



# Kvartsipölyntorjunta Firan työmaalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

31.1.2022

## Tiivistelmä

Tekijä:	Anton Lehtimäki
Otsikko:	Kvartsipölyntorjunta Firan työmaalla
Sivumäärä:	33 sivua + 1 liite
Aika:	31.1.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat:	Jari Pulkkinen, Turvallisuuspäällikkö Jouni Ruotsalainen, Tutkintovastaava

---

Tutkimustyöni aiheena oli kvartsipölyn hallinta Firan työmailla. Työssä kytkettiin kvartsipölyn hallintaan liittyvät asiat Firan johtamisjärjestelmään ja jalkautettiin tuotantoon. Työ toteutettiin tuomalla informaatiota kvartsipölyntorjunnasta Firan vaihe- ja porttimallien kautta sopimuksiin, hankintoihin ja koulutuksiin.

Työ eteni kypsyysmallien kautta Firan johtamisjärjestelmään osana turvallisuusprosessia kytkeytyen hankintaprosessiin. Työssä kuvattiin kvartsipölyntorjunnan toteutus- ja upotustapa Firan projektinjohtamisjärjestelmään. Työ vietiin prosesseihin Firan neljän linjakohtaisen pilottityömaan avulla. Työssä esitettiin pilottikohteiden linjakohtaisia eroja ja toimintamalleja. Työssä kuvattiin kvartsipölyntorjunta prosessina hankintaneuvotteluista tarjouspyyntöihin ja urakkarajojen merkitystä tuotannon läpivienneissä. Tuotannosta käytin läpi paineistukset, osastoinnit, työkalut ja niiden merkitykset kvartsipölyn torjunnassa.

Työn tuloksena kvartsipölyntorjunta kytkettiin mallipohjilla turvallisuusprosessin riskienarviointiin ja tuotantoon tehtiin työmenetelmäkortit. Päätelmänä työmenetelmien standardoinnit ja vakioidun kaluston käyttö mahdollisti kvartsipölyn haitallisten raja-arvojen alituksen.

Tuotannossa kvartsittoman materiaalin käyttö mahdollisti jatkuvan raja-arvo mittauksen vähentämisen. Työssä tuotettujen ohjekorttien käyttö lisäsi vastuullisuutta ja vähensi kvartsipölyn määrää pölyttävissä tehtävissä. Uusi johtamismalli paransi töiden ennustettavuutta.

Työ oli hyödyllinen johtamisjärjestelmän muutoksien läpivienneissä, koska Firan hyödyntämä vaiheporttimalli jatkojalosti kokonaisuutta. Muutokset toteutuivat ja taloudelliset riskit pienenevät. Fira rakentaa ja toimii projektiliiketoiminnan alueella kehittämällä alan teknologiaa. Vuonna 2022 Firan liikevaihto oli 250 Me ja työntekijöitä 300.

Avainsanat: Kvartsipöly projektihallinta, kvartsipöly johtamisjärjestelmä, kvartsipöly turvallisuusprosessi, kvartsipöly vaihemalli, kvartsipöly porttimalli, kvartsipöly kypsyysmalli, kvartsi

## Abstract

Author: Anton Lehtimäki  
Title: Quartz dusting in Fira's site  
Number of Pages: 33 pages + 1 appendices  
Date: 31 January 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Civil engineering  
Professional Major: Project management for construction  
Instructors: Jari Pulkkinen, Security Manager  
Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer

---

The subject of this thesis was quartz dust management on Fira's site. The goal was to implement issues related to the management of quartz dust in production. This was executed by integrating information about quartz dust pollution to Fira's contractual models, procurement and training by using the phase and gate model.

The thesis project proceeded through maturity models to the Fira leadership system, as part of the safety criteria, connecting to the Fira procurement process. How the quartz dust control had been implemented and how it was immersed in the Fira project management system and processes were described. Fira four pilot sites were used with line-specific differences.

As a result, a quartz dust pollution process could be described as a process of how to take a bidding request, how to consider quartz dusting in the process line, how to address certain matters in procurement negotiations. For production pressurization compartmentalization, tools and their role in fight against quartz dust in were studied. As a result, quartz dust control was coupled with the risk assessment of the safety process.

In conclusion, by standardization working methods and stocks, it was possible to lower the harmful quartz dust values below the limit values. Through the use of quartzfree raw materials in production, continuous limit value measurement could be reduced. The implementation of the work cards produced in this thesis brought responsibility and reduced the amount of quartz in dusty work tasks. The new management model improved the predictability of jobs improved.

The thesis was utilized through the changes in the management system, as the phase gate model used by Fira complemented the process. Changes were realized and the risks declined. Fira builds and operates in the project business area with 300 employees. In 2022 Fira's net sales were 250 million.

Keywords: Quartz dust project management, quartz dust management system, quartz dust safety process, quartz dust phase model, quartz dust gate model, quartz dust mature model, quartz

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työn aihe ja tuotanto	3
2.1	Pölynhallinta ja mittaus	3
2.2	Johtamisjärjestelmä ja kytkeytyminen	9
2.3	Sopimus ja hankinta	9
2.4	Koulutus ja materiaali	10
3	Työn kulku ja tuotanto	11
3.1	Kypsyysmalli ja palaveri	11
3.2	Projektinjohtamisjärjestelmä ja Fira	13
3.3	Linjakohtaisuus ja pilottityömaa	14
3.4	Pölynhallinta ja kohde	18
4	Työn kulku ja hankinta	19
4.1	Hankintaneuvottelu ja riskienhallinta	19
4.2	Urakkasopimus ja urakkaraja	20
4.3	Läpimeno ja takuuvaihe	22
5	Työn tulos ja johtamisjärjestelmä	26
5.1	Johtamisväline ja vaiheporttimenetelmä	26
5.2	Tuotanto ja Fira	27
5.3	Standardointi ja vakiointi	28
6	Työn merkitys ja konserni	30
6.1	Vaiheporttimalli ja etenemislupa	31
7	Työn yhteenveto ja pohdinta	32
	Lähteet	33
	Liitteet	1

# 1 Johdanto

Aiheena tutkimustyössäni tulee olemaan kvartsipölynhallinta Firan työmailla. Työssä tullaan täydentämään Firan edellisen kvartsipölyaiheisen tutkimustyön mittauksia ja työvaihekortteja. Työssä tullaan jalkautumaan Firan neljän linjakoh- taisen pilottikohteen tuotantokohteisiin. Kohteissa tullaan tekemään työhygienia- mittauksia ja tullaan kehittämään työvaiheita. Työssä tullaan tutkimaan kohteiden osastointeja, paineistuksia ja kohdepoistomenetelmiä. Toimihenkilöitä tullaan kouluttamaan ja kokonaisuutta arvioimaan vertaamalla saatuja mittausarvoja vi- ranomaisten raja-arvoihin.

Työssä tullaan tavoittelemaan raja-arvojen alittamista työtehtävissä. Toiminta- malli tullaan kytkemään Firan johtamisjärjestelmään. Kvartsipölytyö tullaan tuo- maan sopimusmalleihin, hankintoihin ja koulutuksiin. Viranomaiset tulevat edel- lyttämään pölyävien työvaiheiden turvallista toteuttamista kaikilla työmailla. Tut- kimustyön tuloksena tullaan tuottamaan kvartsipölyntorjuntaan linjakohtainen toi- mintamalli ja koulutusaineisto. Firan ylätason johtamisjärjestelmään tullaan saa- maan prosessikuvauksen kautta yhteinen toimintamalli, joka tullaan kirjaamaan sopimukseen ja hankintaan. Työvaiheiden ostossa tullaan kiinnittämään huomiota selkeään vastuunjakoon urakkarajaliitteessä. Työn kautta tullaan määrittelemään kuuluuko tehtävä urakkaan vai ei. Hankkiiko Fira kaluston vai hankkiiko sen ura- koitsija. Työssä hankinta on tärkeässä roolissa kvartsipölyn raja-arvojen alittami- sessa. Työssä toimintamalli tulee olemaan osa Firan johtamisjärjestelmää ja tur- vallisuusprosessia. Tutkimustyössä tullaan päivittämään kypsyysmalleja ja kvart- sipölyvaatimuksia pölynhallinnassa.

Kvartsittomat materiaalit ja standardoidut työmenetelmät tulevat mahdollista- maan turvallisen työympäristön. Työ tulee synnyttämään toimintamallin, jolla tul- laan varmistamaan keskeisimpiä projektinjohtamisen käytäntöjä. Vaihepalaverit, palaveripohjat ja mallipohjat tulevat tukemaan riskienarviointeja ja toimenpiteitä. Tutkimuskertomukseni tulee osoittamaan, miten kvartsipölyasioita Firalla halli- taan, mihin asioihin ne tullaan liittämään ja miten ne tullaan viemään työohjeisiin.

Työ tulee olemaan laadullinen tutkimusraportti kvartsipölynhallinnan jalkautuksesta ja toteutuksesta Firan ylitason johtamisjärjestelmästä. Vuonna 2020 Fira työllistää 300 asiantuntijaa ja liikevaihto on 250 Me. Fira kehittää ja kasvattaa projektihallinnan käytäntöjä, joista muodostuu vaiheporttimalli (stage gate model). Perusajatuksena hanke tullaan pilkkomaan loogisiin osavaiheisiin ja sopivissa väleissä tullaan tekemään tarkastus. Tarkastuksella tullaan valvomaan valmiutta siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Toimintaa tullaan soveltamaan tarjouslaskennasta takuuvaiheen loppuun. Tarjouspalaveri tai urakkasopimuksen allekirjoitus tulee olemaan yksi portti. Ehtojen täytyttyä tullaan siirtymään eteenpäin seuraavaan vaiheeseen. Tutkimustyö tulee olemaan Firalle merkityksellinen viranomaismääräysten kytkemisessä Firan johtamisjärjestelmään. Menetelmien vakiointi ja ennustettavuuden kehittäminen tulevat olemaan työssä keskiössä.

## 2 Työn aihe ja tuotanto

Tutkimustyössä tutkitaan eri työvaiheiden sisältämiä työmenetelmiä ja niiden kehittämistä kvartsipölynhallinnan kannalta. Tuotannossa etsitään toimintamalli, jolla kvartsipölyhallinta saadaan vakioituksi prosessiksi ja viranomaismääräyksen täyttäväksi. Näin pystytään keskittymään töihin ilman viranomaisten keskeytyksiä ja tarpeettomia mittauksia. Vakioidut työmenetelmät tuottavat työssä raja-arvot alittavat mittaustulokset. Hankinnassa materiaalit vaihdetaan kvartsittomiin tuotteisiin. Rakentamisessa kvartsipölynhallinta on uusi asia ja aiheuttaa paljon vastustusta. Vastustus on tiedon puutetta ja siitä seuraavaa asenneongelmaa. Perusteluina käytetään kustannusten nousua, aikataulujen venymistä ja kohteiden läpimenojen pitkittymistä. Materiaaleissa on vaihtelua ja kvartsittomaan materiaaliin ei uskota ilman omaa käyttökokemusta. Tarvikkeiden hankinta nähdään haastavana siitä syntyvien kulujen takia. Sisällyttäminen budjettiin koetaan mahdollisena jo tiukkaan budjettiin sovitettuna. Firalla asiat ovat edenneet parempaan suuntaan. Kvartsipölyasiat otetaan osaksi turvallisuusprosessia ja kytetään johtamisjärjestelmään. Kvartsipölynhallintaan suhtaudutaan yhtenä asiana monista tulevista viranomaismääräyksistä ja raja-arvojen jatkuva alittaminen on kunnia-asia.

### 2.1 Pölynhallinta ja mittaus

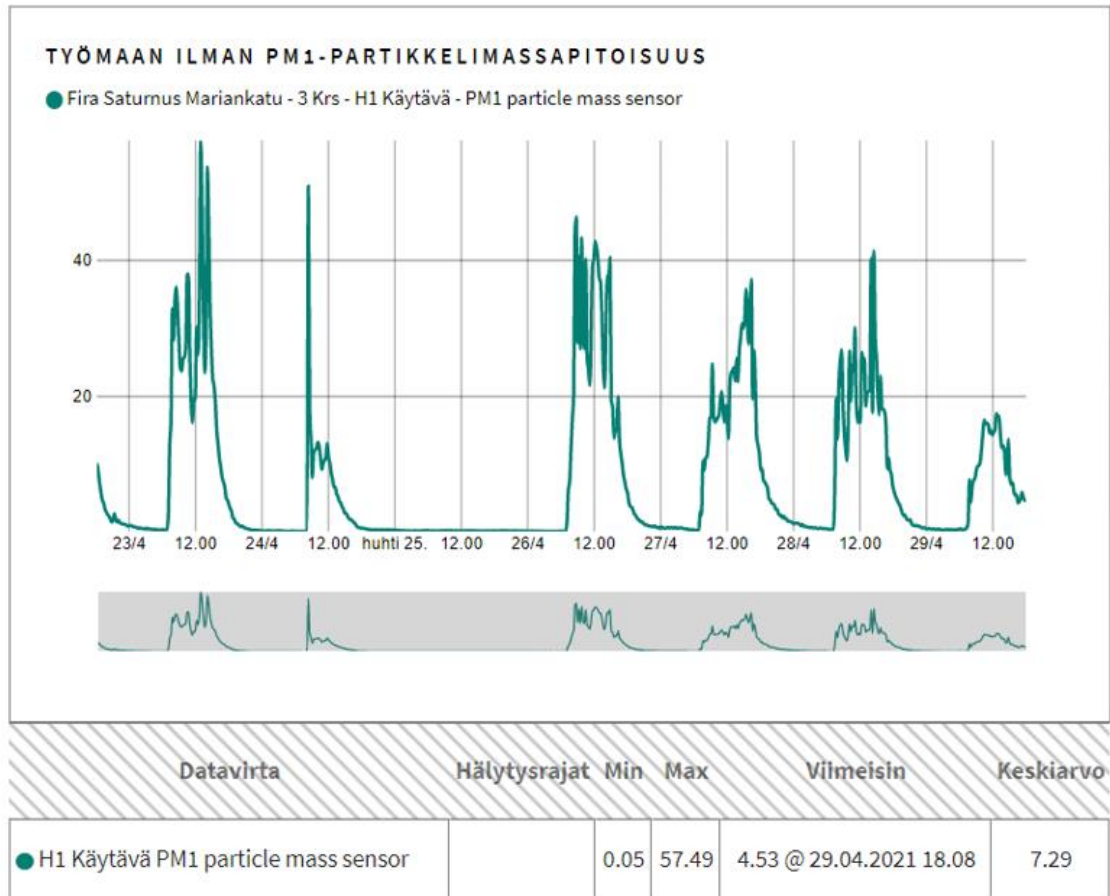
Tutkimustyössä tutkitaan vuoden 2021 voimaantulleen kvartsipölyasetuksen noudattamista Firan työmailla. Tutkimustyön pohjalta tehdään koulutusmateriaali koulutusta varten. Tutkimusmateriaali ja koulutusaineisto viedään Firan johtamisjärjestelmän kautta kaikkiin tarvittaviin välivaiheisiin aina hankinnan suunnittelusta takuuajan päättymiseen asti. Lain myötä tulevat uudet laatuvaatimukset työturvallisuuteen ja ne huomioidaan jo hankinnassa. Tutkimuksessa kehitetään Firalle kattava toimintamalli kvartsipölyn torjuntaan olemassa olevan porttimenetelmän kautta. Kvartsipölyntorjunta sisältyy turvallisuusprosessin kautta Firan johtamisjärjestelmään. Tutkimustyön pohjana on aiemmin Firan tilaama tutkimustyö kvartsipölystä ja työmenetelmistä Firan työmailla.

Työmenetelmien kartoitusta ja mittauksia jatketaan ja parannetaan tarkemman kokonaiskuvan ymmärtämiseksi. Tutkimustyössä tutkitaan kvartsipölyn kokonaiskustannuksia ajan ja hankinnan näkökulmista. Tutkimus aloitetaan kartoittamalla työmaiden linjakohtaiset pilottityömaat ja niiden väliset toimintaerot. Jokaisesta linjasta valitaan pilottikohde tutkimustyömaaksi ja kohteita tarkastellaan kokonaisuuksina [1, 2].

Tarviketoimittajille tehdään kartoitus kvartsipölynhallintaan sopivista työkaluista ja välineistä. Toimittajien kanssa tutkitaan viranomais määräyksiä ja mittauksissa edellytetyt raja-arvoja kvartsipölynhallinnassa. Tutkimustyössä keskitytään kokonaisuuden hallintaan lohkoajattelun kautta. Viimeistelynä ovat kvartsittomat materiaalit ja niiden oikeat työstötavat. Tavarantoimittajien kanssa tutkitaan kulu-rakennetta ja verrataan kuluja nykytilaan.

Hankintaosaston kanssa keskustelut johtavat budjettiraameihin nykytilasta. Nykytilaa verrataan tavarantoimittajan tarjoamaan tuotantokokonaisuuteen. Haasteeksi tulee pilottikohteiden linjakohtainen erilaisuus ja kohteiden kokoerot. Tutkimustyössä siirrytään komponenttiajatteluun eli mistä perusosista pystyy muodostamaan kokonaisuuden työvaiheelle. Työvaiheen tarvikkeet kootaan työvaihekortiksi ja lähdetään määrittelemään työvaiheet työkortteihin. Työkorteista tehdään materiaalia Firan perehdytyksiin.





Kuva 1. Kvartsipölyhallinnan mittaustulos pilottikohteessa, pölyisyyspiikit klo 12

Pilottikohteissa tutkitaan käytettävien materiaalien kvartsipitoisuuksia. Selvitystyö etenee tavarantoimittajille tiedusteluina kvartsittomien materiaalien hankinnasta. Kaikista tuoteryhmistä löytyy kvartsittomia vaihtoehtoja. Kvartsia sisältävät tuotteet vaihdetaan kvartsittomiin tuotteisiin. Hankintaosasto tutkii lähetetyt haitta-ainetodistukset ja vaihtaa sopimustoimittajien materiaalit kvartsittomiin tuotteisiin. Työssä tehdään verrokkitutkimus samasta työvaiheesta vanhalla ja uudella materiaalilla. Tutkimustyön tulokset mitataan ja dokumentoidaan. Sisäilman kvartsipölypitoisuutta mitataan ennen työvaihetta ja työvaiheen jälkeen. Mittauksia tehdään 15 minuutin sekä 8 tunnin aikajaksoilla ja saatuja pölyarvoja tutkitaan raja-arvoihin nähden. Kaikki raja-arvot alittuvat verrokkimittauksissa. Kvartsipölyhallinta on turvallisuusprosessi, joka kytkeytyy Firan johtamisjärjestelmään.

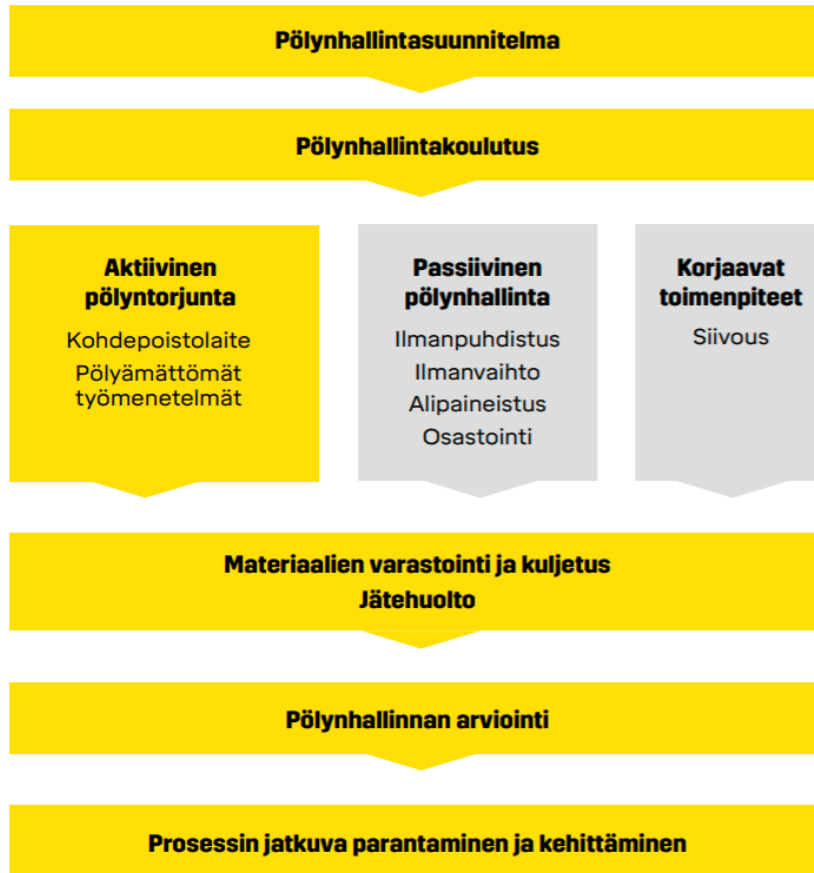


*Kuva 2. Passiivinen pölynhallinta ja pilottikohteen osastoitu sekoituspiste.*

Työssä tutkitaan kvartsipölynhallintaa ehjänä työmenetelmäkokonaisuutena. Apuvälineet suunnitellaan työtilan osastointeihin lautarunkoisista ja muovipäällysteisistä työvaihekopeista, joihin rakennetaan alipaineistusjärjestelmä. Järjestelmä poistaa pölyn suodattimien läpi ulkoilmaan ja ottaa korvaavan kiertoilman sisältä. Työmenetelmien käyttö alittaa kvartsipölyn raja-arvot. Kokonaispölymäärää hallitaan ylipaineistuksen kautta. Pölyinen ilma siirtyy hallitusti ulos pölyputkien kautta. Myös tämä tutkimustyö tuottaa kvartsipölyn raja-arvot alittavan mitaustuloksen. Saatujen mittauksen avulla kehitetään uusia työvaiheita vastaamaan suositusarvoissa pysymistä. Mittauksia tehdään lyhyinä kohdemittauksina käsimittarilla ja pitkinä työmaamittauksina etävalvottavilla tarkemmilla mittalaitteilla.

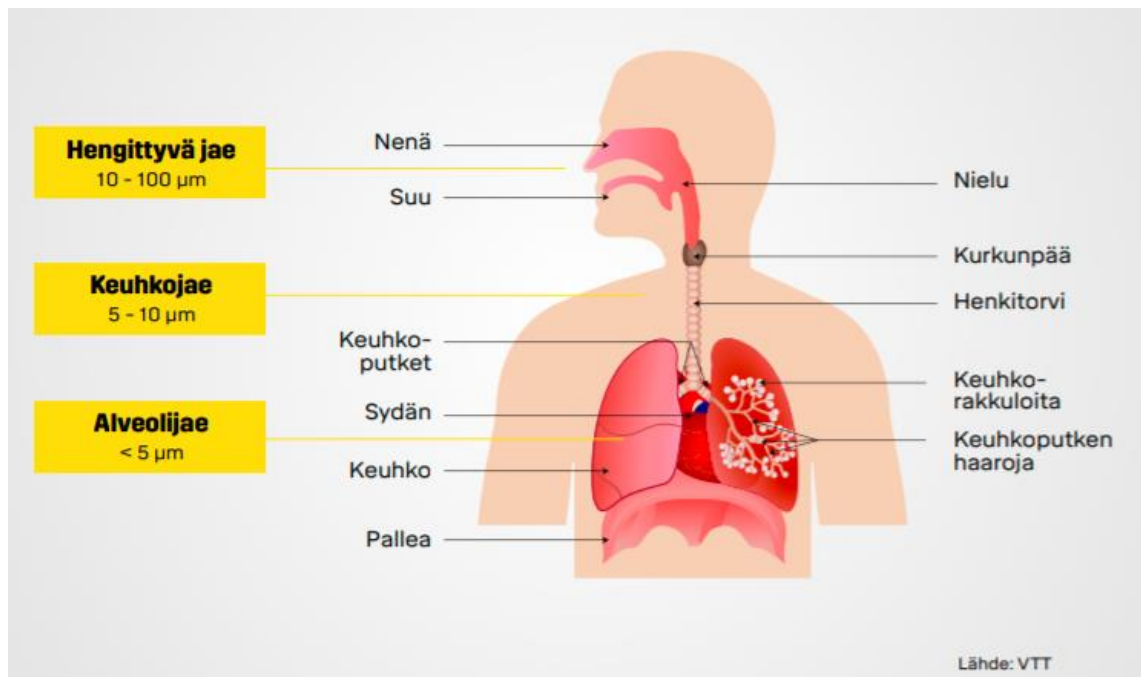
Työvaiheista laaditaan laatujärjestelmän mukaisesti työhjekortit koulutukseen, perehdytykseen ja työmaan turvalliseen työskentelyyn. Pilottikohteista kerätyistä tiedoista kootaan yhteinen työhjekortisto [3,4,5]. Saadut tutkimustiedot ja mitaustulokset päivitetään aiemman lopputyön työvaihekortteihin, joita käytetään koulutusmateriaalina. Materiaalia kehitellään pilottikohteissa Firan asiantuntijoiden kanssa. Koulutusmateriaali käännetään eri kielille perehdytyksiä varten.

## Pölynhallinta on laatuprosessi



Kuva 3. Kvartsipölynhallinnan suunniteltu laatuprosessi. Lähde Consair Oy 2018

Kvartsipölynhallinta liittyy turvallisuusprosessiin ja hyvään tavoiteltuun sisäilmaan. Sisäilmassa on määritelty puhtausluokka ja työssä tunnetaan pölyriskit. Näiden kautta työstä tehdään puhtaussuunnitelma, jossa rakentamisen keskeiset osat otetaan haltuun. Pilottityömaiden tilat lohkotaan siirtoilman hallitsemiseksi. Pölynhallinta on kolmivaiheinen laatuprosessi. Laatuprosessi sisältää aktiivisen, passiivisen ja korjaavan pölynhallinnan suunnitelman. Aktiivinen pölynhallinta on pölyntorjuntaa eli pöly otetaan kiinni siellä, missä se syntyy. Passiivinen pölynhallinta [ 6.]on pölyn siirtymisen estämistä lohkoilla ja osastoinneilla. Korjaava pölynhallinta on ylläpitävää siivousta. Pilottikohteissa kehitetään työmaan logistiikkaa kvartsipölyn liikkumisen vähentämiseksi rajoittamalla liikkumista ja varastoimalla materiaaleja oikein.



Kuva 4. Kvartsipölypartikkelien kokovaihtelu ja haitallisuus elimistössä. Lähde Consair Oy 2018

Kvartsipölynhallinnasta on suurimpana huolenaiheena puutteellinen tieto ja väärä asenne. Kvartsipöly on partikkeleiltaan erikokoista kiviä, joka ei poistu kokonaan keuhkoista uloshengityksen avulla. Mitä pienempi partikkeli, sitä syvemälle se keuhkoihin kulkeutuu. Kvartsi on solumyrkky aiheuttaen tulehduksia, keuhko- ja sydänvaurioita ja keuhkosyöpää. Mitatut partikkelikoot ovat keskiössä pilottikohteiden raja-arvojen mittauksissa. Pienin partikkeli on näkymätön ja samalla syy piittaamattomuuteen. Piittaamattomuus ilmenee hengityssuojien käytössä, suodattimien vaihtoväleissä ja kaluston huollossa. Työssä ilmenee rakennuspölyn haitallisuuden väheneminen käytettäessä vakioituja työmenetelmiä ja kvartsiittomien materiaaleja. Pilottikohteissa ilmanlaatu on pääsääntöisesti hyvä. Läpituuletukset sekoittavat hallitsemattomasti ilmamääriä tuotannossa. Kun liika kosteus, kuumuus tai haju tuuletetaan pois läpituuletuksena, mittaustulosten luotettavuus heikkenee olennaisesti. Mittaustulosten vaihtelu tuo epäluotettavuutta prosessiin. Firan pilottikohteiden kvartsipölynhallinnassa materiaalin vaihtaminen kvartsiittomaan on paras yksittäinen muutos matkalla kohti turvallista ja kvartsipölyttöä hengitysilmaa tuotannossa.

## 2.2 Johtamisjärjestelmä ja kytkeytyminen

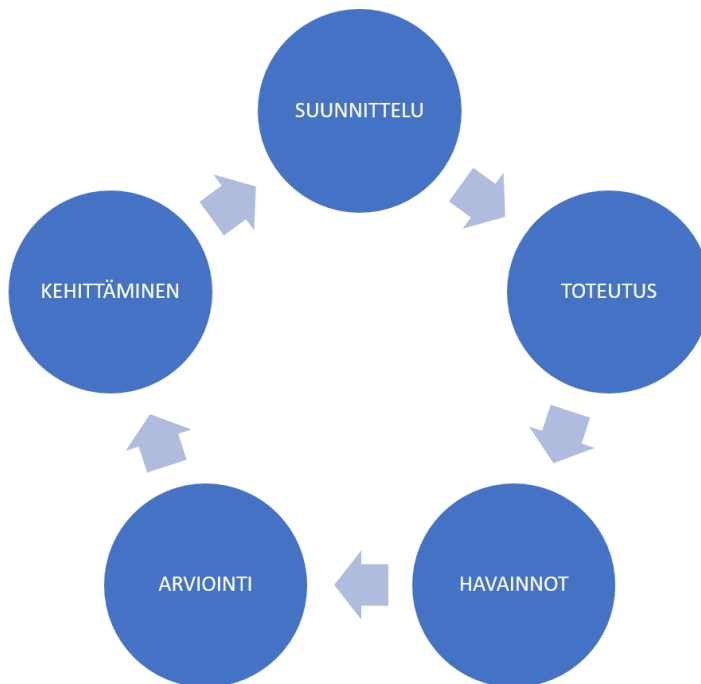
Tutkimustyö on pilottityömaiden suhteen hyvin erilaista. Kohteiden koko vaihtelee pienestä linjasaneerauskohteesta isoon koulukokonaisuuteen. Linjakohtaiset pilotit valitaan tarkoituksena löytää yhteinen vakioitu turvallisuustekijä kvartsipölynhallintaan. Työ viedään turvallisuusprosessiin tarvittaville kypsyystasoille, mistä kvartsipölyasiat liitetään johtamisprosessiin. Kaikissa piloteissa suunnitellaan ja kehitetään yhteisiä vakioituja työmenetelmiä ja kalustoja. Työssä tehdään dokumentointeja työkokonaisuuksien hallitsemisista. Työkokonaisuudet viedään työpaketteina erilaisten mallipohjien, työturvallisuussuunnitelmien ja kypsyysmallien kautta turvallisuusprosesseihin. Työmaa-, urakoitsija- ja mestari palaverissa ohjataan laatuprosessia valvonnasta kerätyn dokumentaation kautta. Tieto kulkee Firan johtamisjärjestelmään vaiheporttimallien kautta hankintaprosesseihin ohjaavana palautteena hankinnalle. Tutkimustyö tuo kvartsipölyasioissa uutta tietoa hankinnalle ja tuotannolle. Työ jalostetaan Firan liiketoimintamallien mukaisesti kustannustehokkaammaksi ja virtaavammaksi. Näin kehitetään pilottikohteiden läpimenoaikojen toteutumista.

## 2.3 Sopimus ja hankinta

Tiedot haitta-aineesta ovat johtamisjärjestelmässä sekä sähköisenä että paperisena viranomaistarkastuksia varten. Materiaalista [7.] selviää aineen koostumus, käyttötapa ja työhygieniaturvallisuuden huomiointi. Työssä kerätään tavarantoi-  
mittajilta kvartsittomat materiaaliveitohdot ja esitellään ne hankinnalle, tuotannon toimihenkilöille ja turvallisuusryhmille. Palaverissa kerätään tietoa vaihtoehtisten materiaalien käytöstä työkohteissa. Palaverimuistiot kirjataan kypsyysmalleihin Firan johtamisjärjestelmään mahdollistaen laatuprosessien päätösten toteutumisen.

## 2.4 Koulutus ja materiaali

Tutkimustyössä kehitetään kvartsipölyyn liittyvää koulutusmateriaalia päivittämällä mittausarvoja ja työmenetelmiä. Koulutuksia pidetään linjoittain ja tietoa kerätään kvartsipölynhallinnasta käytännössä. Työssä käytetään pölynhallintaprosessimallia. (Kuva 5.) Tarvesuunnittelussa tarkistetaan tilaajan asettama sisäilmaluokitus ja siihen liittyvät velvoitteet. Haluttu sisäilmaluokitus edellyttää tiettyä puhtausluokkaa työvaiheissa. Firan mallipohjista löytyy tietoa puhtaus suunnitelman laadintaan. Pölyä tuottavien vaiheiden tunnistaminen mahdollistaa oikean työjärjestyksen ja aikataulusuunnittelun. Työmaan kvartsipölykoulutukset ja toimintamallit sovitaan etukäteen. Aktiivisten pölynhallintamenetelmien toteuttamiset sovitetaan eri työvaiheisiin. Työvaiheissa käytetään kohdepoistolaitteita ja hengityssuojaimia. Alipaineistus ja osastoinnit tukevat passiivisina menetelminä prosessikokonaisuutta. Kaikki korjaavat toimenpiteet tehdään työvaiheiden mukaan ja pölysiivoukset päästään toteuttamaan oikeaan aikaan. Kvartsipölynhallinnassa toteutetaan varastointi, jätehuolto ja kuljetukset pölyttömästi. Vaiheet dokumentoidaan tulevia hankkeita varten projektinjohtomallin mukaisesti Firan johtamisjärjestelmään.



Kuva 5. Firan tiedonkeräämistä laatu prosessikaaviolla kvartsipölynhallinnassa

### 3 Työn kulku ja tuotanto

Pilottikohteissa on kvartsipölynhallintaan liittyvissä asioissa erilaisia näkemyksiä. Laki määrittelee asian yksiselitteisesti ja kvartsipöly raja-arvon tulee alittaa jokaisella työmaalla. Aluevalvontaviranomainen tekee tarkastuksen tuotantoon tarkastaen tuotannon yleisilmeen ja kokonaisuuden työturvallisuuden osalta. Viranomaisella on Firalle luvan jatkaa tuotantoa keskeytyksettä, koska asiat ovat kunnossa. Viranomaiset suhtautuvat mittauksien vaihteluihin ymmärtäväisesti.

#### 3.1 Kypsyysmalli ja palaveri

Työssä tutkitaan kvartsipölynhallinnassa osapuolien vastuita ja velvollisuuksia. Kvartsipölynhallinta on turvallisuusprosessi. Turvallisuus on lain asettama velvollisuus. Laki asettaa tiukat turvallisuusmääräykset osapuolille. Työssä tarkastellaan kvartsipölyasiaa osapuolten vastuiden ja velvollisuuksien kautta. Piloteissa rakennuttaja päättää sisäilmaluokan ja suunnittelija toteuttaa urakoitsijan kautta tavoitteen. Pääurakoitsija vastaa turvallisuus- ja vastuullisuusasioista ohjeistuksella ja koulutuksella. Työnjohto valvoo pölysuunnitelman toteutumisen ja raportoi kypsyysmallien kautta mestaripalaverien laadulliset toteutukset. Työntekijät noudattavat ohjeita ja raportoivat poikkeamat. Rakennussiivoja toimii laadunvarmistajana korjaavilla toimilla. Valvoja valvoo asianmukaisten ja määräykset täyttävien toimintatapojen toteutumisen hyväksymällä lopputuloksen. Kypsyysmallin kytketään työmaa-, urakoitsija- ja mestaripalaverien kautta turvallisuusprosessiin. Johtamisjärjestelmä välittää hankintaprosessille tietoa tuotannosta.

Pilottien palaverimallit toteutetaan Firan kypsyysmallien mukaisesti ajallisesti ja sisällöllisesti mallipohjien mukaan. Firan johtamisjärjestelmä ohjaa palavereille aikavälejä, joilla saavutetaan suunnitellut tavoitteet aikataulun mukaisesti. Työmaapalaverien väli on kerran kuukaudessa, urakoitsijapalaverit pidetään kahden viikon välein ja mestaripalaverit kerran viikossa. Rakennusalalla urakoitsijapalaverien jaksotus vaihtelee viikon ja kahden viikon jaksoissa, riippuen työvaiheesta ja työtehtävien suoritusten vaatavuustasoista.

*Työmaapalaverit* ovat tilaajan ja pääurakoitsijan välisiä tilannekatsauksia, jotka pidetään kuukausittain yhdessä sovituksessa paikassa. Työmaapalavereissa ohjataan aikataulua yleisaikataulun pohjalta ja tehdään kuvaa valmiusasteesta

*Urakoitsijapalaverit* ovat pääurakoitsijan ja urakoitsijoiden välisiä palavereita, jotka pidetään kahden viikon välein työmaan tiloissa. Urakoitsijapalaverit ovat pakollisia urakoitsijoille ja palaverien tarkoitus on selvittää kokonaistilannetta.

*Mestari*palaverit ovat pääurakoitsijan sisäisiä vastaavan mestarin ja työnjohdon välisiä palavereita. Kaikki palaverit liittyvät Firan johtamisjärjestelmään ja siitä hankinnan prosesseihin. Laki määrittelee tietyt vastuut ja velvollisuudet rakennuttajalle ja kokousvelvollisuus on merkittävä toimenpide tiedonkeräämisessä.

*Aloitusp*alaverit sovitaan aloituksesta urakoitsijan kanssa. Kvartsipölyasia liittyy turvallisuusprosessiin ja turvallisuusasiakirja on aloituspalaverin liitteenä. Erilaiset riskienarvioinnit ovat mallipohjina Firan johtamisjärjestelmän liitteinä ja ne täytetään aloituspalaveriin mennessä vastuiden ja velvollisuuksien osalta kuntoon. Kaikki tämä on osana Firan turvallisuusprosessia ja Firan johtamisjärjestelmää. Aloituspalaverissa käydään läpi työturvallisuusasiat, mittaukset, jätehuollot, ilmoitusvelvollisuudet, ympäristöasiat ja työhygienian pakollisuus työtehtävissä.

Aloituspalaverissa todetaan mallipohjien täyttämällä asioiden valmiustasot ja vastuuhenkilöt ennen uuden työurakan aloittamista. Urakkarajat varmistetaan ja aloituspalaverissa sovitaan, mikä asia kuului kenellekin osapuolelle. Kustannusten jakautuminen varmistetaan urakkasopimuksen mukaiseksi. Aloituspalaverissa varmistetaan aloitusedellytysten täytyminen urakkasopimuksen mukaisesti sisältäen työturvallisuus ja kvartsipölynhallinnan osa-alueet. Kaikki palaveriasiat kirjataan kypsyysmalleihin, mallipohjiin, turvallisuussuunnitelmaan ja tiedot tallennetaan johtamisjärjestelmään. Hankintaosasto käyttää dokumentaatiota hankintojen valvonnan toteutumisessa ja uusien hankintojen suunnittelunohjauksessa.



*Ohjauspalaverit* ovat viikoittaisia suunnittelijoiden, pääurakoitsijan ja urakoitsijoiden kesken olevia tilannekatsauksia. Normaali tavoitetila rakennusalalla on viikoittaiset suunnittelunohjauspalaverit. Pilottikohteissa suunnittelunohjaukset pidetään viikon välein ja tarvittaessa useammin.

*Yhteensovituspalaverit* pidetään Firan pilottikohteissa tarvittaessa ja niistä tiedotetaan osapuolia etukäteen. Yhteensovituspalaverissa sovitetaan eri osapuolien tulkintaa urakkarajoista, aikataulusovituksista ja päällekkäisyyksistä vapaiden työtilojen aloitusedellytysten varmistamiseksi. Sisävalmistusvaiheessa piloteissa tarvitaan eniten yhteensovituksia talotekniikan osapuolien kanssa.

*Viranomaistarkastukset* tarkoittavat erilaisten työvaiheiden valvonnan ja hyväksymisen kautta hankittua jatkolupaa seuraavaan vaiheeseen. Viranomaistarkastukset ovat laissa määriteltyjä välivaiheiden hyväksymisiä. Talotekniikka tekee mittaus- ja säätötyöt pölysiivotussa ympäristössä. Suunnittelun muutostyöt tuovat haasteita kvartsipölynhallinnassa jo pölysiivotuissa kohteissa, missä rakenteita joudutaan vielä avaamaan uudestaan. Kaikki palaverit ja yhteensovitukset ovat osa johtamisjärjestelmää ja asiat dokumentoidaan kypsyysmalleihin mallipohjille ja turvallisuussuunnitelmiin osana turvallisuusprosessia [8.].

### 3.2 Projektinjohtamisjärjestelmä ja Fira

Kvartsipölyyn liittyvät asiat ovat Firalla osa turvallisuusprosessia ja johtamisjärjestelmää hankesuunnittelun aloituksesta takuuvaiheen päättymiseen asti. Tutkimuksessa tarkastellaan työn vaiheita projektinjohtamisjärjestelmän kautta. Kaikki tuotannossa tapahtuva työ ohjautuu Firan johtamisjärjestelmästä. Tuotannossa ihmiset tekevät oman osansa ja vastuualueensa ymmärtäen asioiden liittyvän projektinjohtajajärjestelmään. Mallipohjien käyttö mahdollistaa yhtenäisen ja ehjän dokumentoinnin johtamisjärjestelmässä. Tieto käsitellään helposti ja analysoitiin linjakokonaisuuksina. Hankintaprosessi katsoo tilannekuvaa ja tekee johtopäätöksiä suunnitelmien päivityksistä. Pilottikohteiden keskinäiset erot edellyttävät mallipohjien olemassaoloa. Eroavaisuudet ilmenevät läpimenoajoissa, budje-teissa ja resursointitarpeissa.

Hankinnan kannalta isoimmat erot ovat hankinnoissa ja hankintojen synnyttämien toimitusaikojen toteutumisissa. Hankintasuunnitelma tehdään hyvissä ajoin ja siihen käytetään paljon aikaa tarvekartoituksessa. Kartoitusta tehdään kustannusten, toimitusaikojen ja toimitusmäärien kautta. Firan johtamisjärjestelmään kertyy dokumentaatiota kvartsipölyn määristä, tuotteen ominaisuuksista ja työmenetelmistä. Dokumentaatiot kytkeytyvät turvallisuusasiakirjan liitetietoihin. Liitetiedot käsitellään riskienarviointi pohjilla riskienarvioinnissa osana turvallisuusasiakirjaa. Turvallisuusasiakirja liitetään osana urakkaohjelmaa ja siitä urakkasopimusten mallipohjiin sopimus pohjiksi. Firan jalostettu projektinjohtamisjärjestelmä varmistaa vaiheporttimallin kautta oikea-aikaisen asiakirjatietojen liittämisen projektiin. Suunnittelussa nämä tiedot kootaan johtamisjärjestelmään, jotta tarjouspyyntö projektista toteutuu. Firan johtamisjärjestelmässä edeltävät asiat tutkitaan ja tarkastetaan ja aloitusedellytysten täytyttyä [9.] edetään seuraavaan vaiheeseen. Kvartsipölynhallinta alkaa hankintasuunnittelusta ja etenee riskienhallinnan kautta kytkeytyen turvallisuusprosessiin. Kvartsipölynhallinta edellyttää hankinnalta ymmärrystä työturvallisuudesta prosessina.

### 3.3 Linjakohtaisuus ja pilottityömaa

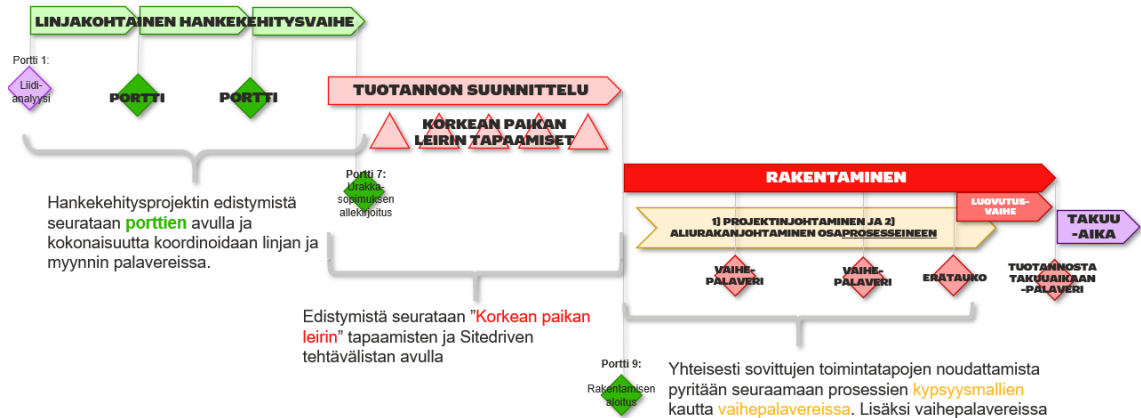
Tutkimustyössäni punaisena lankana tuodaan kvartsipölyasiat Firan johtamisjärjestelmään ja sieltä hankintaan. Hankinnassa tapahtuu tarveselvitykseen liittyen kokonaistilanteen kartoitus. Hankinnassa tarkastuspisteet ovat kustannuksissa, aikataulussa ja hankinnan tarpeellisuudessa. Hankintaosasto kerää Firan johtamisjärjestelmään pilottihankkeiden dokumentteja. Kerätty dokumentaatio toimii Firan ohjausjärjestelmässä projektipankkina, jonka säilytyspaikka on M-files.

M-files on järjestelmähallintatyökalu, joka edistyneen tuotekehittelyn johdosta toimii erinomaisesti hakusanoilla. Hakusanoilla saavutetaan selkeä kokonaisuus Firan johtamisjärjestelmään tallennetuista tiedoista. Tiedot ovat reaaliajassa ja keskitetysti käsiteltävissä kohteittain. Etuna ohjelmiston käytössä on kilpailijoihin nähden kohteiden keskittäminen linjakohtaisiksi prosesseiksi. Näin pystytään tarkastelemaan isompia kokonaisuuksia pidemmällä aikavälillä.

Tuloksia tarkastelemalla rakennetaan mielikuvaa kokonaiskustannuksista ja niiden muodostumisista projektissa. Kvartsipölynhallinta on monimuotoinen prosessi, pöly otetaan kiinni siellä, missä se syntyy. Alue osastoidaan, suodatettu ilma poistetaan ulos ja kokonaistila paineistetaan puhtaasta likaisempaan ilmaan päin. Työvälineissä on kohdepoisto ja työtehtävissä käytetään aina henkilökohtaisia hengityssuojaimia. Näin perustiedoilla kartoitetaan hankintatarpeita pilotti-kohteissa. Valmistajien hankintataulukoista saa tiedot tarvikkeista ja hinnoista. Kokonaiskustannuksia verrataan kypsyysmallien kautta palaverimuistioiden tietoihin todeten hankinnat oikeiksi ja riittäviksi. Hankintaosasto saa johtamisjärjestelmästä tarvittavat tiedot hankintasuunnitelman tekemiseen ja ohjaamiseen

Kvartsipölyhallinnassa erilaiset paineistajat ja kostuttimet ovat isossa roolissa. Ilmankosteus ja lämpötila määrää ilmavirtojen liikkumista suljetuissa tiloissa. Läpivirtauksen aiheuttama siirtoilma sekoittaa kvartsipölynhallintaa eniten. Ratkaisua tuuletukseen ja haalaukseen kvartsipölyn siirtymisessä ei löydetä. Paineistukset pitävät kvartsipölyarvot vakiona ja raja-arvot alittuvat. Vaikutukset läpituuletuksissa kestävät yli työvuoron.

Pienimmät kvartsipölyhiukkaset liikkuvat ja antavat poikkeamia mittauksissa yli vuorokauden viiveellä. Mallinnuksien mittaukset ja niiden simuloinnit todistavat työn mahdottomuuden. Materiaalit vaihdetaan kvartsittomiksi ja kohdepoistoja lisätään kehittämällä uusia välineitä, kuten vesikohdepoisto. Vesikohdepoistoa käytetään menestyksekkäästi timanttiporauksissa, ilman pölyhaittoja. Valmistajat ilmoittavat kehitystyön olevan käynnissä ja jatkossa koneita ei saa ilman asianmukaista kohdepoistoa.



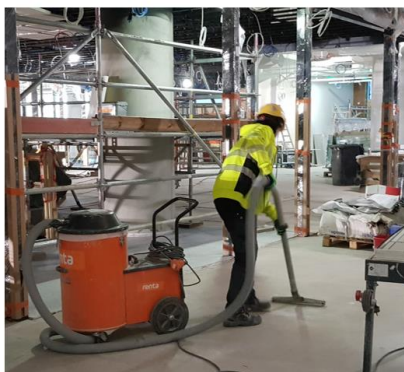
Kuva 6. Vaiheporttimalli ja prosessikuvaus Firan johtamisjärjestelmässä läpimenoon

Firan linjakohtaiset erot näkyvät johtamisjärjestelmän kaaviokuvissa. Kuvissa on kuvattu porttien ja vaiheiden rajapinnat ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen. Vaiheiden keskinäiset erot ovat merkittäviä ja linjakohtaiset hankintasuunnitelmat ovat perusteltuja jo tarvehankinnan aikana.

Paineistukset ovat tekniseltä toteutukseltaan jokaisessa linjassa vertailukelpoisia. Paineistettavien alueiden pinta-alat ja niihin käytetty kalusto skaalautuu paineistettavan ilmamäärän mukaan. Paineistukset kvartsipölynhallinnassa toteutetaan osastontien kautta väliseinillä ja imureilla. Likainen ilma johdetaan suodatettuna ulos ja ulkoa otetaan korvaava ilma sisälle. Laitteiden tehoerot ovat merkittäviä ja kohdekohtaisesti hankinnat tehdään tilan kuutiomäärien mukaan. Pölyävät työvaiheet jaksotetaan ensisijaisesti työvuoron loppuun ja pitkäkestoiset työvaiheet loppuviikkoon. Pöly laskeutuu viikonlopun aikana. Tutkimuksessa selvitetään kvartsipölyhallinnan kaluston kustannuksia ja todetaan kustannussäästöjen olevan merkittäviä.

Huoltoasiat ja varaosatoimitukset ovat luotettavalla tasolla koko ajan. Ylimoitettu hinnoittelu korvataan joustavalla asiantuntijapalvelulla ja osaamisella. Työvaihemenetelmät vaihtelevat pilottikohteissa ja toimintamalleja on runsaasti. Työmenetelmäkortit ovat työvaihesuunnittelussa mukana ja antavat suuntaa kokonaiskaluston määrää hahmotettaessa. Kalustoa tulee koko ajan lisää ja työmenetelmäkortteja päivitetään jatkuvasti koulutusmateriaalin kanssa. Tutkimuksessa

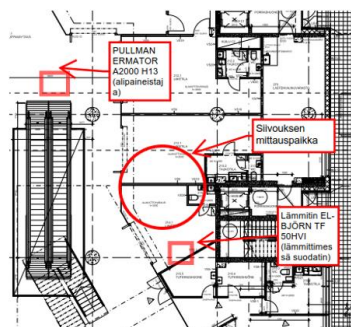
## RAKENNUSSIIVOUS



Mittaustulos: 0,025 mg (käsimittari)  
(Altistava raja-arvo: 0,05 mg)

### Käytettävät laitteet:

- Alipainestaja: PULLMAN ERMATOR A2000 H13
- Imuri: Kiekens B192 L Hepa
- Lämmitin: EL BJÖRN TF 50HWI (Lämmittimessä suodatin)



**Fira**

*Kuva 7: Työvaihekortti pölysiivousvaiheesta. Pölyisyys mitataan pölykoordinaattorin mittauslaitteilla dokumentoidusti johtamisjärjestelmään mittausvaiheen aloitusedellytysten varmistamiseksi*

Viimeistelyvaiheissa pilottikohteiden pölyttömyysasiat ovat koko ajan tärkeämpiä. Talotekniikan mittaus, säätö- ja korjaustyöt edellyttävät korkeaa pölysiivousta. Useamman viikon kestävä vaihe edellyttää pölyttömyyttä kaikilla tasoilla. Kriittisimpiä vaiheita ovat ilmanvaihtopuolen putkistot ja suojaamiset pölyltä. Urakoitsijoiden välinpitämättömyyttään tekemät työvaiheet aiheuttavat huomattavia viiveitä työvaiheaikatauluihin ja tarpeettomia kustannuksia pääurakoitsijalle. Aloituspalaverit ja urakkarajaliitteiden läpikäynti ovat ratkaisu pilottikohteiden kustannus- ja aikatauluviiveiden poistoon.

Kvartsipölynhallinta ja siihen liittyvät urakkarajat käydään aloituspalavereissa yksityiskohtaisesti läpi. Urakkarajaliitteisiin kirjataan vastuuhenkilöt valvomaan sovittuja työvaiheita. Kustannustehokkuus paranee pilottikohteissa kvartsipölynhallinnan osalta ja kypsyyssmallien kautta raportoitu tieto johtamisjärjestelmään tuo palautetta hankinnalle. Urakoitsijapalavereissa käydään turvallisuusasiakirjan kvartsipölyhallinta laajemmin ja yksityiskohtaisemmin läpi. Näillä toimilla pilottikohteissa saadaan kvartsipölyn osalta kustannustehokkuutta ja läpimenoa oleellisesti parannettua.

### 3.4 Pölynhallinta ja kohde

Kvartsipölynhallinnassa Firan pilottikohteissa on kahdenlaisia mittausrakenteita etämittaukseen tarkoitettuja pilvipalvelun kautta toimivia mittalaitteita ja käsimitteita. Sopimustoimittajat toimittavat pilottikohteisiin mittarit ja mittaukset aloitetaan. Mittaripaikat valitaan pilottikohteissa huolella ja saatu mittaustulos tulee kohteen vastaavan mestarin puhelimeen hälytyksinä raja-arvojen [10.] ylityttyä

Virrehälytyksien määrät ovat suuria, koska mittaustulokset ovat epätarkkoja. Epätarkkuus johtuu virheellisen partikkelikoon ja pölyn koostumuksen tulkinasta. Pöly on kokonaisuus useasta eri vaarallisesta ja vaarattomasta aineesta. Mittaustulosten epätarkkuus on myös tuuletuksien aiheuttaman siirtoilman aiheuttamaa poikkeamaa. Tiloissa, missä ei tehdä kvartsipölyä tuottavia työvaiheita tuli raja-arvojen ylityksistä ilmoituksia. Työssä todetaan siirtoilman lisäksi mittareiden sijoittelussa haasteita. Mittarin korkeus on ratkaisevassa asemassa kvartsipölynhallinnassa. Siirtämällä mittarit samaan mittauskorkeuteen, hajontaa aiheuttava mittausrakenteen poistuu. Toinen pilottikohteiden mittausrakenteen kvartsipölynhallinnassa on mittausrakenteiden väärä paikka. Mittarit siirretään työpisteiden läheisyyteen ilmamäärien siirtymisen havaitsemiseksi. Tässä vaiheessa huomataan partikkelipitoisuuksien vaihtelevuus ja virheellinen tulos kvartsipölynhallinnassa. Tutkimustyössä ei mitata pölyisyyttä pilottikohteissa, vaan haitallisen kvartsipölyn osuutta kokonaispölymäärästä.

Tämä haitallinen kvartsipölymäärä poistetaan työhygienian määräysten mukaisesti kohteesta vaihtamalla käytetyt materiaalit kvartsittomiin materiaaleihin. Lisäksi parannetaan kohdepoistoa ja osastointeja. Pilottikohteiden mittarit kalibroidaan valmistajan toimesta oikeaan partikkelikokoon. Mittauksissa lasketaan kvartsipölyn määrä koko pölymäärästä. Tutkimuksessa ollaan varman puolella mittausten luotettavuuden suhteen. Neljäs mittausrakenteen ilmenee pilottikohteissa mittareiden luvattomissa siirtelyissä. Mittareita siirretään, koska työvaiheet edellyttivät vapaita seinä- ja lattiapintoja. Mittaustulokset paranevat, kun mittareille tehdään omat jalustat ja ohjelaput. Ohjelapussa kuvataan laitteen tehtävä ja kielletään luvaton siirtäminen.

## 4 Työn kulku ja hankinta

Tutkimustyö kvartsipölynhallinnassa tähtää oikean tiedon välittämiseen hankinnalle Firan johtamisjärjestelmän kautta. Kvartsipölynhallinta kytkeytyy turvallisuusprosessiin välittyen kypsyysmallien kautta mallipohjiin ja palavereihin. Palaverissa asiat päivitetään tuotannon rakentamisen- ja ajanhallinnan kautta palaverimuistioihin. Palaverimuistioista asiat kytkeytyvät Firan johtamisjärjestelmän kautta päivitetyksi tiedoksi hankinnalle. Hankinta kerää jatkuvasti kvartsipölytietoa tuotannosta mahdollistaen parempia hankintapäätöksiä kvartsipölynhallinnan osalta. Kvartsipölynhallinta on hankinnan kannalta monivaiheinen ja haastava asia, koska uutuudeltaan kokemusperäistä kerättyä tietoa on vähän. Kvartsipölynhallinnasta kerätyn tiedon määrä kasvaa ja tarkentuu heti viranomaisten tarkennettua tulkintaansa kvartsipölynhallinnassa.

### 4.1 Hankintaneuvottelu ja riskienhallinta

Tutkimuksessa polttopiste on kvartsipölynhallinnan hankintojen laadullisessa kehittämisessä Firan hankinnoissa. Kvartsipölynhallinnan hankinnat sisältävät työkaluja, imureita ja osastointiin tarvittavia materiaaleja. Lisäksi hankintalistalle sisältyy pölynpoistoon ja -keräämiseen tarvittavia jätehuoltoon kuuluvia kokonaisuuksia, kuten työhygieniaan vaadittavia välineitä. Hankinta varmistaa sopimuksilla tuotannon saatavuudet ja laadulliset ehdot kustannusten valvontaa unohtamatta. Vuosisopimukset uusitaan seuraamalla markkinoita, saatavuutta ja laatua. Hankinta varmistaa kvartsipölynhallinnan tarvikkeet ajallaan tuotantoon ja työvaiheet aloitetaan sovitusti. Tuotanto ohjautuu hyvien ja onnistuneiden hankintojen kautta suunnitellusti ja aikataulussa.

Hankintaneuvotteluissa kerätään tietoa kvartsipölyyn liittyvistä asioista ja kuunnellaan asiantuntijoita kvartsipölyyn liittyvissä asioissa. Kokonaisvaltaiseen hankintaprosessiin kuuluu ymmärrys pölynhallinnan merkityksestä koko rakennusprosessissa. Hankintaneuvotteluita käydään tavarantoimittajien tuotteiden ominaisuuksien kartoituksista sekä tuotteiden toimitusehdoista.

Hankintaneuvottelun pääpaino on kustannushallinnassa ja toimitusehdoissa. Tavarat saapuvat tuotantoon ajoissa. Koulutusmateriaalin kautta hankinta muodostaa kokonaiskuvan materiaalien laadullisesta määrittelystä. Hengityssuojainten vaatimusluokat ja materiaalien kvartsittomuudet ovat määrittäviä ominaisuuksia hankinnalle. Tarvittavat tiedot löytyvät Firan johtamisjärjestelmän kautta helposti. Tietojen päivittyminen johtamisjärjestelmässä mahdollistaa hankinnalle paremman ymmärryksen tarvittavista kvartsipölynhallintaan liittyvistä hankinnoista viranomaismääräyksien kulkiessa koulutusmateriaalin mukana. Hankinnalle saadaan uusi viranomaisväylä avattua johtamisjärjestelmän kautta ja näin varmistetaan tulevien lakimuutosten toteutuminen hankintojen kautta. Kvartsipölynhallinta on ensimmäisiä lakimuutoksia johtamisjärjestelmään turvallisuusprosessin kautta. Lisää muutoksia tulee ympäristö ja vastuullisuusasioissa. Kvartsipölynhallinta on viranomaisilta pelinavaus, joka liittyy tulevaan työhygienian parantamiseen tarkoitettujen lakien ja asetusten täytäntöönpanoon.

## 4.2 Urakkasopimus ja urakkaraja

Firan johtamisjärjestelmässä on mallipohjat urakkasopimukselle ja urakkarajoille. Mallipohjat toimivat kypsyysmallien avulla sopimuksina ja liitteinä. Vakioidut sopimukset mahdollistavat vakioidun käytännön sopimuksen sisällöstä ja laadusta. Kaikki johtamisjärjestelmässä määritellyt tärkeät ja olennaiset asiat tulee automaattisesti kirjattua sopimuskantaan. Urakkasopimus on vaiheporttimallin portti, joka aloitusedellytykset täytettyään antaa luvan siirtyä seuraavaan vaiheporttiin. Urakkasopimus on pääurakoitsijan ja urakoitsijan välinen työurakkasopimus, jossa määritellään urakkalaji, työ ja tarvikkeet. Urakkasopimus on sidottu aikatauluun ja työ ostetaan tiettyyn ajankohtaan tietyillä ehdoilla. Ehtojen täytymiseksi on sovittu tuotantoon kuuluvia reunaehtoja ja velvollisuuksia. Mallipohjien kautta ehdot määritellään, täytetään ja varmistetaan. Tuotannossa on useita urakoitsijoita samaan aikaan. Urakoitsijoita ohjataan tuotannossa tarkoilla viikkoaikatauluilla. Urakoitsijat toimivat oman urakkalajinsa sisällä ja muiden urakkalajien yhtäaikainen urakointi edellyttää urakkarajan määrittelyä. Urakkarajaliitteessä määritellään, mikä kenellekin osapuolelle kuuluu.



Urakkarajaliitteessä on vastuita ja velvollisuuksia, jotka kytketään tuotannossa materiaaliin ja työvaiheaikatauluun. Kvartsi- ja pölyhallinnassa urakkasopimusten urakkarajat ovat haastavia toteuttaa. Kvartsi- ja pölyhallinta on monitahoinen kokonaisuus urakkarajaliitteessä ja urakkasopimuksessa. Urakoitsija veloitetaan suojaamaan, osastoimaan ja paineistamaan työaikainen työvaihetilansa ja varmistamaan kvartsi- ja pölyhallinnan toteutumisen omalta työsuoritukseltaan. Edeltävät työaiheet ovat valmiit ja siivotut, jotta seuraava työvaihe pystyy aloitusedellytykset täytyttyä aloittamaan. Kun edeltävä työvaihe on myöhässä, siivoamatta ja pölyhallintalaitteet huoltamatta molemmat urakoitsijat vetoavat kiireeseen ja sanovat olevansa liian kalliita siivoajia. Omien jälkien siivous on monelle urakoitsijalle mahdoton ajatus. Siivoojaresurssit lasketaan tuotannossa ylläpitosiivoukseen ja urakallajisiivous ei ole toteutettavissa. Työ viivästyy ja urakoitsija ilmoittaa pääurakoitsijalle aloitusedellytysten puutteesta. Pääurakoitsija ilmoittaa edelleen edeltävän urakoitsijan laiminlyönneistä. Siivooja siivoaa työpisteen ja laskuttaa pääurakoitsijaa työstä. Pääurakoitsija laskuttaa edeltävää urakoitsijaa ylimääräisestä siivouksesta. Aikaa ja rahaa menetetään prosessissa ja urakkarajaliitteen merkitys kasvaa ajan- ja kustannustensäästönä.

Urakkarajaliite toimii hyvänä selkänäojana rahaliikenteelle. Tämä on tuotannossa toistuvaa toimintaa. Tuotannon toimihenkilöt vastaavat tuotannon yhteensovituksista reklamoinneilla ja kypsyysmallien raportoinneilla Firan johtamisjärjestelmään. Tilanteessa siivoojalla ei ole kvartsi- ja pölyhallintaan liittyvää laitekoulutusta ja urakoitsijan laiminlyönnä tukkeutuneiden pölysuodattimien vaihto jää tekemättä. Uusi urakoitsija aloittaa työurakkansa ja kvartsi- ja pölymittarit ilmoittavat raja-arvojen ylittävän riittämättömään kohdepoistoon ja osastoinnin tehottomuuteen. Työhygieniä pettää ja työntekijät altistuvat kvartsi- ja pölyn vaaroille. Töitä ei keskeytetä kiireeseen vedoten ja siirtoilma kuljettaa kvartsi- ja pölyä viereisiin tiloihin hallitsemattomasti. Suodattimien vaihto ei muuta kvartsi- ja pölyn raja-arvoja alittaviksi koko työvuoron aikana. Kalusto mitoitetaan suodattimien huoltovälien mukaisesti. Laiminlyönti kuormittaa kvartsi- ja pölyhallintaa ja raja-arvot ylittyvät. Tutkimuksessa havaitaan esimerkin olevan lähellä normaalia tuotantokäytäntöä. Pölyhallintaprosessi on herkkä poikkeamille ja poikkeamat altistavat aina terveyttä.

Työssä haetaan ratkaisua johtamisjärjestelmän kypsyysmallien kautta päivittämällä sanktioita kvartsipölynhallinnan laiminlyönteihin. Tuotannossa koulutus on avainasemassa tiedon lisäämisessä ja kvartsipölynhallinnassa. Laitekoulutukset ja suodattimien vaihdot ovat ensimmäisinä työlistalla. Hajonneiden laitteiden huoltoilmoitukset toisena ja pölynkeräysvälineiden oikea käyttö kolmantena kehityskohteina. Ilmanpuhdistimiin liitetään monikieliset selkeät kuvalliset käyttöohjeet laitteen välittömään läheisyyteen. Suodattimet sijoitetaan laitteiden läheisyyteen ja suodattimeen merkataan vaihtopäivä, näin vaihtoväli havaitaan ajoissa. Puhdistuslaitteiden viat aiheutuvat usein vaihtamattomista tai rikotuista suodattimista. Laitteiden huollot ja toimitusajat ovat liian pitkiä kvartsipölynhallinnan kannalta. Siivoojia opastetaan oikeiden siivousvälineiden käytössä kvartsipölynhallinnassa [12.].

### 4.3 Läpimeno ja takuuvaihe

Tutkimustyössä keskitytään kvartsipölynhallinnassa Firan johtamisjärjestelmän kytkeytymiseen turvallisuusprosessin ja hankinnan osalta. Tuotannon toteutuminen eli läpimenoaika on johtamisprosessissa vahvasti hankintaa tahdistava tekijä. Yleisaikataulu laaditaan aina tarvesuunnittelun pohjalta. Yleisaikataulua päivitetään sopimuksilla sopimusyleisaikatauluksi. Tuotannossa sopimusyleisaikataulu muutetaan työyleisaikatauluksi ja tarkennetaan työvaihe aikatauluksi. Tarkin aikataulu on tuotannon viikkoaikataulu, joka tehdään kolmen viikon jaksoissa viikon tarkasteluväleille.

Takuuvaihe on viimeisin johtamisjärjestelmän osa, jossa varmistetaan laadullisen tason toteutuminen sopimusasiakirjojen mukaisesti. Takuuaika on normaalisti kaksi vuotta luovutuksesta tai sopimuksen mukaan. Katolla on usein kymmenen vuoden takuuaika ja erikoisrakenteelle määritellään osapuolien kesken poikkeava takuuaika. Takuuaikana korjauskustannukset kuuluvat urakoitsijalle ja pääurakoitsijalle sopimuksen mukaisesti.

Fira TYÖMAAN VIIKKOPALAVERI		Hankinta: 200013 ASO Kallio Fomanenkatu 4	PVM: 25.1.2021	Solussa voit vaihtaa rivin painamalla "Alt+Enter"
Kysymys / Aihesalue	Linkki tiedon lähenteeseen	Henkilö	Status	Tilanne ja toimenpiteet
<b>Turvallisuus</b>				
Onko Firan tapaturmat ja väkivalta läheistä ja -lähteistä käsitelty toimissa? Onko tulimaan tapaturmat ja väkivalta läheistä ja -lähteistä käsitelty? <b>(merkitä kohdaksi)</b>	<a href="#">Linkki</a>	Yhteinen	Vihreä	OK
Tärkeimmät huomiot turvallisuuksiin seuraavalla viikolla? Onko ennakoitavat toimenpiteet ja varojen arvioinnit määritetty ja käyty viimeistään aloituspöytäkirjassa? <b>(merkitä kohdaksi)</b>		Yhteinen	Vihreä	Pöytäkirjaturvallisuusryhmä elementtiperustan kanssa, että saadaan turvallisuusasiat kuntoon. <b>OK</b>
		DBK:otahen	Vihreä	
		Matti Tervonen	Vihreä	
		Isa Muttonen	Vihreä	
Onko viikon TR-mittauksien turvallisuusohjeiden puutteellisuutta korjattu? <b>(merkitä kohdaksi)</b>	<a href="#">Tiedot turvallisuus</a>	Yhteinen	Vihreä	mittaus 29.1.2021 95,5
<b>Aikataulu ja aloituspöytäkirjat</b>				
Viikkokokouksen toteutus Sihteerissä (PPC) pääasiassa tämän viikon tavoitteenä? Toimenpiteet, jos ei päästä. <b>(merkitä kohdaksi)</b>	<a href="#">Pöytäkirjat n. Sihteerin linkki</a>	Yhteinen	Vihreä	alkutuloon saatus elementtiperustalla tulempaa aikataulu, <b>pöytäkirjan omakannamuutos Sihteerin alkutuloalaveri 2.2.2021</b>
		DBK:otahen	Vihreä	
		Matti Tervonen	Vihreä	
		Isa Muttonen	Vihreä	
Onko seuraavan kolmen viikon töiden aloituspöytäkirjat luonnossa ja valmistu (suunnitelmat, urakoitsijoiden resurssit, runtyöselitykset, materiaalit, kalusto, materiaali)? <b>(merkitä kohdaksi)</b>	<a href="#">Tiedot</a>	Yhteinen	Vihreä	OK, paikalla on pöytäkirja ja maapaneelin tulopöytäkirja. Maapaneelin täydennykset tulot ovat
		DBK:otahen	Vihreä	
		Matti Tervonen	Vihreä	
		Isa Muttonen	Vihreä	
Määräaikainen runtyöselitys on ja onko tulevat työt suunniteltu viikkokokoukseen? Määräaikaisten töiden resurssien tarve on määritetty? <b>(merkitä kohdaksi)</b>	<a href="#">Pöytäkirjat n. Määräaikaisten töiden linkki</a>	Yhteinen	Vihreä	Runtyöselitys paikalla
		DBK:otahen	Vihreä	
		Matti Tervonen	Vihreä	
		Isa Muttonen	Vihreä	
Onko käytössä vain tapellinen kalusto? Onko tulevat kalustotapheet valmistu? <b>(merkitä kohdaksi)</b>		Yhteinen	Vihreä	Määräaikaisten töiden valmistus. Aikataulu on tehtävä paikka ja suunnitella kuntoon. <b>OK</b>
		DBK:otahen	Vihreä	<b>Isa Muttonen, muokki kalusto pois viimeistään 3.2.2021</b>
		Matti Tervonen	Vihreä	
		Isa Muttonen	Vihreä	
Onko olosuhteet kulkutien ja osastoalueiden välistä vaarallisuuden osalta kunto? <b>(merkitä kohdaksi)</b>	<a href="#">Järjestelmä</a>	Yhteinen	Vihreä	Kulutus alustettiin lähtenyt käynnin. Seuraava 1.2.2021, lähennään pudonnut aita. <b>Matti ja kuvitusajat</b>
		DBK:otahen	Vihreä	
		Matti Tervonen	Vihreä	
		Isa Muttonen	Vihreä	
Työsuojatarkastus ja pyynnin lähtötoimenpiteet toteutettu? <b>(merkitä kohdaksi)</b>	<a href="#">Pöytäkirjat n. Sihteerin linkki</a>	Yhteinen	Vihreä	
		DBK:otahen	Vihreä	
		Matti Tervonen	Vihreä	
		Isa Muttonen	Vihreä	

Kuva 8. Työmaiden viikkopalaverien kypsyystasoista saatiin tilannekuva värienmallein kuvattuna.

Hankinnan toiminta perustuu aikatauluihin. Hankintasuunnitelma toimii sopimusyleisaikataulun pohjana ja hankintojen ajoitukset määritellään viikkotasolla toimituksissa. Hankinta kytkeytyy turvallisuusprosessiin kvartsipölyhallinnassa monella tavalla. Johtamisjärjestelmä toimii molempiin suuntiin ja hankintasuunnittelu etenee porttimallin kautta seuraavaan vaiheeseen. Kohteen koosta riippuen vaiheet skaalautuvat ja vaiheita on suuremmissa kohteissa enemmän. Työn kulku porttimallisissa on yksinkertainen, kun kaikki kypsyysmallit varmistetaan, saadaan lupa jatkaa seuraavaan vaiheeseen. Porttien sijoittelut ovat vaiheporttimallisissa vakioitu ja siirtymiset ovat vaiheistettuina kaikissa linjoissa. Firan johtamisjärjestelmä mahdollistaa samanaikaisen linjakohtaisen tarkastelun kaikissa linjan kohteissa. Näin Firalla johdetaan linjakohtaista projektihallintaa johtamisjärjestelmän avulla. Kaikki linjakohtaiset tuotannot sijoitetaan samaan taulukkoon ja taulukosta havaitaan eri vaiheiden ajoitukset ja statukset. Johtamisjärjestelmä syöttää uusia kohteita porttimallin kautta vaihetarkasteluun ja toisesta päästä saadaan luovutusvaiheen läpimennytä tuotantoa ulos takuvaiheeseen.

Hankinta liittyy aikatauluihin kartoituksen kautta, kun neuvotellaan uusista kohteista ja niihin liittyvistä komponenteista. Komponentit vaihtelevat elementtitilauksista roskakoreihin. Kvartsipölynhallinnan osalta tuotteiden laadulliset ominaisuudet ovat keskiössä. Kvartsittoman materiaalin työstäminen tuottaa kvartsitonta pölyä ja sen jatkuva mittaaminen päätetään lopettaa tarpeettomana. Lukuisten verrokkimittausten tuloksena saadaan luotua vakioidut työmenetelmät ja työvaiheet raja-arvot alittavilla tuloksilla. Hankinnan tehtäväksi jää selvittää ja sopia tuotantoihin sopivimmat pölynhallintakalustot ja tarvikkeet. Tutkimustyössä pyritään paketoimaan kvartsipölyhallinnan kokonaisuus siinä kuitenkaan onnistumatta. Pilottien linjakohtaiset erot ovat liian suuria hankinnan tekemän pölyhallinta pakettien luomiseksi tuotantoon. Linjakohtaisissa eroissa eniten vaihtelua aiheuttaa urakoitsijoiden omat pölynhallintavälineet ja saman aikaan Firan omat kvartsipölynhallintaan tarkoitetut hankinnat. Hankintoihin tulee päällekkäisyyksiä ja ylimääräisiä kustannuksia.

Pölynhallintalaitteistojen hankinta on suunnitelmallista, kun laitteet ja varusteet varataan ennakkoon tuotannon toimituksiin määräajaksi sopimuksien mukaan. Optimointi kuluissa kalusteiden suhteen synnyttää logistisia paineita muutenkin ruuhkautuneen ja varastointitilan puutteista kärsiville tuotannolle. Koulutusmateriaalien tärkeys nousee kaikilla tarkasteltavilla tasoilla esille kvartsipölynhallinnassa. Koulutusmateriaalien päivittäminen ja avoin matalan kynnyksen keskustelu poistaa ennakkoluuloja työhygienian tarpeellisuuden vahvistamisesta. Kvartsipölykoulutukset ovat tarpeellisia kaikille Firan työntekijöille, jotta keskustelu yhteisestä työhyvinvoinnista ja työturvallisuuden kehittämisestä kasvaa ja kehittyy. Hankinta suorittaa kvartsipölynhallinnassa valvontaa Firan johtamisjärjestelmän kautta aktiivisesti. Palaute on suoraa ja tiedonhankkiminen kaikilta tasoilta onnistuu helposti. Työssä havaitaan kvartsipölynhallinnan tahdistavan erilaisia työvaiheita. Pölyttömyyden merkitys kasvaa tuotannon edetessä ja kvartsipölynhallinnan vaatimukset kasvavat samassa suhteessa. Urakoitsijoiden väliset yhteensovittukset pölynhallinnassa ja laitteiden huolloissa ovat harmaata aluetta käytännössä. Pölynhallinta kokonaisuutena miellettiin ensisijaisesti siivoojien työksi. Sisävalmistusvaiheen pölysiivouksissa tulee eniten näkemyseroja puhtaustasoista. Näkemyserot tulevat siivoustasoista ja niiden saavuttamisen edellytyksistä.

Työssä huomataan kvartsipölyn siirtyneen jo pölysiivottuihin tiloihin siirtoilman kautta ja siivousurakoitsija edellyttää uudelleen siivouksen tuntitöinä pääurakoitsijan maksettavaksi. Urakoitsijoiden työvaiheet valvotaan ja raportoidaan kypsyysmalleihin heikosti ja pölyhallintaan ei pystytä reagoimaan riittävän ajoissa. Hoitamattomana aluevalvontaviranomainen pystyy tilapäisesti sulkea tuotannon, kunnes korjaavat toimenpiteet on todistetusti laitettu kuntoon. Takuuajana kvartsipölynhallinnan asiat tulevat esille mahdollisissa luovutuksen jälkeisissä sisäilmaongelmissa ja niiden hoitamisessa. Kvartsipöly jää ilmanvaihtoputkien sisä- ja ulkopuolelle aiheuttaen haitallista sisäilman pölyisyyttä. Kvartsipöly kytkeytyy ilmastoinnin kautta sisäilmaan ja siirtoilman avulla ulkopuolinen pöly siirtyy alakatton yläpuolisten taloteknisten putkien pinnoilta sisäilmaan. Siivous menee takuutyönä pääurakoitsijan maksettavaksi. Huoltokirja on luovutusvaiheen viranomaisvalvontaa ja materiaalihankintoja sisältävä lainvaatima asiakirjakokonaisuus pääurakoitsijalta tilaajalle. Firan johtamisjärjestelmässä turvallisuusprosessiin kytkeytyy materiaalitiedot kvartsittomista tuotteista haitta-aine kuvauksin. Mittausarvot laitetaan turvallisuusasiakirjaan tarvittaessa, mikäli tilaaja, konsultti tai viranomainen vaatii. Fira pyrkii turvallisuusasiakirjoissaan jättämään mittausarvot pois arvojen vaihtelevuuden vuoksi. Fira lisää turvallisuusasiakirjaan huoltokirjan osalta merkinnän vakioidun kaluston ja vakioidun työvaiheen käytöstä kvartsipölynhallintaan liittyen.

## 5 Työn tulos ja johtamisjärjestelmä

Tutkimustyössä tuodaan kvartsipölynhallinta koulutusmateriaalien päivityksien kautta kypsyysmalleihin. Kypsyysmalleista mallipohjien muodossa kvartsipöly kytkeytyy turvallisuusprossiin ja siitä Firan johtamisjärjestelmään. Työssä tutkitaan Firan johtamisjärjestelmää kokonaisuutena ja toiminnan moottorina kaikessa liiketoiminnassa.

### 5.1 Johtamisväline ja vaiheporttimenetelmä

Rakennuttajien johtamisjärjestelmät tutkimuksen keskiössä antavat elementtejä tutkia Firan johtamisjärjestelmän kehityskaaria ja valintoja rakennuttajana. Fira ottaa vaiheporttimallin käyttöön johtamisjärjestelmäkseen ja jalostaa järjestelmää oman liiketoimintamallinsa suuntaan. Firan toiminta vertailussa on hyvin erisuuntaista ja omaperäistä markkinoilla. Fira panostaa alun perin koulutukseen ja korkeasti koulutettuun henkilöstöön. Firan johtamisjärjestelmässä on huomattavasti enemmän erilaisia ohjelmistoja verrattuna muihin rakennuttajiin ja Firan johtamisjärjestelmä on raskaimmasta päästä käytettävyydeltään. Raskaaksi Firan johtamisjärjestelmän tekee tiukka raportointi ja mallipohjien ehdoton käyttö.

Tiedon tallentaminen projektipankkiin, jonka metahaku toimii erinomaisesti. Raskas ohjausjärjestelmä tuottaa selkeää helposti seurattavaa ja skaalautuvaa reaaliaikaista tilannetietoa projektinjohtamiseen. Fira toimii ainoana työkalujen ja järjestelmien kehittäjänä rakennuttajista ja se näkyy tuloksista. Fira on pitkällä aikavälillä skaalautuvalla johtamisjärjestelmällään mahdollistanut mahdotonta eli jatkuvaa hallittua kasvua. Kasvu ei perustu riskinottoihin ja onneen, vaan laskelmien suunnitelmallisiin toteutumisiin liiketoiminnassa. Fira on ainoana rakennuttajana onnistunut kasvattamaan brändiarvoaan kilpailluilla markkinoilla ja se perustuu johtamisjärjestelmän mahdollistamaan kokonaisvaltaiseen riskienhallintaan. Firan jatkojalostamassa vaiheporttimallissa tuotannot saadaan samaan aikatauluun vertailtavaksi keskenään ja johdettua keskitetyksi.

Johtamisen perusajatuksena on portin läpikulku, joka edellyttää kaikkien asioiden hyväksyttävää läpikäyntiä ennen siirtymistä seuraavaan porttiin. Vaiheet ovat kokonaisuuksia tuotannoissa ja vaiheiden määrä skaalautuu tuotannon koon mukaan. Firan johtamisjärjestelmä perustuu riskienhallintaan ja riskien pilkkominen pieniin osakokonaisuuksiin. Pilkkominen tuo johtamiseen raskautta ja samalla toimintavarmuutta. Pienissä riskiosissa on tarvittava määrä asiantuntijoita mukana päättämässä kypsyysmallien hyväksymisistä ja johtoryhmän hyväksymisellä päätetään jatkosta. Päätöksien takana on yhteinen kanta ja tarkka dokumentointi prosessista. Tutkimustyössä huomataan monia selkeitä virheitä. Firalla on terve taloudellinen toimintamalli ja Fira laittaa vuositasolla tuotekehitykseensä huomattavia summia. Markkinoilla olevat rakennuttajat toimivat päinvastoin ja säästävät tuotekehityksestä, koulutuksesta ja korkeasti koulutetusta henkilöstöstä. Firan johtamisjärjestelmään kytkeytyy pelkästään kvartsipölynhallinnan kautta turvallisuusprosessiin lukemattomia Firan erikoisasiantuntijoita antamaan panoksensa johtamisjärjestelmään. Tutkimuksessa ilmenee koulutustaustan olevan usein ylempi korkeakoulututkinto. Tämä on poikkeuksellista rakennusalalla ja toimii selkeänä viestinä tutkimuksessa. Hienot ja kalliit järjestelmät investointien kautta eivät yksin toimi, mikäli rakennuttajalla ei ole kantavaa työkalutuuria taustavoimana. Yhdessä tekeminen on kaikkien etu osaamistasojen ollessa samalla tasolla Firan henkilöstössä.

## 5.2 Tuotanto ja Fira

Työssä keskitytään tuotantoon työhygienian ja työmenetelmien päivityksen kautta. Työssä haetaan arvokasta tietoa tuotannon toimihenkilöiltä kvartsipölynhallintaan liittyen. Tuotannon näkemykset hankinnan toiminnasta tuovat tuoretta näkökulmaa työturvallisuusprosessiin. Näkemykset antavat suuntaa tutkia kipukohtia turvallisuusprosessissa riippumattomana osapuolena. Tuotannon keskustelut ja palaverit tulevat oikeaan aikaan esille, sillä useat asiat ratkaistaan muutamalla palaverilla oikeiden osapuolien ollessa paikalla. Asiat dokumentoidaan johtamisjärjestelmään ja välitetään koko organisaation saavutettavaksi. Tuotannon kanssa käydyt keskustelut ovat pitkälle aloitusedellytysten täyttymistä koskevia keskusteluja kvartsipölynhallinnassa.

Käytännön esteet ja toimintamallit muutetaan toimiviksi ja näin haetaan pölynhallintaan virtaavuutta. Kypsyysmalleissa käsitellään aloitusedellytysten kautta riskienhallintaa. Riskien tiedostaminen pölynhallinnan kokonaisuudessa on osa tutkimusprosessia. Riskiarviot tehdään mallipohjaan, joka liitetään turvallisuusasiakirjaan, urakkasopimukseen, urakkarajaliitteeseen tai aloituspalaveri pöytäkirjaan. Menetelmä on aina sama riippumatta asiasta ja näin varmistetaan kypsyysmallien eteneminen päätettäessä aikatauluista ja toimenpiteistä. Firan johtamisjärjestelmän menetelmät toimivat hyvin ja kytkeytymiset onnistuvat saumattomasti.

Tietoja ei katoa ja tiedot ovat oikeassa paikassa. Firan johtamisjärjestelmässä säilytetään koulutusmateriaalia ja materiaalin jatkojalostaminen on nopeaa reaaliaikaisen dokumentaation ansiosta. Johtamisjärjestelmä käyttö koulutukseen on tarkoituksenmukaista oikeiden tietojen ja Firan yhteisten materiaalien kautta. Kaikki materiaali on aina palvelimella ja koko ajan kaikkien käytössä. Firalla on tiukat ohjeet ja toimintamallit kaikkeen tekemiseen. Firan johtamisjärjestelmän suuri etu on sen kattavuus koko liiketoiminta-alueen tiedoissa. Tutkimuksessa seurataan kvartsipölynhallinnan tiedottamista Firan raportointien yhteydessä. Fira tiedottaa linjakohtaisesti kuukausittain taloudesta ja tuotanto asioistaan. Kokonaiskuva ja tilannearvio on selvitys aikavälin muutoksista ja johtamisjärjestelmästä pystyy tarkentamaan asioita tarkan dokumentaation kautta lisää. Läpimenoajat tahdistavat maksuerätaulukoita Firalle tilaajalta ja läpimenoaikojen jatkuva seuraaminen on onnistumisen mittari projekteissa. Jälkilaskenta sisältää läpimennon jälkeen arvion eri kustannuspaikkojen suunnitelmallisesta toteutumisesta.

### 5.3 Standardointi ja vakiointi

Tutkimustyössä vakiointia tavoitellaan monella eri tasolla kvartsipölynhallinnassa. Viranomaisten tarkastukset tehdään rutiininomaisesti ja poikkeamia ei ilmene. Vakioidut työmenetelmät ja tarvikkeet varmistavat työn laadullisen lopputuloksen. Työssä löydetään sopimuskumppanit vuosisopimuksilla ja näin varmistetaan tasalaatuinen työsuoritus vakioiduilla tarvikkeilla.



Koulutusmateriaalit laaditaan yhteisesti tavarantoimittajien kesken yhteistyössä ja uusimmat innovaatiot tulevat etulinjassa Firan kohteisiin käyttöön. Tutkimustyön aikaan Fira on hoitanut huomautuksetta lain edellyttämät vastuut kohteis- saan. Viranomaiset kiittävät mittausten tarkoituksenmukaisuutta ja kattavuutta. Materiaalihankinnat muutetaan kvartsittomiksi ja tavarantoimittajien sertifikaatit tuotteista liitetään turvallisuusprosessin kautta Firan johtamisjärjestelmään. Suuret vuosisopimustoimittajat ilmoittavat tuotannossa olevan riittävästi kvartsittomia vaihtoehtoja ja materiaalitoimitusten vaihto sujuu vaivattomasti Firan hankinnasta tuotantoon.

Tutkimustyössä laadunvalvonta on isossa roolissa ja se kuuluu olennaisesti joh- tamisjärjestelmään. Mallityöt ja katselmukset ovat edellytyksinä urakan aloituk- selle. Mallityöt dokumentoidaan Firan laadulliseen johtamisjärjestelmään osana laadunvalvontaa. Tarkastuslistoissa on työturvallisuuden riveillä merkinnät pölyn- hallinnasta ja työhygieniasta. Laadulliset tekijät tuotannossa ovat läpimenon ja aikataulusuunnittelun kannalta tahdistavia laadullisia toimia. Valvojan kuittaa työ- vaiheita, missä käytetään koulutusmateriaalin mukaisia työmenetelmäkortteja ja dokumentoituja materiaaleja. Kaikki laadullinen dokumentaatio kytkeytyy näin myös turvallisuusprosessiin ja Firan johtamisjärjestelmään.

Tuloksena kvartsipölynhallinnan kannalta pidetään työturvallisuuden osalta tapa- turmattomuutta. Oikeat työmenetelmät lisäävät huolellisuutta kaikissa työvai- heissa. Tapaturma-alttius laskee ja työn laatu paranee tehostetun koulutuksen ja valvonnan kautta. Laatumittarilla tapaturmattomuus on tärkeä voimavara ja se kytkeytyy kvartsipölynhallintaan myös kannattavuutena mitattaessa tulosta. Yli- määräiset kuluerät pienenevät ja tuotannon aikataulut toimii hyvin. Työssä va- kiointi tuo lisää onnistumisia ja epävarmuus aikatauluissa vähenee. Johtamisjär- jestelmää päivitetään jatkuvasti, koska tuotannossa on pelivaroja muuttujille.

## 6 Työn merkitys ja konserni

Tutkimustyössä painoarvo on työn merkityksessä tilaajalle eli Firalle. Rakennuttajana Fira kuuluu menestyjä joukkoon projektinjohtamisalalla, koska kehittyminen on Firalle aktiivinen toimintatapa ja selviytymiskeino uusissa haasteissa. Fira käyttää ulkopuolisia konsulttipalveluita eri toiminta-alueiden kehitystyöhön ja varmistaa sokeiden pisteiden paljastumisen omassa liiketoiminnassaan. Fira käyttää liikevaihtoonsa nähden huomattavan summan budjetistaan laadulliseen kehittämiseen ja tämä tutkimustyö on osa laadullista tutkimusta. Työn alussa Fira antaa toimeksiantona tarkastella kriittisesti omaa johtamisjärjestelmäänsä ja siihen sisältyvää vaiheporttimenetelmää kokonaisuutena. Tutkimustyössä kytketään uusi laki asetuksineen johtamisjärjestelmään ja halutaan kuvata kytkeytymistä kaikilla sen tasoilla yhdessä ja erikseen. Työssä tarkastellaan kustannusvaikutuksia, teknisien toteutuksien kautta. Tuotannon kytkeytyminen johtamisjärjestelmään ja siitä hankintaan on punaisena lankana laadullisessa tarkastelussa. Välineenä on kvartsipölynhallinta tuotannossa ja sen kytkeminen johtamisjärjestelmään. Lakimuutos on ensimmäisiä tulevien muutosten sarjassa ja lisää on tulossa. Tarkastelun kautta todetaan johtamisjärjestelmän heikkoja ja korjaustoimenpiteitä edellyttäviä kohtia johtamisjärjestelmään kytkemisessä. Korjaavat toimenpiteet laiteetaan heti käytäntöön.

Varsinaisia virheitä ei tarkastelussa löydy ja se selittyy Firan johtamisjärjestelmän jatkuvalla jatkojalostamisella vuosien aikana. Tuotanto on linjakohtaisilla eroilla ja kohdekohtaisilla eroilla jo isompi haaste. Konsernille merkityksellistä ja lisäarvoa tuovana tekijänä on saada arvio ulkopuoliselta riippumattomalta osapuolelta. Tarkastelu tuottaa uusia näkökulmia ja nopeita korjaustoimia hankinnan ja tuotannon välillä. Tarkasteluissa kytketään tuotannon toimihenkilöt kehitysprosessiin koulutuksella ja työvaihetarkasteluilla. Tarkastelu suoritetaan kuuntelemalla ja pyytämällä perusteluja oleviin toimintamalleihin. Toimintamalleista tehdään verrokkimittauksia ja tuloksia arvioidaan yhdessä rakentavalla tavalla koko linjan tasolla. Matalan kynnyksen yrityskulttuuri tuli erinomaisesti esille kohtaamisissa. Tavoitettavuus ja keskustelut sujuvat samalla rakentavalla tasolla osapuolesta riippumatta.

Rakentavia keskusteluja käydään kaikilla tasoilla ja keskustelut dokumentoidaan muistioiksi jatkotoimenpiteitä varten. Tutkimustyö on sisäinen tarkastustyö johtamisjärjestelmän ominaisuuksista. Työn merkitys konsernille on kiistaton. Ongelmakohdat korjataan reilusti ja näkökulmat perustellaan tarkasti. Kaikissa päätöksissä on ohjaavana elementtinä kustannukset ja aikataulutus. Laadulliset tekijät sidotaan tarkastelussa kaikkeen tekemiseen. Työvaihe tehdään kerralla valmiiksi ja laadullisen dokumentoinnin jälkeen valvova osapuoli antaa jatkoluvan prosessissa. Tutkimustyössä nerokas skaalautuvuus on tuotu kaikkeen toimintaan systemaattisesti. Tarkasteltuna johtamisprosessia miltä tasolta tahansa, huomaa saman prosessikaavion toteutumisen joka kohdassa. Tutkimustyössä todetaan johtamisjärjestelmän toimintojen olevan lakisääteisiä ja rakennuttajilla on omat versionsa käytössään vaiheporttimallien sovelluksissaan.

## 6.1 Vaiheporttimalli ja etenemislupa

Tutkimuksessa tarkastellaan Firan käyttämää vaiheporttimallia johtamisjärjestelmän runkona. Vaiheporttimalli on yleinen ja maailmalla paljon käytetty johtamisjärjestelmä. Fira jalostaa johtamisjärjestelmää oman liiketoimintamallinsa mukaiseksi. Vaiheporttimallin toimintaperiaate jakaa projektin sopiviksi osakokonaisuuksiksi ja sijoittaa osien väliin portit. Kaikkien etukäteen määriteltujen tekijöiden toteuduttua, saadaan lupa mennä portin läpi. Sama toistetaan, kunnes projekti etenee loppuun asti. Vaiheporttimalli jaetaan skaalautuvasti loogisiin vaiheisiin ja läpimenot tehdään samalla porttiperiaatteella. Tarjouspyyntö tai urakkasopimus on yksi portti ja suunnittelu on yksi vaihe. Kohteen koon mukaan porttivaihe malli skaalautuu tarpeen mukaan [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Kvartsipölynhallinta on yhtenä kypsyyssmallien toteutumisien ehdoista porttiläpäisyssä. Portin tai vaiheen läpäisy edellyttää etenemislupaa ja riippuen vaativuustasosta lupa annetaan johtoryhmän kautta. Etenemislupa tehdään kaikissa vaiheissa ja porteissa samalla mekanismilla. Etenemislupia tarvitaan eri tuotantojen valmiusasteiden etenemisen mukaan ja jokaiseen etenemislupaan Firalla perehdytään etukäteen huolellisesti. Vastuut ovat suuria ja virheitä ei haluta.

## 7 Työn yhteenveto ja pohdinta

Tutkimustyön yhteenvetona aluksi tutkittiin eri liiketoimintojen linjakohtaisia eroja pilottityömaiden kautta. Tuotannoissa tarkasteltiin olevien työvaihekorttien kautta kokonaisvaltaisesti kvartsipölynhallintaa tuotannossa ja koulutuksessa. Kerätyt dokumentaatiot [24.] vietiin turvallisuusprosessin kautta Firan johtamisjärjestelmään. Työvaihekortteja täydennettiin ja mittaustuloksia lisättiin. Työvaihemateriaaleista tehtiin koulutusmateriaali tuotantoon ja johtamisjärjestelmään. Mittaus- tekniikoita tarkasteltiin ja tulosten tarkkuuksia analysoitiin luotettavuuden perusteella. Verrokkimittauksia tehtiin vaihdetuista kvartsittomista materiaaleista. Tiedot kerättiin työvaihekorttien tarkastelua varten kehittämällä toimivampia työvaihekokonaisuuksia. Dokumentaatiot [25.] kerättiin kypsyysmallien mallipohjiin osaksi turvallisuusprosessia kytkeytyen osaksi Firan johtamisjärjestelmää.

Työllä pyrittiin kytkemään kokonaan uusi laki asetuksineen turvallisuusprosessin kautta Firan johtamisjärjestelmään aiheena kvartsipölynhallinta Firan työmailla. Työssä tehtiin yhteensovittua tuotannon ja hankinnan välillä käyttäen turvallisuusprosessia väylänä Firan johtamisjärjestelmään. Työssä havaittiin tiedon puutetta ja asenneongelmia, jotka korjattiin koulutuksella sekä koulutusmateriaaleilla. Työssä saatiin aikaiseksi työvaihekortteja, koulutusmateriaalia, kvartsittomien materiaalien vaihto vuosisopimushankintoihin ja koko turvallisuusprosessin kytkeytyminen Firan johtamisjärjestelmään uuden kvartsipölylain toteutuksessa sen kaikilla tasoilla. Tavoitteet saavutettiin tutkimuksen kaikilla tasoilla. Ilman tätä työtä ei tiedettäisi kytkentämekanismia kvartsipölynhallinnan toteutusmallista ja sen kytkemisestä Firan johtamisjärjestelmään. Työssä jäi selvittämättä jälkilaskennan kautta välilliset ja välittömät kustannusvaikutukset erilaisien pölynhallintakokonaisuuksien kustannusvaikutuksista. Laki oli uusi ja tietoa ei ollut riittävän pitkältä aikaväliltä. Tutkimusta voisi jatkaa toisiaan vastaavien työvaihekokonaisuuksien kustannusvertailulla ja työvaiheiden läpimenoaikojen muutoksilla muuttujana erilaiset kalustokokonaisuudet ja pitkäaikaiskustannusten muodostuminen. Työtä hyödynnettiin tulevissa lakimuutoksissa ympäristö- ja vastuullisuusasioiden kytkemisessä prosesseina Firan johtamisjärjestelmään. Työssä opittiin Firan johtamisjärjestelmän toiminta .

## Lähteet

1. Talonrakennusteollisuus ry. 2016. Aikataulukirja.  
> Luettu 21.2.2020
2. Talonrakennusteollisuus ry. 2015. Rakennustöiden menekit.  
> Luettu 14.7.2020
3. Talonrakennusteollisuus ry. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus.  
> Luettu 1.11.2020
4. Consair Oy. 2019. Kohdepoisto rakennustyömaan pölyhallinnassa.  
> Luettu 27.11.2020
5. Consair Oy. 2019. P1-puhtausluokan rakentaminen.  
> Luettu 28.12.2020
6. Consair Oy. 2019. Pölyhallintaprosessi.  
> Luettu 19.1.2021
7. Consair Oy. 2019, Rakennuspöly.  
> Luettu 19.1.2021
8. Fira Oy. 2020. Vuosikatsaus. Fira intra.  
> Luettu 1.4.2021
9. Finlex. 1267/2019. Valtioneuvoston asetus.  
> Luettu 5.4.2021
10. Työterveyslaitos. 2020. Kemikaalit ja työ/kvartsi.  
> Luettu 6.4.2021
11. Tammiholma. 2020. Tietoa Hepa-suodattimista ja imurien H-luokasta.  
> Luettu 6.4.2021
12. Johtavien työsuojelutarkastajien komitea (SLIC). 2020. Ohjeet kansallisille työtarkastajille  
> Luettu 7.4.2021
13. Työterveyslaitos. 2021. kemikaalit, kaasut ja pölyt työpaikalla.  
> Luettu 19.5.2021
14. Cramo Finland Oy. 2020. Pölyhallinta 2020.  
> Luettu 19.5.2021

15. state-gate.com. 2021. Overview of the Stage-Gate innovation performance framework.  
Verkkomateriaali.  
<https://www.stage-gate.com/discovery-to-launch-process/>  
> Luettu 9.11.2021
16. Stage Gate Process. 2021. Stage gate process for technology.  
Verkkomateriaali.  
<https://www.toolshero.com/innovation/stage-gate-process/>  
> Luettu 10.11.2021  
The Stage-Gate Model. 2021.  
  
Verkkomateriaali.
17. The Stage-Gate Model. 2021.  
[http://apppm.man.dtu.dk/index.php/The\\_Stage-Gate\\_Model](http://apppm.man.dtu.dk/index.php/The_Stage-Gate_Model)  
> Luettu 15.11.2021
18. Implementation of Stage-Gate Model for Technology Development in CSIR. 2022.  
Verkkomateriaali.  
<https://www.csir.res.in/notification/implementation-stage-gate-modeltechnology-development-csir>  
> Luettu 23.12.2021
19. New Product Development A Stage-Gate model in a B2B setting for product development with a low level of technological innovation. 2021.  
Verkkomateriaali.  
<http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:953762/FULLTEXT01.pdf>  
> Luettu 23.12.2021
20. Structuring and managing the new product development process – review on the evolution of the Stage-Gate process.  
Verkkomateriaali.  
[https://www.researchgate.net/publication/340280308\\_Structuring\\_and\\_managing\\_the\\_new\\_product\\_development\\_process-review\\_on\\_the\\_evolution\\_of\\_the\\_Stage-GateR\\_process](https://www.researchgate.net/publication/340280308_Structuring_and_managing_the_new_product_development_process-review_on_the_evolution_of_the_Stage-GateR_process)  
> Luettu 25.12.2021
21. A universal new product development and upgradation framework.  
Verkkomateriaali.  
<https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-016-0055-7>  
> Luettu 27.12.2021
22. Fira Oy. 2021. Firan työturvallisuus. Fira intra.  
> Luettu 3.1.2022

23. Fira Oy. 2021. Koulutusmateriaalit. Fira intra.  
> Luettu 15.1.2022

24. Fira Oy. 2021. Mallipohjat. Fira Intra.  
> Luettu 20.1.2022

25. Fira Oy. 2021. Kvartsipölynhallinta ja asiakirjat. Fira intra.  
> Luettu 25.1.2022

# Liitteet

## Liite 1. Materiaalitodistus



### Kvartsin alveolijae Kiillon tuotteissa

1.1.2020 voimaan astunut valitoneuvoston Vna 1276/2019 asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta, vaikuttaa erityisesti rakennusalan työmaiden pölyntorjuntaan.

Kvartsi on merkittävä tekijä rakennuspölyssä, sillä alveolijakeisen kvartsipölyn hengittämisen on todettu olevan yhteydessä useisiin sairauksiin kuten silikoosiin eli kivipölykeuhkosairauteen sekä keuhkosyöpään. Kvartsin osalta 1.1.2020 voimaan astunut 8h sitova työhygieeninen raja-arvo on  $0,1\text{mg}/\text{m}^3$ . Tämä raja-arvo koskee kvartsin alveolijaeetta 5-10  $\mu\text{m}$ . Annettu asetus koskee pitoisuutta hengitysilmassa. Kvartsia on käytetty mm. kiinnityslaasteissa ja pölyn muodostuminen tulee huomioida erityisesti laasteja sekoitettaessa.

Kiilto on teettänyt työhygieeniset mittaukset muutamalle tuotteelle ja mittaukset osoittavat, että altistuminen alveolijakeelle 8 tunnin työpäivän aikana on vähäistä, jos työntekijä sekoittaa työpäivän aikana alle 30 säkkiä tuotetta. Useista tuotteista on valitavissa vähäpölyinen vaihtoehto, jonka tunnistaa tuotenimen yhteydessä merkinnästä DF. Näiden tuotteiden pölynmuodostus on sekoitettaessa huomattavasti vähäisempää.

Mikäli Kiillon rakennustuote sisältää kvartsipölyn alveolijaeetta, on se ilmoitettu käyttöturvallisuustiedotteen kohdassa 3. Alla listattu tuotteet:

<u>Tuote</u>	<u>Säkkiä voi sekoittaa ilman että HTP-raja ylittyy (kpl)</u>
T3754 Kiilto KeraSafe Speed X	>150
T2130 Kiilto RepairFix	60
T2379 Kiilto LightFix	60
T3947 Kiilto Highflex S2 DF	>150
T2083 Kiilto Easyrapid DF	>150
T2029 Kiilto Superfix DF	>150
T2279 Kiilto CR DF	>150

Näiden tuotteiden osalta P3-luokan hengityssuojaimen käyttö on merkitty pakolliseksi. Kvartsipölyä sisältävät rakennusmateriaalit sekä niiden vaatimat käytännöt tulee huomioida työmaakohtaisesti pölynhallintasuunnitelmassa.

Lisätietoja voi kysyä p.0207710100 tai s-postilla [productsafety@kiilto.com](mailto:productsafety@kiilto.com)

20.4.2020 Lempäälässä

A handwritten signature in blue ink that reads "Lilli Puntti".

Lilli Puntti,  
R&D Support Manager