

Sami Hiltunen

**RAEPUHALLUSLAITTEEN KÄYTTÖÖNOTTOSUUNNITELMA JA
LAYOUT**

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Kesäkuu 2018**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Kesäkuu 2018	Tekijä/tekijät Sami Hiltunen
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi Raepuhalluslaitteen käyttöönottosuunnitelma ja layout		
Työn ohjaaja Seppo Jokelainen	Sivumäärä 36 + 6	
Työelämäohjaaja Ville Poutiainen ja Juhani Brax		
<p>Opinnäytetyön tilaajana oli Caverion Industria Oy Ylivieskan konepaja. Opinnäytetyön aiheena oli raepuhalluslinjaston käyttöönotto- ja layoutsuunnitelman tekeminen. Käyttöönottosuunnitelmassa tarkastellaan koneen asentamisessa huomioon otettavia asioita ja layoutissa perehdytään tuotannon esikäsittelylinjaston materiaalivirtaukseen. Lisäksi opinnäytetyössäni kerron Lean - ajattelusta ja siihen liittyvistä työkaluista, muun muassa 5S-menetelmästä.</p> <p>Työn tavoitteena oli löytää toimivia layout-ratkaisuja raepuhalluslinjastolle, jotta materiaalivirtaus tuotannossa olisi tehokasta ja mahdollisimman vähän tuotantoa kuormittavaa. Tavoitteena oli myös saada raepuhalluslinjasto sopimaan sahan ja polttoleikkauskoneen kanssa samalle linjastolle ja selvittää, mihin tällainen esikäsittelylinjasto saataisiin mahtumaan.</p> <p>Opinnäytetyön lähtökohtana oli aikaisemmin käytöstä poistettu raepuhalluslinjasto, jonka materiaalivirtaus ei ollut tarpeeksi tehokas. Lisäksi tuotantotilojen ahtauden vuoksi toimivan esikäsittelylinjaston ongelma kohtia ei ollut pystytty ratkaisemaan. Pääsin asettamiini tavoitteisiin ja löysin toimivan ratkaisun yrityksen ongelmaan. Caverion aikoo tulevaisuudessa ottaa käyttöön suunnittelemani layout -mallin.</p>		
Asiasanat Esikäsittelylinjasto, investointi, layout, käyttöönottosuunnitelma, materiaalivirtaus, raepuhalluslinjasto, raepuhallus		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date June 2015	Author Sami Hiltunen
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis The implementation plan and layout for the blasting equipment.		
Instructor Seppo Jokelainen	Pages 36 + 6	
Supervisor Ville Poutiainen and Juhani Brax		
<p>This thesis was commissioned by Caverion Industria Oy. The subject of my thesis was planning and implementing a blast furnace line introduction and layout. The implementation plan looks at the issues to be taken into account when installing the machine and the layout discusses the material flow of the production pretreatment line. In addition, Lean-production and 5S - method in are discussed in my thesis.</p> <p>The goal of the thesis was to find functional layout solutions for the blasting line, so that the material flow in production would be efficient and the least burdensome for production. One of the goals was also to fit the blast furnace line to the same line with the saw and plasma machines and find out where such a pretreatment line could fit.</p> <p>The base for the thesis was a decommissioned blasting line, whose material flow was not efficient enough. In addition, the problems of the pre-processing line that worked on the production facilities could not have been solved. I reached the goals that I set and I found an effective solution to the company's problem. Caverion plans to introduce the designed layout in the future.</p>		

<p>Key words pre-treatment line, investment, layout, introduction plan, material flow, a blast furnace line, blast furnace.</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

HRC -merkintä	Merkintä tarkoittaa kappaleen kovuusluokkaa. Tässä tapauksessa HRC -merkinnällä tarkoitetaan puhallusrakeen kovuutta. Kovuus on kappalemateriaalin mekaanista ominaisuutta vastustaa kulumista ja leikkaantumista, toisin sanoen muodonmuutosta tai naarmuuntumista.
G50. (0,2-0,7 mm)	Merkintä tarkoittaa teräsraetta ja se on yleisin käytössä oleva puhallusrae. Edullisen hintansa vuoksi särmikäs teräsrae on omiaan suurten rauta- ja teräspintojen ja määrien käsittelyyn. G - alkukirjain tarkoittaa rakeen muotoa eli tässä tapauksessa särmikästä raetta. Numero 50 kertoo rakeen yleisen koon ja raekoolle on lisäksi määritelty millimetreinä ala- ja ylärajat.
SolidWorks 3D -ohjelma	Ohjelma on tehty kolmiulotteisen mallin luomiseen. Ohjelmalla on helppo havainnollistaa, miltä kokonaisuus näyttäisi todellisuudessa.
Syklonierotin	Syklonierotin on tarkoitettu kuivien pölyjen erotukseen ilmavirrasta. Pölynerotuskyky on tyypillisesti yhdeksänkymmentä prosenttia ilmavirrasta. Syklonierotinta voidaan käyttää erittäin kuluttavien sekä kuumien pölyjen erotukseen. Tässä tapauksessa syklonierottimella ohjataan ja puhdistetaan raetta prosessin uudelleen käytettäväksi.
Tuotannon layout	Tuotannon layout tarkoittaa tuotantotilojen järjestelyä eli sitä, kuinka laitteet työpisteet, kulkureitit, varastot ja työnsujuvuuteen liittyvät asiat on sijoitettu ja suunniteltu tehtaan sisällä. Tuotannon layout suunnitellaan usein niin, että materiaalivirtaus on mahdollisimman tehokas.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 YRITYSESITTELY	3
2.1 Konserni	3
2.2 Ylivieskan konepaja	3
3 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT	5
3.1 Toimeksianto opinnäytetyöstä	6
3.2 Suunnittelu-ohjelmat	6
4 RAEPUHALLUSLAITTEEN KÄYTTÖTARKOITUS JA TOIMINTAPERIAATE	7
4.1 Epäasiallinen käyttö ja työsuojelu	7
4.2 Turvallisuustoimenpiteet	8
4.3 Raepuhalluslaitteen toimintaperiaate	8
5 LEAN.....	10
5.1 Virtaus- ja resurssitehokkuus	12
5.2 Pullonkaulojen laki	13
5.3 Tehokkuusmatriisi	14
5.4 Lean ja 5S - työkalu	17
6 RAEPUHALLUSLAITTEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA HUOMIOITAVAT ASIAT.....	18
6.1 Raepuhalluslaitteen käyttöönotossa vaadittavat hankinnat	18
6.2 Raepuhalluslaitteen käyttöönotto	19
6.3 Koneen liittäminen paineilma- ja sähköverkkoon	19
6.4 Koneen liittäminen sähköverkkoon.....	20
6.5 Puhallusrakeen tyyppi	20
6.6 Puhallusrakeen määrän tarkastus ja lisäys	20
6.7 Koneeseen on joutunut kosteutta tai öljyä.....	21
7 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	22
7.1 Suunnittelutyö	22
7.2 Layout yksi.....	24
7.3 Layout kaksi	27
7.4 Layout kolme	28
7.5 Layout neljä	30
7.6 Vertailua layout-malleista	32
8 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	35
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Caverion Industrial Ylivieskan konepajalle. Opinnäytetyön aiheena oli raepuhalluslinjaston käyttöönotto- sekä layoutsuunnitelman tekeminen. Käyttöönottosuunnitelmassa käydään läpi huomioon otettavia asioita koneen asentamisessa. Näitä asioita ovat esimerkiksi ilmanpaineen- ja sähkönsaanti, sijoituspaikka tuotannossa sekä mihin ja miten putki ohjataan jatko tuotannossa.

Layoutia tarkastellaan Lean-työkalujen näkökulmasta, miten materiaalivirtaus olisi mahdollisimman suoraviivaista ja tehokasta. Lisäksi käydään läpi materiaalivirtausta ennen raepuhalluslinjastolle tuloa sekä raepuhalluslaitteen jälkeen, miten materiaali ohjautuu jatko tuotantoon ja mille koneille sitä yleisemmin siirretään: sahalle, polttoleikkauslinjalle vai plasmalle.

Opinnäytetyössä huomioitiin myös, ettei raepuhalluslaitteelle voi tuoda kosteaa tai lumista materiaalia ulkovarastosta, joten pyrkimyksenä oli tehdä sellainen suunnitelma, jossa putki on kuiva raepuhalluslaitteelle tullessaan. Putki täytyy saada kuivaksi raepuhallusta varten, koska metallirae voi veden vuoksi ruostua tai puuroutua yhtenäiseksi massaksi. Massa voi aiheuttaa suuttimissa ja putkistossa tukkeumia ja pahimmassa tapauksessa rikkoa käyttölaitteen. Tutkimuksessa pyrittiin löytämään monta ratkaisua, joita tarkasteltiin erilaisista näkökulmista nopeimman ja helpoimman tuotantotavan löytämiseksi. Toisena ongelmakohtana oli tilanpuute. Tilan ahtauden takia tutkimuksessa jouduttiin huomioimaan, minkä mittaista putkea raepuhalluslinjastolla olisi mahdollista puhaltaa. Tuotannossa taivutetaan jopa kaksitoista metriä pitkiä putkia. Yhtenä ongelmakohtana oli myös putkimateriaalin merkkäminen raepuhalluslaitteelle sen tullessa: milloin ja missä vaiheessa tuote merkataan, ettei merkkäus katoa raepuhalluslaitteessa. Opinnäytetyössä pohdittiin myös, pitääkö tehdä uusia hankintoja toimivan linjaston aikaansaamiseksi vai tullaanko toimeen jo olemassa olevilla laitteilla ja kuljettimilla.

Tutkimustyö aloitettiin selvittämällä lähtötilanne tuotannossa, kuinka paljon uusi raepuhalluslinjasto vähentäisi työkuormitusta ja miten muuten se vaikuttaisi tuotantoon. Opinnäytetyössä mitattiin myös rakennuksen ja tehtaan laitteiden mitat, jonka pohjalta suunniteltiin layout -malleja. Sen jälkeen perehdyttiin raepuhalluslaitteen raepuhallusautomaatti FB-350-P käyttäjän käsikirjaan, josta selvitettiin laitteen toimintaperiaatteet (turvallisuus-, käyttö-, huolto- ja käyttöönotto-ohjeet). Lisäksi perehdyttiin materiaalin virtaukseen ja Lean-ajattelumalliin. Opinnäytetyössä käytettiin apuna SolidWorks 3D -ohjelmaa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada toimiva käyttöönottosuunnitelma raepuhalluslinjastolle niin, että materiaalinvirtaus olisi tehokasta ja mahdollisimman vähän tuotantoa kuormittavaa. Tarkoituksena oli, että materiaalinvirtausta olisi mahdollista ohjata eri tuotannon osa-alueille raepuhalluslaitteen jälkeen kuljettimien avulla. Yhtenä tavoitteena oli vähentää työkuormitusta tuotannon loppuvaiheesta, jossa tällä hetkellä tehdään raepuhalluksia käsin. Tavoitteena oli myös havainnollistaa ajansäästöä sekä tuotannon työkuormaa vähentäviä asioita. Ennakkomateriaalia ja dataa ei ollut käytössä, joten tulosten saavuttaminen kerrotaan kokemuspohjaisesti. Datan keräystä ei suoritettu, koska tuotannossa tehdään päivittäin erilaista putkimateriaalia, josta ei ole käytettävissä vertailudataa.

2 YRITYSESITTELY

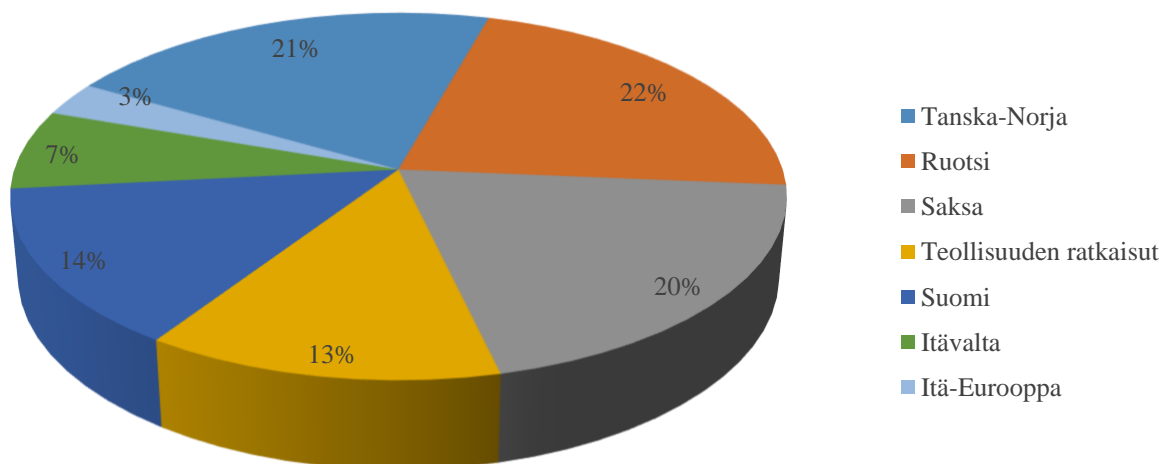
2.1 Konserni

Caverion tuottaa kiinteistöjen, teollisuuden prosessien ja infrastruktuurin älykkäitä teknisiä ratkaisuja ja palveluita. Palveluntarjonta kattaa koko tuotteen elinkaaren, suunnittelusta aina tuotteen huoltoon ja ylläpitoon asti. Caverion on yksi Euroopan johtavista teknisiä ratkaisuja kiinteistöille ja teollisuudelle tarjoavista yrityksistä. Liiketoimintayksikköjä ovat projektit ja palvelut. Caverionin visio on olla asiakkaiden, työntekijöiden, kumppaneiden ja sijoittajien ykkösvalinta digitalisoituvissa ympäristöissä. Yritys toimii yhteensä kahdessatoista Euroopan maassa ja työntekijöitä on noin 16 000. Konsernin liikevaihto vuonna 2017 oli noin 2,3 miljardia euroa. Caverionin pääkonttori sijaitsee Helsingissä. (Caverion lyhyesti 2018.)

2.2 Ylivieskan konepaja

Ylivieskan konepaja on ollut toiminnassa jo neljäkymmenen vuoden ajan. Konepaja perustettiin vuonna 1976 laivateollisuuden tarpeisiin ja omistajana silloin oli Wärtsilä. Ylivieskan konepaja on ensimmäinen Pohjoismaissa sijaitseva tehdas, joka otti 1980 -luvun alkupuolella käyttöön induktiotaiivutuskoneet. Myöhemmin, vuonna 1995 tehtaan omistus siirtyi YIT:lle ja omistus jatkui vuoteen 2013 asti. Konepajatoiminnot siirtyivät Caverionin teollisuuden ratkaisut -divisioonaan kesäkuussa 2013, kun yhtiö irtautui YIT-konsernista itsenäiseksi konserniksi. Ylivieskan konepajan päätuotteita ovat putkistoiesivalmisteet ja komponentit ja niihin liittyvät lämpö-, pintakäsittely ja tarkastuspalvelut.

(Caverion 2018, Ylivieskan konepajapalvelut.) (Caverion 2018, Putkistoiesivalmisteet.)



KUVIO 1. Caverion Oyj:n liikevaihto divisioonittain, prosenttia liikevaihdosta vuonna 2017. (mukaiillen Caverion 2018.)

Kuviossa 1 nähdään teollisuuden ratkaisut -divisioona, johon Ylivieskan konepaja kuuluu kattaa 13 prosenttia Caverionin liikevaihdosta. Vuoteen 2016 verrattuna teollisuuden ratkaisut -divisioonan liikevaihto laski 10 prosenttia. Suurin liikevaihtoon vaikuttava alue vuonna 2017 oli Ruotsi ja toisena on vahvassa kasvussa oleva Tanska-Norja. Pienin liikevaihtoon vaikuttava alue on Itä-Eurooppa.

3 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

Tuotannossa on muutama vuosi sitten ollut käytössä vanha raepuhalluslaite. Laitteen käyttöikä loppui, minkä takia se jouduttiin poistamaan tuotannosta. Käytöstä poistetun raepuhalluslaitteen ongelmia olivat kuluneet osat ja vanhentunut tekniikka. Kulunut raepuhalluslaite vaati niin paljon huoltotoimenpiteitä, että se kuormitti liikaa huoltomiehiä. Myös työturvallisuusongelmia ilmeni loppuun kuluneiden suojafeltien takia. Raepuhalluksessa käytettävien teräskuulien pöly ja muutamat irtokuulat pääsivät leviämään ympäristöön ja pieneltä osalta teräskuulat pääsivät myös kuluttamaan rakennuksen tiiliseinää. Työturvallisuudelle tämä oli liian suuri riski, joten raepuhalluslaite päätettiin hävittää, eikä sitä peruskorjattu enää.

Laitteen layout ei ollut myöskään tarpeeksi tehokas ja materiaalivirtaus oli huomattavan monimutkainen. Materiaalivirtausta tarkasteltaessa saha oli ennen raepuhalluslaitetta ja sen olisi pitänyt olla toisinpäin, joten putken siirtämistä ei ollut huomioitu ennen nykyistä layout-suunnitelmaa. Jos putkimateriaali lyheni liikaa sahausvaiheessa, tuotetta ei voinut enää raepuhaltaa linjastolla, vaan puhallus suoritettiin käsin. Käsin ohjattava raepuhalluskone sijaitsee rakennuksen toisessa päädyssä ja tuotteiden siirtäminen sinne pidensi läpimenoaikaa huomattavasti.

Toisena ongelmakohtana oli pitkien putkien raepuhaltaminen. Vanhalla raepuhalluslinjastolla ei voitu puhaltaa kuutta metriä pitempää putkea. Nämä raepuhallettiin aina käsin, mikä on huomattavasti hitaampi ja kalliimpi ratkaisu. Kolmas ongelma oli, että linjastoa ei ollut suunniteltu materiaalivirtauksen mukaan, vaan kone oli sijoitettu sinne missä sille oli eniten tilaa. Materiaalivirtausta tarkasteltaessa havaittiin, että tuotteita täytyi nostaa ylimääräisiä kertoja esikäsittelylinjastolla. Esimerkiksi raepuhalluksesta tullut putki nostettiin kasetille ja kuljetettiin sen avulla sahalle. Tästä aiheutui turhaa työkuormaa kattokuljettimille ja esikäsittelijöille, jotka olivat muissa työpisteissä jo kuormitettuja. Näistä syistä pullonkauloja ja odotusaikaa syntyi turhaan ja ne kasvattivat tuotteen läpimenoaikaa tuotannossa.

Uusi raepuhalluslaite ja siihen liittyvät kuljettimet oli hankittu ennen opinnäytetyön aloitusta. Raepuhalluslaitteesta oli valmistajalta Autocad-ohjelmalla piirretty 2D- malli, josta saatiin tuotteen tarkat pituus- ja leveysmitat. Kolmiulotteisen mallin luomiseksi jouduttiin mitoittamaan tuotteen korkeusmitat. Lisäksi mitoitettiin tuotantokapasiteetti raepuhallus- ja sahalinjastosta sekä tuotantotilat

ja tukirakenteet. Mitoitetuista koneista tehtiin SolidWorks-ohjelmalla 3D mallit ja niiden pohjalta oli helpompi suunnitella alustavia layout-malleja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli, että putken voisi ohjata suoraan raepuhalluslaitteelle, sahalle tai plasmalle. Materiaalivirtauksen suunnittelussa otettaisiin huomioon myös se, että tuotteille ei tarvitsisi tehdä ylimääräisiä nostoja. Opinnäytetyössä ja layout-mallien suunnittelussa ahtaat tuotantotilat aiheuttivat haasteita. Myös muiden tuotantokoneiden sijoitus jouduttiin ottamaan huomioon opinnäytetyötä tehdessä. Lisäksi rakennuksen väliseinä joko puretaan tai siihen tehdään raepuhalluslinjastolle sopiva aukko. Väliseinän ja katonosturin kantavat rakenteet otettiin huomioon myös layout-suunnitelmassa.

3.1 Toimeksianto opinnäytetyöstä

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Caverion Industrial Ylivieskan konepaja. Toimeksianto sisälsi raepuhalluslinjaston käyttöönotto- ja layoutsuunnitelman. Projektissa toimitettiin Finnblastin valmistaman koneen käyttäjän käsikirjan ja metallialan sekä Ylivieskan konepajan toimintaohjeiden mukaisesti. Layout-suunnitelman tekemisessä hyödynnettiin aiemmin tehtyjä layout -suunnitelmia tuotannon materiaalivirran kokonaisuuden hahmottamisessa. Paineilmalähtöjen ja sähköjen paikoittamisessa hyödynnettiin jo olemassa olevia asennuksia, joihin tullaan tekemään pieniä muutoksia.

3.2 Suunnittelu-ohjelmat

Raepuhalluslaitteen käyttöönotto ja layout -suunnittelussa käytettiin tietokoneille tehtyjä sovellusohjelmia. Ohjelmistoja on tehty useita erilaisia, joten tarjonta on laaja. Laittevalmistajilla on useita erilaisia automaation ohjelmistoja, mutta opinnäytetyössä päätettiin käyttää hyväksi koettua SolidWorks 3D -ohjelmaa. SolidWorks-ohjelman hyviä puolia ovat nopea 3D -mallien luominen, jotka voidaan mitoittaa vastaamaan tarkasti todellisuutta. Kolmiulotteiset layout-kuvat antavat hyvän käsityksen siitä, miltä tuotannon kokonaisuus näyttää todellisuudessa.

4 RAEPUHALLUSLAITTEEN KÄYTTÖTARKOITUS JA TOIMINTAPERIAATE

Käyttöönottosuunnitelma laadittiin Finnblastin valmistamalle raepuhallusautomaatti FB-350-P-koneelle. Raepuhalluslaite on suunniteltu puhdistamaan putkimateriaalit ruosteesta ja muista epäpuhtauksista. Raepuhallusautomaatti on suunniteltu vain teräsputkien ulkopuolista raepuhdistusta varten eikä muuta käyttöä sallita. Yleisemmin tuotannossa on 100 - 300 millimetriä halkaisijaltaan olevaa suoraa teräsputkea, jota on tarkoitus ajaa raepuhalluslinjaston läpi. Raepuhalluslaitteella voidaan puhdistaa 40-350 millimetriä halkaisijaltaan olevaa putkea. Koneen valmistaja on määrittänyt 200 kg/m maksimipainon metrille. Valmistaja on määritellyt myös puhdistettavan putken pituudeksi 6 000 millimetriä, mutta tilauksessa ja tilausvahvistuksessa on sovittu, että laitetta käytetään myös pidempien putkien ulkopuoliseen raepuhallukseen. Muiden putkien tai kappaleiden raepuhaltaminen, joita ei ole merkitty koneen käyttöalueeseen, ei ole sallittua. Kiellettyjä ovat esimerkiksi: alumiini- tai magnesiumkappaleet, jotka raepuhalluksen aikana voivat aiheuttaa pölyräjähdysvaaran. Kappaleet, joiden tila on ennen raepuhallusta rasvaton, öljytön, kuiva, ruosteinen ja valssihilseinen, voidaan raepuhaltaa. Jos koneen tilaaja haluaa muuta käyttötarkoitusta koneelle, siihen on kysyttävä lupa valmistajan teknisten selvitysten jälkeen. Sallittu käyttölämpötila raepuhalluslaitteella on +5°C ...+40°C. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

4.1 Epäasiallinen käyttö ja työsuojelu

Raepuhalluslaitetta ei saa käyttää muuhun kuin sopimuksessa ja käyttöohjekirjassa mainittuihin tehtäviin. Epäasiallinen käyttö voi aiheuttaa vaaratilanteita. Koneeseen ei saa laittaa sellaisia materiaaleja tai työkappaleita, joiden raepuhaltaminen koneella ei ole mahdollista. Henkilö, joka ei ole saanut riittävää tai asianmukaista koulutusta koneen käyttö-, turvallisuus-, toimintaohjeisiin, ei saa käyttää konetta. Käytön edellytyksenä on, että laite on turvateknisesti käyttökunnossa. Koneella työskennellessä on huolehdittava asianmukaisista suojavarusteista. Suojalasit, kuulosuojaimet, turvakengät ja kypärä ovat pakollisia henkilökohtaisia suojavarusteita, joita koneenkäyttäjän on pidettävä aina yllään. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

Turvallisuusohjeiden mukainen ja häiriöttömän koneen käytön perusedellytys on perusteellinen turvallisuusohjeiden ja turvallisuusmääräysten tuntemus. Kaikkien koneen ympärillä työskentelevien henkilöiden on noudatettava turvallisuus- ja käyttöohjeita. Lisäksi on otettava huomioon myös työpaikan turvallisuusohjeet ja tapaturmien ehkäisyohjeet, joita sovelletaan koneen käyttökohteessa. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

4.2 Turvallisuustoimenpiteet

Ennen koneen käyttöönottoa on tarkistettava, että kone on toimintakuntoinen ja siihen on asennettu kaikki asianmukaiset turvallisuuslaitteet. Kaikki turvallisuuteen ja varoituksiin kuuluvat huomiokilvet on kiinnitettävä ja pidettävä luettavassa kunnossa ja ne on tarvittaessa uusittava. Käyttöohjeet on sijoitettava koneen läheisyyteen, josta ohjeet ovat helposti luettavissa tarvittaessa. Ympäristön suojeluohjeet ja tapaturmien ennaltaehkäisyn ohjeet on oltava myös lähettyvillä, ja niitä myös tulee noudattaa.

(Käyttäjän käsikirja 2018.)

4.3 Raepuhalluslaitteen toimintaperiaate

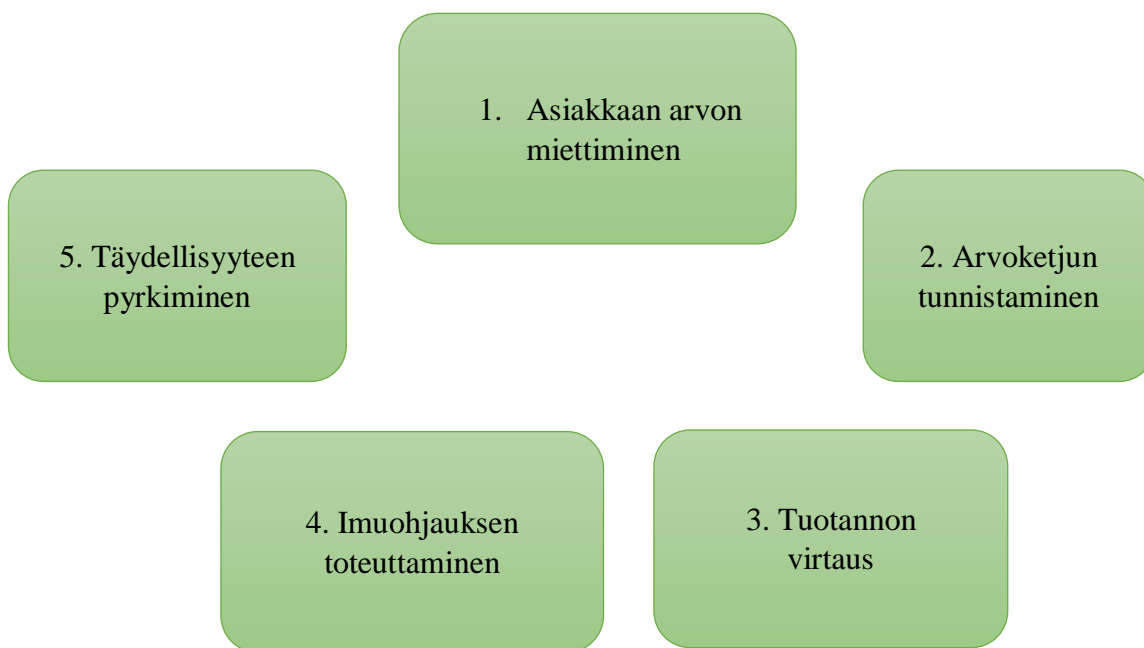
Finnblastin valmistaman raepuhalluslaitteen toiminta perustuu ilmanpaineen käyttövoimaan ja sen lisäksi siinä käytetään myös sähkövirtaa. Laitteisto on paineilmakäyttöinen, mikä merkitsee, että putkissa ja säiliöissä on varastoituneena paljon energiaa. Onnettomuus voi sattua, jos kouluttamaton henkilöstö käyttää laitteistoa tai huoltaa sitä. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

Rae-ilmaseos suihkutetaan puhalluskammiossa kahdesta suuttimesta paineilman avulla. Rakeiden nopeus on noin 200 m/s niiden purkautuessa suuttimesta. Rakeet poistavat kaiken epäpuhtauden putken pinnasta mekaanisesti ja sen lisäksi putki karhentuu samalla. Puhdasta putkea on helpompi käsitellä ja jatkojalostaa ja se aiheuttaa vähemmän metalli- ja ruostepölyä tuotannossa. Puhalluskammiossa ylläpidetään imurin avulla alipainetta. Käytössä oleva puhallusrae imetään puhalluskammiossa sykloniin ilmavirralla. Syklonissa rae ja irronnut pöly, lika ja ruoste erotetaan toisistaan. Pöly ohjataan suodattimeen imun avulla ja raetta jalostetaan syklonin alaosaan ja siitä edelleen paineastiaan uudelleen käytettäväksi. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

Raepuhalluslaitteella voidaan puhaltaa materiaalia yhtäjaksoisesti niin kauan kuin on tarvetta. Kaksoispainerakenteessa sijaitseva järjestelmä hoitaa logiikan ohjauksen avulla rakeen siirron säiliöstä toiseen. Pöly irrotetaan ilmasta suodattimen avulla syklonin jälkeen ja siitä edelleen puhdas ilma ohjataan ulostuloon. Puhdistettua putkea ja puhalletun putken pinnan laatua tulee seurata. Jotta laitteisto pysyisi hyvässä käyttökunnossa, on erityisen tärkeää, että vain ne henkilöt käyttävät raepuhalluslaitetta, jotka ovat saaneet asianmukaisen koulutuksen koneen käyttöön ja huolto-ohjeisiin. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

5 LEAN

Lean-työkalu kokoaa yhteen monia eri näkemyksiä yhdeksi johtamisjärjestelmäksi. Perimmäinen idea Lean-työkalussa on auttaa organisaatiota keskittymään tärkeimpään asiaan eli tuottamaan lisäarvoa asiakkaalle kustannustehokkaasti. Vuorinen (2013, 72) toteaa, että lisäarvoa parannetaan vähentämällä hukkaa ja virheitä. Hukkaa on kaikki se, mikä ei tuota asiakkaalle lisäarvoa, koska asiakas kuitenkin viime kädessä joutuu maksamaan kaiken kohonneina kustannuksina. Vuorisen mukaan hukkaa ovat ylituotanto, odottelu, tarpeeton kuljettaminen, turha käsittely, ylimääräiset varastot, tarpeeton liikuttaminen ja virheet. Nämä hukat eliminoimalla organisaatio voi tuottaa lisäarvoa (laatu, valikoima, hinta, toimitusaika) niukemmin resurssein. (Vuorinen 2013, 72.)



KUVIO 2. Leanin pääperiaatteet (mukaillen Vuorinen 2013, 72)

Kuviossa 2 on esitetty Leanin pääperiaatteet, jotka lyhyesti kuvattuna sisältävät seuraavia toimenpiteitä:

- Asiakkaan arvon miettiminen. Vuorinen (2013, 73) perustelee asiaa näin: asiakas määrittää kaikkien tuotteiden ja palveluiden arvon. Kehitystyötä pitää ohjata asiakasarvon näkökulmasta. Yrityksen pitää olla tietoinen siitä, mitä asiakas haluaa ja mistä asiakas on valmis maksamaan.
- Arvoketjun tunnistaminen. Jotta asiakkaan arvoa luovat toiminnot voidaan tunnistaa, organisaation arvoketju tulee kuvata. Vuorinen toteaa että, toiminnot jotka eivät tuota lisäarvoa, tulee poistaa. Arvoketju arvioidaan kokonaisuutena raaka-aineista ja suunnittelusta aina tuotteen luovuttamiseen asti. Toimittajayritykset huomioidaan arvoketjun tarkastelussa.
- Tuotannon virtaus. Tuotanto pitää suunnitella niin, että materiaalivirtaus on keskeytymätön, selkeä ja lyhytaikainen. Vuorisen mukaan tarpeeton odottaminen, käsittely ja tavaroiden siirtäminen pitää vähentää pois. Erityisesti koneiden toimintavarmuuteen ja kunnossapitoon täytyy kiinnittää huomiota. Fyysisen tavaran virtauksen lisäksi informaation kulkuun pitää kiinnittää huomiota, että se olisi sujuvaa ja virheetöntä.
- Imuohjauksen toteuttaminen. Asiakasarvoa tehostavan arvoketjun määrittämisen jälkeen, yritys on valmis toteuttamaan tuotannon imuohjauksen. Imuohjauksen tarkoituksena on valmistaa tuote vasta asiakkaan tilauksesta. Vuorinen kuvailee asiaa näin: asiakkaan tilauksen on ”vedettävä” tuotantoa läpi koko tuotantoketjun eikä tuotteita valmisteta ennalta varastoon. Asiakkaan antama ostosignaali menee tuotantoketjun jokaisen vaiheen läpi aina toimittajayrityksille asti.
- Täydellisyyteen pyrkiminen. Jatkuva prosessien kehittäminen pitää pysyä aina käynnissä ja koko henkilökunnan on osallistuttava siihen, toteaa Vuorinen. Jokainen Organisaation toiminta pyritään tekemään laadukkaasti ja mahdollisimman tehokkaasti. Vastuu laadusta, tuottavuudesta ja niiden kehittämisestä on työntekijällä. (Vuorinen 2013, 73-74.)

Strategiakirja tiivistää Leanin keskeisen periaatteen seuraavasti:

Tuotannon läpimenoaikojen lyhentäminen ei perustu työtahdin lisäämiseen vaan lähinnä odotusaikojen poistamiseen. Yleensä tuotteen tuotantoajasta vähintään 99 prosenttia on odottelua. Voimme esimerkiksi miettiä sitä, kauanko kestää limsapullon matka valmistuksesta kauppaan ja mikä on tuotteen varsinainen tuotantoaika. Tuotantoajassa puhutaan luultavasti sekunneissa, kokonaisaika lienee päiviä tai viikkoja. (Vuorinen 2013, 74).

5.1 Virtaus- ja resurssitehokkuus

Lean on virtaustehokkuutta, jossa tärkein asia on aika. Se on tarpeen tunnistamisesta tarpeen tyydyttämiseen. Modig ja Åhlström toteavat, että monesti organisaatiot olettavat olevansa tehokkaita, mutta todellisuudessa ne haaskaavat resursseja. Resurssitehokkuus tarkoittaa resurssien mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä ja se on tehokkuuden perimmäisin muoto. Modigin ja Åhlströmin mukaan teollisuudessa resurssien hyödyntämistehokkuutta on keskitytty jo yli kaksisataa vuotta parantamaan. Teollisuuden kehityksen ajatuksena on pilkkoa tehtävän suorittaminen pienempiin osiin ja osien toteutus jaetaan eri ihmisten tai organisaation eri funktioiden hoidettavaksi. Modig ja Åhlström esittävät, että hyvän resurssitehokkuuden aikaansaamiseksi pitää huolehtia resurssien pitämisen käynnissä ja varmistaa että virtausyksikkö on aina jalostettavana resursseilla. Virtaustehokkuus on sitä, miten virtausyksikkö etenee prosessin läpi. Hyvän virtaustehokkuuden aikaansaamiseksi on tärkeää varmistaa, että koko ajan on jokin resurssi, joka jalostaa virtausyksikköä. Modig ja Åhlström huomauttavat, että virtaustehokkuudessa on kyse arvon siirron tiheyden maksimoinnista ja arvoa tuottamattomien asioiden vähentämisestä. (Modig & Åhlström 2013, 9-30.)

Virtaustehokkuus on arvoa tuottavat toiminnot suhteessa läpimeno aikaan.

(Modig & Åhlström 2013, 26).

Läpimenoaikaa on tärkeää seurata, koska lyhemmällä läpimenoajalla tuotanto on huomattavasti tehokkaampaa.

”Kun tarkastellaan arvoa tuottavia toimintoja, virtaustehokkuudessa on kyse ”oikean” nopeuden määrittämisestä. Mikä on oikea nopeus asiakkaalle? Mikä on oikea nopeus työntekijälle? Tarkoitus on maksimoida asiakkaan saama arvo löytämällä oikea tasapaino.”

(Modig & Åhlström 2013, 28).

5.2 Pullonkaulojen laki

Pullonkaulojen laki havainnollistaa prosessien toimintaa ja sitä, mikä estää organisaatioita saamasta virtauksiaan tehokkaiksi. Modigin ja Åhlströmin (2013, 37) mukaan niitä rajoittavat prosessin vaiheet, joko osaprosessit tai yksittäiset toiminnot, jotka rajoittavat tuotannon läpimenoa pullonkaulan tavoin. Pullonkaulat lisäävät tuotannon läpimenoaikaa. Yleensä jono muodostuu juuri ennen pullonkaulaa ja usein on selvää, mikä prosessin vaiheista aiheuttaa pullonkaulan. Pullonkaulan jälkeiset tuotannon toiminnot joutuvat odottamaan omaa vuoroaan, joten prosessin vaiheet eivät toimi silloin tehokkaimmillaan. (Modig & Åhlström 2013, 37.)

Modigin ja Åhlströmin (2013, 39) tekstistä voi päätellä, että pullonkaulojen syntymiseen on kaksi syytä. Ensimmäinen syy on, että prosessin vaiheet pitää tehdä tietyssä järjestyksessä. Esimerkiksi opinnäytetyössä raepuhalluslinjastolle tuleva putki merkataan aina ensimmäisenä ennen tuotteen jalostamista. Tässä kohdassa pullonkaulan aiheuttaa putken merkkkaus. Putken alkuperäinen merkkkaus ei ole tarpeeksi vahva kestämään raepuhallusta. Raepuhalluslaitteella heikosti tehty putken merkkkaus katoaa ja sen jälkeen putki on standardien takia käyttökelvoton, jos merkkausta ei uusita. Standardit määräävät putkille merkkauksen, josta käy ilmi putken sulatusnumero, valmistusmateriaali, putkikoko ja seinämävahvuus. Tämän vuoksi joudutaan ennen raepuhallustyövaihetta merkkamaan uudelleen sinne tuleva putki, minkä takia pullonkaulaa ei voida poistaa. (Modig & Åhlström 2013, 38-39.)

Toisena pullonkauloja aiheuttavana syynä on se, että esimerkiksi putkikoot ja merkkaukset sekä putkenmateriaali vaihtelevat projektikohtaisesti ja lisäksi projekteissa käytetään erikokoisia putkimateriaaleja. Putken merkkkaus joudutaan ohjelmoimaan aina uudelleen, mikä taas aiheuttaa linjastossa pullonkaulaa. Vaihtelusta on lähes mahdotonta päästä eroon ja se vaikuttaa prosesseihin ja virtaustehokkuuteen haitallisesti. Modig ja Åhlström (2013, 40) esittävät, että prosesseihin sisältyy aina vaihtelua. Tähän on useita syitä. Syyt pystytään jakamaan kolmeen tärkeimpään pääluokkaan: resurssit, virtausyksiköt ja ulkoiset tekijät. (Modig & Åhlström 2013, 38-39.)

Resurssit: Koneerikkoumat, osa koneista voi olla vanhoja ja sen takia vaativat huoltoa mikä taas aiheuttaa vaihtelua. Käyttöjärjestelmissä on eroa, osa voi toimia tehokkaammin kuin toiset ja näin ollen aiheuttaa myös vaihtelua. Lisäksi ihmisten motivoituneisuus sekä valppaus eivät aina ole terävimmillään, toisinaan väsymys ja haluttomuus voivat aiheuttaa vaihtelua. (Modig & Åhlström 2013, 40.)

Virtausyksiköt: Kaikki asiakkaat eivät halua vain mustanraudan putkistoja vaan vaativat erilaisia standardeja täyttäviä kirkkaita putkistoja. Osa asiakkaista toivoo tuotannonmenetelmiä, joita ei aina voida toteuttaa. Näiden asioiden käsitteleminen ja informaation välittäminen aiheuttavat vaihtelua tuotannossa. (Modig & Åhlström 2013, 41.)

Ulkoiset tekijät: Asiakastilausten ja projektisopimusten laatiminen aiheuttaa usein vaihtelua. Asiakas ei välttämättä hyväksy ensimmäistä sopimusta, joten sopimusta usein käsitellään useamman kerran molemmille osapuolille sopivaksi. Eri tekijät vaikuttavat vaihtelua joko palveluaikaan tai saapumisaikaan. (Modig & Åhlström 2013, 41.)

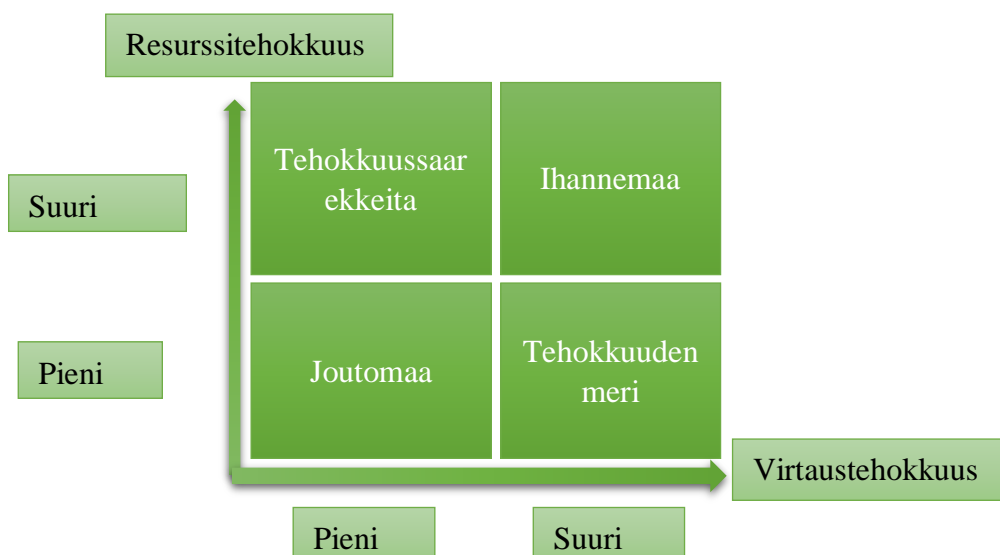
”Vaihtelua esiintyy ajassa, joka eri virtausyksiköiltä kuluu prosessin läpikäymiseen tai prosessiin saapumiseen”

”Mitä suurempi vaihtelu on, sitä pitempi on läpimenoaika”

(Modig & Åhlström 2013, 41).

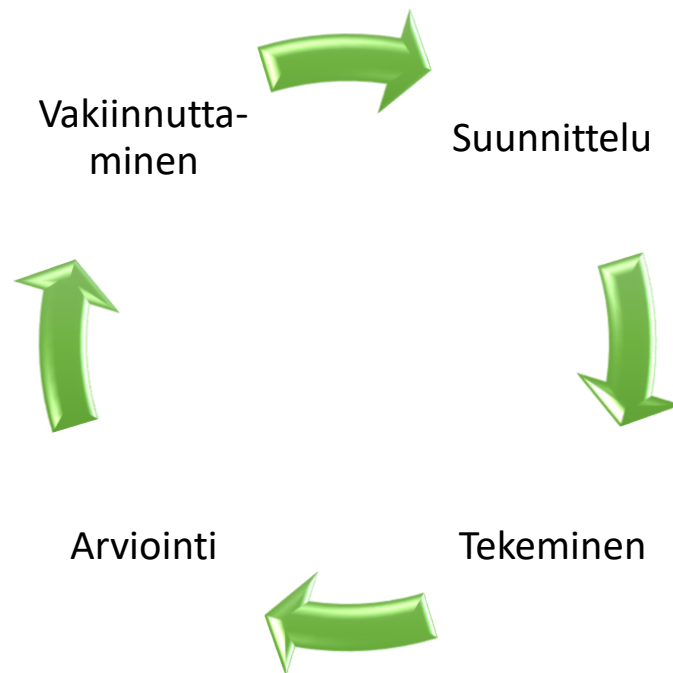
5.3 Tehokkuusmatriisi

Modigin ja Åhlströmin (2013, 100) mukaan tehokkuusmatriisi perustuu kahteen tehokkuuden muotoon eli resurssitehokkuuteen ja virtaustehokkuuteen. Matriisi kuvaa, kuinka organisaation pystyy luokittelemaan kahteen ominaisuuteen: a) pieni vai suuri resurssitehokkuus, b) pieni vai suuri virtaustehokkuus. Alla olevassa kuviossa 3 on neljä aluetta, joissa organisaatio voi sijaita. (Modig & Åhlström 2013, 100.)



KUVIO 3. Tehokkuusmatriisi (mukaiillen Modig & Åhlström 2013, 100)

Modig ja Åhlström (2013, 101) kuvailevat, että tehokkuusaarekkeet kuvaavat organisaation suurta resurssitehokkuutta ja pientä virtaustehokkuutta. Organisaatio pyrkii maksimoimaan resurssien käyttöä. Resurssitehokkuus alentaa osaltaan valmistettavien tuotteiden ja palvelujen kustannuksia. Modig ja Åhlström huomauttavat, että tehokas resurssitehokkuus vaatii kumminkin myös tehokasta virtaustehokkuutta, joten tässä sarakkeessa tulee ei-toivottua odotusaikaa sekä lisäksi joudutaan pitämään tuotetta suurimman osan ajasta varastossa. Modig ja Åhlström osoittavat, että tehokkuuden meri kuvaa organisaation pientä resurssitehokkuutta ja suurta virtaustehokkuutta. Organisaation päätavoite on vastata asiakkaiden tarpeisiin mahdollisimman nopealla ja tehokkaalla aikataululla. Resurssissa on oltava vapaata kapasiteettia, jotta virtaustehokkuus olisi maksimaalinen. Modigin ja Åhlströmin (2013, 102) mukaan joutomaa-osio kuvaa organisaation tehotonta osa-aluetta tilanteessa, jossa molemmat tehokkuuden muodot eivät ole saavuttaneet toivottua tasoa. Resurssija hyödynnetään heikosti ja virtaus on hidasta. Ihannemaa-osio Modigin ja Åhlströmin mukaan kuvaa organisaation erittäin tehokasta resurssi- ja virtaustehokkuutta. Ihannemaan sarake on hyvin vaikea saavuttaa ja vaatii jatkuvia kehitystoimenpiteitä, että päästään edes hyvin lähelle tätä aluetta. Vaihtelut vaikeuttavat huipputavoitteen saavuttamista. (Modig & Åhlström 2013, 101-102.)



KUVIO 4 PDCA/ TOKYO STEP -toimintamalli (mukaillen laatuakatemia 2018.)

Kuviossa 4 on kuvattu PDCA-kehä, joka on yksi merkittävä laadun jatkuvan kehittämisen menetelmistä. Lean-filosofia perustuu jatkuvaan parantamiseen ja tämä malli auttaa ihmisiä tekemään oikeita päätöksiä ongelmanratkaisussa. Tuotannon työntekijät tietävät parhaiten prosessin todellisen tilanteen ja sen yksityiskohdat ja haasteet. Heidän asiantuntemus auttaa ratkaisemaan ongelmia ja johtamaan oikeisiin toimenpiteisiin kestävästä kehityksestä kohti. PDCA-kehässä kehitys on kuvattu jatkuvana prosessina, joka neljän toisiinsa liittyvien vaiheiden läpi kehittyy aina korkeammalle tasolle. (Laatuakatemia 2010; Kuusisto 2017.)

Mattila (2017) esittää, että kehittyäkseen aina vain paremmaksi yrityksen tulee suunnitella ja kehittää palveluja, tuotteita ja hioa asiakaskokemus erinomaiseksi. Tämä kaikki lähtee PDCA-kehässä sijaitsevasta suunnittelun osasta. Mattila pohtii, että yrityksen on hyvä myös ajatella, mitä hyötyjä kehittämisellä on ja mitä varten sitä tehdään. Mattilan mukaan suunnittelun jälkeen pitää ottaa rohkeasti käyttöön uudet suunnitelmat, koska on ensiarvoisen tärkeää hyödyntää suunnittelussa käytetty työ, jotta se ei valuisi hukkaan. Mattila huomauttaa, että käytäntöön panon jälkeen nähdään, kuinka hyvin asiat toimivat käytännössä ja onko kehityksestä ollut hyötyä. Voidaan arvioida työn lopputulos ja vakiinnuttaa kehittämämme työ, kun siitä on tullut positiivisia hyötyjä yritykselle tai asiakkaalle. Vakiinnuttamisen seurauksena kehitys pidetään jatkuvana, jotta pystytään vastaamaan kovenevaan kilpailuun ja kehittämään muita yrityksiä paremmaksi toimijaksi. (Mattila 2017.)

5.4 Lean ja 5S - työkalu

Väisänen (2013) esittää että, usein konserneissa havahdutaan haasteisiin jotka johtuvat tilan puutteista. Tilanpuutteita voivat olla tuotannossa kuin toimistossakin. Usein tuotannossa työkalujen ja työohjeiden etsimiseen käytetään huomattavan paljon aikaa. Tuotannossa tilaa voi viedä ylimääräiset koneet ja toimilaitteet, joilla ei ole enää todellista käyttöä sekä siellä voi olla toimintakelvottomia laitteita. Lisäksi tuotannossa voi olla jättemateriaalia, joita ei ole hävitetty. Väisänen mukaan tilan on vuosien varrella toimistoissa täyttänyt vanhat muistiinpanot, kansiot ja hinnastot. Väisänen huomauttaa, että esiintyviä oireita ovat tilanpuute, isot varastot, epäsiisteys, pitkät selvittelyajat ja suuret läpimenoajat asioiden ja tehtävien hoidossa. Väisänen toteaa 5S -menetelmän käytön auttavan ongelman ratkaisussa. (Väisänen 2013.)



KUVIO 5. 5S-vaiheet (mukaillen 5S -portaatt 2013)

Kuviossa 5 on kuvattu 5S-menetelmä, joka on japanilainen viiden työkalun organisointijärjestelmä, jonka avulla työpisteet organisoidaan toimivaksi. Mielestäni Väisänen (2013) kuvaa asiaa hyvin, se auttaa pääsemään eroon tarpeettomista tavaroista ja helpottaa pitämään työympäristön siistinä. Väisänen toteaa, että menetelmää sovelletaan maailmanlaajuisesti tuotannon tehostamisessa ja että se sopii läpimenoajan lyhentämiseen ja parantamaan työturvallisuutta, laatua, tuottavuutta ja työntekijöiden sitoutumista työpaikoilla. (Väisänen 2013.)

6 RAEPUHALLUSLAITTEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA HUOMIOITAVAT ASIAT

6.1 Raepuhalluslaitteen käyttöönotossa vaadittavat hankinnat

Koneen käytössä on huomioitava puhalluksen aikana syntyvä äänitaso, joka on yli 85 desibeliä. Koneen asennus on suunniteltu jokaisessa layout-mallissa lähelle tiiliseinää, joka vaimentaa koneen käytöstä syntyvää äänitasoa. Lisäksi melutasoa voidaan vaimentaa vaimenninsermeillä ja koneen käyttöhenkilön on käytettävä kuulosuojaimia. (Käyttäjän käsikirja 2018.)



KUVA 10. Ruuvikompressori.

Toimivan raepuhalluslinjaston aikaan saamiseksi hankitaan kompressori, joka tuottaa paineilmaa. Kompressori voi olla esimerkiksi vakionopeustoiminen ESM 30 -132 -sarjan ruuvikompressori. Ne ovat luotettavia vakionopeudella toimivia ruuvikompressoreita, jotka on suunniteltu ympärivuorokautiseen teolliseen käyttöön. Ne ovat käyntiääneltään hiljaisia ja pienikokoisia, joten ne vievät vain vähän lattiatilaa. ESM 50 mallin kompressorin paineilman tuotto on 8,67 m³/min. Raepuhalluskoneen tarvitsemalle 8,0 m³/min paineilman määrälle ESM 50 -ruuvikompressori olisi optimaalisen kokoinen ja tämän tyyppinen paineilmakompressori on tarpeellinen hankinta raepuhalluslaitteen oikealle toiminnalle. Paineilmahäviöt huomioiden paineilmakompressorin on hyvä olla hieman isompi kuin paineilman minimitarve. (Kompressorit Oy 2018.)

6.2 Raepuhalluslaitteen käyttöönotto

Käyttöönotossa huomioon otettavia asioita ja koneen häiriöttömän toiminnan edellytyksiä ovat seuraavat asiat. Paineilman tulee olla kuivattua, eli paineilmajärjestelmään liitetään erillinen vedenerotinjärjestelmä. Puhdistukseen tulevan materiaalin pitää olla kuiva. Puhdistettava putki kuivataan ja harjataan lumesta, jäästä ja vedestä ennen raepuhalluksen suorittamista. Puhdistuksessa käytettävän materiaalin täytyy olla ilman öljyä ja suojarasvaa. Käytettävän puhallusrakeen on oltava oikean tyyppistä. Kunnollisen lopputuloksen aikaansaamiseksi on käytettävä särmikästä teräksistä raetta. Laitteessa käytettävää raetta tulee olla oikea määrä säiliössä. Rakeen määrä tarkistetaan aina ennen raepuhalluksen aloittamista. Suuttimet pitää olla säädettyinä oikeaan asentoon. Suuttimen säädön suorittaa raepuhalluslaitteen valmistaja ensiasennuksen yhteydessä ja kouluttaa huoltomiehen tehtävää varten. Syklonissa ja puhalluskammiossa oleva verkkolevy on puhdistettava ja epäpuhtaudet tulee poistaa. Koneen raeventtiilit on säädettävä oikein. Syklonin polynerotus pitää säätää oikein. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

6.3 Koneen liittäminen paineilmaverkostoon

Paineilman tulee olla kuivattua ja paineenalainen kastepiste ei saa ylittää +3 °C. Raepuhalluslaite liitetään paineilmaverkostoon joustavalla paineilmaletkulla. Kone on varustettu 1 ½ tuuman letkukaralla ja kumiletkulla sen liittämiseksi paineilmaverkostoon. On suositeltavaa käyttää joustavaa kumiletkua ja kuusiokoloavaimella kiristettäviä klemmareita, jotta paineilmaletku kestäisi käyttöä. Paineilmaletkulla pitää olla vähintään 10 baarin paineluokan hyväksymismerkintä. Paineilma sulkuventtiilin asentaminen pitää suorittaa kompressorista tulevan kiinteän putkilinjan päähän. Letkuliitosten asennuksen jälkeen tarkistetaan, että kaikki letkuliitännät ja liitokset ovat varmistettuja. Asennuksen jälkeen tarkistetaan myös pikaliittimien turvalangat ja varmistetaan, että kaikissa pikaliittimissä on turvalangat paikoillaan. Huomioidaan lisäksi, että paineilmaenergiaa ei ole varastoitunut mihinkään letkuihin ennen liitosten irrottamista paineilmajärjestelmästä. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

6.4 Koneen liittäminen sähköverkkoon

Raepuhalluslaite on varustettu 400 Voltin 63 Ampeerin standardiliitoksella. Koneen sähköjen liittämisen yhteydessä tarkistetaan moottorien pyörimissuunta. Moottoreissa olevilla nuolilla voidaan varmistaa moottoreiden oikea pyörimissuunta. Ensikytkennän jälkeen voi olla mahdollista, että moottorit pyörivät väärään suuntaan ja asetukset joudutaan muuttamaan niin, että saadaan oikea pyörimissuunta. Oikean pyörimissuunnan muuttaminen suoritetaan sähkökeskukseen tulevien vaiheiden paikoilla. Vaiheiden paikkoja muutetaan niin, että moottori pyörii nuolensuuntaisesti. Moottorin johdotukseen ei saa koskea. Suodatinpuhaltimen moottorissa sijaitsevalla nuolella on osoitettu oikea moottorin pyörimissuunta. Pyörimissuunta tarkistetaan ensiasennuksen yhteydessä sekä joka kerta sähkökorjausten jälkeen. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

6.5 Puhallusrakeen tyyppi

Raepuhalluslaitteessa on mahdollista käyttää erilaisia puhallusrakeita, mm. särmikästä teräsrakeita. Puhdistettaessa teräsosia parhaan lopputuloksen ja puhdistustehon saavuttaa terävsärmäisellä, karkaistulla rakeella, jonka kovuus ylittää 64 HRC. Laitteessa käytettävän teräsrakeen koko ei saa ylittää G50 (0,2-0,7 mm). Käytettävän rakeen pienin raekoko saa olla syklonin erotuskyvyn osalta suuremmalla kuin 70 µm. Puhallusrakeen raekoon ja materiaalin mukaan koneessa täytyy säätää ilmamäärä ja syklonin säätökara. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

6.6 Puhallusrakeen määrän tarkastus ja lisäys

Raepuhalluslaitteeseen asennetaan esitäytössä noin 160 - 180 litraa teräsrakeita. Puhallusrakeen oikea määrä varmistaa koneen häiriöttömän ja optimaalisen toiminnan. Liian pieni puhallusrakeen määrä voi vähentää tehollista puhallusaikaa ja puhdistuskapasiteettia. Jos paineastia puhalletaan tyhjäksi, se aiheuttaa raeventtiilien nopeaa kulumista. Puhallusrakeen määrä tulee tarkistaa päivittäin, ja helpoiten sen voi tehdä ennen koneen käynnistämistä. Puhallusrakeen määrän tarkistamisessa tulee varmistaa, että seuraavat toimenpiteet on suoritettu: Puhallusprosessin pitää olla pysäytettynä. Seuraavaksi käynnistetään suodatinpuhallin käsiajolla ja annetaan puhaltimen käydä niin kauan, että syklonista ei enää putoa rakeita. Rakeen pinnan tulee näkyä juuri paineastian päällä olevan verkkolevyn yläpuolella. Puhallusrakeen lisäämisen yhteydessä tulee suorittaa seuraavat toimenpiteet. Kaikki käynnissä olevat

moottorit ja puhaltimet sammutetaan STOP painikkeesta. Tarkistetaan epäpuhtaudet syklonissa sijaitsevan karkeaseulan päältä. Tarkistetaan lisäksi paineastian päällä olevan seulaverkon puhtaus ja puhdistetaan siitä kaikki epäpuhtaudet tarvittaessa. Käynnistetään suodatinpuhallin käsiajolla ja annetaan puhaltimen käydä niin kauan, että syklonista ei enää putoa rakeita. Lisätään raetta puhalluskammioon tai suoraan paineastian päälle. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

6.7 Koneeseen on joutunut kosteutta tai öljyä.

Vesi tai öljy koneessa aiheuttaa useita ja vakavia toimintahäiriöitä. Veden seurauksena tukkeumia ja ruostunutta puhallusraetta voi olla suuttimissa, puhallusletkuissa, raeventtiilissä, pääilmaventtiilissä puhalluskammionpohjalla, imuputkessa, seulaverkolla, syklonissa ja paineastian päällä suodatinpatruunassa tai muualla paineilmajärjestelmässä. Jos kone on veden tai öljyn saastuttama, kaikki edellä mainitut kohdat on tarkistettava ja puhdistettava sekä koneeseen on vaihdettava puhdas rae. Jos koneessa on ollut vettä tai öljyä, takuu ei ole voimassa eikä valmistaja ole vastuussa mistään seuraamuksista tai vahingoista, jotka ovat tulleet niiden seurauksena. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

Syy koneeseen tulevaan veteen täytyy selvittää ja poistaa. Konetta ei ole lupa käyttää, jos siinä on vettä. Vesi voi tulla paineilman mukana tai puhallettavien kappaleiden mukana tai epätavallisten olosuhteiden vuoksi. Öljyä koneeseen voi tulla esim. puhallettavien kappaleiden mukana, jos ne on käsitelty esimerkiksi ruostesuoja öljyllä. Nämä asiat huomioon ottaen on erittäin tärkeää, että putki kuivataan ennen raepuhalluslinjastolle tuloa. Talviaikana joudutaan käyttämään lämmintä välivarastoa putken kuivaamiseen sekä paineilmapuhallinta tai lämpökennoja ennen putken raepuhaltamista. (Käyttäjän käsikirja 2018.)

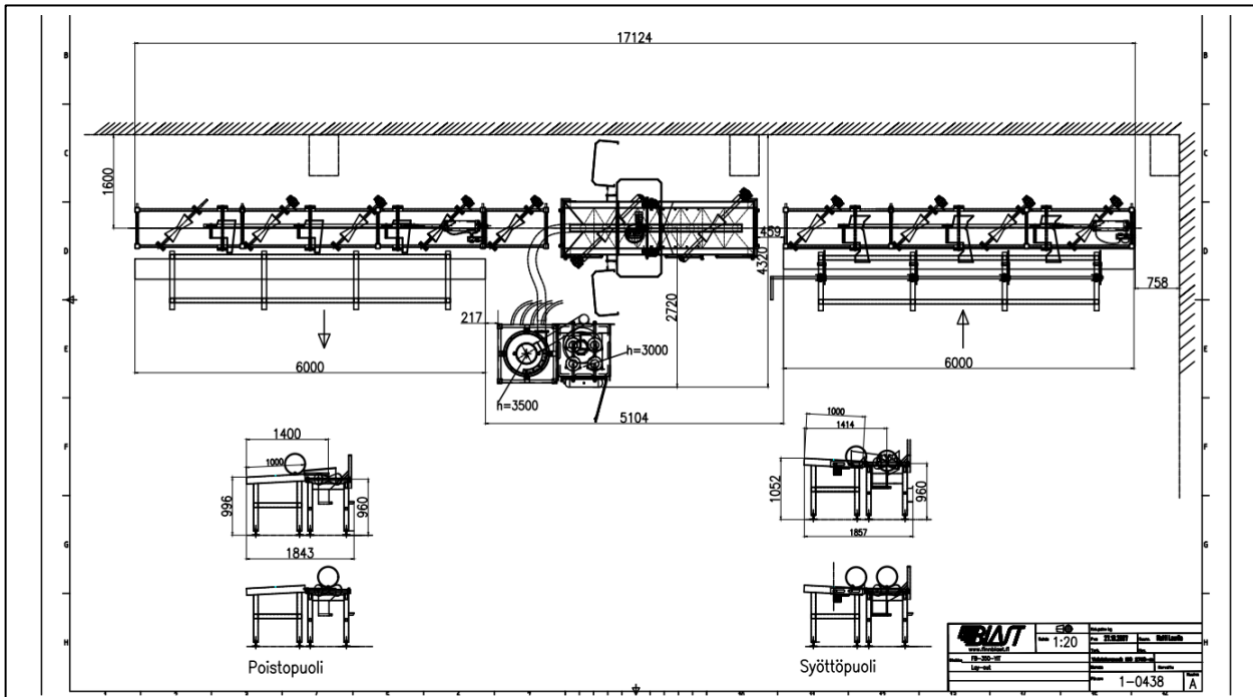
7 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön toteutussuunnitelma aloitettiin perehtymällä raepuhalluslaitteen toimintaperiaatteisiin ja käyttöohjeisiin. Aluksi selvitettiin, mitä hyötyjä raepuhalluksella saadaan ja mihin käyttötarkoitukseen kone on hankittu. Lisäksi perehdyttiin koneen teknisiin piirustuksiin ja koneen toimintalaitteisiin. Layout- ja käyttöönottosuunnitelman tekeminen päätettiin toteuttaa käyttämällä SolidWorks 3D-mallinnusohjelmaa. Hyväksi koetulla mallinnusohjelmalla tarkasteltiin pohjakuvaa 3D-muodossa.

7.1 Suunnittelutyö

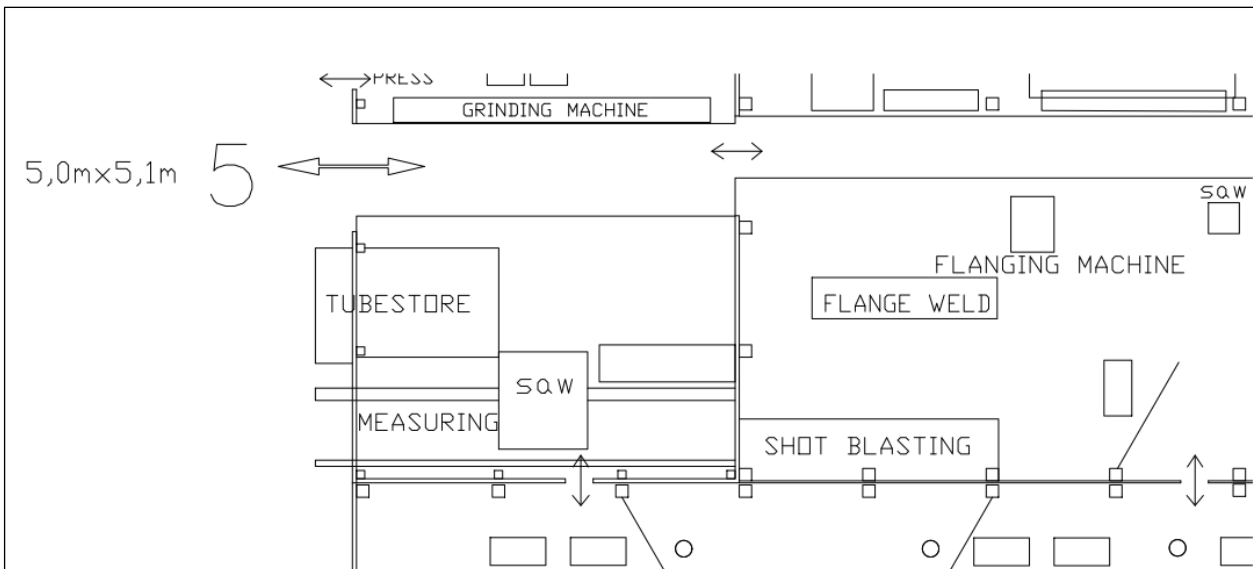
Suunnittelutyö aloitettiin mitoittamalla olemassa olevat tuotantotilat ja toimilaitteet. Mitoituksessa käytettiin apuna Bosch GLM 50 Professional - laseretäisyysmittalaitetta, jolla saatiin erittäin tarkat etäisyysmitat. Tuotantotilojen mitoituksessa huomioitiin kantavat seinärakenteet ja mitoitettiin myös katonosturin jalkojen tukirakenteet. Lisäksi huomioitiin paineilman käyttövoima ja mietittiin, mitä hankintoja mahdollisesti tehdään ennen raepuhalluslaitteen käyttöönottoa. Toimilaitteiden mitoituksessa käytettiin hyödyksi kynää ja paperia, joilla luonnosteltiin kolmiulotteiset kuvat. Raepuhalluslaitteen mallintamisessa käytettiin apuna valmistajalta saatuja teknisiä piirustuksia. Näiden mitoitusten pohjalta suunnittelutyö mallinnettiin 3D-muotoon SolidWorks-ohjelmalla. Jokainen tuotantolaite piirrettiin omana tiedostona, joista koottiin lopuksi kolme layout-ideaa. Valmiiksi 3D-mallinnettuja tuotantolaitteita oli tehokasta siirrellä layout-kokoonpanossa, joiden pohjalta lähdettiin jalostamaan lopullista layout-ideaa. Ohjelman käyttäminen tässä suunnitelmassa oli vaivatonta ja nopeaa. Suunnitelmia oli helppo esitellä johdon ja tuotannon työntekijöille, joilta tuli hyviä kehitysideoita työhön.

Suunnitteluvaiheessa 3D-mallien piirtämiseen käytettiin kymmeniä työtunteja. Mitoitukset veivät myös useita työtunteja ja vaativat erityistä huolellisuutta oikeiden mittasuhteiden luomiseksi. Layout-ideoita kehittäessä todettiin joitakin ongelmakohtia, joiden ratkaisuun pyrittiin löytämään kaikkia miellyttävä ratkaisu. Suunnittelua tehdessä suurien tiedostojen vuoksi layoutkokoonpano kaatui kerran, minkä vuoksi kokoonpanotyö täytyi aloittaa alusta. Kokemuksen pohjalta konekokoonpanot oli varmuuskopioitu kahteen paikkaan, josta layout-kokoonpano saatiin kerättyä nopeasti uudestaan kasaan.



KUVA 1. Layout -kuva valmistajan raepuhalluslaitteesta.

Yllä olevaa kuvaa yksi hyödynnettiin raepuhalluslaitteen mallintamisessa kolmiulotteiseen muotoon. Yleiskäsityksen saamisessa ja työn perehdytyksessä tästä kuvasta oli huomattavan suuri apu. Lisäksi linjastoon kuuluvien osien paikoittamisen suunnittelu helpottui.



KUVA 2. Layout -kuva vanhasta raepuhalluslinjastosta, tästä tilanteesta aloitettiin opinnäytetyö.

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin kuvan kaksi mukaisesta tilanteesta. Pohjakuvat oli suunniteltu pääpiirteittäin eikä yksityiskohtiin ollut kiinnitetty huomiota. Layout oli järjestelty vanhassa raepuhalluslinjastossa ajattelematta tarpeeksi sujuvaa materiaalivirtausta. Sahan ja raepuhalluslaitteen paikka oli materiaalivirtaukseen nähden päinvastainen, joten putken siirtämistä oli huomattavan paljon. Lisäksi tuotantolaitteita ei ollut mitoitettu tarkasti, joten näitä layout-kuvia ei voinut hyödyntää muussa kuin yleiskäsityksen opiskelussa raepuhalluslinjastosta.

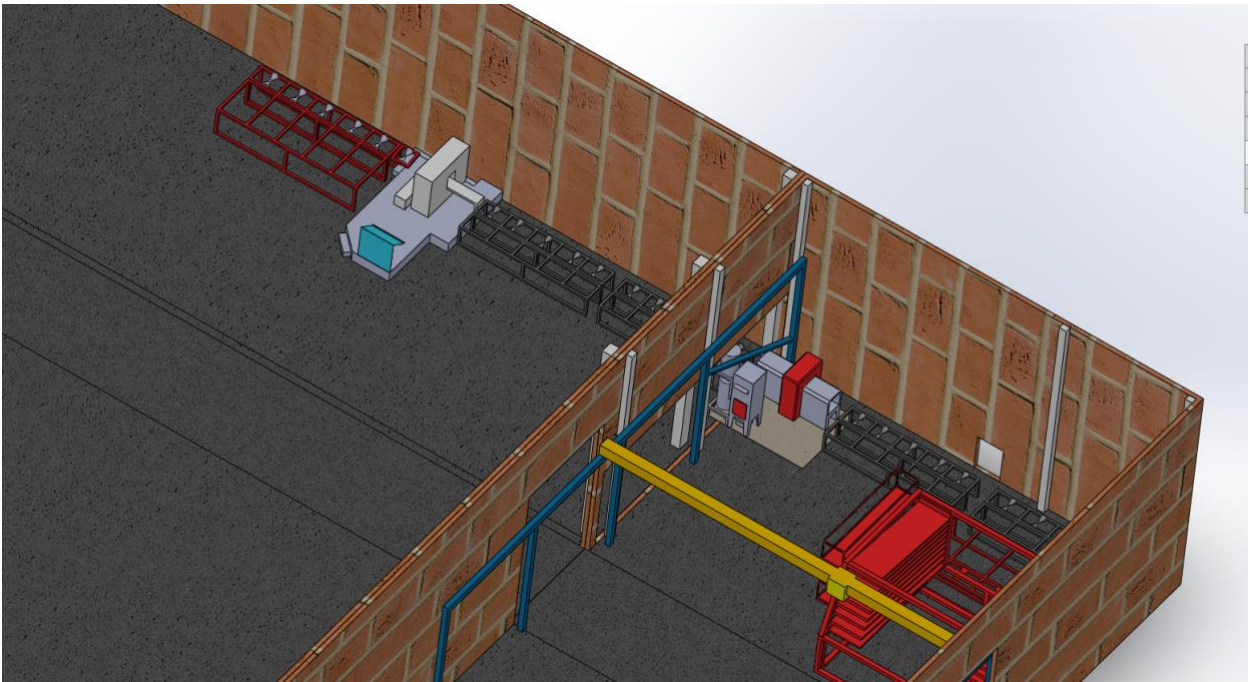
7.2 Layout yksi

Ensimmäisessä layout-mallissa (KUVA 3) ajatuksena on käyttää niitä kuljettimia ja koneita, joille on tehty hankinta tai jotka ovat jo valmiiksi käytössä. Materiaalivirtaus, työturvallisuus ja informaation kulku ovat sujuvaa selkeän linjaston ansiosta. Suunnitelmassa turhia nostoja ja tuotteiden siirtelyä on mahdollisimman vähän.

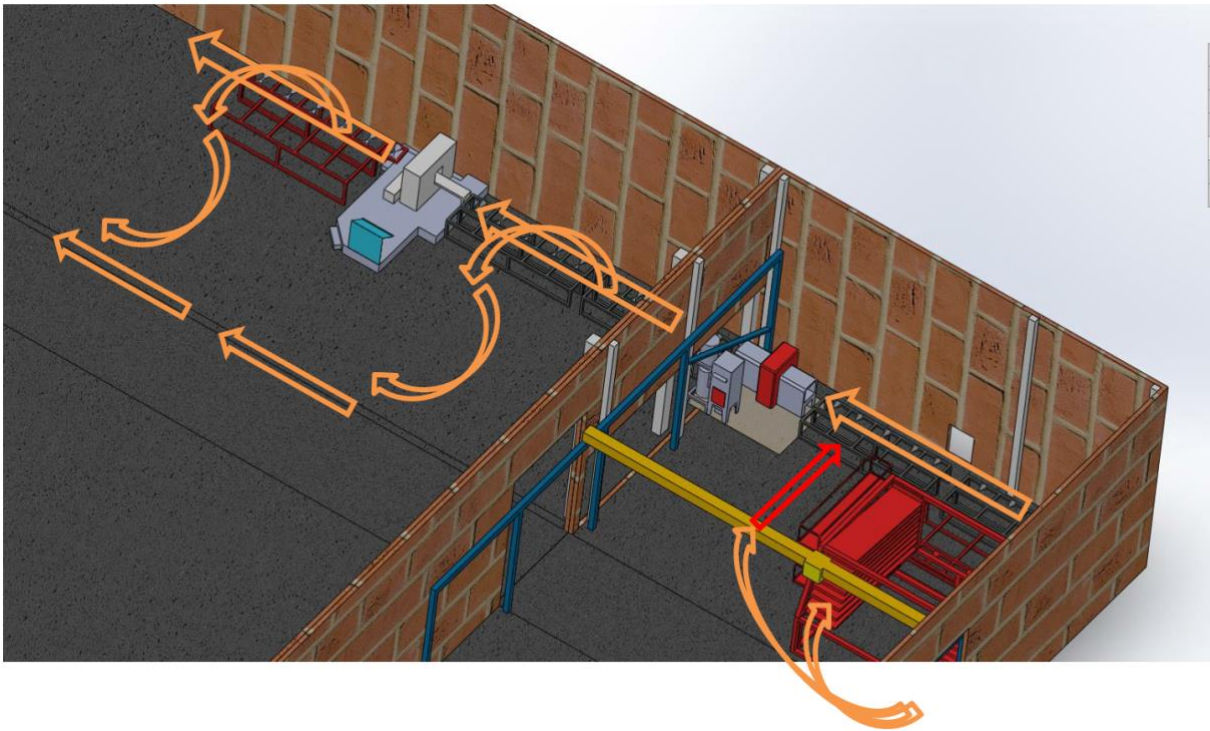
Tämän layout -mallin (KUVA 4) hyviä puolia ovat, että punaista putkivarastotelinettä voidaan hyödyntää kuusi metriä pitkien putkien säilytyksessä. Projektikohtaisten putkien kuivaaminen on helppoa, koska saadaan iso määrä tuotteita kerralla kuivaukseen. Putkivarastosta ei tarvitse nostaa putkea kattokuljettimella, vaan se saadaan hallitusti laskettua linjastolle. Yli kuusi metriä pitkät putket joudutaan tuomaan kattokuljettimella linjastolle. Tuote voidaan tuoda kattokuljettimella sisältä tai sinisellä ulkokuljettimella. Kaksitoista metriä pitkät putket pitää kuivata lattialla tai kasetin päällä sisätiloissa ennen raepuhaltamista.

Materiaalivirtaus tässä layout-mallissa on nopeaa peräkkäisten konesijoitusten ansiosta (KUVA 5). Putken pois vieminen kesken linjaston on vaivatonta, eikä sitä tarvitse ajaa koko linjaston läpi. Lisäksi putki voidaan viedä suoraan sahalle, jos raepuhallusta ei haluta suorittaa. Peräkkäisellä konesijoituksella on myös se hyvä puoli, että tuotannontyöntekijöiden on helppo kommunikoida keskenään. Sahalla työskentelevä henkilö näkee raepuhalluslaitteen käyttäjän koko ajan ja voi tarvittaessa pyytää apua myös sahan käyttölaitteelle. Selkeä linjasto parantaa myös työturvallisuutta. Melutasoa vaimentaa raepuhalluslaitteen sijoitus ja kone onkin sijoitettuna lähelle seinää vaimennuksen takia. Melutasoa voidaan tarvittaessa pienentää erillisillä vaimenninsermeillä.

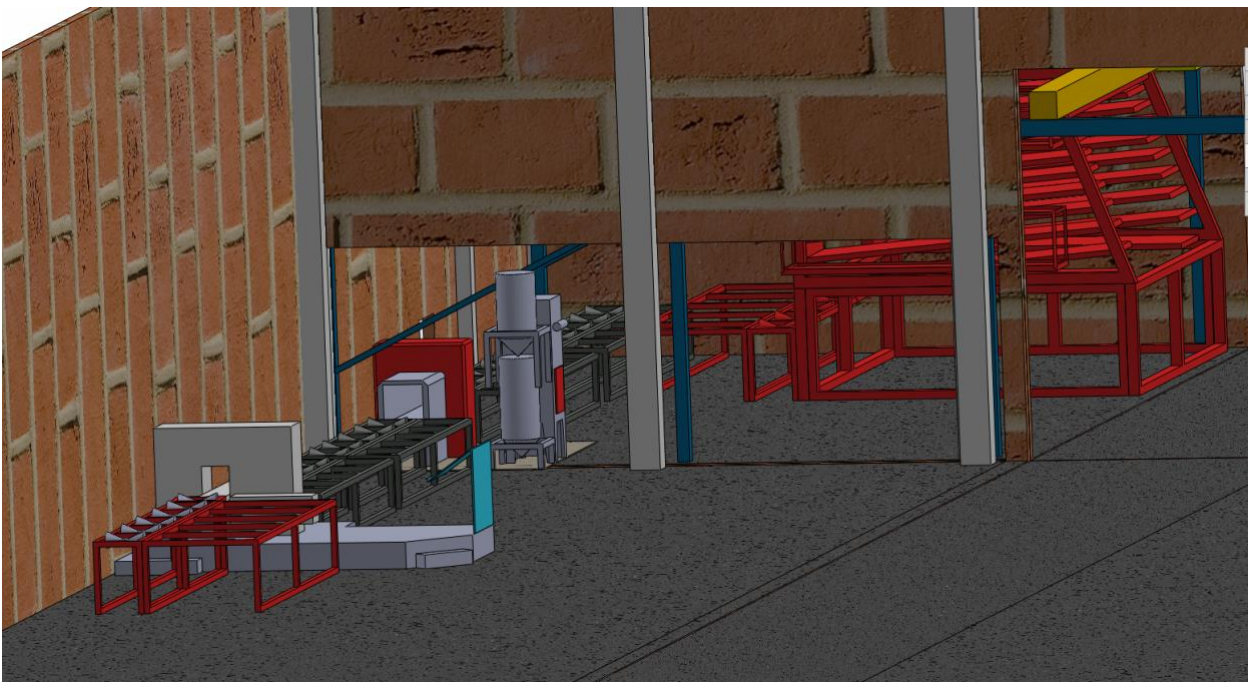
Ongelmana tässä layout-ideassa on putkivaraston korkeus. Kaksitoista metriä pitkän putken nostaminen on haastavaa punaisen putkivaraston korkeuden takia. Putki joudutaan tuomaan pitkittäissuunnassa ja kääntämään kuljetinlinjastolle lopuksi. Kattokuljetin on manuaalikäyttöinen ja sen käyttäminen on haastavaa, koska siinä ei ole kauko-ohjausta. Nostimen käyttö vaatii kaksi henkilöä putken nostamiseen linjastolle. Toisena ongelmakohtana on tilan puute. Raepuhallus- ja sahalinjasto vievät kokonaispituutena yhteensä 41,3 metriä. Päähallin puolelta linjasto vie 23 metriä ja se aiheuttaa haasteita kylmätaivutuslinjan koneiden käytölle.



KUVA 3. Layout-yksi valmis malli, väliseinän kantavat rakenteet on mitoitettu ja idea väliseinän aukaisusta on mallinnettu.



KUVA 4. Materiaalivirtaus on kuvattu oransseilla nuolilla. Punainen nuoli kuvaa kaksitoista metriä pitkän putken haasteellista nostoa linjastolle.

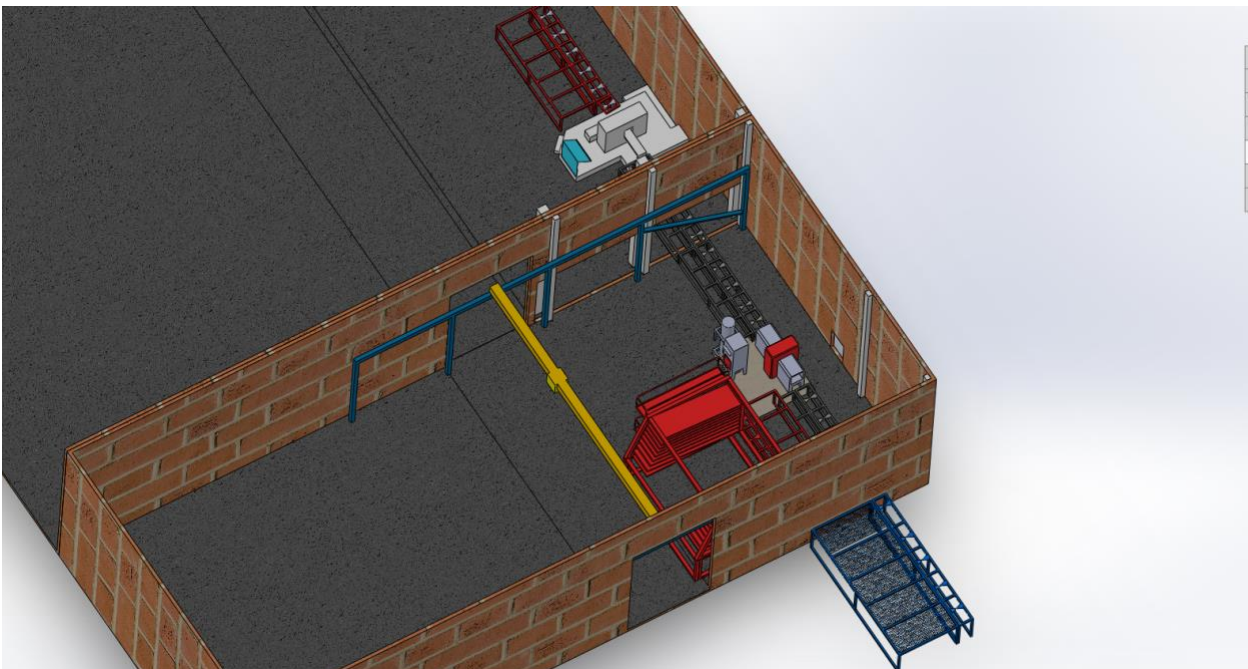


KUVA 5. Layout-yksi valmis malli, materiaalivirtaus on ilman kattokuljetin nostoja sekä työntekijöiden kommunikointi on sujuvaa selkeän linjastokokonaisuuden vuoksi.

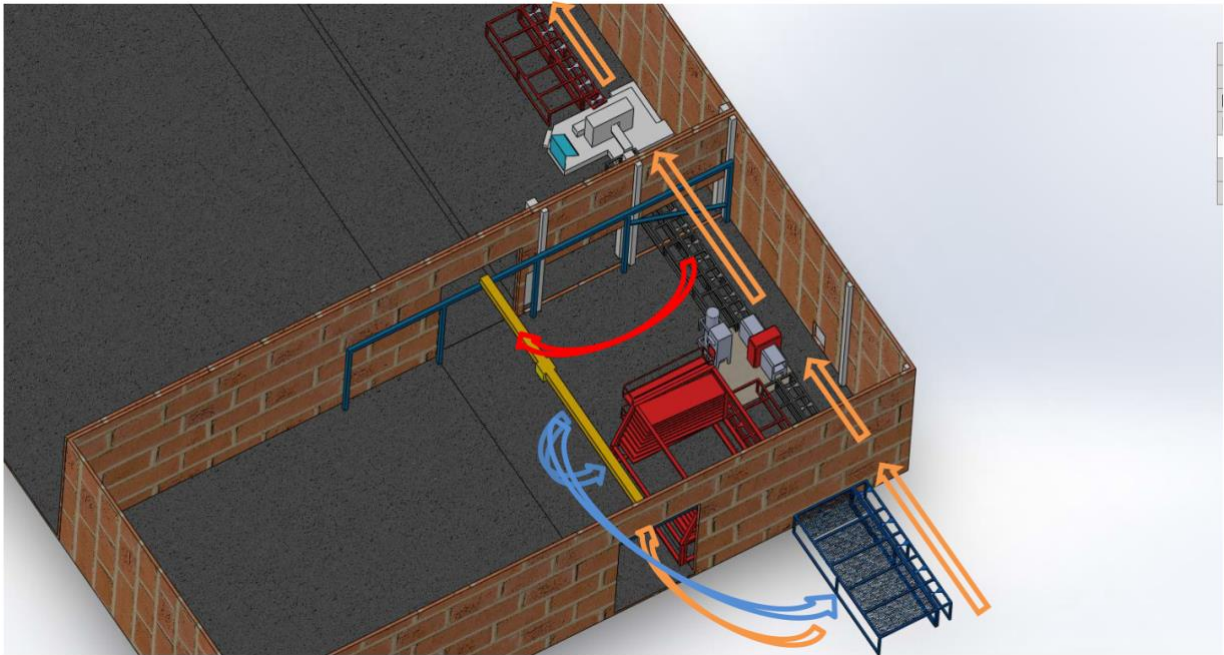
7.3 Layout kaksi

Toisessa layout -mallissa on ajatuksena, että otetaan punainen putkivarastoteline tehokkaaseen käyttöön (KUVA 6). Varastomiehen täyttäessä putkivarastoa putket voivat kuivua valmiiksi ennen tuotantoon menemistä ja alle kuusi metristä putkea ei tarvitse nostaa kattokuljettimella linjastolle. Yli kuusimetriset putket joudutaan ohjaamaan ulkokuljettimen kautta. Materiaalivirtauksen sujuvuuden takia koneet on sijoitettu peräkkäin ja ylimääräiset nostot ja siirtelyt on minimoitu. Työturvallisuuden ja informaation kulkemisen helpottamiseksi väliseinä on aukaistu. Tämän layout -mallin hyviä puolia ovat, että käytössä olevat laitteet voidaan hyödyntää eikä lisähankintoja tarvita. Lisäksi supistetun linjaston ansiosta se vie 7,5 metriä vähemmän tilaa kuin ensimmäinen layout-malli. Tässäkin mallissa tuotantolinjasto on suunniteltu niin, että nostimen käyttö on minimoitu.

Toisen layout-mallin ongelmaksi muodostuu putken pelkkä raepuhallus, koska putken nostaminen linjastolta pois on haastavaa väliseinän rakenteiden takia (KUVA 7). Lisäksi kaksitoista metriä pitkien putkien tuominen linjastolle talviaikaan sinisen ulkokuljettimen kautta voi aiheuttaa ongelmia lumen ja jään muodostumisen takia. Putkeen voi mahdollisesti muodostua kosteutta. Lisäksi putken siirtäminen ensin sisälle vaatii yhden kuljetuksen ja toisen kun se viedään ulkokuljettimelle. Tämä aiheuttaa tuotteen valmistuksessa yhden ylimääräisen siirron.



KUVA 6. Layout-kaksi malli supistetusta linjastosta, tässä suunnitelmassa hyödynnetään sinistä ulkokuljetinta.



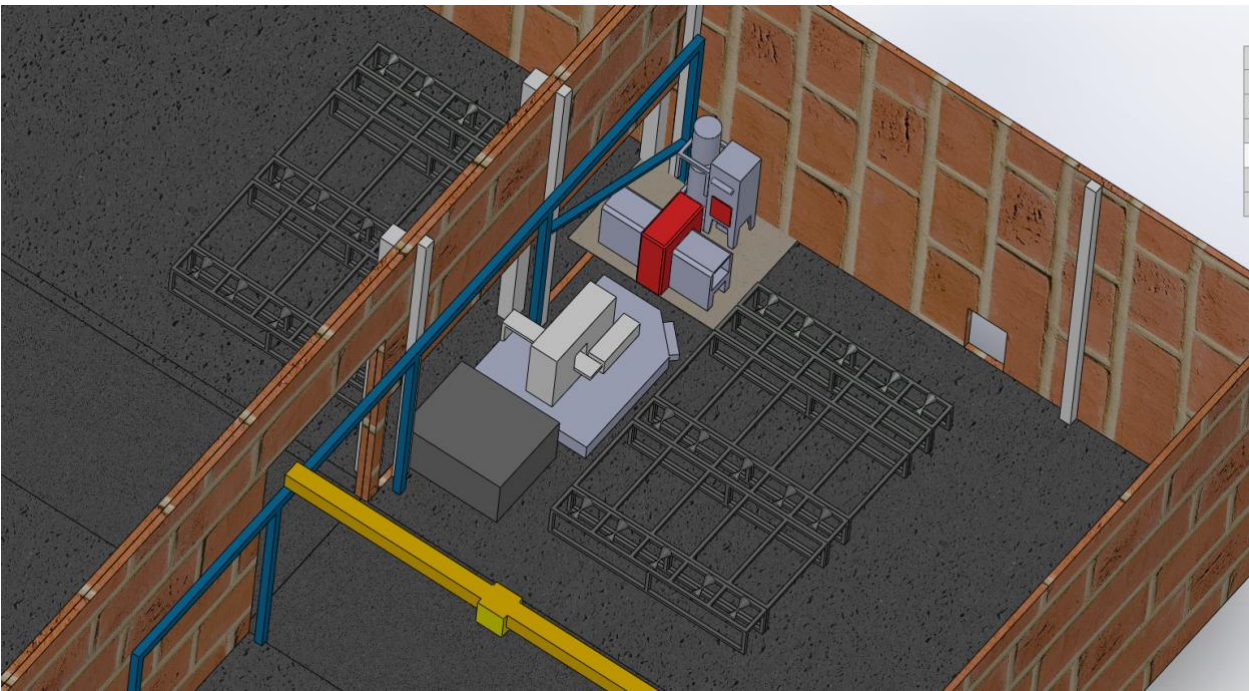
KUVA 7. Layout kaksi mallia on kuvattu nuolilla, jotka kuvaavat materiaalivirtausta. Talven putken nostot kuvattu sinisellä nuolella ja oranssit nuolet kertovat kesän aikana materiaalivirtauksesta. Punainen nuoli havainnollistaa putken nosto-ongelmaa raepuhalluskoneen jälkeen.

7.4 Layout kolme

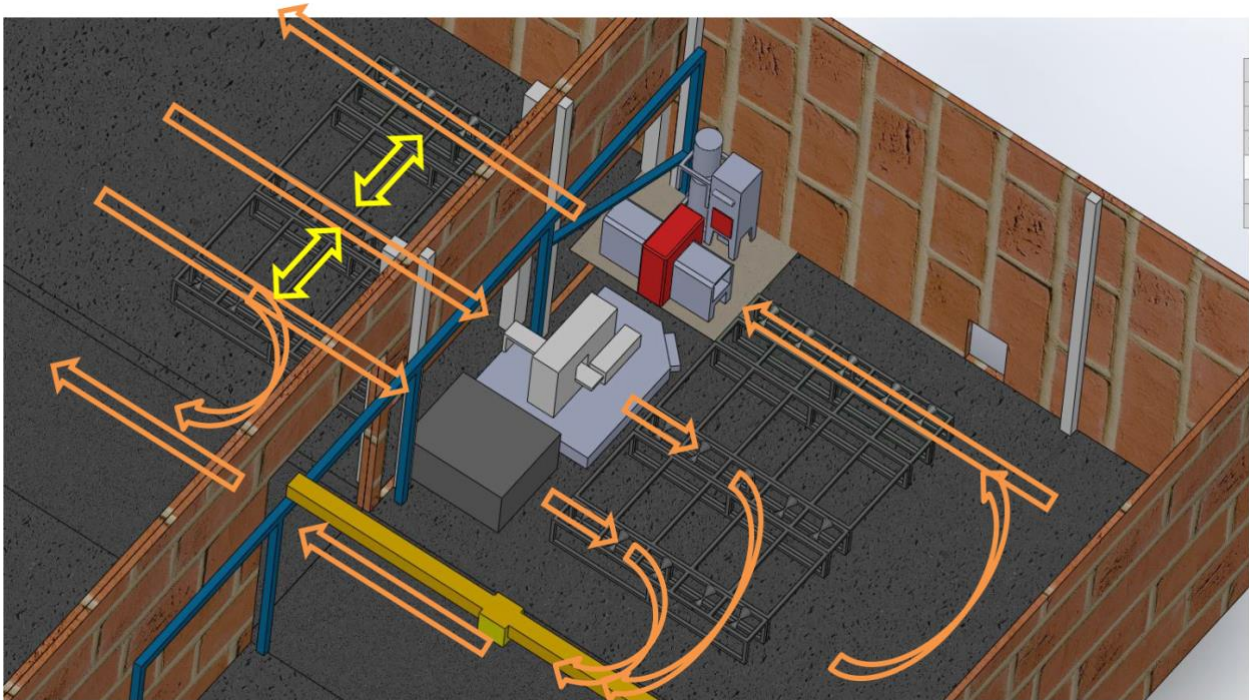
Kolmannessa layout-mallissa (KUVA 8) ajatuksena on pienentää kokonaisuus mahdollisimman pieneen tilaan. Tuotantotavassa minimoidaan kattokuljettimen käyttö, mutta tuotantotilat on suunniteltu niin, että kattokuljettimen käyttö on mahdollisimman helppoa ja tehokasta. Linjastolla on mahdollista ottaa useampi putki kerralla tuotantoon. Jos putki menee raepuhallukseen, se nostetaan kuljetintasolle ja raepuhallettu putki tulee ulos päähallin puolelta. Kuljetintason avulla putkea ei tarvitse nostaa kattokuljettimella, vaan se voidaan siirtää kuljetin pöydän ansiosta sahalle tai plasmakoneelle.

Plasmakone on kuvattu tummanharmaalla neliön muotoisella mallilla, koska koneen ulkoisia mittoja ei ole (KUVA 8). Tässä layou-mallissa on poistettu punainen putkivarasto. Putkivaraston poistamisen ajatuksena on, että kattokuljettimen käyttö on vaivatonta silloinkin, kun tuotantoon otetaan 12-metrinen putki. Lisäksi materiaalivirtaus on suunniteltu Lean-näkökulmasta missä vastataan viipymättä asiakkaan tilaukseen ja voidaan ottaa tuote heti valmistukseen.

Tämän layout-mallin hyvä puoli on tilankäytön optimointi (KUVA 9). Linjasto ei vie juurikaan tilaa päähallin puolelta ja kuljetinpyörien ansiosta sitä voidaan siirtää jatkojalostukseen vaivattomasti. Kompo-hallin puolella on huomioitu myös trukille ja muille käyttölaitteille käyttötilaa, ja projektikohtaisten putkien kuivaamiseen on huomattavasti enemmän tilaa kuin aikaisemmissa layout malleissa. Koneiden sähköt, paineilma ja plasmakoneen käyttökaasujen johdottaminen on helppoa, koska ei tarvita pitkiä linjastoja. Lisäksi jokaiselle käyttölaitteelle ei tarvita omaa henkilöä, vaan niitä voi käyttää yksi henkilö vähäisellä työmäärällä. Putket voidaan merkata ennen raepuhalluslaitetta vaivattomasti ja kun putki tulee sahattuna tai polttoleikattuna samaan halliin, leikatut osat voidaan merkitä samalla koneella. Tämä vähentää läpimenoaika, koska työntekijän ei tarvitse kävellä merkkuslaitteen kanssa hallista toiseen. Työturvallisuuden näkökulmasta koneiden käyttö on vaivatonta ja turvallista ja kulkuväylät ovat riittävän isot tehokkaaseen työskentelyyn.



KUVA 8. Layout kolme malli, linjastoa on supistettu entisestään ja lisäksi on otettu myös plasma kone huomioon. Punainen putkivarastoteline on poistettu tilanpuutteen vuoksi.

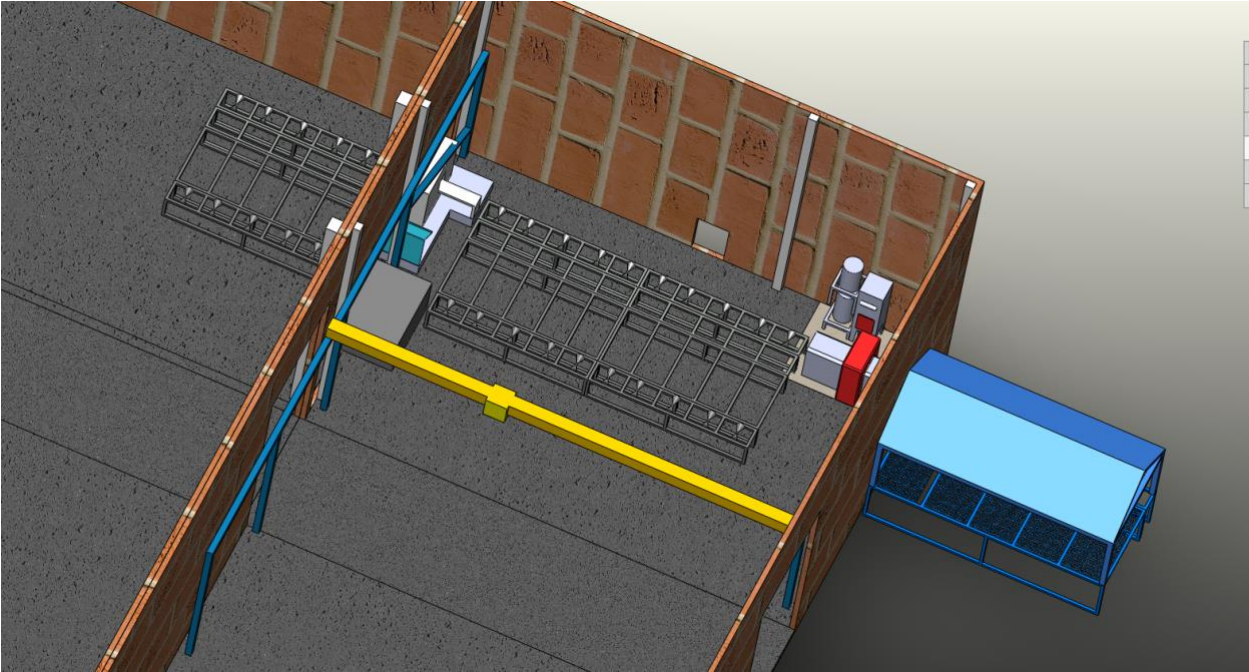


KUVA 9. Materiaalivirtausta on kuvattu oranssin värillisillä nuolilla. Keltaiset nuolet havainnollistavat helppoa putken siirtämisestä linjastolla.

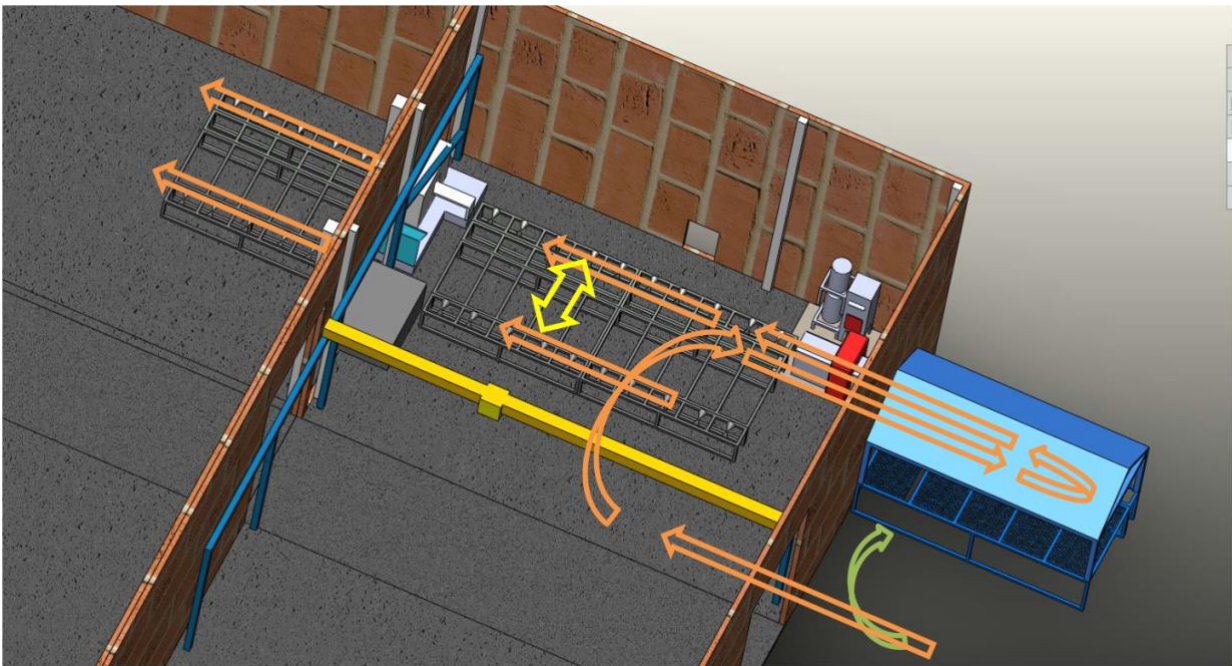
7.5 Layout neljä

Tässä layout-mallissa on huomioitu raepuhalluslinjaston ja sahan lisäksi myös plasmakoneen käyttöönotto (KUVA 10). Materiaalivirtaus on hyvin yksinkertainen ja linjasto ei vie päähallin tilaa enempää kuin kuusi metriä. Kattonosturin käyttö on laskettu vähäiseksi ja putken nostot linjastolta minkä työvaiheen aikana tahansa on erittäin vaivatonta.

Kuvassa 11 on kuvattu materiaalivirtausta. Putki voidaan ajaa raepuhalluslaitteen jälkeen samalla linjastolla sahalle ja jos putki halutaan plasmakoneelle, sen siirtäminen on vaivatonta kuljetintason ansiosta. Kesän aikana putki voidaan ajaa suoraan ulkokuljettimen kautta, mutta talven aikana se joudutaan ensin kuivaamaan linjastolla ja sen jälkeen ajamaan ensin raepuhalluslaitteen läpi ulkokuljettimelle ja sieltä takaisin samalla suorittaen raepuhallus.



KUVA 10. Layout neljä malli



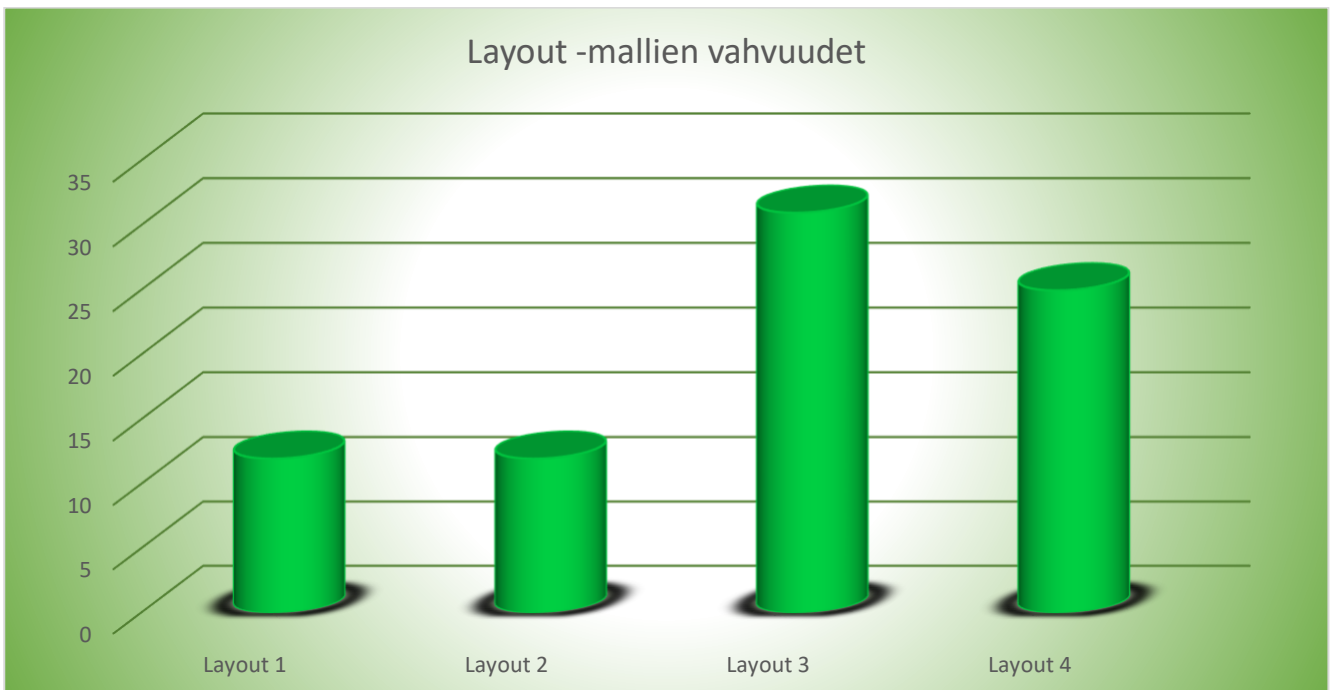
KUVA 11. Layout neljän materiaalivirtaus on kuvattuna yllä olevassa kuvassa oransseilla nuolilla. Vihreä nuoli kuvaa kesän aikana materiaalin nostoa ilman raepuhalluslaitteen ajosilmukkaa. Keltainen nuoli kuvaa helppoa putken siirtämistä linjastolla.

7.6 Vertailua layout-malleista

Opinnäytetyön tuotoksia vertaillaan Excel-taulukon avulla, jolla kuvataan parhaiten yritykselle soveltuvaa layout-mallia. Vertailutaulukon (KUVA 12) arviointiasteikkona käytetään arvosanoja 1-4 pienimmästä suurimpaan. Suurin numero tarkoittaa parasta vaihtoehtoa neljästä vaihtoehdosta. Lisäksi vertailukriteerinä on, mahtuuko plasmakone esikäsitteilylinjastolle, koska raepuhalluslaite ja saha löytyvät jo kaikista layout-malleista. Arviointina on kyllä/ei asteikko. Kuvassa 13 lasketaan kaikkien vertailukriteerien yhteenlaskettu tulos. Pylväsdiagrammin tulos kertoo, mikä layout-malli sopii parhaiten yritykselle.

Vertailu kriteerit	Layout 1	Layout 2	Layout 3	Layout 4
Putki nostot esikäsitteilylinjaston aikana	2	1	4	3
Putken siirtelyt kasetilla	2	1	4	3
Haasteelliset putki nostot	2	1	4	3
Työntekijän päivän aikana kävelty matka	1	2	4	3
Tarvittavat työntekijät	1	2	4	3
Tilan tarve päähallin puolelta	1	2	3	4
Ongelmakohtat	2	1	4	3
Muunneltavuus ja kehitettävyyys	1	2	4	3
Mahtuuko plasmakone linjastolle	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä

KUVA 12. Vertailutaulukko layout-malleista.



KUVA 13. Layout-mallien vahvuudet yhteenlaskettuna

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja haastava ja opin sen avulla huomattavan paljon uusia asioita. Opinnäytetyön aikataulu pysyi erittäin hyvin hallinnassa ja työ valmistui myös hyvissä ajoin. Työlle asetetut tavoitteet täyttyivät ja työn suoritus sujui erittäin hyvin. Raepuhalluslaitteen toimintaperiaatteet tulivat tutuksi ja lisäksi lukuisista aiheeseen liittyvistä kirjoista opiskeltu tieto sekä ammattihenkilöiden haastattelut ja oma perehtyminen työhön antoivat hyvät valmiudet opinnäytetyössä onnistumiseen.

Opinnäytetyötä tehdessä sen laajuus kasvoi vähitellen kokemuksen karttuessa. Alkuun pohdittiin, että mallinnetaan vain raepuhalluslinjaston ja sahan käyttölinja ja otetaan kantaa niihin asioihin, jorka täytyy huomioida näiden laitteiden käyttöönotossa ja minkälaisia muutostöitä ne vaativat. Alkuperäiset tavoitteet saavutettiin kohtalaisen nopeasti ja ajatus esikäsittelylinjan mallintamisesta kehittyi työn aikana.

Toimivan kokonaisuuden aikaansaamiseen käytin mitoittamiseen ja mallintamiseen useita kymmeniä työtunteja, jotta koko esikäsittelylinjasto saatiin mallinnettua oikeissa mittasuhteissa. Käyttöönottoon tarvittavat asiat huomioitiin opinnäytetyössä hyvin ja muutostöiden rahoituksen hakeminen on helppo perustella työnantajalle. Pohdin esikäsittelylinjan materiaalivirtausta omasta mielestäni hyvinkin yksityiskohtaisesti niin, että esimerkiksi ulkopuolisen henkilön kouluttaminen linjastotyöntekijäksi olisi mahdollisimman helppoa.

Opinnäytetyön ongelmakohtiin löydettiin hyvin tuotannossa parhaiten toimivat ratkaisut ja niiden valitsemiseksi käytiin monen eri ammattihenkilön kanssa rakentavia kehityskeskusteluja. Haasteita aiheuttivat monen henkilön eri näkemykset raepuhalluslinjaston ratkaisuista. Yritin parhaani mukaan kerätä jokaiselta henkilöltä heidän parhaat näkemyksensä ja sovittaa ne yhdeksi tai useammaksi toimivaksi ideaksi. Ongelmakohtia toimivan esikäsittelylinjan aikaansaamiseksi oli alussa niin paljon, että jätin ne aluksi määrätietoisesti huomioimatta kokonaan ja työn edetessä, vaihe vaiheelta löydettiin yksi kerrallaan niihin toimivia ratkaisuja. Lisäksi opinnäytetyön laajuus toi haasteensa työn onnistumiselle.

Opinnäytetyössä käytetyt menetelmät sopivat layoutin suunnitteluun erittäin hyvin. Kolmiulotteisen mallin luominen esikäsittelylinjastosta antoi hyvän yksityiskohtaisen käsityksen kokonaiskuvasta ja materiaalivirtauksesta sekä esikäsittelylinjan käyttöönottoon tarvittavista muutostöistä. Mahdollisuus

esikäsittelylinjaston jatkokehittämiseen ovat hyvät, koska käyttölaitteiden erillistä mallintamista ei enää tarvita valmiiden mallien vuoksi.

Parhaaksi layout-malliksi valittiin layout kolme ja se todennäköisesti otetaan käyttöön syksyn 2018 tai kevään 2019 aikana. Valintaan vaikuttivat positiivisesti ratkaistut ongelmat, jotka esikäsittelylinjan käyttöönotossa aiemmin olivat ratkaisematta. Kolmas layout-malli on kompaktin kokoinen, joten se ei vie runsaasti hallitilaa niin kuin muut mallit. Tämän tapaisella koneiden sijoittelulla ja käytöstä pois jääneitten käyttölaitteiden poistolla saadaan huomattavan paljon lisää tilaa esikäsittelylinjastolle. Lisäksi tilaa jää myös kuljetinkaseteille ja esikäsittelijöiden käyttämille trukeille. Tämä malli mahdollistaa myös sahan lisäksi plasman asentamisen samalle linjastolle, mikä ei ollut mahdollista aikaisemmissa malleissa. Lisäksi tässä mallissa ei ole kattokuljetin nostoja, ja jos niitä tehdään, putken nostossa ei ilmene mitään ongelmia rakenteiden tai käyttölaitteiden osalta. Layout on selkeä ja käyttölaitteita voi ohjata yksi työntekijä vähäisellä putken siirtelyllä. Putken merkkkaus on myös helppo tehdä ennen ja jälkeen esikäsittelylinjastoa. Positiivista tässä mallissa on myös se, että käyttöönotto on helppo suorittaa, koska tuotantolaitteet ovat vierekkäin. Sahalle, raepuhalluslaitteelle ja plasmalle tarvitaan voimavirtaa ja sen johtaminen maata pitkin yliastumissuojan avulla on vaivatonta. Lisäksi samaa yliastumiskanavaa pitkin voidaan plasmalle viedä kaasut ja raepuhalluslaitteelle paineilmat. Tämän tapaisella letkujen asentamisella ei tule työntekijälle kompastumisriskiä ja työpiste itsessään muuttuu työturvalliseksi.

Kuvassa 12 on vertailtu eri kysymyksillä parasta vaihtoehtoa yritykselle Excel-taulukon avulla. Parhaan layout-mallin valinnassa vaikuttivat putkinostot esikäsittelylinjan aikana. Putkinostoja arvioitiin pisteyttämällä 1-4 asteikolla niin, että vähiten putkinostoja sisältävä layout-malli sai täydet 4 pistettä. Toisena arviointikriteerinä oli putken siirtelyt kasetilla. Tämä tarkoittaa siis esikäsittelymiehen traktorilla siirtämää putkenkuljetuskasettia. Tämäkin arvioitiin pisteyttämällä paras vaihtoehto antamalla sille 4 pistettä. Arviointitaulukon avulla laskettiin pisteitten yhteislukumäärä ja tehtiin siitä pylväsdiagrammi kuvan 13 mukaisesti. Kuvasta nähdään kolmannen layout-mallin saavan parhaat mahdollisuudet toimia yrityksessä. Se on kustannustehokkain ja helposti jatkoehiteltävissä oleva layout-malli. Toiseksi paras vaihtoehto on neljäs layout-malli, joka on myös kompaktin kokoinen ja vie vähiten tilaa päähallin puolelta. Sillä olisi myös hyvät mahdollisuudet menestyä yrityksessä, mutta talviaikaan materiaalivirtauksen kulku ei ole samanlainen kuin kesän aikana. Materiaalivirtauksessa tulee turha ”ketun lenkki” talven aikana, koska putki ajetaan sisäkautta raepuhalluslaitteen läpi ja sen jälkeen käännetään putken kulkusuunta oikein päin suorittaen samalla raepuhallus (KUVA 11).

LÄHTEET

Caverion Prosessiputkistot. Ylivieskan konepajapalvelut. Saatavissa

<https://www.caverion.fi/jarjestelmat-ja-tuotteet/prosessiputkistot/konepajapalvelut/ylivieskan-konepaja>. Viitattu 04.07.2018.

Finnblast Oy yrityksen tuotteet ja syklonit. Päivitetty 20.6.2014. Saatavissa

<http://www.finnblast.fi/tuotteet/syklonit/>. Luettu 28.6.2018.

Lean 5 -sanomat. jatkuva parantaminen. Päivitetty 11.4.2017. Saatavissa

<https://www.lean5.fi/jatkuva-parantaminen/>. Luettu 03.07.2018.

Laatuakatemia. Laatu työkaluja. PDCA -ongelmanratkaisumenetelmä. Muokattu 06.07.2010.

Saatavissa <http://www.kotiposti.net/tuurala/PDCA.htm>. Luettu 03.07.2018

Mattila Seppo. Laatuajattelu on yrityksen kehittämisen perusta. Päivitetty 07.09.2017. Saatavissa

<https://www.kohtilaatua.fi/l/laatuajattelu-on-yrityksen-kehittamisen-perusta/> Luettu 14.08.2018

Stenbacka AB Teräsrakeet. Saatavissa

<http://stenbackashopyp.bootti.net/userimages/10317prdocfi-FI.pdf>. Luettu 19.6.2018.

Paineilmakompressorit. ESM 30 - 50 -sarjan ruuvikompressorit. Saatavissa

<http://www.compressor.fi/pages/tuotteet/ruuvikompressorit/esm-30-50.php>. Luettu 24.07.2018

Poutiainen, V. & Brax, J. 2018. Kehityskeskustelu/ Henkilökohtainen tiedonanto. Palaveri 27.6.2018

Raepuhallusautomaatti FB-350-P Käyttäjän käsikirja 01/2008

Vuorinen Tero. 2013. strategiakirja: 20 työkalua. E-aineisto. Saatavissa:

<https://centria.finna.fi/Record/colibri.69347>. Luettu 25.06.2018

Six sigma. Kehitystyökalut. Viiden ässä kehitystyökalu. Päivitetty 15.1.2013. Saatavissa

<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyoekalu/>. Viitattu 03.07.2018.

Teknologiaeollisuus. Lämpökäsittelyn toimialaryhmä Työvälineiden lämpökäsittelysuositus

Päivitetty 18.5.2005. Saatavissa

http://www.sten.fi/document/1/38/ed5aa82/muuram_497169f_tyovalineiden_lampokasittelysuositus.pdf. Luettu 19.6.2018.

Niklas Modig & Pär Åhlström. 2013. Tätä on Lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Ensimmäinen painos. Tukholma 2013, Rheologica Publishing.

Tietoa Caverionista. Yrityskuvaus lyhyesti. Muokattu 23.1.2018. Saatavissa

<https://cnet.caverion.com/fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti/>. Viitattu 04.07.2018

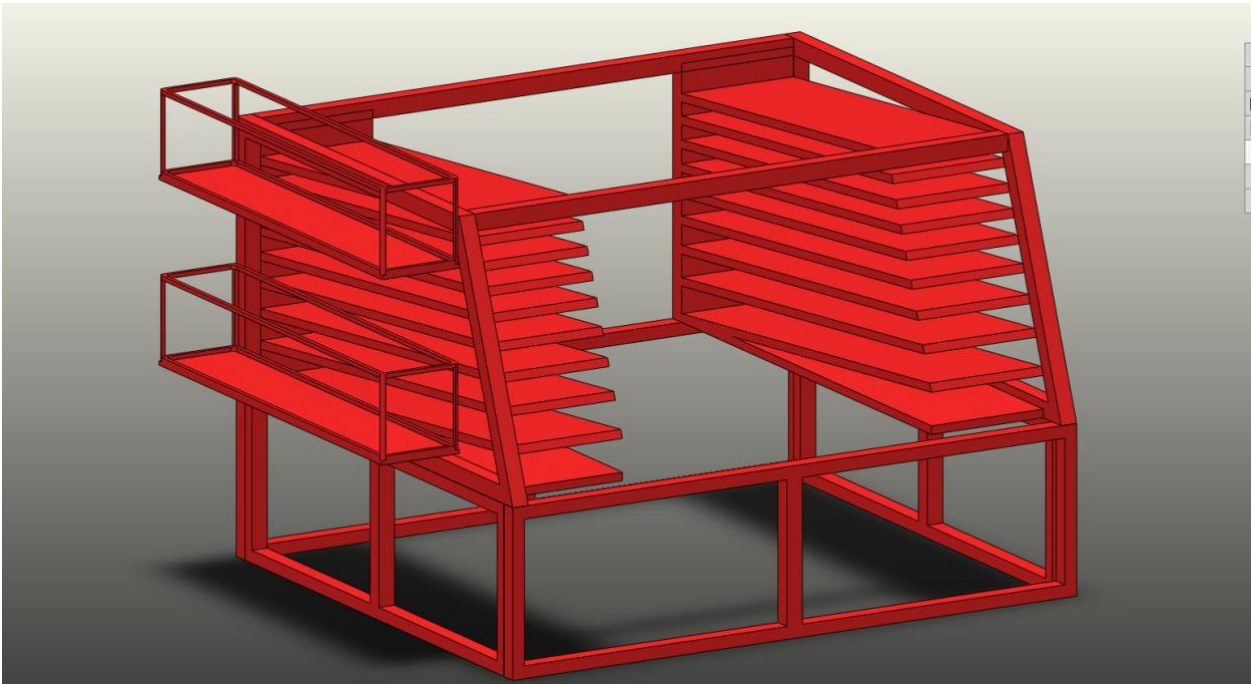
Tuotannon layout. Logistiigan maailma, Reijo Rautauoman säätiö. Päivitetty 29.06.2017. Saatavissa

<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/>. Luettu 16.7.2018

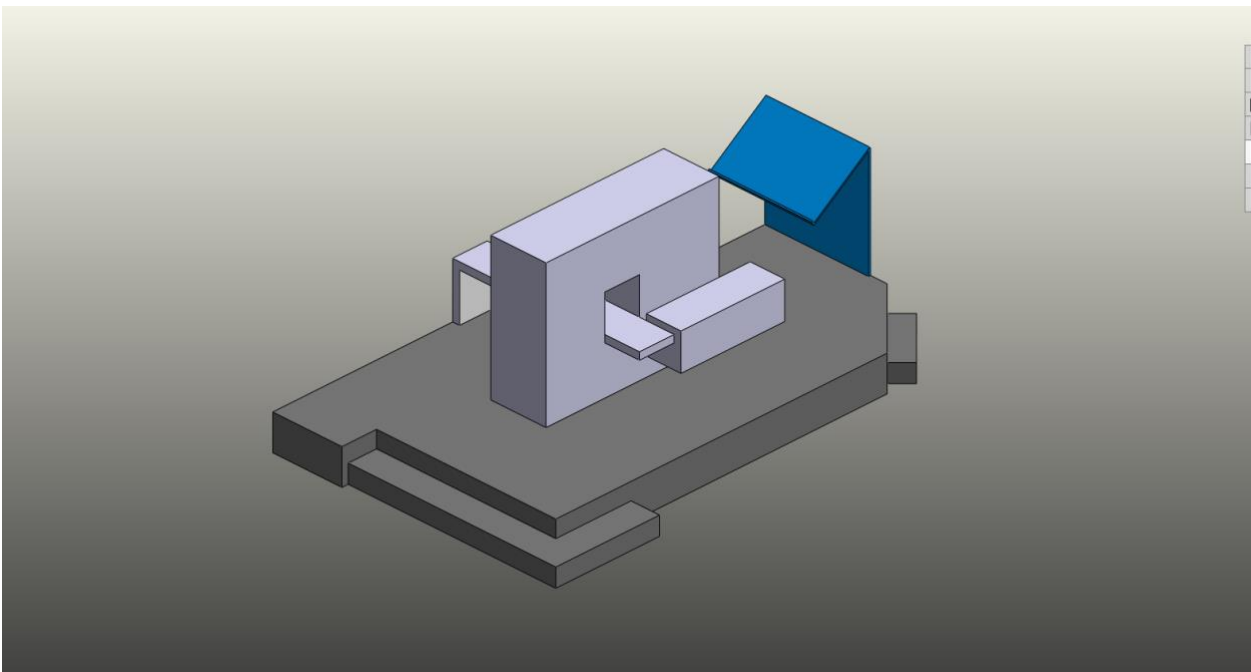
Tietoa Caverionista. Ylivieskan putkistotehdas. Julkaistu 9.9.2016. Saatavissa

<https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/media/tiedotteet/2016/09/09/edellakavijyytta-teollisuuden-tarpeisiin---caverionin-ylivieskan-putkistotehdas-tayttaa-40-vuotta>. Luettu 18.7.2018

LIITE 1/1. Mallinnuskuvat

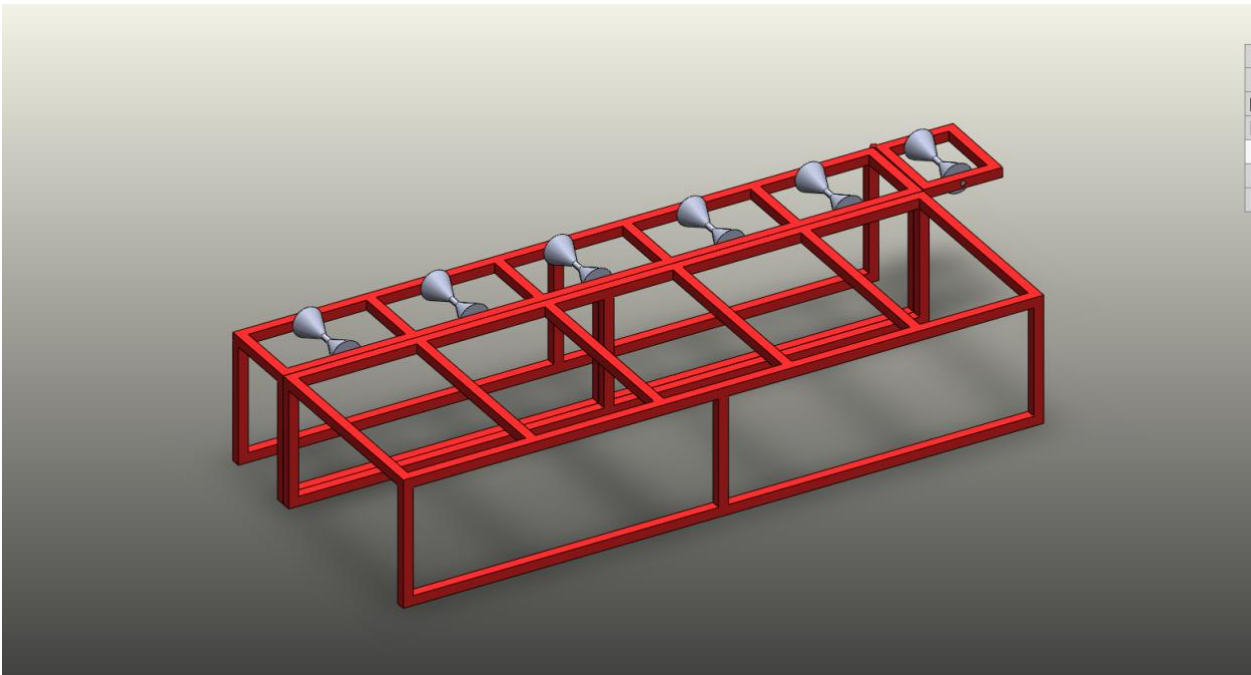


KUVA 1. Putkivälivarasto mallinnus, putkitelineeseen mallinnettiin myös takana sijaitseva kuljetintaso.

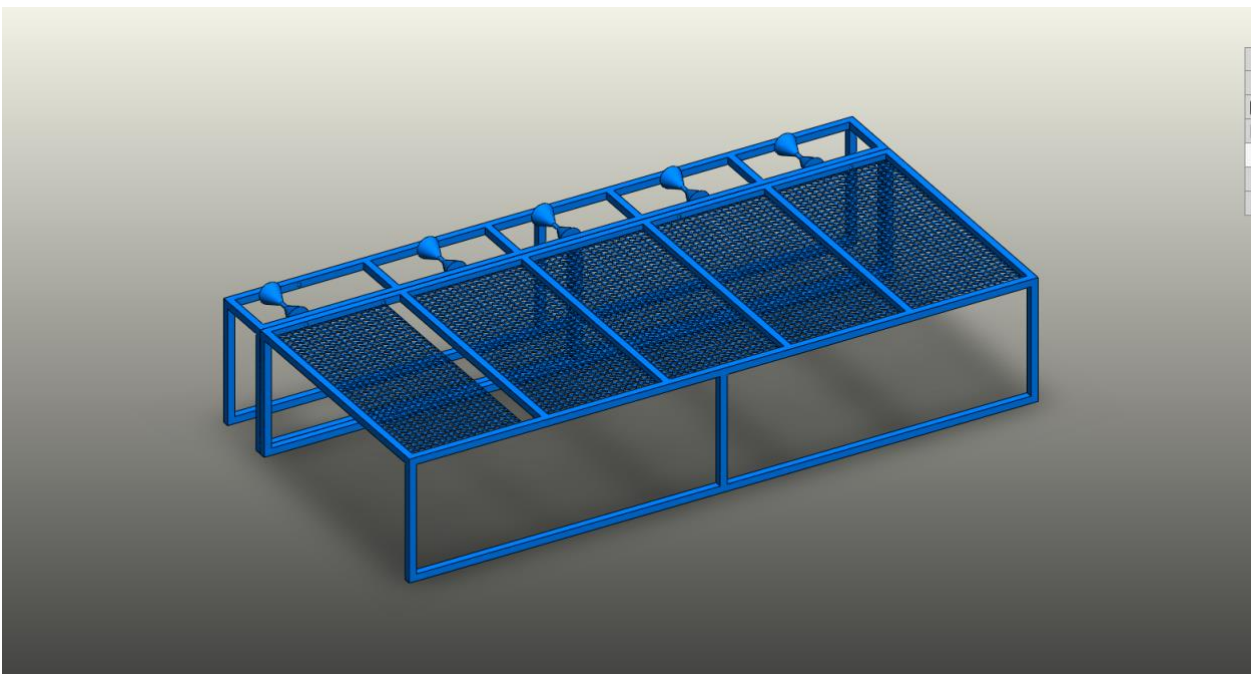


KUVA 2. Sahan toimilaite mallinnus, sahaan liittyvät kuljettimet mallinnettiin erillisinä tiedostoina layoutin suunnittelun helpottamiseksi.

LIITE 1/2. Mallinnuskuvat

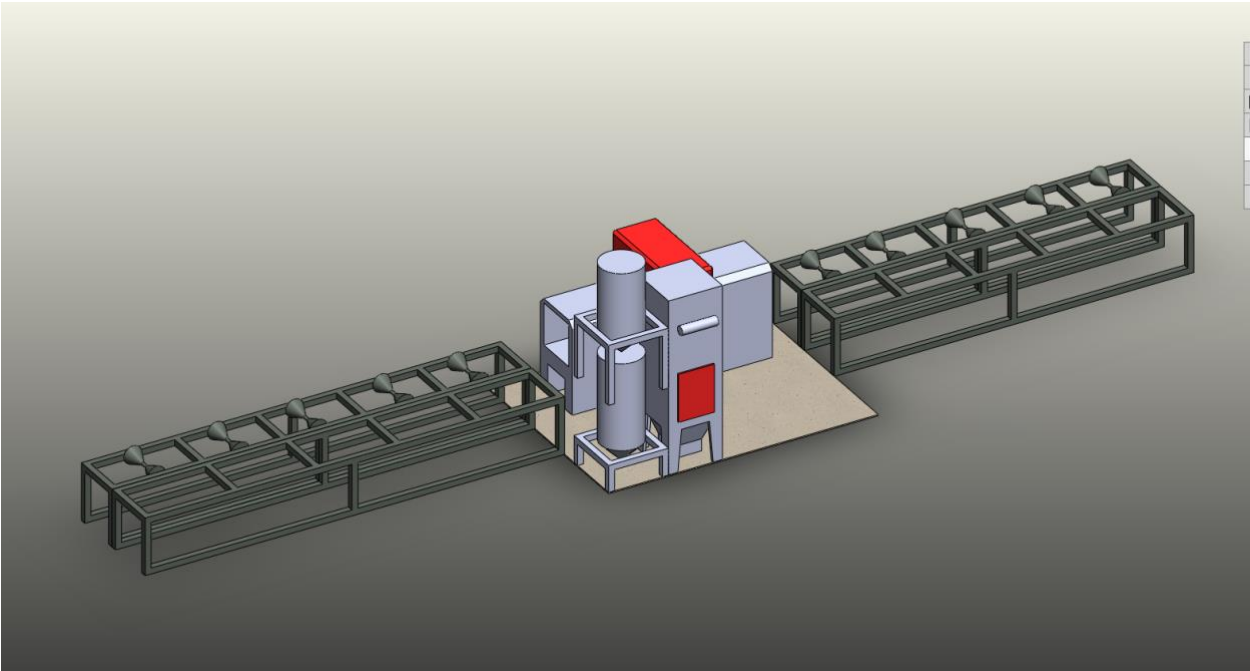


KUVA 3. Sahan kuljetin sekä tasopöydän kokonaisuuden mallinnus. Kuljettimessa on kulkuväylälle tarkoitettu kääntyvä osa.

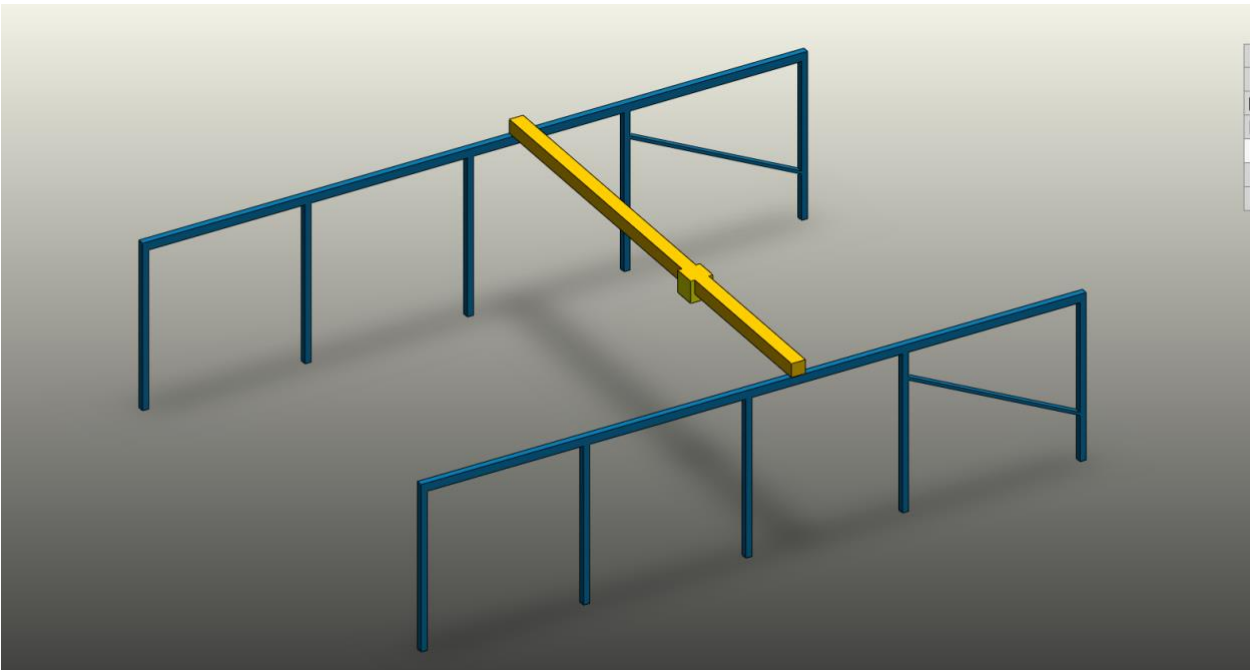


KUVA 4. Sininen ulkokuljetin.

LIITE 1/3. Mallinnuskuvat

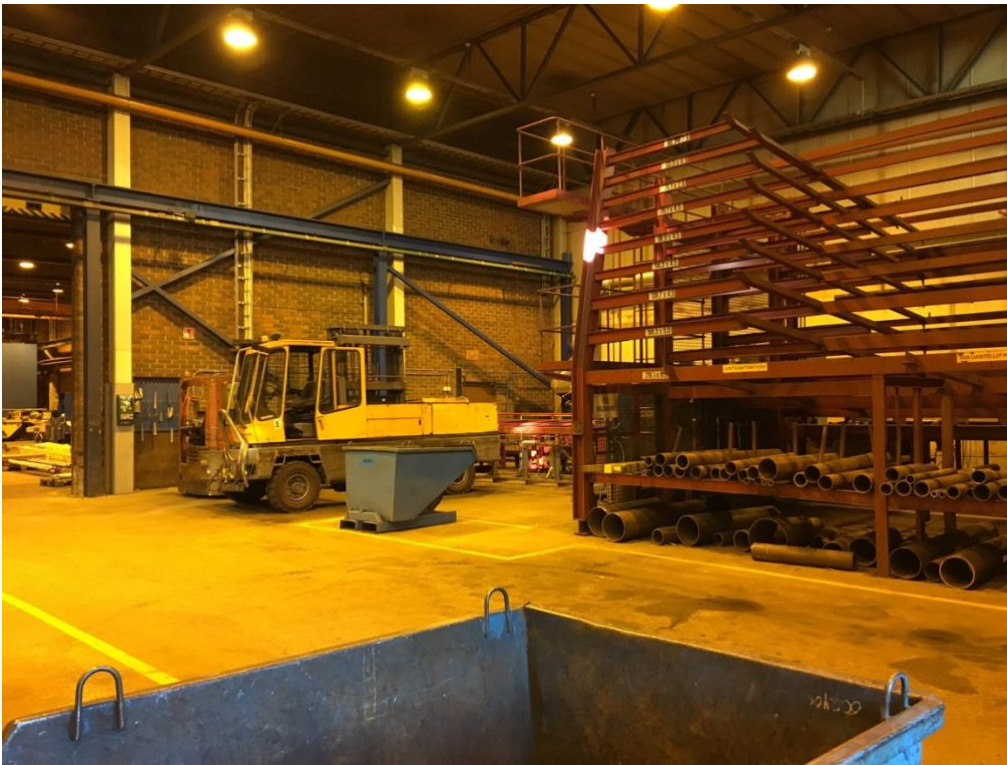


KUVA 5. Raepuhalluslaite kokonaisuus, laitteeseen kuuluu raepuhalluslaite, suodattimet silloineen ja kuljettimet.

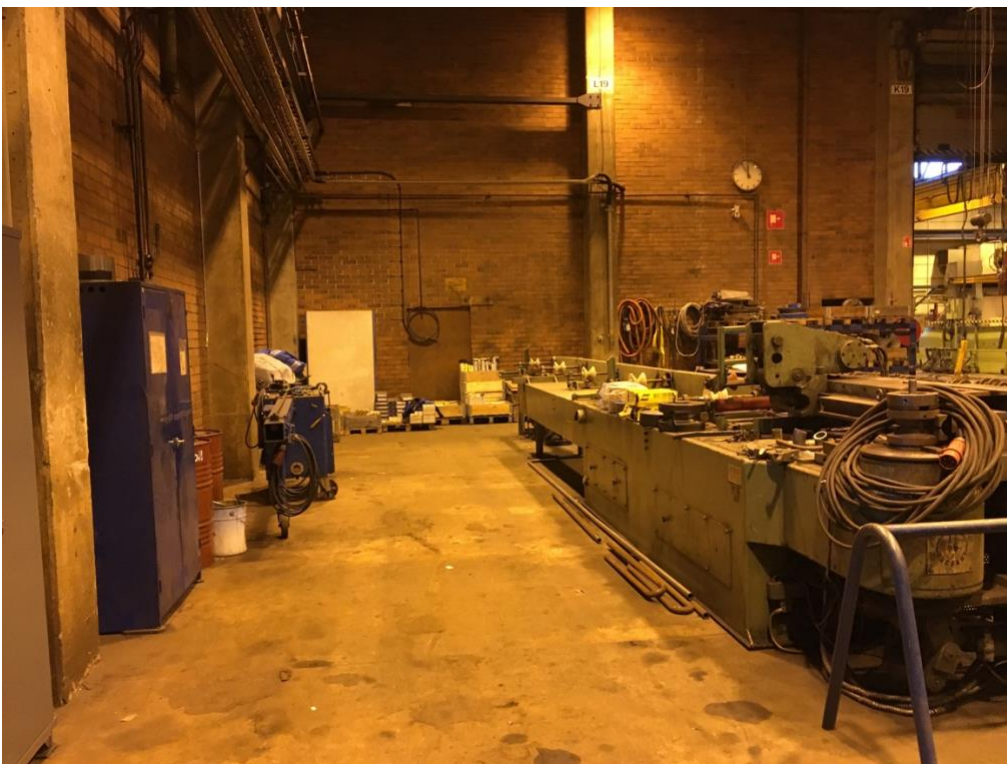


KUVA 6. Kattokuljettimen malli, jalkojen poikittaiset tuet on mitoitettu tarkasti ja tuet jouduttiin huomioimaan myös työturvallisuuden näkökulmasta.

LIITE 2. Laitteiston sijoituspaikka



KUVA 1. Kompohalli, johon esikäsittelylinjasto suunniteltiin.



KUVA 2. Päähalli, jossa sijaitsee kylmätaivutuslinjasto. Esikäsittelylinjasto jatkuu tämän hallin puolelle.

LIITE 3/1. Koneita

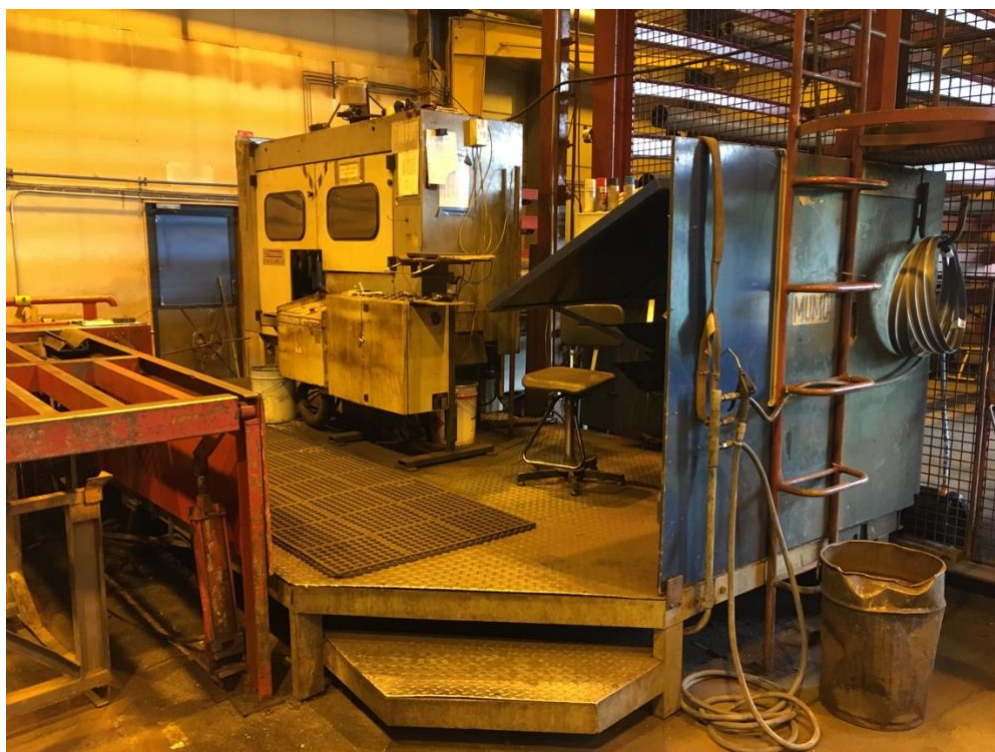


KUVA 1. Raepuhalluslaitteen osia.



KUVA 2. Raepuhalluslaitteen linjaston osia.

LIITE 3/2. Koneita



KUVA 3. Kuva sahan käyttölaitteesta.