



Joonas Määttä

Reaaliaikainen tilannekuva sähköurakoinnissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

15.8.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Joonas Määttä
Otsikko: Reaaliaikainen tilannekuva sähköurakoinnissa
Sivumäärä: 27 sivua
Aika: 15.8.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat: Lehtori Ossi Hämäläinen
Tekninen johtaja Tomi Alanen

Rakennusalan työn tuottavuus on laahannut vuosikausia muuhun teolliseen toimintaan verrattuna. Sähköurakoinnissa syntyy paljon työajan hukkaa, jota yritykset yrittävät vähentää vakioimalla kaikkea tekemistään työmaalla. Tämän insinööriyön tarkoituksena on tutkia talotekniikka-alan yrityksen kehittämisen, työmaalta asennusten reaaliaikaista tilannekuvaa näyttävän sovelluksen käyttöönottoa.

Insinööriyön toimeksiantajana toimii Amplit Oy, joka on vuonna 1987 perustettu talotekniikka-alan perheyrittäjä. Amplit Oy on kehittänyt avukseen vakioimaan työmaalla tapahtuvaa toimintaa sovelluksen nimeltään RETI. RETIn tarkoitus on vakioimisen lisäksi olla avuksi koko organisaatiolle asentajasta toimitusjohtajaan. Lyhenne RETI tulee sanoista reaaliaikainen tilannekuva, joka kuvaa sovellusta hyvin. Yritys koki, että tutkimalla RETI-sovelluksen käyttöönottoa voitaisiin saada ideoita kehitystyötä varten.

Tässä insinööriyössä tutkittiin sovelluksen käyttöönottoa tarkoituksena löytää ideoita sen kehittämiseen. Tutkimus toteutettiin haastattelemalla yrityksen henkilöstöä sekä tutustumalla kirjalliseen aineistoon koskien rakennusalan tuottavuutta sekä Lean-filosofian tuomista rakennusosalalle.

Avainsanat: reaaliaikainen, tilannekuva, sähköurakointi

Abstract

Author: Joonas Määttä
Title: Initialization of realtime review in electricity contracting
Number of Pages: 27 pages
Date: 15 August 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Electrical Power Engineering
Supervisors: Ossi Hämäläinen, Senior Lecturer
Tomi Alanen, Technical Director

Over the years, labor productivity in the building construction sector has been coming behind compared to other industrial activities. Electrical contracting generates a lot of wasted working time, which companies try to reduce by standardizing everything they do on site. The purpose of this engineering work was to study an implementation of a real-time situational picture application developed by a building technology company. The aim was to find ideas for developing the application.

The study was implemented with Amplit Oy, which is a family-owned building technology company founded in 1987. Amplit Oy has developed an application called RETI to help standardise on-site operations. In addition to standardization, the purpose of RETI is to help the entire organization, from an electrician to the CEO. RETI stands for real-time situational picture, which describes the application well. The company felt that by studying the implementation of the RETI application, ideas for development work could be obtained.

The study was carried out by interviewing workers from the company and by familiarizing with the productivity of the construction industry and how to bring Lean philosophy into the construction industry.

Keywords: Realtime, situational awareness, electrical contracting

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Toimeksiantajan kuvaus	1
3	Tutkimuksen tarkoitus	2
4	Teoreettinen viitekehys	4
4.1	Lean	4
4.2	RAIN-hanke	5
5	RETI – Reaaliaikainen tilannekuva	7
5.1	RETI:n käyttö	8
5.2	RETI:n näkymä	8
5.3	RETI:n hyödyt	15
5.3.1	Toiminta ennen RETIä	15
5.3.2	Toiminta RETIä käytettäessä	18
6	Kyselytutkimus	21
6.1	Haastattelut	21
6.2	Tulokset	23
7	Johtopäätös ja pohdinta	24
	Lähteet	26

1 Johdanto

Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kehittynyt 1970-luvulta lähes ollenkaan, kun taas muussa teollisessa toiminnassa on samaan aikaan nähty huimiakin kasvuja [1]. Rakennusalan työn tuottavuutta on yritetty lähteä muuttamaan sekä Lean-filosofialla että erilaisilla digitaalisilla työkaluilla. Lean-filosofia on alun perin lähtöisin Toyotan tehtaalta. Sen perimmäisiä tarkoituksia on työajan hukan vähentäminen sekä jatkuva parantaminen.

Insinööriyön tarkoituksena on tutkia digitaalisen työkalun, Reaaliaikaisen tilanekuvan (RETI), käyttöönottoa, hyötyjä ja haittoja sähköurakoinnissa käyttäjien mielipiteiden perusteella. RETIn tarkoituksena on helpottaa projektin johtamista, lisätä työmaan päähän vakioitua tekemistä sekä vähentää työmaalla perikuvien käyttöä. Työmaalla vakioiminen on tärkeää, jotta aikaa kuluisi vähemmän niin sanottuun turhaan tekemiseen ja enemmän tuottavaan, arvoa lisäävään työhön. Tuottava ja arvoa lisäävä työ tarkoittaa tässä tapauksessa asentajien oikeaa asennustyötä. Tätä tutkimusta voidaan hyödyntää tutkimuksen aiheena olevan RETIn kehitystyössä.

2 Toimeksiantajan kuvaus

Työn tilaajana toimii Amplit Oy, myöhemmin tekstissä Amplit tai yritys. Amplit on vuonna 1987 sähköurakoinnilla toimintansa aloittanut talotekniikka-alan perheyritys. Vuonna 2003 Amplit Oy laajensi toimintansa kattamaan koko talotekniikan käynnistämällä yrityksessään LVI-toiminnan. Yrityksen toimipisteet sijaitsevat Helsingissä ja Espoossa, mutta työmaita löytyy ympäri pääkaupunkiseutua. Henkilöstöä Amplitilla on vuonna 2020 päivitetyn tiedon mukaan 220, liikevaihdon ollessa 35 miljoonaa euroa. [2.]

Yritys on toteuttanut jo yli 1000 urakkaa, joista suurin on ollut Uuden lastensairaalan sähköistys. Uuden lastensairaalan urakka alkoi syyskuussa 2014 ja päättyi lokakuussa 2017. Muita merkittäviä kohteita Amplitilla ovat olleet esimerkiksi sekä Kivenlahden että Espoonlahden metroasemien talotekniikkaurakat sisältäen sähkö-, putki- sekä ilmanvaihtourakat. Molemmat edellä mainituista kohteista alkoivat alkuvuonna 2019 ja päättyivät kesällä 2022. [3.] Amplit on mukana rakentamassa vuosittain noin 1000–1500 uudisasuntoa.

3 Tutkimuksen tarkoitus

Rakennusalalla työn tuottavuus on heikkoa johtuen isolta osin suuresta hukatun työajan määrästä. Työajan hukka johtuu haastavista kokonaisuuksista, joissa on vaikeaa saada edellytykset keskeytymättömälle työlle. [4.]

Amplit – kuten monet muutkin rakennusalalla työskentelevät yritykset – ovat alkaneet vähentämään hukattua työaika esimerkiksi lisäämällä kaikkeen mahdolliseen työmaalla tarvittavaan välineistöön pyörät sekä vakioimalla kaikkea tekemistä myös itse asennuksia tehtäessä. RETI on kehitetty nimenomaan työmaan päässä tapahtuvaa vakiointia varten.

Tässä työssä ei kuitenkaan käydä itse ohjelmistoa kovinkaan tarkasti läpi, vaan suoritetaan pintapuoleinen katsaus, jonka jälkeen tutkitaan ohjelmiston käyttökokemuksia. Tutkimuksessa on tarkoitus tutkia Amplitin kehittämän sovelluksen, RETIn, vaikutusta sähköurakoinnin prosesseihin. Tutkimuksessa otetaan selvää työmaan prosesseista ennen sovelluksen käyttöönottoa ja sen jälkeen haastatteleamalla työntekijöitä ja tutustumalla itse sekä ohjelmaan että työmaihin. RETIä ei ole otettu käyttöön vielä kuin muutamassa kohteessa, joten tutkimuksessa on mahdollista tutustua myös itse sekä vanhaan että uuteen toimintamalliin. Näin tekijä saa myös oman käsityksensä työmaan prosesseista molemmissa tapauksissa.

Tutkimuksessa päätavoitteena on tutkia projektinhoitajien ja kärkimiesten käyttökokemuksia RETIstä. Projektinhoitajalla tarkoitetaan projektia hoitavia toimihenkilöitä, eli sekä projekti-insinööriä että projektipäällikköä. Kärkimiehellä tarkoitetaan työtä tekevää työnjohtajaa, eli kokenutta sähköasentajaa, joka ohjaa omien asennuksiensa ohessa muuta työryhmää. Isommissa kohteissa voi olla myös useampia kärkimiehiä, joilla on omat vastuualueet, tai vaihtoehtoisesti kärkimiehen työtehtävä on pelkästään asennusporukan johtaminen työmaalla osallistumatta itse asennustyön tekoon. Tutkimuksen päätutkimuskysymys on: Voiko RETIillä vähentää hukattua työaikaa? Jatkokysymyksiä ovat: Mitä hyötyä RETIstä on yritykselle? Onko sillä tulevaisuutta rakennusosalalla?

Tutkimuksessa kerrotaan ensin hieman RETIstä, mutta liikesalaisuuden varjellun vuoksi sovellukseen ei perehdytä kovinkaan syvästi. Tämän jälkeen perehdytään hieman Lean-ajatteluun sekä Leanin hyödyntämiseen rakennusosalalla. Lisäksi kerrotaan RAIN-hankkeista, joissa Lean-ajattelua pyritään siirtämään rakennusosalalle. RAINin jälkeen päästäänkin jo kyselytutkimuksiin, jonka jälkeen tutkimuksen asiat nidotaan yhteen.

Tutkimus lähti liikkeelle kirjan ”Toyotan tapa Lean-johtamiseen” [5] lukemisesta, RAIN2-hankkeen päätösseminaarista sekä RAIN3-hankkeen käynnistysseminaarista, jotta ymmärtäisin RETIn perimmäisen tarkoituksen. Osallistuin RAIN3-hankkeen työpajoihin myöhemmin opinnäytetyötä tehdessä laajemminkin, ja tästä olikin suurta hyötyä myös tulevalle työuralleni. Lisäksi osallistuin vielä Building 2030 -kesäseminaariin [6].

Building 2030 on Aalto-yliopiston vetämä konsortio, jonka tarkoituksena on kehittää rakennusosalalle visio vuodelle 2030 sekä edistää sen toteutumista. Konsortiossa on Aallon lisäksi 21 rakennusalan yritystä, Amplit mukaan lukien. Hankkeen ytimessä on viisi teemaa: luotettavuus, käyttäjälähtöisyys, kestävä kehitys sekä tuottavuus. [6.]

Konsortio on usean yrityksen tai organisaation usein väliaikainen yhteenliittymä, jonka tarkoitus on näiden yritysten tai organisaatioiden yhteisen edun ajaminen [7].

4 Teoreettinen viitekehys

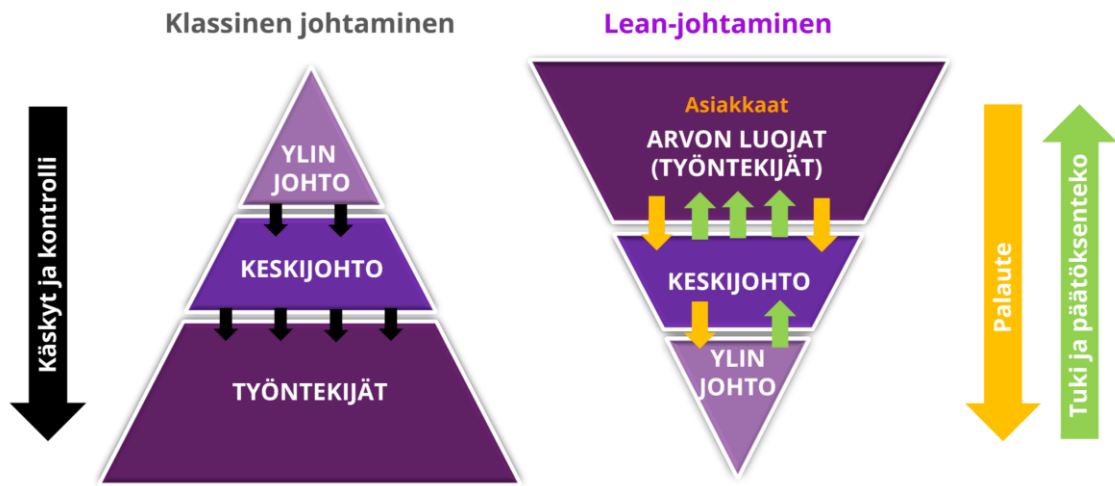
4.1 Lean

Lean-ajattelu on johtamisfilosofiaa, jonka perimmäisiä tarkoituksia on jatkuva parantaminen ja hukkan poistaminen. Hukalla tarkoitetaan toimintaan liittyvää hukkaa, ei niinkään materiaalihukkaa. [8.] Leanin perusarvoina pidetään edelleenkin viittä Toyotan toimintatavan määrittävää arvoa. Nämä ovat haasteisiin tarttumisen henki, Kaizen, Genchi genbutsu, tiimityö ja kunnioitus. [5, s. 31.] Kaizen tarkoittaa vapaasti käännettynä hyvää muutosta. Toyotalla se tarkoittaa ihmisten jatkuvaa parantamista. [5, s. 80.] Genchi Genbutsu puolestaan tarkoittaa ”mene ja näe”, eli aina kun mahdollista niin päätökset tehdään mahdollisimman lähellä sitä, missä tapahtuu, niiden toimesta, joilla on paras näkemys tapahtumasta. Toyotalla myös ylemmillä johtajilla on äärimmäisen tärkeää viettää aikaa siellä, missä tapahtuu, eli työpaikalla tai tehtaan tuotantoalueella. [9, s. xvii.]

Lean on saanut alkunsa yli 50 vuotta sitten Toyota Motor Corporationissa, mutta sitä on myöhemmin jalostettu monen eri asiantuntijan ja ammatinharjoittajan toimesta ympäri maailmaa [9. Introduction]. Itse perehdyn lähinnä Leanin alkujuurille, enimmäkseen ”Toyotan tapa Lean-johtamiseen” -kirjan [5] avulla.

Toyotan vaikeuksista pystyi oppimaan kaksi tärkeää asiaa Leanista, ensimmäisenä johtamisen tärkeyden ja toisena sen, että yksikään johtaja tai toimintatapa ei ole koskaan saavuttanut täydellisyyttä, vaan aina voi parantaa tekemistä ja vähentää hukkaa [9. s. xxi]. Näin ollen Lean-filosofiassa tavoitellaan aina jatkuvaa kehitystä.

Leanin yksi keskeisistä asioista on nostaa tuottavan työn tekijät – tässä tapauksessa asentajat – toiminnan keskiöön niin kutsutulla käänteisellä pyramidilla kuvan 1 mukaan.



Kuva 1. Lean-johtamisen käännteinen pyramidi [11].

Kuvassa 1 nähdään, kuinka Lean-filosofiassa on tarkoitus murtaa klassisen johtamisen hierarkiat ja nostaa työntekijät ja asiakkaat kaiken toiminnan keskiöön. Klassisella johtamistyyllillä johto käskyy työntekijöitä, jotka tekevät käskyjen mukaan. Lean-johtamisessa johto on työntekijöitä varten, ja he antavat työntekijöilleen edellytykset onnistua. Tässä johtamismallissa päätökset tehdään siellä, missä tapahtuu, ja johto antaa näkemyksiä ja tukea päätöksille. Näin ollen asioista parhaiten perillä olevat ihmiset tekevät päätökset. [11.]

4.2 RAIN-hanke

RAIN3-hanke on jatkoa RAIN2-hankkeelle. RAIN3-hanke on monen rakennusalan yrityksen yhteinen tutkimus- ja kehityshanke, joka toteutetaan vuosina 2022–2025. Hankkeen rahoitus tulee konsortioon osallistuvilta yrityksiltä.

RAIN3-konsortion jäsenyrityksiä ovat

- Consti Yhtiöt Oyj
- Fira Oy
- Amplit Oy
- SRV Rakennus Oy
- Destia Oy
- GRK Infra Oy

- NRC Group Finland Oy
- Lujatalo Oy
- Jatke Oy
- AFRY Finland Oy
- Granlund Oy
- Ramboll Finland Oy
- VastuuGroup Oy.

RAIN3-päätteemat ovat Lean-johtaminen, integraatio, virtautus sekä Leanin hyödyntäminen vihreässä siirtymässä. [10.]

Konsortion tavoitteena on edistää rakennusalan muutosliikettä sekä tukea KIRA-alan (kiinteistö- ja rakennusalan) tavoitteita ihmisten kehittämisessä, vihreässä siirtymässä, tuottavuuden parantamisessa sekä Lean-filosofian hyödyntämisessä asiakasarvon parantamisessa. Hankkeen materiaalit ovat julkisia, ne julkaistaan LCI Finland ry:n verkkosivuilla [12]. Hanketta ohjaa osapuolten edustajista koostuva johtajisto. Sen toiminta perustuu teematyöpajoihin, opintomatkoihin, käytännön testaukseen sekä vuorovaikutukseen ja yhteiskehittämiseen. [10.]

Koska konsortion jäsenyritykset ovat saman toimialan kilpailijoita, niin kaikessa toiminnassa on tietyt pelisäännöt. Esimerkiksi työpajoissa ei saa keskustella tarjoustoiminnasta eikä hankinnoista, ja jos joku näin tekee, niin muiden henkilöiden pitää keskeyttää keskustelu välittömästi. [10.]

RAIN3-hankkeella on myös yhteisiä tilaisuuksia IPT4-konsortion kanssa, joten mukaan saadaan myös rakennuttajien näkökulmia asioihin. IPT on vuonna 2014 käynnistynyt tutkimus- ja kehitysohjelma, jonka rahoittajina ja osallistujina toimivat aluksi vain julkiset hankintayksiköt. IPT4-hanke on neljäs osa IPT-hankkeesta. IPT4 alkoi vuonna 2022, ja siinä on ollut mukana myös ei-julkisia tilaajaomistajia. IPT4-hankkeeseen kuuluu

- Helsingin kaupunki
- Helsingin seudun opiskelija-asuntosäätiö Hoas

- Helsingin yliopisto
- HUS-Kiinteistöt Oy
- Kouvolan Asunnot Oy
- Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy
- Pirkanmaan hyvinvointialue
- Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialue / OYS
- Pohjois-Savon hyvinvointialue / KYS
- Rovaniemen kaupunki
- Tampereen kaupunki
- Turun kaupunki
- Väylävirasto.

IPT4-hankkeen yhtenä tavoitteena on tutkimus- ja kehitystyö yhdessä RAIN-hankkeiden kanssa. [12.] Tästä voidaan päätellä, että IPT-konsortio on vastaava kuin RAIN-konsortio, mutta IPT:n osallistujat ovat rakennuttajia.

5 RETI – Reaaliaikainen tilannekuva

RETI eli Reaaliaikainen tilannekuva on sähköinen työkalu kentällä oleville asentajille, projektin hoitoa suorittaville toimihenkilöille sekä yrityksen johdolle. RETI on avain systemaattiseen tahtituotantoon, jonka tarkoitus on saada vakioitua asentajien tekeminen työmaalla. Toimintaa halutaan vakioida, jotta hukkaa saataisiin vähennettyä. Vakioinnilla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että jokaisen työmaan prosessi olisi samankaltainen. Lisäksi RETI vähentää asentajien hyp-pimistä työvaiheesta toiseen sekä epäselvyyksiä omasta työvaiheesta. Tämä johtuu siitä, että sovelluksessa saadaan näkymään haluttaessa pelkästään oma työvaihe. Tämä onkin näkymä, jota asentajat yleisesti käyttävät.

5.1 RETIn käyttö

Kuten aiemmin mainittu tässä opinnäytetyössä, RETI on työkalu myös projektin hoitoon. Projektinhoitaja pystyy esimerkiksi määrittämään sovelluksen kautta asentajille heidän työtehtävänsä, jolloin asentajalle tulee omaan sovellukseen kyseiset työtehtävät kuvan 2 mukaisesti.

Nimi	Alue	Tägit	Asentaja	Valmiusaste	Tila	Aloituspäivä	Lopetuspäivä	Työmäärä (h)
1-lohko kaapelihyllyasennukset	2 kerros Sähkö	2krs hyllyt	Määttä Joonas	100% (93/93)	Valmis	3.1.2022		60

Kuva 2. Asentajan työtehtävät.

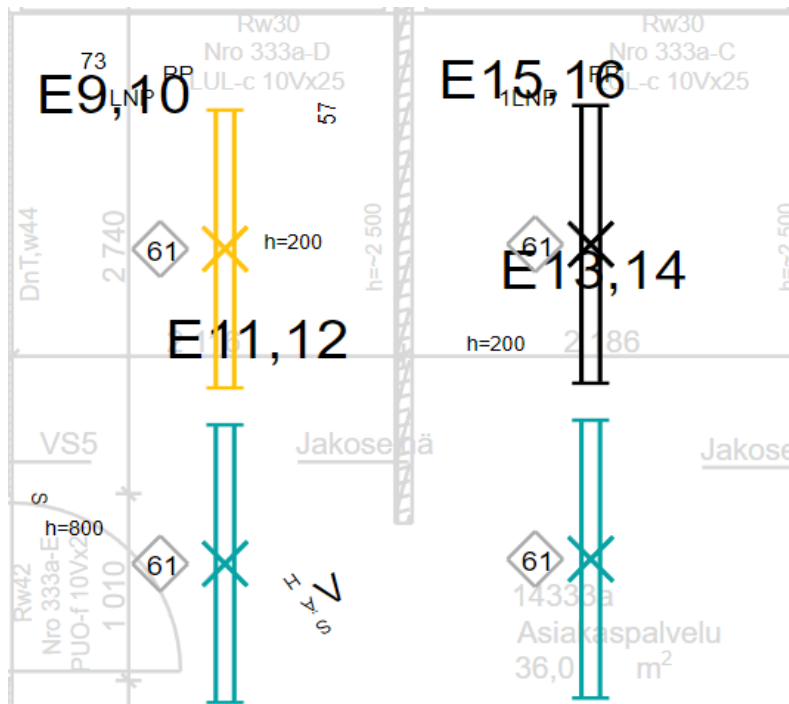
Kuvassa 2 näkyy kuvakaappauksena asentajalle annettu työtehtävä sekä sen valmiusaste. Esimerkiksi tässä tapauksessa asentajalle nimeltään Joonas Määttä on annettu tehtäväksi toisen kerroksen ykköslohkon kaapelihyllyasennukset, joihin on arvioitu kuluvan 60 tuntia työaikaa. Kyseisessä tapauksessa valmiusaste on 100 %, joten asennustyöt on jo suoritettu.

Projektinhoitaja tai kärkimies pääsee muokkaamaan tehtävää, esimerkiksi lisäämään tai vähentämään asennettavia elementtejä, oikeassa laidassa olevaa kynän sisältävää kuvaketta klikkaamalla. Tämän jälkeen tulee valikko, jossa voi vaihtaa tehtävän eri projektille ja muokata tehtävän nimeä, sijaintia sekä muita ominaisuuksia. Projektinhoitaja tai kärkimies pystyy täältä määrittämään kaikki tehtävän perusarvot. Perusarvojen lisäksi hän voi myös lisätä tai vähentää tähän tehtävään kuuluvien objektien määrää. Vaikka tehtävän nimi olisikin kaapelihyllyasennus, niin samaan tehtävään pystyy lisäämään esimerkiksi valaisimia tai mitä tahansa muiden järjestelmien asennuksia tarpeen mukaan.

5.2 RETIn näkymä

RETIssä yksittäisen komponentin valmiusaste kerrotaan väreillä. Musta väri kertoo, että asennus on lähtötilanteessaan, eli sitä ei vielä ole aloitettu. Asentaja pystyy merkitsemään komponentin asennuksen keskeneräiseksi keltaisella värillä. Tätä ominaisuutta tarvitaan muun muassa tilanteessa, jossa pistorasia

asennetaan, mutta peitelevyä ei vielä päästä asentamaan syystä tai toisesta. Kun asennus päästään viimeistelemään peitelevyn asennuksella, niin se merkitään sinisellä värillä. Sininen väri tarkoittaa kokonaan valmista asennusta. Kuvassa 3 on esitetty neljä valaisinta, joista vasemmassa yläkulmassa sijaitseva on keskeneräinen, sen vieressä oleva aloittamaton sekä kaksi alareunassa sijaitsevaa ovat valmiita asennuksia.

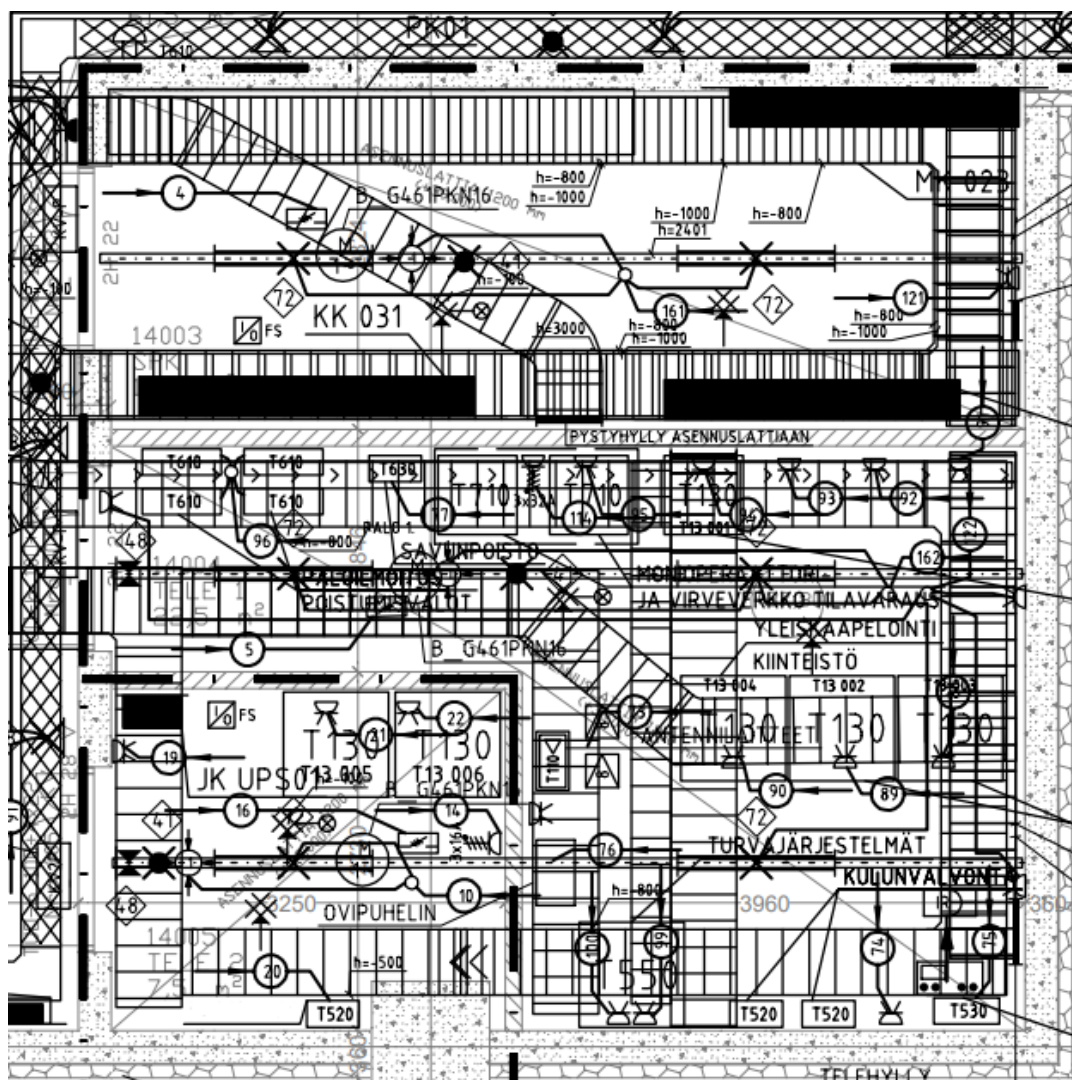


Kuva 3. Valmiusasteen värit esitetty valaisimilla.

Asentaja voi tabletiltaan valita värin, jota haluaa käyttää, ja tämän jälkeen joko klikkailla komponentti kerrallaan tai vaihtoehtoisesti hän voi valita monia komponentteja peräkkäin vetämällä sormella niiden päältä.

Sähköpiirustuksissa voi joskus olla monia komponentteja päällekkäin tehden niistä vaikealukuisia. Joskus samassa tilassa on niin paljon komponentteja, että niitä ei millään saa mahtumaan ilman, että ne joko menevät päällekkäin tai vaihtoehtoisesti menetetään tärkeää informaatiota. Tällainen tärkeä informaatio voi olla esimerkiksi fyysinen sijainti, joka kärsii helposti, etenkin jos sijoitetaan monta objektia päällekkäin ja yläpuolella katossa menee jotakin, esimerkiksi

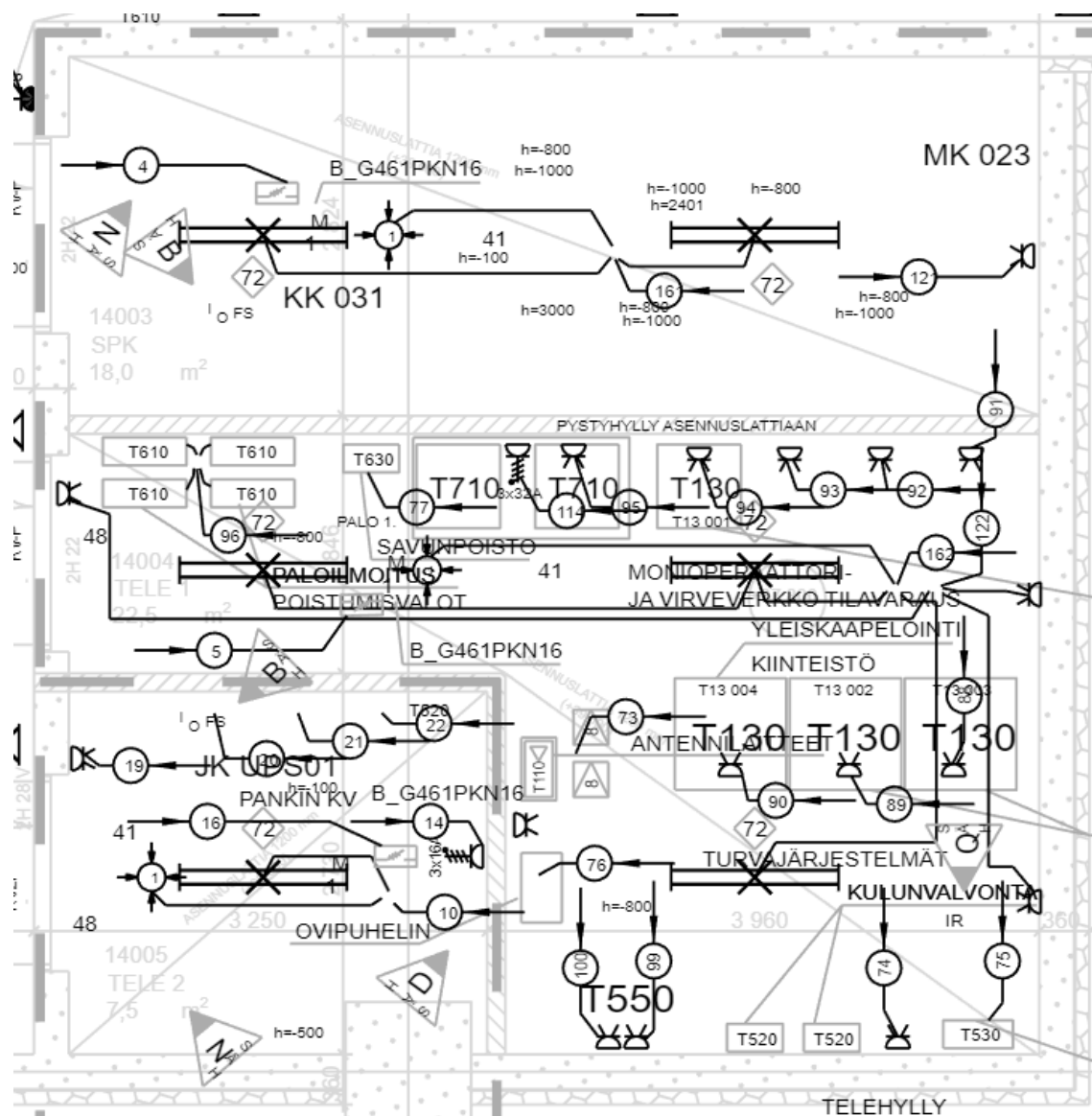
kaapelihylly. Alla olevassa kuvassa komponentit on sijoitettu omille paikoilleen, mutta tämä vahingoittaa kuvan selkeyttä. Kuva 4 on todellisesta kohteesta, todellisesta pdf-muotoisesta tasopiirustuksesta.



Kuva 4. Esimerkikohteen vahvavirtapiirustus.

Kuten kuvassa 4 on nähtävissä, niin esimerkiksi ryhmänumeroinnit, paloilmoinnit sekä keskusten numeroinnit vaativat keskittymistä, jotta niistä kaikista saa selvää. Myös esimerkiksi johtoteiden luku vaatii tässä tapauksessa keskittymistä tavaran paljoudesta johtuen, vaikka johtotiet ovatkin yleensä helpoin havaita kokonsa vuoksi. Tässäkin ne näkyvät selvemmin kuin muut komponentit.

RETI auttaa asentajaa kuvan lukemisessa, sillä siinä voidaan määrittää, mitkä tasot tai komponentit näkyvät milloinkin. Kuvassa 5 on täysin sama kohta kuin kuvassa 4, mutta kuva 5 on otettu RETIstä niin, että tasoon on jätetty näkyväksi vain syöttöjen kaapelointiin tarvittavat tiedot.

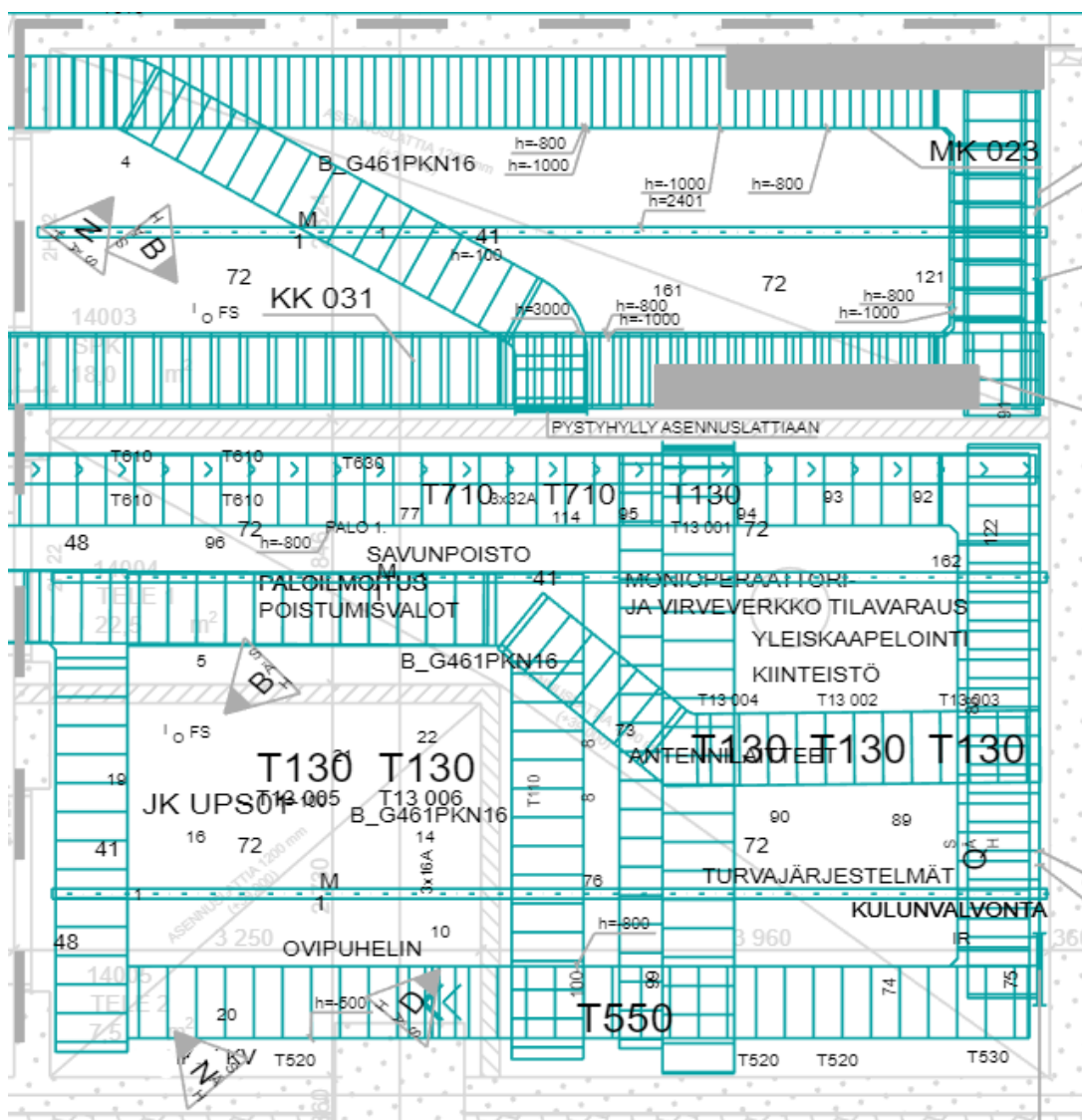


Kuva 5. Esimerkikohteen tasokuva RETIstä, näkyvillä syöttöjen kaapelointiin vaaditut tiedot.

Kuten kuvasta 5 voidaan havaita, niin tämä näkymä selkeyttää piirustusta asentajalle sekä vähentää ajatusten harhailua muihin ympärillä oleviin töihin. Kuitenkin tarvittaessa asentaja voi klikata kaikki elementit päälle tasoon, jolloin näkymä lähentelee kuvaa kaksi, erona sinisenä näkyvät jo valmiit komponentit.

Normaalissa tasokuvassa komponentteja voi olla todella sekavasti jopa päällekkäin, jos pieneen tilaan on suunniteltu paljon tekniikkaa, kuten luvussa 5.1 kuvassa 2. Varsinkin paperiversiosta voi olla todella hankala katsoa esimerkiksi syöttöjen numeroita 95 sekä 94. Tämä aiheuttaa ylimääräistä työtä (hukkaa), kun tihrustellaan kuvaa ja etsitään oikeat numerot keskuskaaviosta. Kuvasta kolme eli RETIn näkymästä numerotkin ovat heti selkeästi nähtävissä, joten asentaja voi keskittyä omaan pääasialliseen työhönsä eli asennustyöhön. Sekavampi kuva voi myös saada asentajalle tunteen, että työ, jota hän menee tekemään, tulee kestämään kauemmin kuin sen oikeasti tulisi kestää. Jos asentaja asennoituu siihen, että kesto on pidempään, niin todennäköisesti se myös sitä kautta vaikuttaa suoritusajkaan negatiivisesti. Lisäksi hän voi uskotella itselleen ja muille, että kesto johtui pelkästään sekavasta kuvasta.

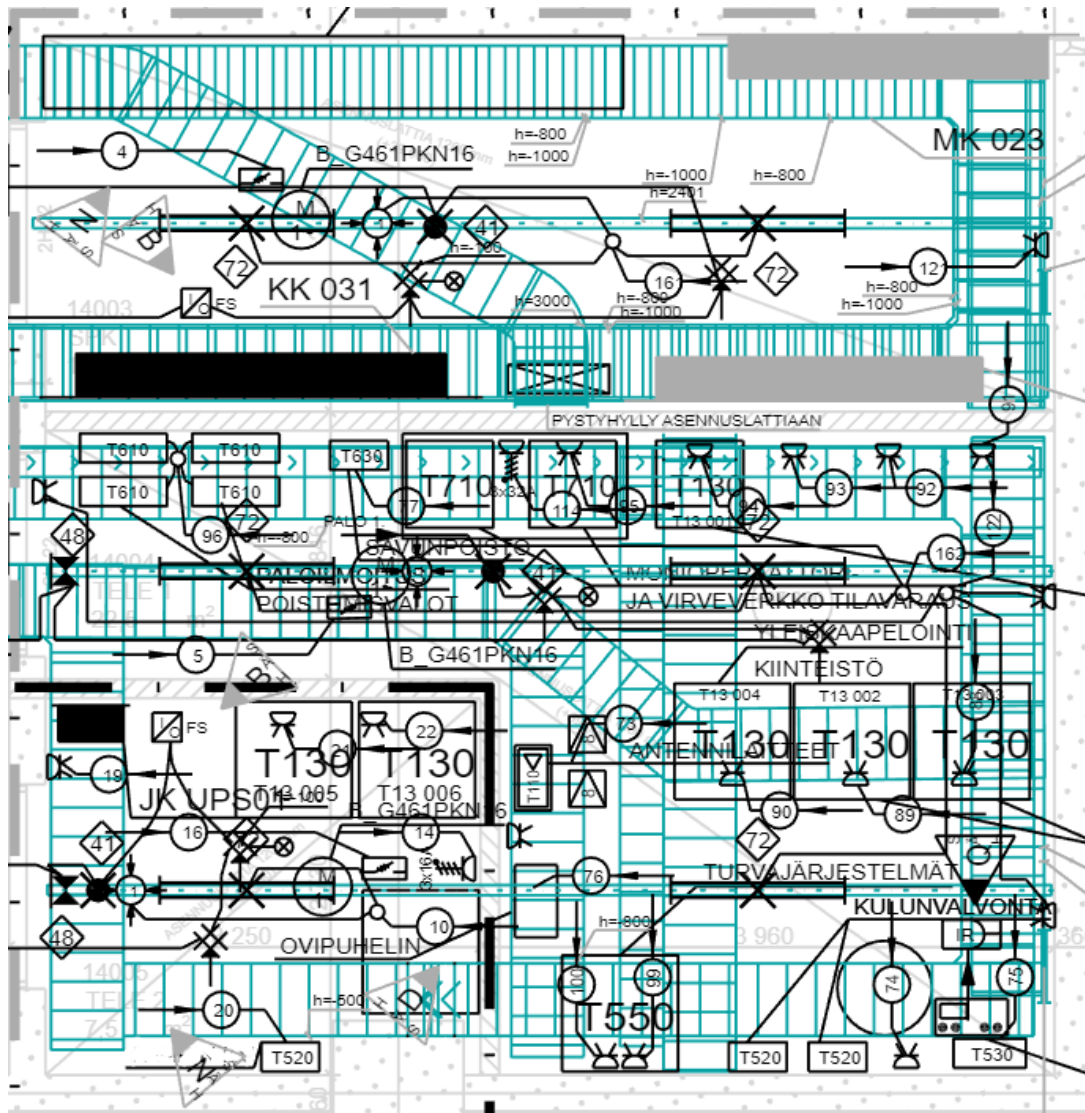
Vaikka johtotiet ovatkin helpoimmin nähtävillä, niin silti RETI selkeyttää niitä entisestään poistamalla muut komponentit. Kuvassa 6 on pelkät johtoteiden asennukseen vaadittavat tasot nähtävillä luvun 5.1 kuvan 2 tilasta.



Kuva 6. Esimerkkikohteen RETI-näkymä, jossa pelkät johtotiet nähtävillä.

Kuvasta 6 havaitaan, että kuva selkeytyi myös johtoteiden osalta, vaikka ne olivatkin jo ennestään muita helpommin nähtävissä. Nyt myös esimerkiksi johtoteiden korkeudet näkyvät paljon paremmin. Tässä tapauksessa johtoteiden asennus on kokonaan valmis, koska ne on merkitty sinisellä värillä.

Kuten aiemmin tutkimuksessa mainittiin, niin myös RETIstä voidaan laittaa kaikki tasot näkyville. Kuvassa 7 täysin sama kohta RETIstä kaikki tasot päällä.



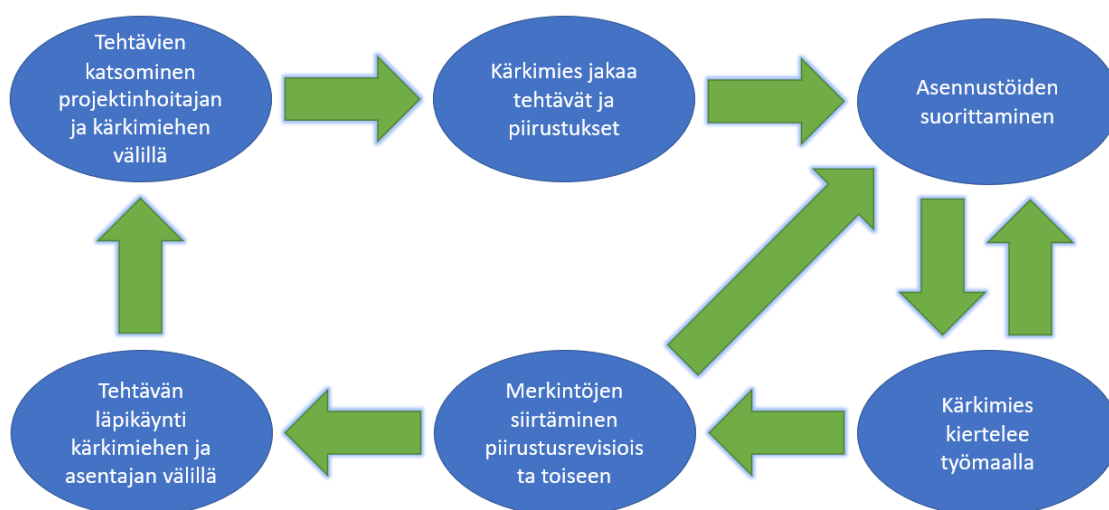
Kuva 7. Esimerkkikohteen RET:n näkymä kaikki tasot päällä.

Kuten kuvasta 7 havaitaan, niin näkymä on taas melkein sama kuin alkuperäinen eli pdf-tiedoston näkymä. Erona tässä on johtoteiden väri, joka tarkoittaa valmista asennusta. Tämä väri myös selkeyttää alla olevien komponenttien näkymistä.

5.3 RETIn hyödyt

5.3.1 Toiminta ennen RETIä

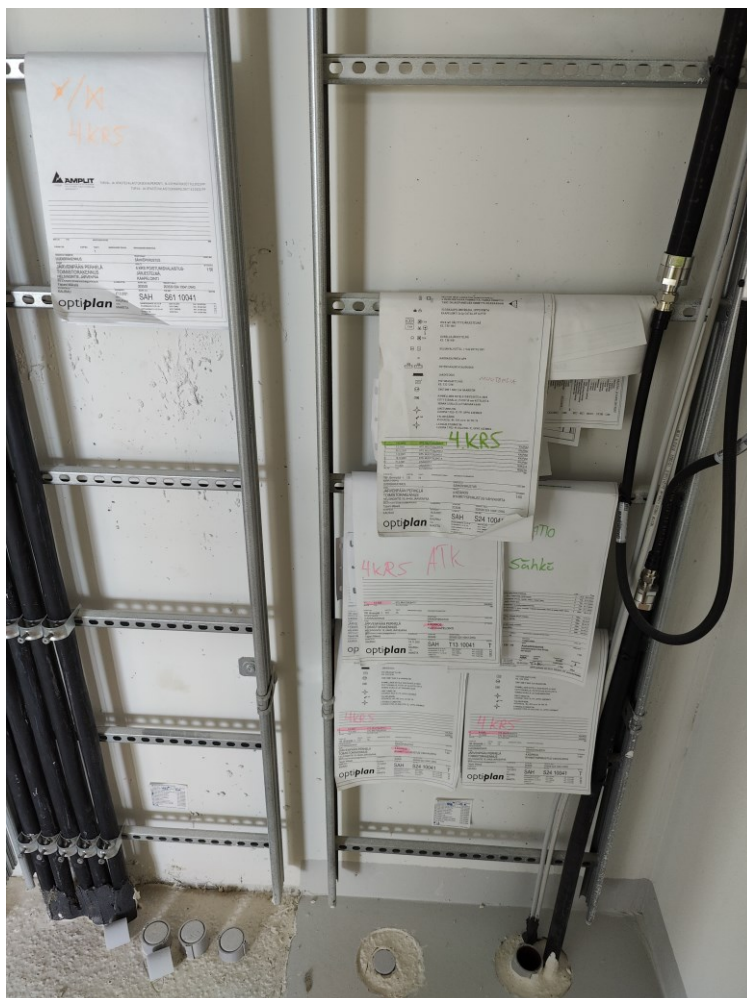
Normaalisti on toimittu niin, että paperisia piirustuksia säilytetään sähköurakoit-sijalle osoitetussa työmaatoimistossa tai taukotilassa. Projektinhoitaja ja kärki-mies katsovat yhdessä työmaan seuraavat vaiheet, minkä jälkeen kärkimies tai projektinhoitaja kertoo kullekin asentajalle heidän tehtävänsä sekä antaa heille tehtäväänsä tarvittavat piirustukset. Tämän jälkeen asentaja menee suoritta-maan asennuksia samalla merkaton tehdyt työt yliviivaustussilla piirustuksiin. Kun piirustuksesta tulee uusi revisio, niin asentaja tai kärkimies merkitsee sa-mat tehdyt työt uuteen piirustukseen tai asentaja seuraa sekä vanhaa että uutta kuvaa samanaikaisesti. Tämä aiheuttaa aina lisätyötä työmaalle. Lisäksi kärki-mies kiertää työmaalla havainnoimassa ja opastamassa asentajia keskeneräi-sistä töistä. Kuva 8 havainnollistaa työvaiheet paperikuvia käytettäessä.



Kuva 8. Toiminta ennen RETIä.

Välillä asentaja joutuu keskeyttämään tekemisensä, kun häntä tarvitaan pikaisesti toiseen asennustehtävään esimerkiksi aikataulullisista syistä. Yleensä piirustus jätetään johonkin asennuspaikan lähelle, esimerkiksi lähimpään sähkökuiluun säilytykseen (kuva 9), jotta joko hän tai seuraava sitä piirustusta

tarvitseva löytäisi sen mahdollisimman helposti ja mahdollisimman läheltä asennuspaikkaa.



Kuva 9. Esimerkki asennuspiirustusten väliaikaisesta säilytyksestä työmaalla.

Tämän jälkeen hän joutuu mennä hakemaan uusia piirustuksia niiden säilytyspaikasta, minkä jälkeen vasta pääsee aloittamaan uutta työtehtävää.

Kun paperiset suunnitelmat jäävät lojumaan ympäri työmaata, niin siivoaja kerää ne helposti epähuomiossa roskakoriin tai ne ovat jonkun toisen urakoitsijan tiellä, ja kyseinen urakoitsija siirtää ne johonkin muualle, josta ne kerätään roskikseen. Vaihtoehtoisesti piirustuksia tarvitseva joutuu käyttämään aikaa niiden etsintään. Lisäksi paperiset piirustukset likaantuvat sekä repeävät helposti käytössä. Kuvassa 10 nähdään esimerkki työmaalla käytössä olevasta paperisesta

suunnitelmasta. Kuvassa nähdään myös ylivaijauksilla tussatut jo tehdyt työt.



Kuva 10. Valokuva työmaalla käytetystä vahvavirtapiirustuksesta.

Kuvassa 10 esiintyvä piirustus on vielä melko hyvässä kunnossa, mutta reipeämä keskellä haittaa kuvan lukua. Monesti kuitenkin näkee todella likaantuneita ja pölyisiä, osittain revenneitä piirustuksia työmailla.

Myös paperikuvien koko on todella iso, joten niiden levittäminen vaatii paljon tilaa. Niiden mukana kускаaminen sekä asioiden katsominen piirustuksesta vaatii lisätyötä. Vaihtoehtoisesti kuva voidaan jättää yhteen paikkaan auki, mutta kun siitä mennään tarkistamaan jotain asioita, niin joutuu taas kävelemään

kuvan luokse. Tämäkin vaihtoehto aiheuttaa lisää työtä, joten tuottavan työn osuus työpäivästä vähenee.

Tosielämän esimerkki RETIn hyödyistä sattui tätä insinöörityötä tehdessä. Työmaalla siirrettiin kaikki talon valaisimet niihin kerroksiin, joihin ne tullaan asentamaan. Nyt jouduttiin ensin etsiä kaikkien kerrosten tasokuvat, jotta nähtiin, mitkä valaisimet ovat asentamatta. Tasokuvat löytyivät jokaisen kerroksen keskuhuoneista, joten kaikkien läpikäynnissä kului turhaa aikaa. Jos kyseisessä kohteessa olisi ollut jo RETI käytössä, niin ei olisi tarvinnut kuin kaivaa tabletti esiin ja katsoa kerrosten valaisinasennusten tilanne. Tässä tapauksessa RETIn käyttö olisi säästänyt paljon aikaa.

5.3.2 Toiminta RETIä käytettäessä

RETIä voidaan käyttää joko normaalin rutiinin tukena tai vaihtoehtoisesti kaikki toiminta voidaan tehdä RETIä käyttämällä. Alla kuvaillaan molemmat tavat lyhyesti.

Projektinohitaja ja kärkimies katsovat yhdessä seuraavat työvaiheet läpi, jonka jälkeen toinen heistä jakaa työtehtävät asentajille RETIn kautta. Työtehtävät voi jakaa kahdesta paikasta. Ensimmäinen niistä on tehtävänäkymä, joka näkyy kuvassa 11. Kuten kuvassa 11 näkyy, niin tehtävänäkymästä pääsee tehtävän asetukseen, josta pääsee asettamaan asentajan tehtävälle.

Nimi	Alue	Tägit	Asentaja	Valmiusaste	Tila	Aloituspäivä	Lopetuspäivä	Työmäärä (h)
1-lohko kaapelihyllyasennukset	2 kerros Sähkö	2krs hyllyt	Asentaja 1	100% (93/93)	Valmis	3.1.2022		60

Kuva 11. Tehtävänäkymä, josta ympyröity punaisella tehtävän asetus -painike. Myös asentajan nimi vaihdettu tunnistamattomaksi.

Toisena vaihtoehtona tehtävät voi jakaa projektin asentajaluettelon takaa, kuten kuvassa 12. Kyseisessä tapauksessa ainoastaan asentajalla "Asentaja 3" on käynnissä olevia tehtäviä.

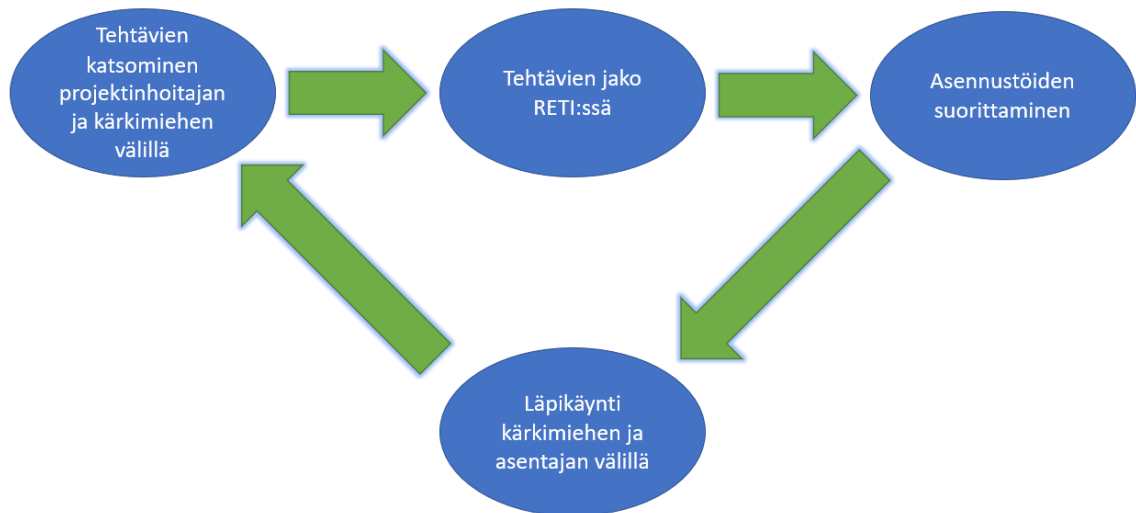
NIMI	TEHTÄVÄT	
Asentaja 1	VALITSE TEHTÄVÄT	✕
Asentaja 2	VALITSE TEHTÄVÄT	✕
Asentaja 3	VALITSE TEHTÄVÄT	✕

A alapohja
A-200-Alapohja
0% (0/63)

Kuva 12. Asentajanäkymässä näkyvät kaikki projektissa mukana olevat asentajat sekä heille annetut tehtävät. Kuvasta on muokattu asentajien nimet tuntemattomaksi.

Tehtäväjaon jälkeen asentajat kaivavat omat tablettinsa esiin ja lähtevät tekemään heille määrättyjä työtehtäviä samalla maalaten tabletistaan sormella jo tehdyt kohdat yli muuttaen ne ”aloittamatta”-tilasta tilaan ”valmis”. Tarvittaessa yksittäiset komponentit voidaan merkitä myös ”keskeneräinen”-tilaan, jos asennustyötä ei pystytä tekemään valmiiksi asti.

Uuden revision tullessa tehtävään nimetty toimihenkilö päivittää sen RETIn tietokantaan, jolloin se näkyy heti asentajalle. Näin ollen asentajan ei tarvitse kuljetella monia eri kuvia mukanaan, vaan kaikki tieto löytyy samalta laitteelta, samasta kuvasta. Kärkimiehen ei myöskään tarvitse erikseen kierrellä työmaalla havainnoimassa ja ohjeistamassa keskeneräisiin töihin, vaan hän voi katsoa ja ohjeistaa ne joko tietokoneeltaan tai tabletiltaan RETIstä, minkä jälkeen hän voi esimerkiksi seuraavan tauon yhteydessä tarkentaa ja selkeyttää asioita suullisesti. Kuva 11 auttaa havainnoimaan toimintaa RETIä käytettäessä.



Kuva 13. Toiminta RETIä käytettäessä.

Kun uusi työtehtävä kutsuu, projektinhoitaja tai kärkimies asettaa asentajalle RETI:ssä uuden tehtävän, jolloin tehtävä tulee näkyviin asentajalle. Jos edellisen asennuksen menee saattamaan loppuun toinen asentaja, niin tehtävään voidaan lisätä vain uusi asentaja tekemään sitä, jolloin hänkin pääsee muuttamaan tehtävään asetettujen elementtien tilaa.

Myös toimistolla työskentelevät projektinhoitajat pysyvät paremmin kärryillä työmaan tapahtumista ilman ylimääräisiä työmaakäyntejä. Lisäksi esimerkiksi työvaihe ilmoitukset on helppo tehdä RETIstä saatua tietoa apuna käyttäen. Normaalisti toimihenkilö on vain kärkimiehen kertomuksien varassa, nyt hän pystyy paremmin tarkkailemaan jopa yksittäisten pistorasioiden valmistumista. Myös työn valmiusaste näkyy suoraan prosentteina, joten sen pystyy kertomaan tarkemmin kuin vain oman karkean arvion (kuva 14).

Nimi	Alue	Tägit	Asentaja	Valmiusaste	Tila	Aloituspäivä	Lopetuspäivä	Työmäärä (h)
RAU kaapelointi	RAU 4.KERROS	4krs	Asentaja 1	0% (0/62)	Aloittamatta			
RAU kaapelointi	RAU 1.KERROS	1krs	Asentaja 1	53% (27/51)	Käynnissä			

Kuva 14. RAU-kaapeloinnin 4. ja 1. kerrosten tehtävät. Kuvasta muutettu asentajien nimet tunnistamattomaksi.

Kuvassa 14 on ympyröity punaisella tehtävien valmiusasteet. Neljännen kerroksen RAU-kaapelointi on siis aloittamatta, mutta ensimmäisessä kerroksessa ollaan tehty jo hieman yli puolet. Tehtävät on annettu samalle asentajalle.

Aiemmassa kappaleessa kirjoitettiin paperikuvien isosta koosta sekä asioiden tarkastamisesta niistä esimerkiksi kesken työvaiheen. Nyt asentajalla on A4-päperikokoa pienempi tabletti, joka kulkee taskussa koko ajan. Sitä ei tarvitse levittää mihinkään eikä mukana kuskatessa tarvitse alkaa availemaan taitoksia. Asentaja voi tarpeensa mukaan joko suurentaa tai pienentää näkymää, jolloin asioiden tarkastus kesken asennustyön sujuu helposti sekä yksittäiset piirrosmerkit näkyvät helposti jopa monen merkin keskeltä.

Toinen tapa on käyttää ohjelmaa vanhan rutiinin tukena eri tavoilla. Esimerkiksi siten, että työpäivän aikana asentajat merkitsevät tekemänsä työt paperikuviin, joista päivän päätteeksi siirtävät ne ohjelmaan. Tämä on hyvä tapa varsinkin välivaiheena ohjelman käyttämiseen siirryttäessä ennen kuin kaikki projektin henkilöt ovat oppineet muuttamaan toimintatapojaan pois vanhasta. Tällä tavalla aiheutetaan kuitenkin turhaa hukkaa, joten ohjelmasta ei saada täyttä hyötyä irti.

6 Kyselytutkimus

6.1 Haastattelut

Kyselytutkimus toteutettiin nimettömästi kirjallisesti Amplitin kärkimiehille ja projektinhoitajille. Kyselytutkimukseen osallistui kolme kärkimiestä ja kaksi projektipäällikköä. Projektinhoitaja tarkoittaa tässä yhteydessä joko projekti-insinööriä tai projektipäällikköä. Sekä projektinhoitajilta että kärkimiehiltä kysyttiin seuraavat kysymykset:

1. Voitko selittää lyhyesti, miten työmaan prosessi meni ennen RETIä kärkimiehen/projektipäällikön/projekti-insinöörin näkökulmasta?
 - a. Entä RETIn kanssa?

2. Mikä on muuttunut toimintatavoissa RETIn käyttöönoton jälkeen?
 - a. Entä mikä näistä on isoin muutos?
3. Näetkö RETillä tulevaisuutta?
4. Mitä hyvää RETI tuo sinun näkemyksesi mukaan yritykselle?
 - a. Entä kärkimiehen/projektipäällikön/projekti-insinöörin työlle?
5. Mitä haittoja RETI tuo sinun näkemyksesi mukaan yritykselle?
 - a. Entä kärkimiehen/projektipäällikön/projekti-insinöörin työlle?
6. Mitä kehitysehdotuksia sinulla olisi RETIä kohtaan?
7. Mikä RETIssä toimii erityisen hyvin?

Ensimmäisen kysymyksen tarkoitus oli saada yleiskuva työmaan etenemisestä sekä ennen että jälkeen RETIn kunkin henkilön omasta näkökulmasta. Toisen kysymyksen tarkoitus oli saada haastateltavaa mieltämään ensimmäisen kysymyksen vastauksia sekä hänen omia toimintatapojaan. Kolmannella kysymyksellä kartoitettiin työntekijöiden näkemyksiä RETIn tulevaisuudesta. Neljännen, viidennen ja kuudennen haastattelukysymyksen tarkoituksina oli saada aikaiseksi parannusehdotuksia sekä jo valmiiksi hyviä puolia. Seitsemännen kysymyksen tarkoitus oli saada tietää, mikä käyttäjien mielestä toimii erityisen hyvin.

6.2 Tulokset

Kaikki haastateltavat uskovat RETIn tulevaisuuteen. Myös epäily, korvaako RETI täysin paperisia kuvia pitkiin aikoihin, tuli ilmi. Toimintatavoissa ei nähdä suuriakaan muutoksia kärkimiehen roolissa. Aika, jonka kärkimies viettää koneen ääressä, lisääntyy merkittävästi, mutta työmaalla ylimääräinen pyöriminen vähenee.

Projektinhoitajien roolissa nähdään enemmän muutoksia, esimerkiksi työmaakäyntien tarve vähenee. Projektinhoitajilla tosin näyttöpäätteellä vietetty aika ei hirveästi muutu johtuen jo ennestään suuresta näytön takana vietetystä ajasta.

Sekä kärkimiesten että projektinhoitajien mukaan myös käsitys työmaasta sekä kokonaistilanteen arviointi on parempi RETIn kanssa kuin ilman sitä. Lisäksi haastatteluissa tuli ilmi puutteiden huomaaminen nopeammin. Yksittäinen puute saattaa jäädä helpommin piiloon paperikuvia käytettäessä, joten se huomataan vasta puutekierroksilla. RETI on auttanut siinä, että puutteita on huomattu jo aiemmin ja näin ollen päästy korjaamaan aikaisemmassa vaiheessa, kun korjaustoimenpiteiden teko on ollut helpompaa.

Haastateltavien mielestä yritykselle RETI tuo onnistuessaan suuren kilpailuedun kilpailijoihin nähden sekä ajansäästön kautta että muilla tavoin. Asiakas voisi esimerkiksi haluta mielellään nähdä reaaliaikaisesti töiden etenemisen. Myös pelko siitä, että epäonnistuessaan sovellukseen käytetyt kehitysrahat menevät täysin hukkaan, kävi ilmi haastatteluissa. Lisäksi pelättiin, että ihminen, joka ei ole tottunut käyttämään teknisiä laitteita, voi kokea RETIn käytön haastavana. Myös huoli siitä, että projektinhoitoon tulee RETIn myötä lisätehtäviä, koska jonnekin pitää ajantasaistaa kuvat järjestelmään ja luoda tehtävät valmiiksi, tuli ilmi haastatteluissa.

Kehitysehdotuksena ehdotettiin, että nimettäisiin yksi henkilö, joka tekisi tehtävät projektikohtaisesti projektiin, koska nyt tehtävien teko ajoittuu projektien alkuun, jolloin kärkimiehellä, projekti-insinöörillä sekä projektipäälliköllä on muutenkin paljon tehtävää, esimerkiksi selvittelyt, malliasennukset ynnä muut.

Projektipäälliköiden haastatteluista tuli kehitysehdotuksena, että tehtäisiin opetusvideo RETIn käytöstä, mahdollisesti jopa usealla eri kielellä, aliurakoitsijoille. Tämä helpottaisi ulkomaalaisten aliurakoitsijoiden siirtymistä RETIn käyttöön. Toivottiin myös, että uudet kuvat päivitetäisiin nopeammin RETlin, jotta nähtävillä olisi aina uusimmat saatavilla olevat piirustukset. Punakynätoiminto olisi haastateltavien mielestä hyvä lisäominaisuus. Muita kehitysideoita olivat esimerkiksi valokuvien liittäminen sekä mittaus toiminto.

7 Johtopäätös ja pohdinta

Työn tekijä aloitti insinööriyön sen jälkeen, kun oli ollut noin kuukauden Amplit Oy:n työntekijänä. Aluksi tutustuttiin kirjalliseen materiaaliin sekä aloiteltiin myös kirjallisen tuotoksen tekemistä. Samalla tutustuttiin töiden ohella eri työmailla työskentelytapoihin sekä RETIä käyttäen että ilman sitä. Kun oli tarpeeksi näkemystä asiasta, toteutettiin haastattelut. Haastatteluiden jälkeen oli näkemystä kirjoittaa laajemmin asiasta. Tämän tutkimuksen tekemiseen kokopäivätyön ohessa meni kokonaisuudessaan hieman alle yksi vuosi. Vuoden aikana tuli opittua paljon myös projekti-insinöörin tehtävissä, joten kaikkea sitä pystyttiin hyödyntämään tutkimustyön teossa.

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli selvittää Reaaliaikaisen tilannekuvan käyttöönottoa sähköurakoinnissa sekä sen hyviä ja huonoja puolia. RETI on otettu hyvin vastaan työyhteisössä, vaikka normaaliin tapaan myös epäilyjä ja uusien toimintatapojen pelkoa on havaittavissa. Reaaliaikaisen tilannekuvan nähdään laajasti tuovan lisäarvoa yritykselle, kunhan kaikille työmaan henkilöstölle asentajista projektipäällikköön saadaan koulutettua sen käyttö. Lisäksi henkilöstö pitää saada sitoutumaan pelkästään RETIn käyttöön, jotta ylimääräiseltä paperikuvien pyörittämiseltä vältytään ja sovelluksesta saadaan täysi hyöty irti. Kuten normaalia, kun uusia toimintatapoja otetaan käyttöön, niin tässäkin tapauksessa toimintamalleissa sekä itse ohjelmistossa on vielä hiottavaa, jotta niistä tulisi täydellisiä, mutta tämä on hyvä alku jatkaa kehitystyötä.

Tämä insinööri työ oli tulevaisuuden urani kannalta todella opettavainen prosessi. Opin muun muassa paljon Lean-filosofiasta sekä yleisesti ihmisten johtamisesta. Sain myös paljon oppia RAIN-hankkeista. Saavutin mielestäni opinäytetyön tavoitteet, ja tästä onkin hyvä lähteä jatkamaan RETIn käyttöönottoa ja kehitystä.

Lähteet

- 1 Lohilahti, Oona. 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? Verkkoaineisto. Rakennuslehti. <<https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>>. Päivitetty 4.9.2017. Luettu 15.8.2022.
- 2 Yrityksemme Amplit. Verkkoaineisto. Amplit Oy. <<https://www.amplit.fi/ta-lotekniikan-asiantuntija-yritys/>>. Luettu 15.8.2022.
- 3 Toteuttamamme urakat. Verkkoaineisto. Amplit Oy. <<https://www.amplit.fi/referenssit/>>. Luettu 28.2.2023.
- 4 Seppänen, Olli; Görsch, Christopher; Zhao, Jianyu; Kerttula, Juho & Viitala, Lauri. 2021. Hukka LVI- ja sähkötoissa. Verkkoaineisto. Aalto-yliopisto. <<https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2021-12/Hukka-LVI-ja-sahkotoissa-loppuraportti2021-11-26.pdf>>. 26.11.2021. Luettu 14.1.2023.
- 5 Liker, Jeffrey K. & Convis, Gary L. 2012. Toyotan tapa lean-johtamiseen. Helsinki: Readme.fi.
- 6 Rakennusalan visio vuodelle 2030. 2018. Verkkoaineisto. Aalto-yliopisto. <<https://www.aalto.fi/fi/building-2030>>. 14.12.2018. Luettu 30.8.2022.
- 7 Konsortio. 2022. Verkkoaineisto. Wikipedia. <<https://fi.wikipedia.org/wiki/Konsortio>>. Päivitetty 14.9.2022. Luettu 5.2.2023.
- 8 Lean-sanasto. 2019. Verkkoaineisto. MCS Oy. <<https://mcs.fi/lean-sanasto/>>. 12.11.2019. Luettu 21.8.2022.
- 9 Sayer, Natalia J. & Williams, Bruce. 2012. Lean for Dummies. 2nd Edition. E-kirja. Hoboken.
- 10 RAIN3-työpaja. 2022. Lean Construction Institute Finland ry. TEAMS-kokous. 31.8.2022.
- 11 Orientaatio: ”Missä olemme nyt – mihin olemme matkalla?”. 2022. Verkkoaineisto. IPT4-Hanke. <https://www.ipt-hanke.fi/wp-content/uploads/2022/10/IPT4_aloitusseminaari_20220914_esitykset.pdf>. 14.9.2022. Luettu 16.2.2023.

- 12 RAIN3-hankkeen aineistot. Verkkoaineisto. Lean Construction Institute Finland ry. <<https://lci.fi/rain-tyopaja-aineistot/rain3-aineistot/>>. Luettu 15.4.2023.