoon soveltuvia työkaluja ja jotka on myös suunniteltu tältä pohjalta. Niitä

suunnitellessa on varmastikin käytetty joko asiantuntijoiden tietoa, mitä toiminnallisuuksia työkalun pitäisi ratkaista tai heillä on ollut käytettävissään aiempaa tutkimusmateriaalia aiheesta.

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää hyvinkin tarkkoja ja spesifejä toiminnallisuuksia, mitä tahtituotannossa käytettävältä työkalulta tarvittiin. Tulokset kuitenkin osoittavat, että aiheet jäävät hyvin ylätasoisiksi aiheiksi, mitkä työkalun tulisi ratkaista tai jossa työkalu pystyisi auttaa sen käyttäjää. Tästä hyvä esimerkki on *johtaminen* mikä kattaa alleen hyvin ison määrän erilaisia toimintamalleja tai ongelmia ratkaistavaksi. Tämän osalta voidaankin siis vain yleisesti todeta, että työkalun tulee tukea ja helpottaa johtamista, mutta itse puutteellista johtamista ei tulla ratkaisemaan yhdelläkään työkalulla. Sama pätee myös kommunikaatioon ja viestintää. Kommunikaatiota ja viestintää on monenlaista ja osaan tarvitaan työkaluja, osaan ei. Tässäkin asia on mietittävä siltä kantilta, että työkalun tulee mahdollistaa, helpottaa ja auttaa kommunikoinnissa sekä viestinnässä. Nämä kaksi aihetta kulkevat myös hyvin tiiviisti käsikädessä, johtamiseen tarvitaan kommunikaatiota sekä viestintää ja kommunikaatio ja viestintä on tavallaan johtamista.

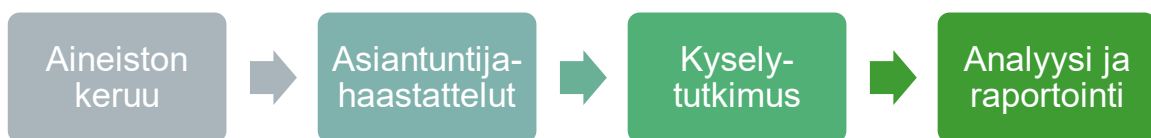
Tärkeää on suunnitella ja käyttää sellaisia työkaluja, jotka sopivat kuhunkin käyttötarkoitukseen parhaiten, kuitenkin on otettava huomioon se, että mitä enemmän ihmisillä on eri työkaluja tai eri viestintäkanavia sitä helpommin saatetaan tukahduttaa ihmiset tietotulvalla. Tällöin tapahtuu juuri se, mitä johtamiselta ja kommunikaatiolta ei toivota eli se, että ihmiset eivät tiedä mitä tehdä, koska ovat tukahtuneet tietotulvaan eivätkä enää osaa erottaa tärkeää asiaa vähäpätöisemmästä asiasta.

Se mitä kannattaa työkalujen osalta miettiä johtamisen ja viestinnän kannalta on se, miten erilainen tieto näkyy käyttäjälle. Hyvä esimerkki tästä on visualisuuden ja ymmärrettävien symboleiden käyttö. Perinteinen liikennevalo- merkit helpottavat ja yksinkertaistavat monimutkaistenkin asioiden hahmottamista ja tekevät työkalua myös helppokäyttöisemmäksi, mikä myös oli yksi tärkeimmistä aiheista. Tärkeimmäksi koettu aihe, tilannekuva liittyy tähän hyvin oleellisesti, sillä monimutkaisessa ja kompleksisessa ympäristössä ihmiset haluavat tärkeän tiedon selkeästi esille ja ymmärrettävässä muodossa ja tämän lisäksi olisi hyvä tietää myös aiheuttaako tämä jotain toimenpiteitä. Otetaan vaikka

esimerkiksi auton mittaristo, kuinka moni reagoi siihen, että auton mittaristo huutaa ja vilkuttaa punaista osoittaakseen, että autossa on jotain vikaa, vaikka auto kulkisikin vielä ihan normaalisti. Hyvällä tilannekuvalla helpotetaan johtamista ja sen avulla voidaan nostaa tietoisuutta toimintaympäristön tilanteesta. Tilannekuva ei kuitenkaan ratkaise itse ongelmia projektilla, mutta se tuo asiat esille ymmärrettävässä muodossa. Sen pohjalta täytyy tehdä päätöksiä, ratkaisuja ja toimenpiteitä tai jos ei tarvitse, niin silloin voi projektin johto sekä muutkin nukkua yönsä rauhassa ja todeta, että työt etenevät suunnitellusti. Tilannekuvassa on kuitenkin muistettava se, että jos se on rakennettu siten, että se osoittaa vain, miten asiat ovat menneet eikä yhtään ota kantaa siihen, miltä tilanne näyttää esimerkiksi ensi viikolla, ei se välttämättä tuota lisäarvoa niille, jotka sitä eniten kaipaisivat. Tilannekuvan pitäisi siis näyttää tulevaisuutta ennusteiden, todennäköisyyksien tai esimerkiksi tekoälyn avulla. Digitalisaatio mahdollistaa tämän.

6.2 Tuloksiin vaikuttaneet tekijät

Tutkimuksen tuloksiin vaikuttaneita tekijöitä on monia: Asiantuntijavalinnat, haastattelukysymykset, haastatteluiden aineiston analyysin onnistuminen ja toteutus, kyselytutkimuksen kysymykset, kyselytutkimuksen vastaajien taustat sekä viime kädessä tutkijan tekemät valinnat tutkimusprosessin aikana. Yleisesti ottaen tutkimusprosessi oli hyvin suunniteltu ja itse toteutus oli hyvinkin selkeä ja suoraviivainen.



Kuva 21 Tutkimusprosessi

Tutkimuksen aikana tehtiin jatkuvaa analysointia käynnissä olevan vaiheen osalta ja pyrittiin ottamaan huomioon seuraavien vaiheiden toteutus, tässä onnistuttiin hyvin. Tutkimuksen kannalta ehkä kriittisin valinta tehtiin asiantuntijoita valitessa. Tästä syystä ennen valintaa, määriteltiin mitä ominaisuuksia asiantuntijalta vaaditaan, seulottiin mahdolliset sopivat henkilöt. Tämän jälkeen tehtiin vielä kysely tutkimuksen ohjausryhmälle, minkä pohjalta

tehtiin lopulliset asiantuntija valinnat. Myös valittavien asiantuntijoiden/haastateltavien lukumäärä suunniteltiin yhdessä tutkimusryhmän sekä ohjaavan opettajan kanssa.

Haastattelukysymysten muodostaminen ja suunnittelu oli tärkeä osa tutkimusta, koska haastattelut ja niiden tulokset tulisivat määräämään tutkimuksen suunnan. Kysymysten asettelu oli oltava sellainen, että ensinnäkin niihin pystyttiin vastamaan, ja toiseksi, niihin saadut vastaukset tuottaisivat lisäarvoa tutkimukselle. Voidaan sanoa, että tässäkin onnistuttiin kiitettävästi. Kysymysten jakaminen kahteen pääteemaan, rakentamiseen ja suunnitteluun, konkretisoi tuloksissa hyvin näiden kahden eroavaisuuksia ja näkökulmia.

Kolmas merkittävä tutkimustuloksiin vaikuttava tekijä oli haastatteluiden aineiston analyysi. Tämä oli tutkimusprosessin raskain vaihe ja se tehtiin ennen kyselytutkimuksen luomista. Analyysin tarkoituksen oli teemoittelun avulla löytää toistuvia avainsanoja ja aiheita, joista myöhemmin muodostettiin kyselytutkimuksen vastausvaihtoehdot. Analyysi onnistui hyvin, mutta siihen olisi voinut käyttää vielä enemmän aikaa ja vaivaa, jotta kategoriat olisivat olleet vielä selkeämmät ja ehkä hieman yksityiskohtaisemmat. Nyt aiheet jäivät jokseenkin ylätasolle, mikä voidaan toki nähdä myös positiivisena asiana kyselytutkimuksen toteutusta ajatellen.

Kyselytutkimuksen toteutus oli varsin helppo sen jälkeen, kun oli tehty pohjatyö haastatteluiden analysoinnin osalta. Kysely tutkimus jaettiin myös kahteen pääteeman, rakentamiseen ja suunnitteluun. Poiketen haastatteluista kyselytutkimusta ei pilkottu tarkemmin alateemoihin, tehtävän aloitusedellytyksiin, sillä koettiin, että kyselystä olisi tällöin tullut liian raskas ja monivaiheinen eikä siitä olisi ollut lisäarvoa tutkimuksen kannalta. Kummastakin pääteemasta oli kaksi kysymystä: *kuinka tärkeäksi koet?* ja *valitse 5 tärkeintä*. Näistä ensimmäinen toteutettiin ns. Likert asteikolla ja sillä pyrittiin varmistamaan, että kyselyyn vastanneet ensinnäkin samaa mieltä asiantuntijoiden kanssa ja pyrittiin korostamaan eri aiheiden eroja tärkeydessä. Nämä vastaukset pisteytettiin ja niistä tehtiin oma analyysi, jota voitiin verrata toisen kysymyksen vastauksiin. Oli hienoa huomata, että jotkin aiheet nousivat tärkeämmäksi toisessa kysymyksessä, koska vastaajat joutuivat tekemään priorisointia, sen sijaan, että antoivat vain mielipiteensä asian tärkeydestä

viisiportaisella asteikolla. Toisen kysymyksen vastauksia pidettiin kuitenkin tärkeämpänä lopputuloksen kannalta, juuri priorisoinnin takia.

Kyselytutkimukseen saatiin erinomainen määrä vastauksia, mutta vastaajien hajonta olisi saanut olla hieman monimuotoisempi. Suurin osa vastaajista, kun oli tuotannossa tai tuotannon parissa työskenteleviä hyvin kokeneita rakennusalan osaajia. Tulosten kannalta olisi ollut toivottavaa, että olisi saatu vastauksia enemmän myös suunnittelupuolen ammattilaisilta. Tämä vaikutti kokonaistuloksiin jonkin verran, mutta tutkimustuloksia pyrittiin avaamaan myös tarkemmalla tasolla, jotta suunnittelupuolenkin vastaukset ja painotukset nousisivat esiin.

Tahtituotanto osaamisen taso oli yksi merkittävä tekijä myös tulosten kannalta. Positiivista oli, että isolla osalla vastaajista oli käytännön kokemusta ja tietoa aiheesta, mikä tietysti helpotti miettimään vastauksia kriittisesti tahtituotannon kannalta, ehkä jopa peilaten vasten omia kokemuksia. Toki tätä pyrittiin myös viestimään kyselyn saateteksteissä ja se huomioitiin myös kyselyn rakenteessa siten, että ne, joilla riittävä pätevyys puuttui, eivät päässeet kyselyssä eteenpäin. Tämä oli erinomainen ratkaisu, sillä tällaisia henkilöitä oli. Tällä tapaa tuloksista saatiin luotettavampia. Myös rakennusalan kokemusvuodet vaikuttivat osaltaan tutkimuksen tuloksiin positiivisesti, sillä suurimmalla osalla vastaajista oli yli 10 vuoden kokemus alalta, joten voidaan sanoa, että vastaukset perustuvat vankkaan kokemukseen ja osaamiseen. Toki tässäkin optimaalisin tilanne olisi ollut se, että vastaajia olisi ollut vielä tasaisemmin eri kokemusvuosilta.

6.3 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti

Tarkasteltua tutkimusta kokonaisuudessa kriittisesti voidaan loogisen validiteetin näkökulmasta todeta, että tutkimus ja sen tulokset ovat oikeat. Sisäisen validiteetin näkökulmasta voidaan myös todeta, että tutkimus on validi. Laadullisen tutkimuksen osalta onnistuttiin hyvin asiantuntijavalinnoissa ja kysymysten asettelussa ja niistä saadut tulokset olivat loogisia. Ulkoisen validiteetin osalta myöskin onnistuttiin hyvin, sillä määrälliseen tutkimukseen eli kyselytutkimukseen saatiin vastauksi yli 100 kpl. Tuloksia tarkastellessa voidaan myös olettaa, että vaikka kyselytutkimukseen vastanneiden jakauma olisi erilainen,

niin tulokset olisivat mitään todennäköisimmin samankaltaisia. Sisältövaliditeetin osalta onnistuttiin myös. Aineiston analyysimenetelmät olivat onnistuneet ja tutkimusprosessi oli helposti seurattavissa ja arvioitavissa.

Reliabiliteetin osalta tutkimus onnistui myös hyvin, tämän vahvistaa jo itse tutkimuksen toteutuksessa huomioitu laadullinen sekä määrällinen tutkimus. Laadullisen tutkimuksen tulokset siis vahvistettiin vielä määrällisen tutkimuksen avulla. Jos tutkimus tehtäisiin samalla tavalla uudestaan, ei tutkimuksen lopputulema todennäköisesti muuttuisi juurikaan. Jos tutkimuksessa olisi päästy yksityiskohtaisempiin tuloksiin, niin tilanne voisi olla toinen. Kysymykset olivat haastatteluissa ja kyselytutkimuksessa yksiselitteisiä ja ymmärrettäviä, minkä lisäksi kyselytutkimukseen pääsi vastaamaan vain, jos vastaajalla oli riittävä pätevyys antaa aiheesta oma näkemys. Myös haastattelut tehtiin huolellisesti ja systemaattisesti, osittain myös sen takia, että tuloksia piti pystyä hyödyntämään vielä kyselytutkimuksen aineiston rakentamisessa. Yhteenvetona voidaan todeta, että tutkimusprosessi ja sen tulokset ovat validiteetiltaan sekä reliabiliteetiltaan hyvät ja tavoitteiden mukaiset.

6.4 Tutkimusprosessin itsearviointi

Tutkimusprosessi ei edennyt täysin tavoitteiden mukaisesti. Tavoitteena oli, että kyselytutkimus olisi saatu tehtyä ennen heinäkuuta 2022. Tämä johtui siitä, että haastatteluiden loppuun saattaminen viivästyi hieman aikatauluhaasteiden takia. Tämä johtui osaltaan siitä, että haastattelulle piti varata vähintään 2 tuntia aikaa. Tämä viivästytti haastatteluaineiston analyysin aloittamista, minkä lisäksi aineiston analyysiin meni huomattavasti enemmän aikaa kuin oli alun perin suunniteltu. Tästä syystä kyselytutkimus saatiin julkaistua vasta lokakuussa 2022. Kyselyyn oli kaksi viikkoa aikaa vastata, jolloin kyselytutkimuksen aineistoa päästiin analysoimaan vasta lokakuun lopussa 2022. Alkuperäinen tavoite oli, että tämä olisi ollut tehtynä jo ennen syksyä. Tutkimuksen viimeistelyvaihe ja raportointi siirtyi näin ollen syksystä loppu vuoden puolelle.

Tutkimus onnistui kaiken kaikkiaan hyvin, tämä siksi, että tutkimussuunnitelma oli hyvä, aihe oli mielenkiintoinen ja tutkimuksella oli myös työelämäyhteys. Tutkimukseen saatiin riittävästä tukea, mutta oma aktiivisuus tutkimuksen edistämiseen olisi saanut olla hieman

parempi. Tutkimusta olisi pitänyt edistää säännöllisemmin ja jatkuvasti, mutta erinäisistä henkilökohtaisista syistä tutkimus oli monta kertaa edistämättä pitkiäkin aikoja. Tämä kuitenkin on normaalia, eikä sinänsä vesittänyt tavoitteita tutkimuksen suhteen.

Tutkimuksen aikana saatiin enemmänkin vahvistus omiin käsityksiin aiheesta kuin, että olisi opittu hirveästi uutta. Tämä johtuu osittain siitä, että tutkimuksella oli hyvin vahva työelämäyhteys. Haastatteluiden aineisto herätti paljon ajatuksia ja tutkimalla sitä lisää eri menetelmin voitaisiin varmastikin löytää vielä jotain kehityksen kannalta oleellista ja tärkeää.

7 Yhteenveto

Tahtituotantoon tarvitaan työkaluja, joilla voidaan muodostaa **tilannekuva** nykyhetken tilanteesta sekä ennustaa tulevien tehtävien toteutumista. Työkalujen pitää olla **helppokäyttöisiä** ja niiden pitää tukea **johtamista** sekä mahdollistaa **kommunikointi sekä viestintä**. Niiden täytyy mahdollistaa yhteistoiminta eri toimijoiden välillä ja siltä osin kannustaa **yhteistyöhön**. Rakenteeltaan niiden tulee olla sellaisia, että tehtävät ovat **aikatauluun sidottuja**, rakenne on **läpinäkyvä**, **vakioitu** sekä hyvin **systemaattinen** ja kaiken tulisi kytkeytyä **tietomalliin**.

Vaikka työkalusta/työkaluista löytyisikin kaikki nämä ominaisuudet ei se vielä takaa sitä, että tahtituotannossa onnistutaan. Tärkeintä on ymmärtää erot perinteisen tuotannon ja tahtituotannon välillä. Ymmärtämällä ja tiedostamalla erot, pystytään omaa tekemistä muuttaa ”tahti” kerrallaan haluttuun suuntaan. Koska rakentaminen on hyvin ihmiskeskeistä työtä, onnistuneeseen muutokseen tarvitaan kaikkien osallisten panosta. Siksi asioiden ymmärtäminen, koulutus, yhteistyö sekä päämäärätietoinen johtaminen ovat avainasemassa tahtituotannon ja sen työkalujen jalkauttamisessa käytäntöön.

Lähteet

- Dlouhy, J.;& Binniger, M. (13. Tammikuu 2021). *Lean Construction Blog*. Noudettu osoitteesta Construction 4.0 and The Future of Flow:
<https://leanconstructionblog.com/Construction-4.0-The-Future-Of-Flow.html>
- Dlouhy, J.;Binniger, M.;Oprach, S.;& Haghsheno, S. (26. Heinäkuu 2018). *IGCL.net*. Noudettu osoitteesta Mastering Complexity in Takt Planning and Takt Control - Using the Three Level Model to Increase Efficiency and Performance in Construction Projects:
<https://iglc.net/papers/Details/1533>
- Frandsen, A. (18. Marraskuu 2015). *Lean construction Blog*. Noudettu osoitteesta A Brief History of Location-based Scheduling and Takt Time Planning:
<https://leanconstructionblog.com/A-Brief-History-of-Location-Based-Scheduling-and-Takt-Time-Planning.html>
- Haghsheno, S.;Binniger, M.;Dlouhy, J.;& Sterlike, S. (20-22. Heinäkuu 2016). *IGLC History and Theoretical Foundations of Takt Planning and Takt Control*. Noudettu osoitteesta Technical Takt Planning and Takt Control in Construction:
<https://iglc.net/Papers/Details/1297/pdf>
- Heinonen, A.;& Lehtovaara, J. (8. Syyskuu 2020). *LCI Finland*. Noudettu osoitteesta
http://lci.fi/wp-content/uploads/2020/08/Tahtituotanto_esitys20200908.pdf
- K.Liker, J. (2004). *The Toyota way*. New York: McGraw-Hill.
- Kaiser, J. (2013). *Lean Process Management in der operativen Bauabwicklung*. Darmstadt: Inst. für Baubetrieb.
- Lampinen, K. (Kesäkuu 2022). *Tahtituotannon tilannekuva digitaalisten työkalujen avulla*. Noudettu osoitteesta
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/755627/Lampinen_Konsta.pdf;jsessionid=416B3F53CF72EFABAE3E5CCC6CB8735B?sequence=3
- Lean Construction Institute. (28. Joulukuu 2022). *lean-topics*. Noudettu osoitteesta lean-construction: <https://lean-construction-gcs.storage.googleapis.com/wp-content/uploads/2022/08/08161052/TDC-CH04-lean-construction-defined.pdf>
- Lean Enterprise Institute. (12. Toukokuu 2022). *Lean Enterprise Institute*. Noudettu osoitteesta Jidoka: <https://www.lean.org/lexicon-terms/jidoka/>

- Lean Thinking Oy. (12. Toukokuu 2022). *Lean Thinking*. Noudettu osoitteesta Lean sanasto:
<https://leanthinking.fi/sanasto/juuri-oikeaan-tarpeeseen-jot-just-in-time-jit/>
- Lean Thinking Oy. (12. Toukokuu 2022). *LeanThinking*. Noudettu osoitteesta Lean sanasto:
<https://leanthinking.fi/sanasto/jidoka/>
- Modig, N.;& Åhlström, P. (2015). *Tätä on lean*. Tukholma: Rheologica publishing.
- RIL. (2021). *LEAN rakentamisessa*. RIL ry.
- Saaranen-Kauppinen, A.;& Puusniekka, A. (2006). KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Haettu 15. Maaliskuu 2022 osoitteesta https://www.fsd.tuni.fi/metelmaopetus/kvali/L6_3_3.html
- Seppänen, O. (10. Maaliskuu 2019). Lean ja digitalisaatio rakentamisessa. *Aalto University Professional Development*. Helsinki.
- Seppänen, O.;& Lehtovaara, J. (2. Lokakuu 2019). *Tahtituotanto rakentamisessa*. Noudettu osoitteesta RAIN työpaja: <https://docplayer.fi/183881049-Tahtituotanto-rakentamisessa-rain-tyopaja.html>
- Seppänen, O.;Lehtovaara, J.;Heinonen, A.;Tomunen, L.;Kulta, I.;Kujansuu, P.;& Grönvall, M. (22. Tammikuu 2019). *Aalto-yliopisto*. Noudettu osoitteesta Building 2030:
https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-02/building_2030_tahti_suunnittelussa_ja_tuotannossa_loppuraportti_22.1.201.pdf
- Tilastokeskus. (2022). *Työn tuottavuuden (arvonlisäys/työtunti) muutoksen osatekijät muuttujina Toimiala, Tiedot ja Vuosi*. Noudettu osoitteesta
https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ttut/statfin_ttut_pxt_138w.px/
- Viitanen, A. (11. Maaliskuu 2022). *Tahtituotanto ja digi luovat uutta rakentamiskulttuuria*. Noudettu osoitteesta Rakennustaito: <https://rakennustaito.fi/tahtituotanto-ja-digi-luovat-utta-rakentamiskulttuuria/>
- YIT Oyj. (5. Maaliskuu 2021). *YIT Ytimessä*. Noudettu osoitteesta FLOW-konsepti ohjaa rakennustyömaat tietotulvasta tietovirtojen hallintaan:
<https://www.yit.fi/ytimessa/tahtituotanto-ohjaa-tietovirtoja>

Liite 1: Asiantutijahaastattelut

Digitaalisten työkalujen implementointi tahtituotantoon | Jami-Petteri Ahonen

Asiantuntijahaastattelut, kysymykset

Alustus

Oletuksena on, että tiedetään mitä on tahtituotanto ja miten sitä toteutetaan. Ymmärretään tahtituotannon vaikutukset myös muiden toimintojen kuin tuotannon osalta. Kaiken perustana on perus aikatauluosaaminen, tehtävien hallinta ja johtaminen.

Tahtituotanto

Miten määrittelet itse tahtituotannon?

Rakentaminen

1. Suunnitelmat/Piirustukset

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta varmistetaan suunnitelmien oikea-aikainen valmistuminen?
2. Mikä on tärkeää suunnittelun ohjauksessa?
3. Miten oikea-aikainen suunnittelu toteutetaan hankkeessa, jossa suunnitteluohjaus on ulkoistettu tai sen tekee joku muu?
4. Miten varmistetaan integraatio tuotantoon?
5. Poikkeako suunnittelun prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti.
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

2. Materiaalit/Hankinta

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta varmistetaan materiaalien oikea-aikainen prosessi ja toimitus?
2. Mikä on tärkeää materiaalien hallinnassa?
3. Miten oikea-aikainen toimitus toteutetaan hankkeessa, jossa materiaalihallinta ja logistiikka on ulkoistettu?
4. Miten varmistetaan integraatio tuotantoon?
5. Poikkeako materiaalihallinnan prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti.
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

3. Työntekijät/Resurssit

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta varmistetaan työntekijöiden oikea-aikainen saatavuus?
2. Mikä on tärkeää resurssien hallinnassa?
3. Millä tavoin varmistetaan oikea-aikainen resurssi, kun töitä toteutetaan muilla kuin omilla resursseilla, kuten kumppanin toimesta?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?
5. Poikkeako resurssienhallinnan prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

4. Kalusto/Työvälineet

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta varmistetaan kaluston oikea-aikainen saatavuus?
2. Mikä on tärkeää kaluston hallinnassa?
3. Millä tavoin varmistetaan oikea-aikainen kaluston saatavuus, kun kalusto hankintaan/vuokrataan muualta?
4. ~~Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?~~
5. Poikkeako kalustonhallinnan prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

5. Tila/mesta

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta varmistetaan tilan eli mestan oikea-aikainen saatavuus?
2. Mikä on tärkeää tilan hallinnassa?
3. ~~Millä tavoin varmistetaan oikea-aikainen tilan saatavuus, kun kalusto hankintaan/vuokrataan muualta?~~
4. ~~Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?~~
5. Poikkeako tilanhallinnan prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

6. Edeltävät työt/Tuotanto

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta varmistetaan edeltävien töiden valmius?
2. Mikä on tärkeää edeltävien töiden/tuotannon hallinnassa?
3. Millä tavoin varmistetaan edeltävien töiden valmius, kun toteuttajana on kumppani/muu toimija?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?
5. Poikkeako tuotannonhallinnan prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

7. Ulkoiset olosuhteet/riskienhallinta

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta minimoidaan ulkoisten tekijöiden vaikutus?
2. Mikä on tärkeää ulkoisten olosuhteiden hallinnassa?
3. Millä tavoin varmistetaan ulkoisten olosuhteiden huomioiminen, kun toteuttajana on kumppani/muu toimija?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa? Kokonaisriskienhallinta?
5. Poikkeako riskienhallinnan prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

Suunnittelu

1. Edeltävä suunnittelu

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta varmistetaan edeltävän suunnittelun toteutuminen?
2. Mikä on tärkeää edeltävän suunnittelun hallinnassa?
3. Millä tavoin varmistetaan edeltävän suunnittelun toteutuminen, kun toteuttajana on kumppani/muu toimija?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?
5. Poikkeako suunnitteluprosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

2. Odotukset ja vaatimukset

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta voidaan vastata odotuksiin ja vaatimuksiin?
2. Mikä on tärkeää odotusten ja vaatimusten hallinnassa/huomioimisessa?
3. Millä tavoin varmistetaan odotusten ja vaatimusten huomioiminen, kun toteuttajana on kumppani/muu toimija?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?
5. Poikkeako odotusten ja vaatimusten hallintaprosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

3. Dialogi/keskustelut

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta mahdollistetaan dialogi ja keskustelut?
2. Mikä on tärkeää dialogien ja keskustelun synnyttämisessä?
3. Millä tavoin varmistetaan dialogi ja keskustelu, kun toteuttajana on kumppani/muu toimija?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?
5. Poikkeako dialogit/keskustelut riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

4. Päätökset

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta päätöksenteko on mahdollisimman arvoa tuottavaa?
2. Mikä on tärkeää päätöksenteossa?
3. Millä tavoin varmistetaan päätöksenteko, kun toteuttajana on kumppani/muu toimija?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?
5. Poikkeako päätöksenteon prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

5. Henkilöstö

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää, jotta henkilöstö toimii kokonaisuuden kannalta mahdollisimman tehokkaasti ja pysyy motivoituneena?
2. Mikä on tärkeää ulkoisten henkilöstön hallinnassa?
3. Millä tavoin varmistetaan henkilöstön huomioiminen, kun toteuttajana on kumppani/muu toimija?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa?
5. Poikkeako henkilöstönhallinnan prosessi tai menetelmät toisistaan riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

6. Menetelmät ja työkalut

Kysymykset

1. Millaisia työkaluja tai menetelmiä tulisi hyödyntää suunnittelussa yleisesti?
2. Mikä on tärkeää suunnittelun johtamisen menetelmissä ja työkaluissa?
3. Millä tavoin varmistetaan menetelmien ja työkalujen paras hyöty, kun toteuttajana on kumppani/muu toimija?
4. Miten varmistetaan integraatio muiden toimijoiden kanssa??
5. Poikkeako menetelmät ja työkalut riippuen siitä, toteutetaanko projekti tahtituotantona vai perinteisesti. Miten?
6. Onko olemassa tähän sopivia digitaalisia työkaluja, mitä?
7. Mikä on oleellista digityökalujen osalta? Korostuuko joku toiminnallisuus/ominaisuus?
8. Onko tiedossa jotain uutta teknologiaa, mitä voisi hyödyntää?

Liite 2: Kyselytutkimus



Digitaalisten työkalujen implementointi tahtituotantoon - kyselytutkimus

Tervetuloa vastaamaan kyselyyn

Kyselytutkimus on osa ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä.

Kyselytutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia ominaisuuksia/toiminnallisuuksia digitaalisten työkalujen tulisi sisältää, jotta ne palvelisivat tahtituotantoa rakennustyömailla ja projekteilla mahdollisimman hyvin.

Kyselyyn vastaamiseen menee 2-5 min ja voit seurata edistymistäsi kokoajan.

Vastausaikaa on 23.10.2022 asti.

Kysely on kaikille avoin, mutta suositeltavaa olisi, että vastaajalla on jonkinlainen käsitys tahtituotannosta sekä peruskäsitys rakennustuotannon hallinnasta ja ohjauksesta.

Tietosuojailmoitus → <https://www.hamk.fi/tietosuoja/>

* Pakollinen

Vastaajan tiedot

Toimiala, tehtävä/rooli, kokemus ja pätevyys

1. Oman työnantajan rooli rakennusteollisuudessa.

(Voit valita useita) *

- Rakennustuotanto - urakoitsija/päätösteuttaja
- Rakennustuoteteollisuus - materiaali toimittaja/valmistaja
- Kiinteistö- ja rakennusala - rakennuttaminen/hankekehitys
- Suunnittelu- ja konsulttiala - suunnittelu, valvonta ja konsultointi
- Tilajaorganisaatio - kunnat, kaupungit, sijoitusyhtiöt yms.
- Muu

2. Oma tehtävä/rooli *

- Työntekijä
- Toimihenkilö (työnjohtaja, työmaainsinööri, vastaava työnjohtaja tms.)
- Keskijohto (projektipäällikkö, työpäällikkö tms.)
- Ylempi johto
- Muu

3. Työkokemus rakennusalalta *

- 0-5 vuotta
- 5-10 vuotta
- yli 10 vuotta

4. Tahtituotanto osaaminen *

- Ei kokemusta eikä tietoa aiheesta
- Vähäistä tietoa, ei käytännön kokemusta
- Tietoa, ei käytännön kokemusta
- Tietoa, vähäistä käytännön kokemusta
- Tietoa ja käytännön kokemusta

Tahtituotannon työkalut tuotannossa & suunnittelussa

Voit nyt valita haluatko vastata kysymyksiin ensin tuotannon vai suunnittelun näkökulmasta. Valitse näistä se, missä koet olevasi vahvimmillasi.

Päätet vastamaan halutessasi kummastakin näkökulmasta tai vain toisesta.

5. Haluan vastata kysymyksiin... *

- Tuotannon näkökulmasta
- Suunnittelun näkökulmasta

Tuotannon näkökulma

Pohdi vastauksiasi tuotannon näkökulmasta
Mieti vastauksiasi aina tahtituotannon kannalta
Mieti mitä ongelmia digitaalisen työkalun pitäisi ratkaista tai mitä sen pitäisi mahdollistaa

6. Kuinka tärkeäksi koet seuraavat asiat/ominaisuudet tahtituotannossa käytettävien digitaalisten työkalujen kannalta?

Huom. vastaa tuotannon näkökulmasta. *

	Ei tärkeä (-2)	Ei kovin tärkeä (-1)	Neutraali (0)	Tärkeä (1)	Erittäin tärkeä (2)
Kommunikaatio / Viestintä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Läpinäkyvyys	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tilannekuva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Johdaminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Helppokäyttöisyys	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prosessi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keskustelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhteistyö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Just in time-pohjainen toiminta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vakiointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Skaalattavuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työpakettisidonnaisuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integraatiot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Systemaattisuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Statustieto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automaatio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aikataulusidonnaisuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tarvemäärittely	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tietomalli	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avoimuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Valitse nyt enintään viisi (5) tärkeintä ominaisuutta/toiminnallisuutta digityökalulle tuotannon käyttötarkoituksiin. *

Valitse enintään 5 vaihtoehtoa.

- Kommunikaatio / Viestintä
- Läpinäkyvyys
- Tilannekuva
- Johtaminen
- Helppokäyttöisyys
- Prosessi
- Keskustelu / Dialogi
- Yhteistyö
- Just in time - pohjainen toiminta
- Vakiointi
- Skaalattavuus
- Systemaattisuus
- Avoimuus
- Tarvemäärittely
- Tietomalli
- Automaatio
- Aikataulusidonnaisuus
- Työpakettisidonnaisuus
- Integraatiot
- Statustieto
- Muu

Haluatko vastata vielä **suunnittelun** näkökulmasta?

8. Haluan vastata kyselyyn vielä suunnittelunkin näkökulmasta *

- Kyllä
- Ei kiitos
- Vastasin jo kumpaankin

Suunnittelun näkökulma

Pohdi vastauksiasi suunnittelun näkökulmasta
 Mieti vastauksiasi aina tahtituotannon kannalta
 Mieti mitä ongelmia digitaalisen työkalun pitäisi ratkaista tai mitä sen pitäisi mahdollistaa

9. Kuinka tärkeäksi koet seuraavat asiat/ominaisuudet tahtituotannossa käytettävien digitaalisten työkalujen kannalta?

Huom. vastaa suunnittelun näkökulmasta. *

	Ei tärkeä (-2)	Ei kovin tärkeä (-1)	Neutraali (0)	Tärkeä (1)	Erittäin tärkeä (2)
Kommunikaatio / Viestintä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Läpinäkyvyys	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tilannekuva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Johtaminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Helppokäyttöisyys	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prosessi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Keskustelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yhteistyö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Just in time-pohjainen toiminta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vakiointi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Skaalattavuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Systemaattisuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avoimuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tarvemäärittely	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tietomalli	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automaatio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aikataulusidonnaisuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työpakettisidonnaisuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integraatiot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Status tieto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Valitse nyt enintään viisi (5) tärkeintä ominaisuutta/toiminnallisuutta digityökalulle suunnittelun käyttötarkoituksiin. *

Valitse enintään 5 vaihtoehtoa.

- Kommunikaatio / Viestintä
- Läpinäkyvyys
- Tilannekuva
- Johtaminen
- Helppokäyttöisyys
- Prosessi
- Keskustelu / Dialogi
- Yhteistyö
- Just in time - pohjainen toiminta
- Vakiointi
- Skaalattavuus
- Systemaattisuus
- Avoimuus
- Tarvemäärittely
- Tietomalli
- Automaatio
- Aikataulusidonnaisuus
- Työpakettisidonnaisuus
- Integraatiot
- Statustieto
- Muu

Haluatko vastata vielä **tuotannon** näkökulmasta?

11. Haluan vastata kyselyyn vielä tuotannonkin näkökulmasta *

- Kyllä
- Ei kiitos
- Vastasin jo kumpaankin

Tämä ei ole Microsoftin luomaa tai suosittelemaa sisältöä. Lähettämäsi tiedot lähetetään lomakkeen omistajalle.

 Microsoft Forms