



Ville Kangas

Esivalmisteisen talotekniikka- elementin laadunhallinta työmaalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

16.1.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Ville Kangas
Otsikko:	Esivalmisteisen talotekniikkaelementin laadunhallinta työmaalla
Sivumäärä:	38 sivua
Aika:	16.1.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-urakointi
Ohjaajat:	Lehtori Markku Leino Myyntipäällikkö Perttu Havulehto

Insinöörityössä oli tavoitteena luoda toimeksiantajalle uusi työkalu sekä päivitetty toimintamalli työmaalla tapahtuvan esivalmisteisten talotekniikkaelementtien laadunhallintaan. Aihe syntyi toimeksiannon antaneen yrityksen tahdosta kehittää työmaalla tapahtuvaa laadunhallintaa.

Insinöörityön kirjallisuuskatsauksessa tutustuttiin monipuoliseen lähdeaineistoon. Lähdekirjallisuudessa käsiteltiin muun muassa seuraavia lähteitä: Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, RT-kortistoa ja rakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia.

Insinöörityössä käytiin läpi esivalmisteisen talotekniikkaelementin ominaisuuksia ja mahdollisuuksia sekä rakentamisen laadunhallintaa käyttäen hyväksi kirjallisuuslähteitä. Työssä syvennyttiin yrityksessä tapahtuvaan talotekniikkaelementtien työmaatoimintaan ja siihen liittyvään toimintatapaan sekä laadukkaan työmaan laadunhallinnan edellytyksiin. Työn aikana selkiytyi käsitys siitä, minkälaisia edellytyksiä ja dokumentteja toimeksiantajan työmaan laadunhallintaan pitää kehittää.

Työssä laadittiin sekä päivitettiin useita asiakirjoja, joita käytetään päivittäisessä työmaatoiminnassa. Lisäksi luotiin uudistettu toimintaperiaate työmaan laadunhallintaan. Asiakirjojen ja uudistetun toiminnan avulla yrityksen työmaatoimintaa saatiin edistettyä laadukkaammaksi ja kehitettyä tehokkaammaksi.

Avainsanat: talotekniikka, esivalmistus, talotekniikkaelementti

Abstract

Author: Ville Kangas
Title: Quality Management of Prefabricated MEP Elements on Site
Number of Pages: 38 pages
Date: 16 January 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Contracting
Supervisors: Markku Leino, Senior Lecturer
Perttu Havulehto, Sales Manager

The purpose of the thesis was to create a tool and an updated operating model for the quality management of prefabricated building services elements on site for the client. There was a wish to develop quality management on site.

The literature review studied comprehensive and diverse source material. The source literature included the Finnish Building Code Collection, the information cards by Rakennustieto, the general quality requirements for construction.

Based on the literature, the thesis discussed the possibilities of a prefabricated building services elements and the quality management of construction. The thesis focused on the construction site operations of building services elements in the commissioning company. It also focused on the related operating methods, like the prerequisites for high-quality quality management at the construction site.

The thesis is resulted in updated documents for daily site operations and an improved operating principle for site quality management. With the help of the documents and improved operations, the company's worksite operations are promoted to a higher quality and developed to be more efficient.

Keywords: HVAC, prefabrication

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely	2
3	Esivalmistus rakentamisessa	3
3.1	Menetelmä	3
3.2	Hyödyntäminen talotekniikassa	5
3.3	Uponor-talotekniikkaelementit	7
4	Laatu	10
4.1	Laadunhallinta	12
4.1.1	Suomen rakentamismääräyskokoelma	14
4.1.2	RT-kortisto ja LVI-kortisto	15
4.1.3	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset	15
4.2	Laadunvarmistus	16
5	Talotekniikkaelementtien laadunhallinta työmaalla	18
5.1	Prosessit	20
5.2	Työmaatoiminta	21
5.2.1	Laatusuunnitelma	22
5.2.2	Aikatauluttaminen	23
5.2.3	Osallistaminen	24
5.3	Projektin dokumentaatio	26
5.3.1	Hallinnointi	26
5.3.2	Työvaiheilmoitukset	28
5.3.3	Itselleluovutukset	29
5.3.4	Luovutusaineisto	30
5.3.5	Taloudellinen loppuselvytys	32
5.4	Kehittäminen ja palaute	33
6	Tulokset	34
7	Yhteenveto	35
	Lähteet	36

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on luoda Uponor Suomi Oy:lle uusi työkalu talotekniikkahormielementtien laadunhallintaan työmailla. Lisäksi tavoitteena on kehittää olemassa olevaa prosessia työmaatoiminnoissa.

Työn taustana on yrityksen halu selvittää sekä kehittää projektiliiketoiminnan alla olevien talotekniikkahormielementtien työmaa-aikaista laadunhallintaa ja yrityksen yleistä työmaatoimintaa. Työssä on tarkoitus syventää ymmärrystä talotekniikkaelementtivalmisteiden hyödyntämisessä rakennushankkeissa.

Työssä esitellään rakentamisen esivalmistusta ja perehdytään tarkemmin Uponorin valmistamiin talotekniikkaelementteihin. Työssä tarkastellaan rakennusalan laatua ja sen hallintaa. Työssä syvennytään talotekniikkaurakointiin liittyvään teoriaan sekä rakentamista ohjaaviin määräyksiin ja säädöksiin. Työssä selvitetään, mitkä ovat laadukkaasti ja tehokkaasti toteutettavan laadunhallinnan edellytykset ja millä toimenpiteillä se saavutetaan.

2 Yritysesittely

Uponor on perinteikäs sekä yksi maailman johtavista yrityksistä lämmityksen, viilennyksen, juomavesijärjestelmien ja yhdyskuntatekniikan aloilla. Yritys on perustettu Suomessa vuonna 1918, eli yrityksellä on ikää yli 100 vuotta.

Uponorin ydintoiminta Suomessa jakautuu kahteen osa-alueeseen, jotka ovat talotekniikka ja yhdyskuntatekniikka. Uponor Suomi Oy on suuri toimija talotekniikka-alalla tarjoten kestäviä ja turvallisia ratkaisuja erilaisten rakennusten sisäilmaston ja käyttöveden hallintaan. Uponor Infra Oy on yhteisyritys, joka koostuu kahdesta alan johtavasta asiantuntijasta eli KWH Pipestä ja Uponorista. Sillä on yhteensä yli 120 vuoden kokemus tutkimus- ja kehitystyöstä infra-alalla. [1.]

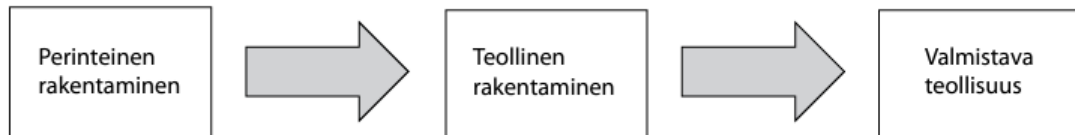
Uponor Suomi Oy on Uponorin emoyhtiöön kuuluva tytäryhtiö. Se keskittyy lähinnä talotekniseen liiketoimintaan. Yrityksen kotipaikkakunta on Nastola, jossa sijaitsee vuonna 1965 avattu muoviputkitehdas. Tehtaan toiminta jatkuu edelleen, ja siellä valmistetaan tuotteita kotimaan sekä ulkomaan markkinoille. Näitä tuotteita ovat esimerkiksi muoviviemäriputkia ja niiden muhviosia sekä eristetyjä muoviputkistoja. Uponor Suomella on tällä hetkellä useampia toimipaikkoja muuallakin Suomessa, ja ne keskittyvät strategisesti kasvukeskuksiin ja niiden läheisyyteen. Tuusulan toimipisteessä vastattiin talotekniikkaelementtien valmistuksesta ja logistisesta jakelusta työmaille. [1.]

Uponor Oyj on listattu Helsingin pörssissä. Yrityksen vuosittainen liikevaihto pyörii miljardiluokassa ja se oli vuonna 2022 yli miljardi euroa. Uponor työllistää maailmanlaajuisesti yli 3600 henkilöä 26 eri maassa. Insinööriyön tekemisen aikana sveitsiläinen teknologiayritys Georg Fischer on tehnyt ostotarjouksen kaikista pörssissä olevista Uponorin osakkeista. [2.]

3 Esivalmistus rakentamisessa

3.1 Menetelmä

Rakennuspaikan ulkopuolella tapahtuvan tuoteosan valmistusta tai siihen liittyvien komponenttien kokoonpanoa kutsutaan esivalmistukseksi ja esiasennukseksi. Tästä tyypillinen esimerkki on rakennusten betonilaatat. Ne valmistetaan erillisessä tuotantolaitoksessa Suomessa tai ulkomailla, josta ne kuljetaan täsmällisenä toimituksena työmaalle, minkä jälkeen ne asennetaan työmaalla paikoilleen runkovaiheessa. Esivalmistuksen avulla pystytään saavuttamaan tehokkaampi, laadukkaampi ja nopeampi tuotanto. Sen avulla myös pystytään valmistamaan tuotteita paremmissa tuotanto-olosuhteissa sekä päästään paikasta riippumattomampaan tuotantoon. Hyvänä esimerkkinä ovat pientalo-tehtaat, joissa asiakkaiden tilaamat talopaketit valmistetaan ammattilaisten toimesta lämpimissä ja kuivissa sekä siisteissä sisätiloissa, eikä niitä tarvitse rakentaa pihalla säiden armoilla alusta loppuun. [3, s. 2.] Kuvassa 1 on ote rakentamisen teollistumisesta.



Kuva 1. Rakentamisen teollistuminen [4, s. 110].

Esivalmistus mahdollistaa käyttämään projektikohtaisia tai projektista toiseen hyödynnettäviä tuoteosia, jolloin esivalmistusta voidaan toteuttaa projektikohtaisissa tiloissa, esimerkiksi lähellä rakennuspaikkaa, tai perustaa pysyviä tuotantolaitoksia. Tuotteeseen liittyvä kokoonpanoperusteinen modulaarisuus edesauttaa tyypillisesti esivalmistusta, koska se mahdollistaa esivalmistetun tuoteosan asennuksen vaatiman tuoteosien rajapintojen ja asennustyön standardisoinnin. [3, s. 2.]

Suomessa toimivilla rakennusyrittäjillä on halua lisätä esivalmistusta, koska tutkimukset osoittavat sen parantavan rakentamisen laatua, lisäävän

työturvallisuutta ja pienentävän hävikkiä. Esivalmistuksen avulla saavutetaan huomattavia kustannussäästöjä, kun projektien läpimenoajat lyhenevät ja asentamisen tehokkuus paranee. [3, s. 1.]

Rakennusteollisuudessa on jo vuosikausia valmistettu ja käytetty erilaisia esivalmisteita, jotta kaikkea rakentamistyötä ei tarvitse tehdä paikallaan rakennustyömaalla likaisessa ja pölyisessä ympäristössä. Suomessa on pitkät perinteet etenkin betonirakentamisessa, mutta esivalmistus on jäänyt vähäisemmälle muilla osa-alueilla, kuten talotekniikassa. [3, s. 2.]

Erinomaisena esimerkkinä esivalmistuksesta rakennusteollisuudessa ovat betonteollisuuden aikaansaannokset, jolloin valmiit betoniset elementtiratkaisut alkoivat yleistymään ja vauhdittamaan Suomea 1970-luvun asuntorakentamisessa. Nykypäivänä osaaminen on lisääntynyt ja tutkimustietoa on yhä enemmän saatavilla, jolloin yritykset ovat lähteneet kehittämään entistä paremmin soveliaampia tuotteita rakentamiseen. Hieno esimerkki tästä tuoteinnovaatiosta on kotimaisen Lujabetonin aikaansaannos, Luja-Superlaatta, mikä on valokuvattuna kuvassa 2. Siinä yhdistyvät ontelolaatan ja paikallavalun parhaat ominaisuudet. Superlaattaan on mahdollista tehdasolosuhteissa asentaa kylpyhuoneen lattiakaivot viemäriputkineen sekä lattialämmitysputket valmiiksi. [5.]



Kuva 2. Luja-Superlaatta tehtaalla ennen pintavalua [6].

3.2 Hyödyntäminen talotekniikassa

Talotekniikan esivalmistuksessa on ajatuksena hyötyä esivalmistuksen tuomista eduista ja mahdollisuuksista, joita ovat tehokkaampi, laadukkaampi ja nopeampi tuotanto. Talotekniikan esivalmisteita pystytään hyödyntämään rakentamisessa monella eri tasolla. Esivalmistetut rakennukset muodostavat huippuunsa hiotun ääripään, jossa niihin on integroitu kaikki mahdolliset talotekniset järjestelmät, kun taas toisessa ääripäässä ovat pienet talotekniset osat, kuten jakotukkipaakit jakotukkeineen tai vesimittarit. Näiden pienempien osien kokoonpanoa voidaan suorittaa tehtaanomaisesti. [3, s. 3.] Talotekniikan esivalmisteratkaisut voidaan jakaa karkeasti neljään eri kategoriaan (kuva 3), jotka ovat:

- tilamoduuli
- tekniset tilaosat
- talotekniikan keskus-, siirto- ja pääteosat
- talotekniikan yhteensovittaminen muihin osiin.

Esivalmiste	LVI	S	SPR
1. Tilamoduulit			
Kerrososaelementti/suurelementti	x	x	x
Kylpyhuonemoduulit	x	x	
Konehuoneet	x	x	
Leikkaussalit	x	x	
2. Tekniset tilaosat			
Alakattolevyjen tate (esim. valaisin ja savuilmaisoin asennettuna)	x	x	x
Tekniikkaseinäelementit (mm. keittiö, potilashuone)	x	x	x
Lattiaelementit ja asennuslattiat (P27R)	x	x	x
Käytäväelementti (+ katot + otsat)	x	x	x
Pystykuluelementit (mm. Elpo, Pilster)	x	x	x
Kantavat kattoelementit	x		x
3. Talotekniikan keskus-, siirto-, ja pääteosat			x
LVI-pystykuluelementit	x		x
VJK/LJK konehuoneosat	x		
Yhteiskannakointijärjestelmät	x	x	x
Toimistokattoelementit + jäähdytys	x	x	x
IV-koneet pumppuryhmillä	x		
Johtosarjat		x	
Jakotukkipaakki	x		
Putkistot (esim. BIM-mallista, yksilöidyt numerot)	x		x
Moduulikohtaiset toimituserät (esim. pesuallaspaketti, johtosarjat, sähkömittarit, jako- ja vesitukit)	x	x	
Esi-asennettavat tarvikkeet (vesimittarit, jakotukit)	x		
4. Tate-yhteensovittaminen muihin osiin			
Vesikaton läpiviennit	x		
Väliseinä/välipohja rei'itys	x		x
Käytäväläpiviennit	x		x

Kuva 3. Visio 2030 -tutkimuksen mukainen luokitus taloteknisille esivalmistetuotteille [3, s 5].

Talotekniikan esivalmistus edellyttää esivalmistukseen liittyvää osaamista ja muutoksia nykyisissä toimintamalleissa, jolloin esivalmistus saattaa aiheuttaa joidenkin nykyisten liiketoimintamallien romuttumisen. Talotekniikan esivalmistus voi aiheuttaa syvää muutosvastarintaa, joten on tärkeää, että kotimaiset isot urakoitsijat ja rakennuttajat toimisivat kehitystyön muutosagentteina. [3, s. 9.]

Esivalmistuksessa on alussa kohonnut suunnittelun vaikeusaste, mikä edellyttää valmistukselta enemmän aikaa ja ammattitaitoa, koska toleranssitkin pienevät. Tämä edellyttää entistä tarkempia lähtötietoja, mutta kohdekohtainen suunnittelutyö kuitenkin vähenee, ja parhaimmillaan talotekniikkamoduulit muuttuvat vakioituiksi komponenteiksi. Talotekniikkaesivalmisteen hyödyntämisen edistäminen uusissa rakennusprojekteissa Suomessa vaatii systemaattista muutosta rakennushankkeiden eri osapuolten totuttuihin suunnittelu- ja rakentamisprosesseihin. [3, s. 8.]

Toimivan talotekniikan esivalmistuksen mahdollistajina toimivat seuraavat periaatteet:

- samojen suunnittelijoiden käyttö useammassa projektissa
- kokonaishankkeet
- allianssi
- ratkaisuiden vakiointi
- syvälinen talotekniikan osaaminen [3, s. 9.]

3.3 Uponor-talotekniikkaelementit

Uponor on aloittanut nykyisten talotekniikkahormielementtien valmistuksen omissa tiloissaan 2010-luvulla. Tätä ennen valmistusta ja suunnittelua on aikaisemmin hoitanut Cefo-Elementit-niminen yritys, josta Uponor on aikanaan tehnyt liikekaupat. Kauppojen myötä Uponor sai kasvua ja osaamista talotekniikan esivalmistukseen. [7.] 2020-luvulle siirryttäessä on liiketoimintaa pystytty kehittämään pienyrityksestä skaalautuen suuremmaksi kokonaisuudeksi. Uponorin valmistamat talotekniikkaelementit sijoittuvat tuoteportfoliossa kategoriaosioon Port-tuotteet. [8.]

Muuntojoustava talotekniikkahormi tunnetaan kauppanimellä Uponor Riser Port. Sitä pystytään käyttämään ja soveltamaan erilaisissa asuinrakennuksissa ja toimilarakentamisessa, niin saneerauskohteissa kuin uudisrakentamisessa. Muunneltavuus mahdollistaa hormien sijoittamisen yksittäisinä nousuelementteinä tai moduuliryhmien muodostamisen useammasta hormista. Näiden ansiosta rakentamista pystytään tehostamaan ja asumisviihtyvyyttä parantamaan. [9.]

Moduulikokonaisuuden esimerkkinä ovat huoneiden väliseinät, jotka pystyvät samanaikaisesti olemaan tilanjakajina sekä talotekniikkanousuina. Tämä mahdollistaa talotekniikan integroitumisen saumattomasti rakennukseen vaikuttamatta kuitenkaan rakentamisen tahdistukseen. Talotekniikkaelementeistä koostuva seinärakenne vapauttaa rakennuksesta lisää pinta-alaa ja asuinneliöitä myytäväksi tai vuokrattavaksi. Talotekniikkahormi säästää myös tilaa betonista valettavaan hormiin verrattuna. [10, s. 7.]

Elementtimoduuliryhmiä on valittavana seuraavista kategorioista:

- kiinteistöviemärointiin liittyvä viemärimoduuli
- kiinteistöviemärointiin liittyvä seinä-wc moduuli
- käyttöveteen liittyvä käyttövesimoduuli
- kiinteistön lämmitykseen liittyvä lämpöjohtomoduli, jota pystytään käyttämään myös päinvastaisesti viilennykseen tai jäähdytykseen

- kiinteistön ilmanvaihtoon liittyvä ilmanvaihtomoduli [10, s. 7].

Talotekniikkaelementeillä voidaan reitittää rakennuksen talotekniikka sisältäen muun muassa käyttöveden, ilmanvaihdon ja sähköjärjestelmän. Talotekniikkaelementteihin asennetaan valmiiksi putkieristeet, nousulinjojen kannakkeet, kerroskohtaiset palokatkot sekä tarvittavat varaukset elementtien sisällä. Talotekniikkahormeissa on avattava rakenne, jolloin niiden vuodonilmaisimensa ansiota ne ovat vuoturvallisia, sillä mahdollinen vuotovesi on helposti havaittavissa laatoituspinnoilta. Talotekniikkahormit toimitetaan työmaalle esikasattuina ja kytkentävalmiina elementteinä. Talotekniikkahormin käyttö sujuvoittaa suunnittelijoiden työskentelyä, koska talotekniikkahormista on kehitetty eri suunnitteluohjelmille niin kutsutut objektit ja DWG-blokit. Nämä helpottavat visualisointia ja tilavarauksien tekoa sekä ilmaisevat putkien liityntäkohdista. DWG-blokit ja objektit mahdollistavat putkien risteämistarkastelun jo suunnittelupöydällä. [10, s. 6–7.]

Talotekniikkaelementeille suoritettiin Eurofins Expert Services Oy:n toimesta palonkestokoe, mikä helpottaa rakennushankkeeseen ryhtyvän ja erikoissuunnittelijoiden työtä. Palonkestokoe tehtiin standardien EN 1363-1:2012 sekä EN 1366-3:2009 mukaan. Testituloksista voidaan päätellä se, että paloluokkavaatimukset EI90 täyttyvät rakenteessa. Paloluokkavaatimuksissa käytettävä merkintä EI90 tarkoittaa sitä, että palotilanteessa rakenne on tiivis ja säilyttää eristävyyden vähintään 90 minuutin ajan. Tiiveydestä käytetään lyhennettä E ja eristävyydestä lyhennettä I. [10, s. 9.]

Kuvassa 4 nähdään työmaaolosuhteissa valokuvattuna Uponorin talotekniikkahormielementti. Kuvassa on kohteeseen suunniteltu moduulikonaisuus asennettuna paikoilleen ennen valuvaihetta.



Kuva 4. Uponor talotekniikkahormielementti.

4 Laatu

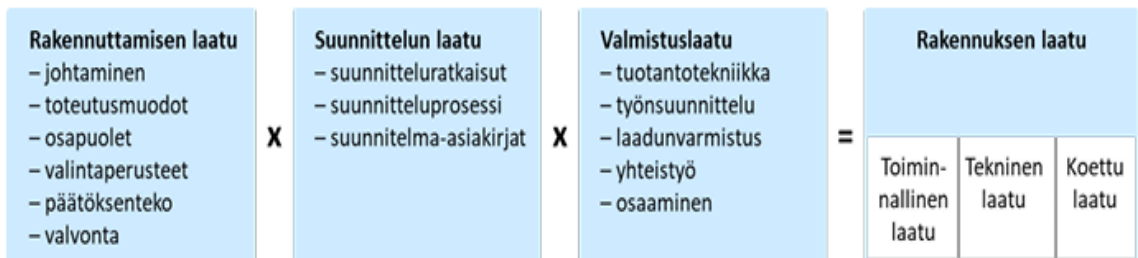
Laadulla voidaan mieltää tarkoittamaan useampaa erilaista asiaa, koska laatu on myös ikivanha, mutta samalla hyvin arkinen sana päivittäisessä elämässä. Laatu on käsitteenä subjektiivisesti sekä kokonaisvaltaisesti ymmärrettävä ja sillä on monia erilaisia käsityksiä ja näkökulmia, joiden takia käsite on sirpaleinen. [11.]

Rakennusteollisuudessa laadun käsite aiheuttaa ihmisissä paljon suuria tunteita ja ajatuksia sekä keskustelua. Se tuskin tulee kenellekään yllätyksenä, koska rakennukset vaikuttavat merkittävästi ihmisten jokapäiväiseen elämään ja toimintaan. Rakentamisen laadusta yleensä puhuttaessa huomio kohdistuu rakennusvirheisiin ja puutteisiin. Tästä hyvänä esimerkkinä on Taloustutkimuksen vuonna 2018 teettämä kysely, jossa yli 92 % kyselyyn vastanneista henkilöistä oli melko tai täysin samaa mieltä väitteestä, että kosteus- ja sisäongelmat ovat suuri ongelma Suomessa. Tämä onkin ilmiselvä lähestymistapa käyttäjien ja asiakkaiden näkökulmasta katsottuna, mutta se on vain yksi laadun ulottuvuus kärjistäen ongelma-alueen liian suppeaan katsantokantaan. [12, s. 142, 147.]

Laatua voidaan tarkastella jakamalla se kahteen lajiin: rakennuksen lopputuloksen laatuun sekä toiminnan eli tuotantoprosessin laatuun. [12, s. 145.]

Rakennusosan tai rakennuksen laatu nähdäänkin useasti yksittäisten yritysten näkökulmasta katsottuna kilpailutekijänä. Asiakastyytyväisyyden ja tuottavuuden kasvattaminen sekä kustannusten alentamiseen käytetään yrityksissä sisäisenä välineenä toiminnan laatua. Lopulta toiminnan laatu kuitenkin määrittelee sen, että millainen on lopputuotteen laatu. [12, s. 146.]

Rakentamisessa laatua voidaan tarkastella useista erilaisista näkökulmista, kuten valmistuksen laadun, suunnittelun laadun ja asiakkaan havaitseman suhteellisen laadun näkökulmista. Näitä rakentamisen laadun eri tekijöitä esitellään kuvassa 5. Kuvassa havainnollistetaan eri tekijöiden vaikutusta rakentamisen laatuun. Valmistuksessa laatu liittyy siihen, kuinka hyvin tuote on täyttänyt sille suunnittelussa asetut vaatimukset. Virheetön laatu kuvaa tällöin aiotun ja toteutuneen välistä suhdetta. Virheetömyys on laadun tavoitteena, mutta sitä on hankalaa saavuttaa, koska toiminnassa esiintyy aina olosuhteista, tuotannon-tekijöistä tai inhimillisestä toiminnasta aiheutuvaa vaihtelua. [13, s. 146.]



Kuva 5. Rakennuksen laadun muodostuminen [12, s. 155].

4.1 Laadunhallinta

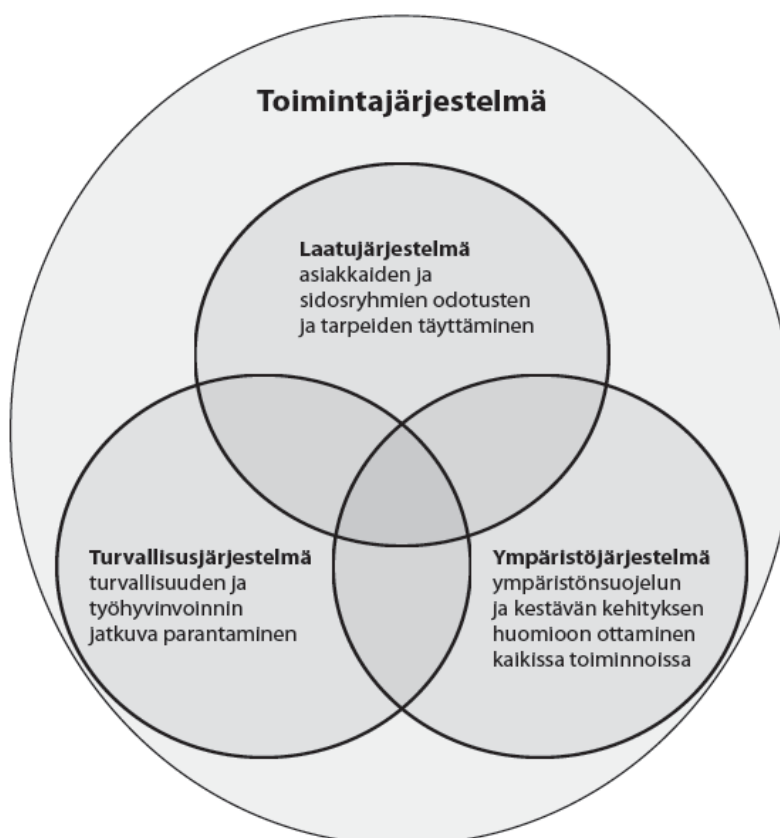
Laadunhallinta käsitteenä on organisaatiossa laatupolitiikka toteuttavien keinojen ja vastuiden järjestämisen laatu. Laadunhallinnan keinoina mainitaan laadun suunnittelu, laadun varmistus ja laadun jatkuva parantaminen. [13, s. 12.]

Yrityksissä on käytössä erilaisia laadunhallintamalleja, mutta niistä maailmanlaajuisesti tunnetuin ja käytetyin on ISO 9001 -standardi. [14]

ISO 90001 -standardin perustana ovat seuraavat laadunhallintajärjestelmän periaatteet:

- asiakaskeskeisyys
- johtajuus
- henkilöstön osallistuminen
- prosessimainen toimintamalli
- järjestelmällinen johtamistapa
- jatkuva parantaminen
- tosiasioihin perustuva päätöksenteko
- molempia osapuolia hyödyttävät suhteet toimituksissa [14].

Toimintajärjestelmät ovat sisällöltään hyvin samankaltaisia kuin muun muassa ISO 9000-standardin laadunhallintajärjestelmät. Nämä toimintajärjestelmät ovat nykyisin korvanneet kokonaisvaltaisen laadun ja laadunvarmistuksen. Toimiva toimintajärjestelmä on yrityksen ja projektien johtamisen väline, yrityksen muisti-toimintaa sekä jatkuvaa kehittämistä varten ja yrityksen kehitysprojektien tallennuspaikka. Keskeisen osan toimintajärjestelmää muodostavat toimintaohjeet, jotka kuvaavat, miten tulisi toimia, jotta mahdolliset virheet vältetään. [13, s. 10–11.] Kuvassa 6 havainnollistetaan esimerkillisen toimintajärjestelmän sisältöä, johon kuuluvat laatu- ja turvallisuusjärjestelmä sekä ympäristöjärjestelmä.



Kuva 6. Kuva toimintajärjestelmästä [12, s. 11].

Hankekohtaiset projektisuunnitelmat ja eri rakennusvaiheiden laatusuunnitelmat kuuluvat oleellisena osana rakennusalan toimintajärjestelmiin. Ne laaditaan työmaan laatujohtamisen ja rakennushankkeen käytännön työvälineiksi. Niiden laadinnassa otetaan huomioon riskitekijät, organisaatio ja hankkeeseen kuuluvat erityispiirteet. [13, s. 10.]

ISO 9001 -standardi on myönnetty Uponorille sekä muille sen omistamille yhtiölle. [15.] Yritykseltä löytyy myös huomattava määrä muita alaan ominaisia standardeja sekä pätevyksiä kuten esimerkiksi rakennusalalla yleisesti tunnettu RALA-pätevyys. [16.]

4.1.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Rakentamismääräyskokoelma on osa maankäyttö- ja rakennuslakia, joka kuuluu ympäristöministeriön vastuualueelle. Laissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset ja olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja siihen liittyvä viranomaisvalvonta. Suomen rakentamismääräyskokoelmaan on koottu tarkemmat rakentamista koskevat ohjeet ja säännökset. [17.]

Rakentamismääräyskokoelman sisältämät määräykset ovat velvoittavia, joten niitä on noudatettava uudisrakentamisessa. Korjausrakentamisessa niitä sovelletaan vain siltä osin, kuin se on mahdollista, huomioiden kohteen toimenpiteiden laajuus sekä laatu. Suomen rakentamismääräyskokoelman lait, asetukset ja määräykset asettavat minimitason rakentamisen laatutavoitteille. [17.]

Rakentamismääräyskokoelma koostuu seuraavista osista:

- suunnittelu ja valvonta
- rakenteiden lujuus ja vakaus
- paloturvallisuus
- terveellisyys
- käyttöturvallisuus
- esteettömyys
- meluntorjunta ja ääniolosuhteet
- energiatehokkuus
- rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje
- asuntosuunnittelu [17].

Vuonna 2025 astuu voimaan uusi maankäyttö- ja rakennuslaki. Nimike muuttuu alueidenkäyttölainsiksi. Laissa säädetään alueiden ja rakennusten suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä. [18.]

4.1.2 RT-kortisto ja LVI-kortisto

RT-kortiston sisältöä ovat rakennusalaan ohjaavat lait ja määräykset, yleiset laatuvaatimukset, ohjeet ja tuotetieto. Tietosisältöä pystytään käyttämään rakentamisessa, suunnittelussa ja urakoinnissa. Tieto on ajantasaista, luotettavaa sekä puolueetonta, jotta se palvelee rakentamisen ammattilaisia parhaiten. [19.]

LVI-kortisto sisältöä ovat talotekniikka-alaan ohjaavat lait ja määräykset, yleiset laatuvaatimukset, ohjeet ja tuotetieto. LVI-kortisto on erityisesti suunnattu talotekniikan eri tehtävissä toimiville ammattilaisille. Kortiston sisältämä tieto on ajantasaista, luotettavaa sekä puolueetonta, jotta se palvelee eri talotekniikan ammattilaisia parhaiten. [20.]

4.1.3 Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset

Rakennusallalla on käytössä hyvän rakennustavan kuvaus, Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset eli RYL. TalotekniikkaRYL tarkoittaa edellä mainittua, mutta sillä erotuksella, että siinä kuvataan talotekniikka-alan yleisiä laatuvaatimuksia. Sitä käytetäänkin työkaluna rakennuttajan ja suunnittelijan sekä urakoitsijan toimesta hyvän taloteknisen rakennustavan määrittelyssä, toteutuksessa sekä sen valvonnassa. [21.]

4.2 Laadunvarmistus

Käsitteenä laadunvarmistus on laadunhallintaan kuuluva systemaattinen toiminta, jonka avulla varmistetaan osoittavalla tavalla, että tuotteiden laatu vastaa odotuksia ja vaatimuksia. [13, s. 12]

Tarjous- ja sopimusvaiheessa tulee urakoitsijan ottaa tarjousta laatiessaan huomioon urakka-asiakirjoissa määritetyt ja esitetyt laadunvarmistusmenettelyt. Näitä menettelyitä voidaan käydä läpi ja sopia rakennuttajan sekä urakoitsijan välisissä urakkaneuvotteluissa. Rakentamisen valmisteluvaiheessa urakoitsijat laativat laatusuunnitelmat ja esittävät tarkennuksia suunnitteluajatauluun. [22, s. 1.]

Rakentamisvaiheessa urakoitsijoilla onkin suuri vastuu huolehtiessaan seuraavista asioista, joita ovat

- tehtäväsuunnitelmien laadinta
- työvaiheiden aloituspalavereista
- malleista
- mittauksista
- kokeista
- katselmuksista
- tarkastuksista
- yhteisistä katselmuksista
- viranomaistarkastuksista
- dokumenttien hyväksynnästä
- tarkastusvalmiudesta ilmoittamisesta [22, s. 1.]

Urakoitsijan velvollisuutena on ilmoittaa havaituista poikkeamista muille osapuolille. Urakoitsijat myös hyväksyttävät tuotemerkit ja toimittajat rakennuttajalla sekä vaativat tuotetoimittajilta tarvittavat tuotehyväksynät ja todistukset tuotekelpoisuudesta. [22, s. 3.]

Viimeistely- ja luovutusvaiheessa urakoitsijat tekevät itselleluovutukset ja järjestävät järjestelmien käytönopastuksen. Urakoitsijat käyvät läpi mahdolliset valvojan ja suunnittelijan puutelistat läpi, joiden pohjalta suorittavat tarvittavat korjaavat toimenpiteet. [22, s. 4] LVIS-urakoitsijat tarkistavat toimintakoevalmiudet sekä järjestävät toimintakokeen. He tekevät tarvittavat mittaukset ja säädöt, kuten esimerkiksi ilmamäärien mittaukset ja perussäädöt sekä käyttöveden virtaamamittaukset. Näistä mittauksista tehtävät pöytäkirjat on dokumentoitava kuten muutkin laadunvarmistustoimenpiteet. [23, s. 8] Lopuksi urakoitsijat kokoavat luovutusaineiston ja esitarkastavat sen sopimuksenmukaisuuden sekä toimittavat käyttö- ja huoltoaineiston huoltokirjan koordinoinnista vastaavalle osapuolelle. [22, s. 4]

Urakoitsijat tilaavat oman vastuualueellansa olevat viranomaistarkastukset, jotka toimivat edellytyksinä kiinteistön käyttöönotolle. Viranomaistarkastuksesta esimerkkeinä ovat KVV-käyttöönottotarkastus ja rakennusvalvonnan lopputarkastus. Urakoitsijat luovuttavat tarkastusasiakirjan yhteenvedon rakennuttajalle. [23, s. 9.]

5 Talotekniikkaelementtien laadunhallinta työmaalla

Talotekniikkaelementtien laadunhallinta työmaalla on osin erilaista verrattuna perinteisen LVI-urakointiin tai talotekniikkaurakointiin, koska elementit ovat oma osakokonaisuus kokonais- tai putkiurakassa ja vaativat erityisosaamista. Urakkamalleihin vaikuttavat lisäksi eri sopimussuhteet osapuolien välillä.

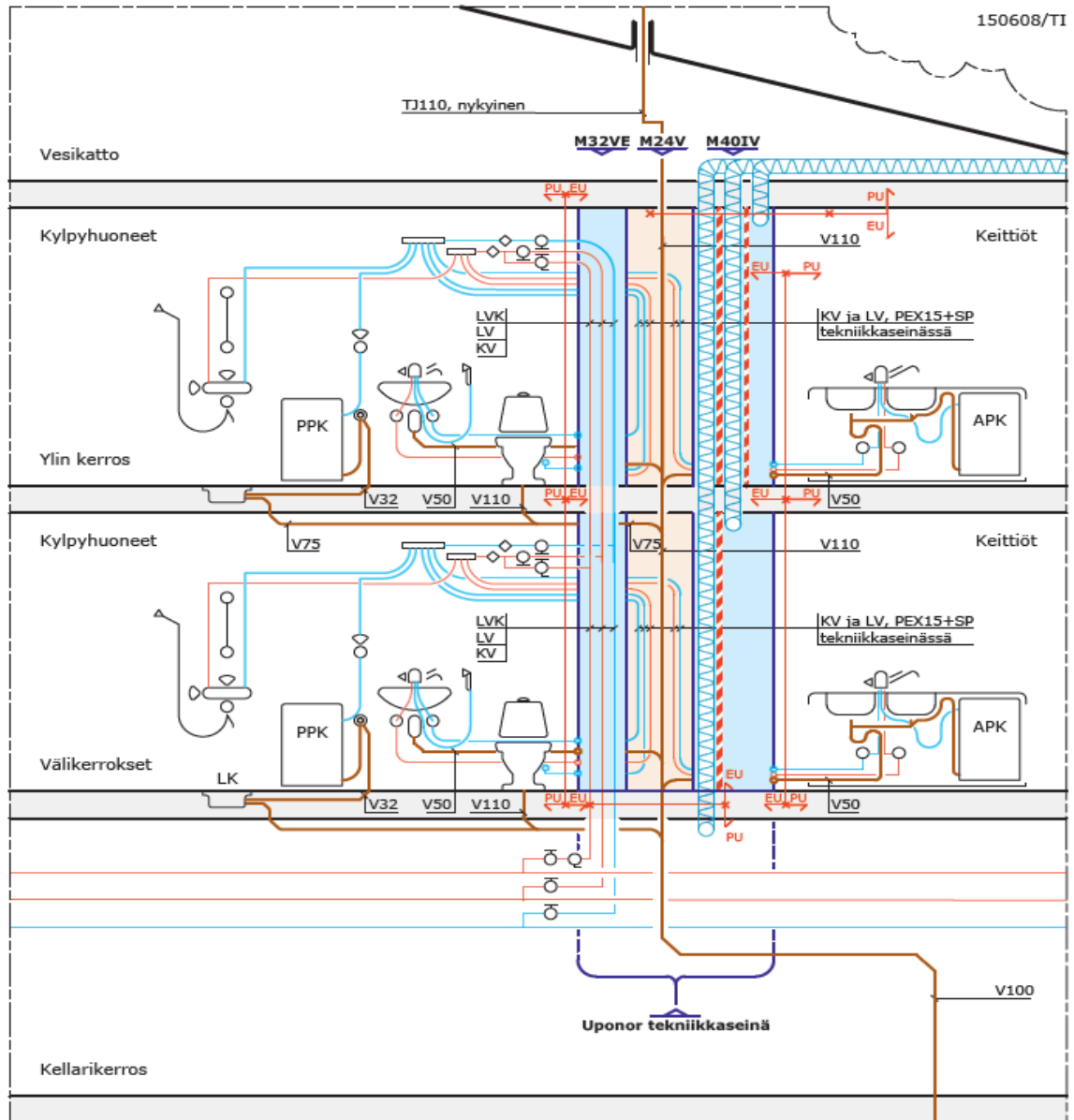
Esivalmisteiden käyttö Suomessa työmailla on vielä verrattain uutta, minkä takia työmaalla muuttuvat olosuhteet ja tilannetaju vaativat sopeutumista ja muuntautumiskykyä sekä uudenlaista toimintamallia. Osalle työmaahenkilöstöä esivalmistus saattaa olla jo tuttua entisistä projekteista, mutta valtaosalle työnjohtajista talotekniikkaelementtien ominaisuudet ja niiden sisältämät yksityiskohdat ovat täysin uusia. Tämä saattaa luoda urakoitsijoiden ja tilaajan välille epävarmuutta sekä epätietoisuutta, esimerkiksi vastuiden rajautumiseen. Yhtenä esimerkkinä tästä on urakkasuorituksen asennusurakkarajat, jotka saattavat tehdä poikkeuksia aikaisempiin totuttuihin käytäntöihin verrattuna.

Talotekniikkaelementtejä velvoittavat yhtä lailla Suomen rakentamismääräykset ja ohjaavat RT-kortisto sekä sopimuspykälät. Talotekniikkaelementti täyttää Ympäristöministeriön maankäyttö- ja rakennuslain sisältämät vaatimukset paloturvallisuuden, äänitasojen ja kosteuden hallinnan osalta. [10, s. 9]

Talotekniikkaelementin urakkarajoja tarkennetaan ja esitetään tarkemmin kuvassa 7.

Yleiset urakkarajamäärittelyt

Yleiset urakkarajamäärittelyt EU/PU, Uponor Riser Port -elementit. Elementtien sijainnit esitetty viitteellisinä.



Kuva 7. Yleiset urakkarajamäärittelyt Uponorin talotekniikkalementissä [10, s. 41].

5.1 Prosessit

Työmaavaiheeseen saavuttaessa on prosessikartassa kuljettu tie, jonka lähtöpisteenä on ollut myyntivaihe. Kyseinen prosessikartta on kuvassa 8 avattuna. Se on yksinkertaistettu prosessikartta, joka toimii ohjaavana tekijänä. Onnistuneen myyntivaiheen jälkeen on suunnitteluosaston vuoro ryhtyä pikaisesti toimiin. He alkavat suunnitella yritykselle kohdekohtaisesti hormielementtien tuotantokuvat LVI-suunnittelijan käyttämistä elementtiratkaisuista. Suunnitteluosasto on ollut mukana tukemassa myyntivaihetta ja on näin päässyt tutustumaan kohteen yksityiskohtiin.

Valmiiden tuotantosuunnitelmien avulla saadaan projektin tuotantovaihe käynnistettyä ja samalla aloitettua elementtien valmistaminen tehtaalla. Elementtien valmistuttua ne suojataan ja pakataan säänkestävään pakkaukseen. Paketoitujen valmistuttua elementit valmistellaan kuormalavoille toimituksia varten. Elementit toimitetaan työmaalle, kun niiden sovittu toimitusajankohta on tiedossa.

Yhtenä edesauttavana edellytyksenä onnistuneelle työmaaprosessille on se, että prosessin edeltävät eri vaiheet tulevat suoritetuiksi asetettujen tavoitteiden ja aikataulun mukaisesti. Prosessien aikana jokainen yksikkö tukee toinen toistaan sekä auttaa toisiaan suoriutumaan paremmin. Toimenpiteet vahvistavat ja varmistavat riittävän tiedonkulun eri yksiköiden välillä.

Työmaaprosessin sisällössä on huomioitava työmaahallinnan ja siihen liittyvän laadunhallinnan lisäksi myös asiakas. Työmaaprosessissa pyritään käyttämään tuotantofilosofiana lean-ajattelumallista opittuja tapoja ja soveltamaan sitä työmaalla olemassa oleviin toiminta- ja ajattelumalleihin.



Kuva 8. Yksinkertaistettu prosessikartta.

5.2 Työmaatoiminta

Työmaatoiminta on ajan saatossa kehittynyt ja muuttunut entistä vaativammaksi sekä monipuolisemmaksi, kuten ovat myös rakennukset ja tilaajat. Urakoitsijoilta edellytetään ja vaaditaan asioita, joita ei ennen pidetty tärkeinä. Enää ei riitä pelkästään se, että työnjohto käy kerran kierroksella työmaalla, vaan nykyään tarvitaan urakoitsijoiden toimihenkilöiden läsnäoloa ja reagointia työmaalla. Työvaiheet työmailla etenevät nopeasti, kun aikataulut ovat tiukat, jolloin mahdollisiin poikkeustilanteisiin on reagoitava nopealla syklillä. Muutoin muut urakoitsijat joutuvat sijaiskärsijöiksi, koska heidän sovitut työvaiheensa siirtyisivät eteenpäin.

Uponsor toimii työmaalla urakoitsijan roolissa asennettuna myytyjen projektien kanssa, joita pääsääntöisesti talotekniikkaelementit edustavat. Tämän seurauksena yritys on aktiivisesti mukana työmaatoiminnassa, jolloin yrityksessä tarvitaan osaavaa ja motivoitunutta henkilöstöä hoitamaan ja vastamaan projektienhallinnasta sekä työmaista. Yrityksessä nämä velvollisuudet hoitaa kokenut asennuspäällikkö tai työpäällikkö. Päällikkö edustaa yritystä ja sen arvoja työmaalla. Hänellä on kasvava rooli ja vastuu työmaatoiminnassa, koska hänen vastuullaan on yksinkertaistettuna vastata projektin onnistuneesta lopputuloksesta työmaalla. Suuryrityksen tukitoiminnot ovat työpäällikön tukena työmaatoiminnassa.

Laadukas ja hallittu työmaatoiminta takaa yritykselle menestyksekkään projektin, jossa riskienhallinta on onnistunut ja taloudelliset tavoitteet saavutettu. Tämän seurauksena asiakastyytyväisyys on hyvällä tasolla sekä onnistumisen tunteet lisäävät sitoutuneisuutta ja positiivisuutta henkilöstössä.

5.2.1 Laatusuunnitelma

Uponorilla on käytössään kohdekohtaisesti laadittu laatusuunnitelma. Työssä on aikaisemmin sivulla 16 viitattu tehtäväsuunnitelmaan ja sen merkityksellisyyteen. Suunnitelmassa käydään yksityiskohtaisesti talotekniikkaelementtiin liittyvien osakokonaisuuksien tarkistuskohdat. Kyseiset osakokonaisuudet koostuvat seuraavista osista:

- moduulien runkorakenteet
- vesijohdot
- viemäriputkisto
- ääni- ja paloeristykset
- asennuksissa käytettävät työmenetelmät
- reititykset
- linjan perustustyöt
- pintalevytykset
- vesielementti
- ilmanvaihtoelementti
- varastointi
- itselleluovutukset. [24.]

Jokaisen osakokonaisuuden kohdalla käydään läpi siihen liittyvät tarkastustoimenpiteet. Tarkastustoimenpiteitä ovat esimerkiksi seuraavat: moduulien runkorakenteissa tarkistetaan muun muassa kannakointikohtien eli niittimutterien kiinnitys runko-osiin ja kierretappien kiinnitysten varmistus. Vesijohdoissa tarkastetaan muun muassa komposiittiputket sekä silmämääräisesti liitokset ja vesijohdojen työaikainen suojaus. Viemäriputkien kohdassa tarkistetaan liitokset ja niiden työaikainen tulppaus silmämääräisesti. [24] Osakokonaisuuksien tarkistuskohdista noudattamalla saadaan aikaiseksi onnistunut laatuasennus.

Laatusuunnitelman lisäksi Uponorilta löytyy elementteihin liittyvä asennusohje elementtiurakoitsijalle tarvittaessa tukemaan asennustöitä sekä erillisoheje tilaajalle.

5.2.2 Aikatauluttaminen

Työmaalla tapahtuva talotekniikkaelementtien asennusten ja toimituksien aikatauluttaminen on avainasemassa, jotta päästään hyödyntämään täysimääräisesti esivalmisteen luoma etu työmaan tuotannon lyhyemmässä läpimenoajassa. Aikatauluttamisessa on otettava huomioon työmaan eri työvaiheet, resurssointi ja logistiikka. Työmaalla on aina muita urakoitsijoita, joiden työvaiheet ovat riippuvaisia edellisestä työvaiheesta. Onnistunut aikatauluttaminen ja aikataulujen noudattaminen takaavat sen, että jokainen urakoitsija pääsee tekemään omat työvaiheensa sovitussa ajankohdissa.

Aikataulun suunnittelussa työvaiheiden ja niiden keston on oltava riittävällä tasolla. Talotekniikkaelementtien asennus ei onnistu, jos edelliset työvaiheet ovat tehty puutteellisesti ja mestat eivät ole kunnossa. Hyvänä esimerkkinä tästä on läpivientien reitityksien puutteellinen toteutus. Talotekniikkaelementtien asennusaikataulun kesto pystytään suunnittelemaan kohdekohtaisesti, kun Uponorilla on tiedossaan kokemusperustaisesti yksittäisten elementtien toteutuneet asennusajat.

Asentajien riittävä resurssointi asennusvaiheessa on edellytyksenä sille, että asennukset saadaan suoritettua sovitussa ajassa. Asennuksissa on lähes aina oltava vähintään kaksi ihmistä, koska elementtien turvallinen asennus ei onnistu yhdeltä ihmiseltä. Työvaihetta alustavia aputehtäviä tai viimeistelyvaiheen toimenpiteitä kykenee yksikin asentaja suorittamaan.

Logistiikka on sovittava hyvissä ajoin työmaan logistiikasta vastaavan henkilön kanssa ennen asennuksien aloitusta. Elementit toimitetaan työmaalle erikseen sovitussa kuormissa ja erissä, esimerkiksi rappu-, linja- tai kerroskohtaisesti. Työmaalla on otettava huomioon elementtien vastaanottamisessa riittävä kalusto ja henkilöstö, jotta elementit saadaan haalattua turvallisesti ja ehjinä kerrokseen. Elementtien tuotantotehtaalla on seurattava työpäällikön toimittamaa työmaan aikataulua aktiivisesti, jotta elementit saadaan valmistettua sovitusti ennen toimituspäivämäärää.

Uponorilla on pääsääntöisesti käynnissä useita työmaita samanaikaisesti, jolloin edellä mainittuihin toimintoihin on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta aikataulut toteutuvat sovitusti eri työmailla. Lisäksi työmaiden aikataulut päivittyvät työmaan edetessä, ja eri työmailla saatetaan käyttää erilaisia aikataulun muotoja, esimerkiksi tahtituotantoa.

5.2.3 Osallistaminen

Työmaalla urakoitsijana oleminen luo erilaisia velvollisuuksia osallistua erilaisiin palavereihin ja kokouksiin. Palaveri- ja kokouskäytännöistä sovitaan yleisesti työmaakohtaisesti urakkasopimuksessa tai muutoin kirjallisesti. Käytäntö riippuu myös siitä, onko Uponor sopimussuhteessa suoraan pääurakoitsijaan vai aliurakoitsijaan. Osallistumisvelvollisuus urakoitsijapalavereihin on yleensä silloin, kun työvaiheet ovat aktiivisesti käynnissä työmaalla. Työmaakokouksiin tai muihin tapaamisiin osallistutaan vain poikkeustapauksissa erikseen kutsuttuna.

Urakkaneuvotteluvaiheessa on Uponorilta työmaahenkilöstöä mukana. Työmaahenkilöstö osallistuu mahdollisiin urakkaneuvotteluihin tuoden neuvotteluihin omat näkemyksensä ja mielipiteensä tulevasta urakasta. Urakkaneuvotteluissa käydään läpi muun muassa seuraavia asioita:

- suunnitelma-asioita
- tarkennuksia urakkahintaan
- urakkasopimusehdot ja sisältö
- laadunvarmistusta
- aikatauluja.

Uponorille kuuluvan työvaiheen lähestyessä pidetään hyvissä ajoin työmaan kesken aliurakan aloituspalaveri, jossa käydään lävitse työvaiheisiin ja urakkaan liittyviä käytäntöjä, kuten

- urakkarajat ja sopimusehdot
- työn aloitus- ja lopetusajankohdat
- lisä- ja muutostyöt

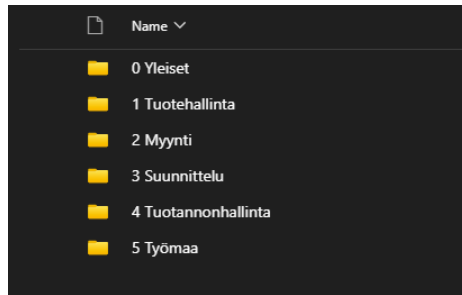
- suunnitelmat ja niiden katselmointi
- töiden vastaanottomenettelyt
- työsuunnittelu ja työjärjestys
- laatuvaatimukset
- materiaali ja kalusto
- työvaiheet
- työturvallisuus
- laskutus.

Urakkasuorituksen valmistuessa sekä viimeisten työvaiheiden päätyttyä on syytä pitää työmaan kesken lopetuspalaveri. Sen ei tarvitse olla muodollisesti kovin virallinen, kunhan kokousasiakirjat ovat kirjallisesti saatavilla. Usein lopetuspalaveri kytkeytyy taloudelliseen loppuselvitykseen. [25.]

Edellä mainittujen palaverikäytäntöjen lisäksi Uponorilla on käytössään talon sisäiset palaverikäytännöt, joita noudatetaan säännöllisesti projektin edistymisen rinnalla. Niiden sisältö koostuu oman liiketoiminnan ja yrityksen sisäisistä liikeasioista.

5.3 Projektin dokumentaatio

Projektin dokumentaatio on suuri kokonaisuus hallittavaksi. Se sisältää useita erilaisia työmaahan liittyviä asiakirjoja. Näiden asiakirjojen tietoturvallinen käsittely ja hallinnointi on ensiarvoisen tärkeää, koska useita asiakirjoja luodaan urakoitsijan toimesta työmaakohtaisesti. Vastavuoroisesti niitä toimitetaan ja vastaanotetaan sähköpostin liitteiden välityksellä. Sähköpostin välityksellä käydään paljon työmaakohtaista kirjallista viestintää, joten tärkeät sähköpostit on syytä muistaa dokumentoida. Sähköposti on toimiva viestinnän väline projektin eri osapuolien välillä, koska siitä jää aina kirjallinen jälki. Kuvassa 9 on kuvakaappaus käytettävästä uudesta projektin kansiorakenteesta, jossa jokaiselle osa-alueelle on luotu oma kansio.



Kuva 9. Kuvakaappaus projektin kansiorakenteesta.

5.3.1 Hallinnointi

Työmaan aikana ja ennen tuotannon aloittamista projektiin liittyviä dokumentteja saapuu sekä syntyy huomattava määrä hallittavaksi. Näiden dokumenttien huolellinen ja järjestelmällinen tallentaminen yrityksen määrittelemään tietoturvalliseen järjestelmään on ensisijaisen arvokasta. Dokumentit toimivat arvokkaina tietolähteinä, joiden sisältävän tiedon avulla pystytään esimerkiksi jäljittämään valmistumisen jälkeen työmaan eteneminen ja siihen liittyvät tapahtumat sekä työmaakohtaisesti sovitut asiat. Riskienhallinnan kannalta hallinnointitoiminnassa on otettava huomioon se, ettei kaikki tiedot jää vain ihmisten muistin vaaraan.

Sisäisen dokumenttien hallinnan avuksi projekteista on luotu kansainvälisen ohjelmistojätin tuottamaan ohjelmistoon yksityiseen ryhmään omat niin kutsutut kanavat. Ne palvelevat kaikkien projektiin liittyvien asiakirjojen hallintaa. Kanavassa ovat nähtävillä projektiin osallistuvat henkilöt, kuten esimerkiksi projektin talotekniikkahormien suunnittelija. Kanaville tallennetut dokumentit kansiorakenteeseen synkronoituvat automaattisesti tietoturvalliseen pilvipohjaiseen tiedonhallintaohjelmaan. Tähän ohjelmaan on helppo pääsy jokaisella internetiin kytkeytyvällä laitteella älypuhelimesta tietokoneeseen. Päästäkseen ohjelmistoon on henkilöllä kuitenkin oltava tarvittavat pääsyoikeudet.

Projektienhallinnan työkaluna on kotimaisen ohjelmistoyrityksen valmistama projektinhallintaan keskittyvä ohjelmisto. Ohjelmiston sisältämään järjestelmään on syötetty organisaation sisäiset ja ulkoiset prosessit, joiden avulla pystytään hallinnoimaan suuria määriä projekteja. Järjestelmän ansiosta asentajat pystyvät tallentamaan sinne mobiililaitteellaan suoraan työmaalta reaaliaikaisesti koepainepöytäkirjoja ja talotekniikkahormeista itselleluovutusdokumentteja. Ohjelmistoa käytetään apuna projektien taloudelliseen seuraamiseen ja kuukausittaiseen ennustamiseen. Ohjelmistolla pystytään hoitamaan työmaiden laskutusliikenne, kun sinne syötetään yhdessä sovittu maksupostitaulukko.

Edellä kuvattujen toimintojen avulla päästään eroon sähköpostin rakenteellisesta käyttämisestä dokumenttien hallinnointiin ja saadaan luotua avoimuutta sekä joustavuutta asiakirjojen tallentamiseen.

5.3.2 Työvaiheilmoitukset

Urakkasopimuksessa yleensä määritellään ja sovitaan urakoitsijan velvollisuus osallistua työmaakokouksiin tai urakoitsijapalaverihin. Työvaiheilmoitus lähetään usein vuorokautta ennen palaverin alkua ennalta määrätyille henkilöille. Yleensä kyseessä ovat pääurakoitsijan työnjohtajat sekä työmaainsinööri. Kuvassa 10 on esitettyä malli uudistetusta työvaiheilmoituksesta.

Uponor

Uponor Suomi Oy
Pakkasrätti 12
04360 Tuusula
Finland

Työvaiheilmoitus

päivämäärä

Projektin nimi

Vahvuus: 2 asentajaa

Käynnissä olevat työvaiheet:

A-rapun elementtiasennukset

Alkavat työvaiheet:

B-talon elementtiasennukset

Valmistuneet työvaiheet:

Muut asiat:

Edetään sovitun aikataulun mukaisesti



Uponor

Oma Nimi

Titteli

Yksikkö

p. 020 129 2316

Kuva 10. Uudistetun työvaiheilmoitusdokumentin malli.

Työvaiheilmoitukseen kirjataan urakoitsijan työvaiheiden tilanne työmaalla.

Asiakirjaan tulee kirjata ainakin seuraavat asiat:

- urakoitsijan vahvuus
- käynnissä olevat työvaiheet ja niiden valmisaste
- alkavat työvaiheet
- valmistuneet työvaiheet
- suunnitelma-asiat
- muut asiat [25].

5.3.3 Itselleluovutukset

Itselleluovutus on työmaatoiminnassa tapahtuva vaihe, jossa urakoitsija vastaa oman työnsä laadun toteuttamisesta. Itselleluovutuksessa urakoitsija merkitsee puutteet ja virheet ylös tiloittain, ja sen jälkeen ne korjataan. Tarkastuksia ja korjauksia toistetaan tarvittaessa useammin niin, että kohteen laatuvaatimukset saavutetaan. [9, s. 13.]

Itselleluovutuksia varten yrityksen työmaatoimintojen käytössä on ohjelmisto, jossa pystytään luomaan ja hallinnoimaan kohteen itselleluovutusdokumentteja. Ohjelmistoon on pääsy asennusurakoitsijalla, joka täyttää sähköisesti pöytäkirjan jokaisesta talotekniikkaelementtihormista asunnoittain tai tiloittain. Tämä toimenpide onnistuu reaaliajassa työmaalla internetin välityksellä joko älypuhelinta tai tablettia käyttäen. Vaiheeseen kuuluu olennaisesti myös hormien valokuvaaminen. Valokuvat tulevat ohjelmistosta tulostettavan dokumentin liitteeksi. Tämän lisäksi työpäällikkö tekee oman yksityiskohtaisen tarkistuksen elementeille työmaalla ja tuottaa siitä tarvittavan tarkastusdokumentin. Dokumenttiin on kirjattu jokaiselle elementille määrätyt tarkistustoimenpiteet. Nämä asiakirjat luovutetaan tilaajalle, kun urakkasuoritus on suoritettu ja luovutettu.

5.3.4 Luovutusaineisto

Urakkasuorituksen päätteeksi on työpäällikön koottava yhteen projektin luovutusmateriaalit ja toimitettava ne tilaajalle. Aineisto toimitetaan sähköisessä muodossa, mutta toisinaan se voidaan kansioda niin vaadittaessa. Materiaalin määrä vaihtelee projekteittain. Aineistoa voidaan käyttää kiinteistön huoltokirjan yhtenä tukiaineistona.

Aineisto sisältää seuraavat pääkohdat:

- tuotemateriaalit
- rungon asiakirjat
- huolto- ja käyttöohjeet.

Tuotemateriaalikansiosta löytyvät talotekniikkaelementeissä käytettävien tuotteiden voimassa olevat tuotekortit, suoritustasoilmoitukset sekä tuotehyväksyntäsertifikaatit. Kansio koostuu useista asiakirjoista, koska elementeissä käytettäviä materiaaleja on useita, mutta kuitenkin usein sama valmistaja eli Uponor. Näitä materiaaleita ovat esimerkiksi komposiittiputket, pex-vesijohdot, viemäriputket ja putkieristeet.

Rungon asiakirjat -kansioon on koostettu pelkästään talotekniikkaelementin teräsrunkoon liittyvät dokumentit. Näitä dokumentteja ovat muun muassa teräsrunгон suoritustasoilmoitukset, sertifikaatit ja todistukset sekä tarvittavat hyväksynät. Kuvassa 11 on esimerkki komposiittiputken sekä komposiittiliittimien tyyppihyväksynnästä. Kansiossa olevat asiakirjat kertovat rungon tarkemmat detaljitiedot, kuten esimerkiksi käytettävän teräksen paksuuden ja lujuuden.

Huolto -ja käyttöohjeet -kansiossa on talotekniikkamenttien liittyvät tarvittavat ohjekirjat. Tässä kansiossa on lähinnä talotekniikkahormin seinä-WC-järjestelmän huolto-, hoito- ja käyttöohjeet, edellyttäen sitä, että kohteeseen on WC-elementti asennettu.

TYYPPIHYVÄKSYNTÄPÄÄTÖS



Myönnetty 11.2.2020

Voimassa 10.2.2025

Eurofins Expert Services Oy on eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä annetun lain (954/2012) 5§ nojalla ja ottaen huomioon lain 2 luvun säännökset sekä eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä annetun ympäristöministeriön asetuksen (555/2013) 1§ säännökset myöntänyt seuraavan tyyppihyväksynnän.

Valmistaja	Uponor GmbH, Saksa
Tuote	<p>Monikerrosputket Uponor Uni Pipe Plus (PE-RT/Al/PE-RT), joiden halkaisijat ovat 16, 20, 25, 32 mm</p> <p>Järjestelmään kuuluvat liittinsarjat: S-Press PLUS puristusliitin (sinkinkadonkestävää messinkiä) koot 16, 20, 25, 32 mm</p> <p>S-Press PLUS PPSU puristusliitin koot 16, 20, 25, 32 mm</p> <p>RTM PPSU (pistoliitin), koot 16, 20, 25 mm</p>
Valmistuspaikat	<p>Putket: Uponor GmbH, Zella-Mehlis, Saksa</p> <p>Liittimet: Uponor GmbH, Hassfurt, Saksa Beulco Gebr, Saksa Bender Armaturen GmbH, Saksa Robor S.r.l, Italia</p>
Hyväksynnän laajuus	Tällä hyväksynnällä todetaan edellä mainittujen monikerrosputkien ja niiden liittimien täyttävän Ympäristöministeriön asetuksen 500/2019 asettamat olennaiset tekniset vaatimukset monikerrosputkille käyttöluokassa 2. Veden jatkuvan lämpötila voi olla enintään 70°C ja hetkellinen enintään 95°C enimmäiskäyttöpaineella 1 MPa.
Muut ehdot	Tuotteeseen liittyvät tekniset tiedot ja asennusohjeet on tarvittaessa toimitettava tuotteen mukana.
Merkitseminen	<p>Valmistajan on merkittävä monikerrosputket ja niiden liittimet pysyvästi niin, että ne ovat yksilöitävissä ja jäljitettävissä. Merkintä tulee tehdä asetuksen 500/2019 pykälän 12§ mukaisesti.</p> <p>Tuotteeseen, sen pakkaukseen tai mukana oleviin asiakirjoihin on merkittävä liitteen mukainen tyyppihyväksyntämerkki, tyyppihyväksyntänumero muodossa "20-000827" sekä valmistajan nimi ja tunnus.</p>

5.3.5 Taloudellinen loppuselvitys

Urakkasuorituksen valmistuttua on ajankohtaista pitää tilaajan kanssa taloudellinen loppuselvitys tai lopetuspalaveri. Tilaisuus voidaan järjestää paikan päällä toimistolla, etäyhteyden välityksellä tai yksinkertaisimmillaan sähköpostin välityksellä. Kuvassa 12 on yritykselle uudistettu mallipohja, jota voidaan käyttää taloudellisen loppuselvityksen pöytäkirjana.

Kyseisessä tilaisuudessa käydään hyväksytyn maksupositaulukon maksusuoritukset ja niiden edellytykset. Monesti on sovittu, että viimeisen maksuerän ehtoina on oltava suoritettuina erilaisia toimenpiteitä, kuten esimerkiksi se, että luovutusdokumentit on toimittu tilaajalle. Loppuselvityksessä sovitaan tehdyt lisätyöt ja tarvittaessa urakoitsijan esittämät vaateet. Taloudellisessa loppuselvityksessä voidaan tarvittaessa erikseen tarkistaa urakkasopimuksen mukainen takuuajan alkaminen ja sen kesto sekä takuuajan vakuuden suuruus.

 <p>Uponor Suomi Oy Pakkasraitti 12 04360 Tuusula Finland</p> <p>Projektin nimi Hormielementtiurakka</p>	<p>Taloudellinen loppuselvitys</p> <p>päivämäärä</p>
<p>Vaateiden erittely on käyty sähköpostitse läpi ja hyväksytty molemmin puolin.</p>	
<p>Urakoitsijan vaateet: 500 €</p>	
<p>Uponorin vaateet: 1 500 €</p>	
<p>Uponorin laskuttamattomat maksuerät: Erä 9 viimeinen erä 5 000 €</p>	
<p>Loppusumma vaateiden ja maksuerien jälkeen: 6 000 € alv 0%</p>	
<p>Uponorin edustaja:</p>	<p>Tilaajan edustaja</p>
 <p>Oma Nimi Titeli Yksikkö</p>	<p>Asiakkaan nimi Yrityksen nimi Oy</p>

Kuva 12. Yritykselle uudistettu mallidokumenttipohja.

5.4 Kehittäminen ja palaute

Tuotteen ja työmaatoiminnan jatkuva kehittäminen sekä uusiin tilanteisiin muuttaminen muuttuvalla rakennusalalla ovat avainasemassa tulevaisuuden toiminnan onnistumisen ja jatkuvuuden kannalta. Liiketoiminnan kehittämiseksi tarvitaan palautetta sekä sisäisestä toiminnasta että ulkopuolisesta toiminnasta. Näitä palautteita hyödyntämällä pystytään korottamaan suoritustasoa ja ennaltaehkäisemään riskejä sekä huomioimaan paremmin asiakkaan toiveet.

Kehitystyötä voidaan suorittaa yksin, yhdessä, tiimissä tai ryhmissä. Yrityksessä on käytössään säännöllisin väliajoin pidettävät kehityspalaverit, joissa käydään tiimin kesken uusia kehitysideoita ja tulevaisuuden näkymiä sekä ratkaisuja mahdollisiin pulmiin. Tämän lisäksi jokaisen työmaan luovutuksen jälkeen käydään projekti sisäisesti lävitse vaiheittain ja pyritään tunnistamaan sekä nimeämään siellä olevat kehityskohdat. Toimenpidettä kutsutaan sisäiseksi lopetuspalaveriksi, jossa edellä mainittujen lisäksi tarkistetaan projektin lopullinen taloudellinen kannattavuus.

Toiminnan taloudellinen kehitys on huomioitava jokapäiväisessä työskentelyssä, koska projektien taloudellisella lopputuloksella on iso vaikutus yritystoiminnan kannattavuuteen. Asian merkittävyys on kasvanut huomattavasti viime vuosina maailmaa ravisuttaneiden erilaisten katastrofien, kuten koronaviruspandemian ja Ukrainan sodan myötä. Nämä ovat kohottaneet niin materiaalien raaka-ainehintoja kuin myös inflaatiota.

Palautteen aktiivinen vastaanottaminen asiakkailta on merkittävää, koska he näkevät toiminnan ulkopuolisen kriittisillä silmillä. Nämä palautteet auttavat kehittämään ja parantamaan toimintaa sekä herättävät tuntemuksia henkilöstössä. Suullista palautetta toiminnasta tai tuotteesta vastaanotetaan lähes viikoittain, mutta kirjallisesti palautetta saadaan harvemmin, mikä on yrityksen näkökulmasta harmillista. Työmailta tullutta palautetta on yleisesti ottaen kutsuttu positiivissävytteiseksi sekä rakentavaksi. [26]

6 Tulokset

Insinööriyössä tehdyn kehittämisen perusteella voidaan todeta, että niin työmaatoiminta kuin laadunhallinta vaativat huomattavan määrän erilaisia dokumentteja ja monien asioiden huomioimista projektin eri vaiheissa. Aihealueeseen syventyminen sekä sen tutkiminen auttoivat työn edetessä kirkastamaan ja selvittämään talotekniikkaelementtien laadunhallintaan tarvittavat edellytykset sekä ratkaisut, joita kuvataan luvussa kappaleessa 5.

Samalla selvisi toimeksiantajan tarve dokumenttien yhtenäistämiseen, luomiseen ja päivittämiseen. Työssä hyödynnettiin ja käytettiin apuna toimeksiantajan sisäistä tietopankkia, josta löytyi kohtalainen määrä työssä tarvittavaa tietoa. Tämän lisäksi käytössä olivat yrityksen sisäiset prosessikartat.

Työn tuloksena syntyneitä ja päivitettyjä mallipohjadokumentteja ovat työvaiheilmoitus, taloudelliseen loppuselvitykseen pöytäkirjapohja, lisätyötarjous sekä tarkistuspöytäkirja. Tämän lisäksi luovutusaineistoa lisättiin ja päivitettiin ajan tasalle, jotta aineisto sisältää tuotteiden voimassa olevat tuotesertifikaatit ja tyyppihyväksynnät.

Yrityksessä vakiintunutta toimintamallia muutettiin työn aikana, jolloin saatiin aikaiseksi päivitetty ja yksinkertaistettu toimintaperiaate, jonka keskiössä ovat aktiivinen osallistuminen työmaatoimintaan projektin aikana. Aktiivista toimintaa on esimerkiksi jatkuva osallistuminen työmaa-aikaisiin kokouksiin sekä palavereihin ja avoin kommunikointi työmaalla operoivien sopimusosapuolien välillä. Mallissa haluttiin korostaa enemmän läsnäolon merkitystä ja toisaalta kiinnittää erityistä huomiota laatuseikkoihin ja niiden noudattamiseen sekä valvomiseen työmaalla.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda toimeksiantajalle uusi työkalu sekä päivitetty toimintamalli työmaalla tapahtuvan esivalmisteisten talotekniikkaelementtien laadunhallintaan. Ennen työn aloittamista kartoitettiin toimeksiantajan nykyinen tilanne talotekniikkaelementtien laadunhallinnan suhteen.

Työssä tutustuttiin aihetta tukeviin kirjallisuuslähteisiin ja syvennyttiin ja kuvattiin yrityksen talotekniikkaelementtien laadunhallintaa. Insinööriyössä toimeksiantajalle laadittiin useita päivitettyjä dokumentteja työmaan laadunhallintaan sekä uudistettu sisäinen toimintaperiaate työmaatoimintaan. Insinööriyössä käytettiin tutkimusmenetelminä havainnointia ja kirjallisten lähteiden analysointia.

Lopputuloksena syntyneitä dokumentteja ja kehitettyä toimintamallia pystytään hyödyntämään ja soveltamaan tulevaisuudessa uusissa projekteissa työmaatoiminnan osalta. Lopputulos tyydytti työn tilaajaa, ja sille asetetut tavoitteet saavutettiin.

Lisäksi työn aikana syvennyttiin yrityksen projektiliiketoiminnan eri prosesseihin yhdessä tiimin kesken. Niitä tutkittiin ja kehitettiin tehokkaampaan sekä taloudellisempaan suuntaan. Hienona esimerkkinä on asiakirjojenhallintaan liittyvä laaja-alaisempi muutos.

Insinööriyötä tehdessä huomio kiinnittyi siihen, että työmaalla tapahtuva urakoitsijan onnistunut laadunhallinta vaatii tarpeellista resursointia sekä mukautumista uusiin tilanteisiin, koska tilanteet saattavat muuttua ennalta-arvaamattomasti. Insinööriyössä yrityksen laadunhallinnan käsite tarkentui ja syveni.

Lähteet

- 1 Uponor (UPONOR) - T - Osakkeen kurssi tänään. Verkkoaineisto. Kauppalehti. <<https://www.kauppalehti.fi/porssi/porssikurs-sit/osake/XHEL/UPONOR>>. Luettu 27.9.2023.
- 2 Uponor Suomessa. Verkkoaineisto. Uponor Oyj. <<https://www.uponor.com/fi-fi/yritys/uponor-suomessa>>. Luettu 26.9.2023.
- 3 Peltokorpi, Antti; Lavikka, Rita; Kokko, Laura & Seppänen, Olli. 2018. Talotekniikan esivalmistus: esteet, mahdollistajat ja prosessi. Verkkoaineisto. Aalto-yliopisto. <https://research.aalto.fi/files/28010178/Loppuraportti_Visio2030_esivalmistus_19_09_2018.pdf>. Luettu 3.10.2023.
- 4 Aapoja, Aki & Haapasalo, Harri. Standardointi ja esivalmistus teollisessa rakentamisessa. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150302.pdf>>. 11.3.2021. Luettu 2.10.2023.
- 5 Luja-Superlaatta. Verkkoaineisto. Lujabetoni Oy. <<https://lujabetoni.fi/luja-superlaatta/>>. Luettu 28.9.2023.
- 6 Luja-Superlaatta suunnitteluohje. 2021. Verkkoaineisto. Lujabetoni Oy. <<https://lujabetoni.fi/app/uploads/sites/2/2021/09/Luja-Superlaatta-suunnitteluohje.pdf>>. Luettu 28.9.2023.
- 7 Järvelä, Outi. 2014. Uponorin asiakaslehti. Putkessa kevät 2014, s. 18–19.
- 8 Riser Port -talotekniikkahormi. Verkkoaineisto. Uponor Oyj. <<https://www.uponor.com/fi-fi/tuotejarjestelmat/talotekniikkaelementit/riser-port-talotekniikkahormi>>. Luettu 14.9.2023
- 9 Talotekniset kevytelementit sujuvoittavat rakentamista. Verkkoaineisto. Rakennusfakta. <<https://www.rakennusfakta.fi/talotekniset-kevytelementit-sujuvoittavat-rakentamista-209172/uutiset.html>>. Luettu 21.9.2023
- 10 Riser Port -suunnitteluopas. Verkkoaineisto. Uponor Oyj. <<https://www.uponor.com/getmedia/cc940f66-b765-4538-8410-7d5292f7c45d/14019-Riser-Port-suunnitteluopas-261121-scr?sitename=Finland>>. Luettu 20.9.2023
- 11 Anttila, Juhani & Jussila, Kari. Mitä laatu on? 2016. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <<https://sfs.fi/mita-laatu-on/>>. Luettu 3.10.2023.

- 12 Ahonen, Ari; Juha-Matti, Junnonen; Puhto, Jukka; Ali-Yrkkö, Jyrki; Avela, Aleks; Kulvik, Martti; Kuusi, Tero & Mäkäräinen, Kalle. 2020. Rakennusalan kilpailukyky ja rakentamisen laatu Suomessa. Verkkoaineisto. Valtioneuvoston kanslia. <<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162186>>. Luettu 3.10.2023
- 13 Rakennustöiden laatu RTL 2017. 2017. Ratu KI-6029. Rakennustieto.
- 14 ISO 9001 Laadunhallinta. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <<https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suositut-standarit/iso-9001-laadunhallinta/>>. Luettu 3.10.2023.
- 15 ISO 9001 Laadunhallinta -sertifikaatti. Verkkoaineisto. Uponor Oyj. <<https://brandportal.uponor.com/m/2a1503d8a4dc744f/original/ISO-9001-14001-2015-Management-System-Certificate-2023.pdf>>. Luettu 3.10.2023.
- 16 RALA-pätevyys. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <<https://www.rala.fi/fi/rala-haku/yrityshaku/yritys?id=108781>>. Luettu 4.10.2023.
- 17 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakentamismaaraykset>>. Luettu 1.10.2023.
- 18 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/5.2.1999.
- 19 RT-kortisto. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/kortistot/rt-kortisto>>. Luettu 1.10.2023.
- 20 LVI-kortisto. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/kortistot/lvi-kortisto>>. Luettu 1.10.2023.
- 21 Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/ryl>>. Luettu 1.10.2023.
- 22 Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet. 2009. Ratu S-1224. Rakennustieto.
- 23 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. 2018. RT 10-11302. Rakennustieto.
- 24 Riser-Port laatusuunnitelma. 2023. Yrityksen sisäinen aineisto. Uponor Suomi Oy.

- 25 Ohjedokumentti. 2022. Yrityksen sisäinen aineisto. Uponor Suomi Oy.
- 26 Havulehto, Perttu. 2023. Prefab Sales Manager, Uponor, Helsinki. Kes-
kustelu 15.9.2023