



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Konetekniikka

Pinnoitusprosessin layoutin optimointi käytössä oleviin tiloihin

Saku Räsänen

Opinnäytetyö, Helmikuu 2026

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2026
Konetekniikan koulutus

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä(t)
Saku Räsänen

Nimeke:
Pinnoitusprosessin layoutin optimointi käytössä oleviin tiloihin

Toimeksiantaja:
Valtimo Components Oyj

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on etsiä pinnoitusprosessiin ja sen nykyisiin tiloihin vaihtoehtoisia layout-ratkaisuja. Tällä tavoitellaan tuotantotilan kokonaisvaltaista hyödyntämistä, materiaalin virtojen selkeytymistä, siirtomatkojen lyhentymistä sekä työergonomian parantumista.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi valmistavan teollisuuden yleisimpiä käytössä olevia layout-malleja sekä pureudutaan myös leanin peruskäsitteisiin, joita ovat virtaus ja hukka. Erilaisia hukkia tunnistamalla pystytään parantamaan tuotannon virtausta ja tätä tarkastellaan käytännön osiossa erillisillä virtauskaavioilla. Viimeisenä teoriaosuudessa tarkastellaan systemaattisen layout suunnittelun teoriaa sekä yksinkertaistetun kuusivaiheisen systemaattisen layout-suunnittelun vaiheistusta.

Teoriaosuuden lisäksi opinnäytetyössä hyödynnetään paikan päällä tehtyjä prosessien tarkasteluja ja pinta-ala mittauksia. Pinta-ala mittauksia suoritettiin käytössä olevista tiloista sekä prosesseista ja niihin liittyvistä laitteista.

Käytännön osuus toteutettiin edellä mainitun yksinkertaistetun systemaattisen layout-suunnittelun vaiheita mukaillen. Opinnäytetyön tuloksena saadaan tuotettua kolme vaihtoehtoista layout-ratkaisua jatkotarkastelua varten.

Kieli
suomi

Sivuja 37
Liitteet 0
Liitesivumäärä 0

Asiasanat
layout, lean-ajattelu, prosessit



THESIS
February 2026
Degree Programme in mechanical engineering

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Saku Räsänen

Title
Optimizing the coating process layout for existing spaces

Commissioned by
Valtimo Components Oyj

Abstract

The purpose of this thesis is to look for alternative layout solutions for the coating process and its current facilities. The aim is to make comprehensive use of the production space, clarify material flows, shorten transfer distances and improve work ergonomics.

The theoretical part of the thesis goes through the most common layout models used in the manufacturing industry and also delves into the basic concepts of lean, which are flow and waste. By identifying different types of waste, it is possible to improve the flow of production, and this is examined in the practical section with separate flow diagrams. Finally, the theory part examines the theory of systematic layout design and the phasing of simplified six-step systematic layout design.

In addition to the theoretical part, the thesis utilizes on-site process reviews and area measurements. Area measurements were carried out on the facilities in use, as well as the processes and related equipment.

The practical part was carried out following the stages of simplified systematic layout design mentioned above. As a result of the thesis, three alternative layout solutions can be produced for further examination.

Language
Finnish

Pages 37
Appendices 0
Pages of Appendices 0

Keywords
layout, lean thinking, processes

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Layout-suunnittelun peruseriaatteet	6
3	Teollisuuden yleisimmät layout-tyypit	7
3.1	Prosessilähtöinen layout	7
3.2	Tuotelayout	8
3.3	Solulayout	10
3.4	Kiinteän asettelun layout	11
3.5	Yhdistelmä layout	12
4	Lean layout-suunnittelussa	13
4.1	Mikä on Lean	13
4.2	Virtaus	14
4.3	Hukka	15
5	SLP (Systematic Layout Planning)	15
5.1	Mikä on SLP	15
5.2	Yksinkertaistettu kuusivaiheinen SLP	16
6	Käytännön osion toteutus	20
7	Nykytilan analysointi	20
7.1	Turvallisuus	20
7.2	Prosessien kartoitus	21
7.3	Prosessien virtaus	22
8	Uuden layout-ratkaisun suunnittelu	24
8.1	Toimintojen suhteet (vaihe 1)	24
8.2	Tilavaatimukset (vaihe 2)	25
8.3	Toimintojenvälinen suhdekaavio (vaihe 3)	27
8.4	Layout ehdotukset (vaihe 4)	29
8.4.1	Vaihtoehto A (esikäsittelyn muutokset)	29
8.4.2	Vaihtoehto B (esikäsittelyn muutokset)	30
8.4.3	Vaihtoehto C (esikäsittelyn + pinnoitusprosessin muutokset)	31
8.5	Arviointi (vaihe 5)	32
8.6	Viimeistely (vaihe 6)	34
9	Tulokset	35
10	Pohdinta	35
	Lähteet	37

1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Valtimo Components Oy, jonka toimipaikka sijaitsee Valtimolla. Yritys toimii teollisuuden sopimusvalmistajana ja se palvelee laaja-alaisesti erilaisia teollisuuden haaroja. Tuotteita pystytään valmistamaan raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi, koska konekanta on laaja. Valmistusprosesseihin kuuluu mm. CNC-koneistus, pintakäsittely ja kokoonpano. Tämän opinnäytetyön aiheena olevia pinnoitusprosesseja yritys tekee esimerkiksi teräkselle, alumiinille, messingille, kuparille ja ruostumattomalle teräkselle. Pinnoitusvaihtoehtoja näille on nikkelöinti, kuparointi, kultaus ja anodisointi sekä passivointi. (Valtimo 2026.)

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa toimeksiantajalle pinnoitusprosessiin vaihtoehtoisia layout-ratkaisuja käytössä oleviin tiloihin. Tässä työssä keskitytään löytämään prosessin kannalta tehokkaampi layout-ratkaisu nykyisiin tiloihin. Layout-ratkaisujen optimoinnilla tavoitellaan tilan parempaa hyödyntämistä, siirto- ja nosturien sekä nostelun minimoimista.

Opinnäytetyön toteutuksessa hyödynnetään yleisiä layout suunnittelun periaatteita sekä yleisiä teollisuuden käytössä olevia layout-malleja. Työssä hyödynnetään myös lean- ajattelun perusperiaatteita, kuten hukkaa ja materiaalivirtausta. Työ toteutetaan yksinkertaistetun systemaattisen layout-suunnittelun vaiheiden kautta. Materiaalia opinnäytetyön toteutukseen on kerätty paikan päällä havainnoimalla prosessia sekä suorittamalla sijainti sekä pinta-ala mittauksia.

Opinnäytetyön rajaukset:

1. Opinnäytetyössä tarkastellaan vain esikäsittelyjä ja pinnoituksia.
2. Pinnoitusprosessit sisältävät useita pienempiä vaiheita ja tässä opinnäytetyössä ei oteta kantaa näihin yksittäisiin vaiheisiin.
3. Kaikki prosessit yksinkertaistetaan prosessikaavioon, jos mahdollista.
4. Kaikki putkisto muutokset, vesipisteiden lisäys ja kevyiden meluseinien toteuttaminen oletetaan mahdolliseksi.

5. Prosessit sisältävät yksittäisiä kemikaaleja, joita ei saa sijoittaa toistensa läheisyyteen. Näiden rajoitusten arviointi ei kuulu opinnäytetyön laajuuteen, eikä niihin oteta kantaa esitetyissä layout-vaihtoehtoissa. Kemikaaleja sisältävät prosessit tuodaan kuitenkin parhaan mukaan näkyväksi, layout-suunnittelussa, jatkotarkastelua varten.
6. Tuotteet, jotka kulkevat prosessien läpi, ajatellaan kaikki tuotteiksi, jotka tulevat koneistuksen kautta.

Opinnäytetyön tuloksena syntyvien vaihtoehtoisten layout-mallien mahdollisesta käyttöönotosta, toimeksiantaja tekee omat päätökset sekä soveltuvuus tarkastukset.

Opinnäytetyön toteutuksessa on hyödynnetty myös tekoälyä. Tekoälyä on käytetty hakukoneena sekä opinnäytetyön rakenteen ideoimiseen. Opinnäytetyössä on hyödynnetty: Copilot ja ChatGPT ohjelmistoja.

2 Layout-suunnittelun peruseräatteen

Tuotantolaitoksen layout tarkoittaa, että miten tuotantotila on järjestetty ja siinä on otettu huomioon, miten työpisteet, tuotannon koneet, henkilöstön liikkuvuus ja varastoalueet on sijoitettu tehtaaseen. Tällä on yleensä suuri merkitys yleisen sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta. Layoutin muuttaminen ei yleensä ole helppoa ja siihen sitoutuu paljon aikaa ja rahaa, siksi sen suunnitteluun kannattaa perehtyä hyvin. (Logistiikan Maailma 2026.)

Layout-suunnittelulla pystytään vaikuttamaan prosessien suorituskykyyn kokonaisvaltaisesti ja sen perusajatus on luoda turvallinen, paras fyysinen rakenne prosessille, jonka tavoitteena on varmistaa tilan tehokas hyödyntäminen sekä materiaalivirtojen, tuotteiden ja ihmisten optimaalinen liikkuminen (Six Sigma Development Solutions, Inc 2026). Hyvän tuotannon layoutin piirteitä ovat henkilöstölle turvallinen tila, tehokkaat materiaalivirrat, läpimenoaika on minimoitu,

työntekijöiden turhat liikkeet on minimoitu ja että käytettävissä olevat tilat on tehokkaasti hyödynnetty (Logistiikan Maailma 2026).

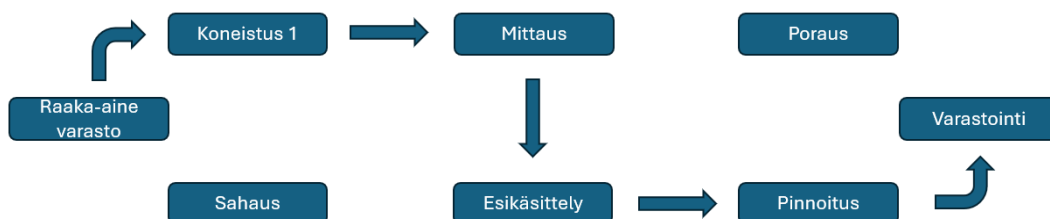
Layout-suunnittelun päällimmäinen tarkoitus on valmistusprosessin parantaminen. Usein muutoksilla tavoitellaan esimerkiksi lattiatilan kokonaisvaltaista hyödyntämistä, siirto- sekä kuljetusmatkojen tai aikojen lyhentämistä. (Muther & Hales 2015, 15.)

3 Teollisuuden yleisimmät layout-tyypit

3.1 Prosessilähtöinen layout

Prosessilayoutissa ja toiselta nimeltään funktionaalisessa layoutissa koneet sekä laitteet sijoitetaan niiden toiminnan tai niiden prosessin perusteella. Samanlaiset toiminnot ja prosessit on ryhmitelty yhteen osastoittain. Esimerkiksi metalliteollisuudessa koneistus tapahtuu alueella, minne on sijoitettu cnc-koneita, pinnoitus tapahtuu alueella, minne on sijoitettu pinnoitusprosessiin liittyvät koneet ja pakkaus tapahtuu pakkaus alueella. Näin syntyy eri alueita, joiden välillä tuote kulkee. (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 152–153.)

Kuvalla yksi voidaan havainnollistaa prosessilähtöinen layout. Materiaalivirta kulkee näiden vaiheiden kautta: Raaka-ainevarasto, koneistus 1, mittaus, esikäsitteily, pinnoitus ja varastointi.



Kuva 1. Prosessilähtöinen layout (mukaan Production and Operations Management. 2010, 153).

Layoutin edut:

- vähentää investointien tarvetta
 - joustavampi tuotanto
 - taloudellisempi valvonta
 - helppo laajentaa
 - resurssien hyödyntäminen voi olla tehostua
 - laiterikot ei vaikuta suuresti tuotantoon
 - laitteistoa voidaan hyödyntää laajasti
 - laite investoinnit ovat suhteellisen vähäisiä
 - henkilöstön sitoutuminen tuottavuuteen.
- (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 154.)

Layoutin rajoitteet:

- materiaalin liikkuvuus voi olla haastavaa
 - suuri lattiatilantarve
 - tuotannon ohjaus voi olla haasteellista
 - läpimenoajat voivat venyä
 - keskeneräisen työn määrä voi kasaantua eri paikkoihin.
- (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 154.)

Prosessilähtöinen layout on pinnoitusprosessiin mahdollisesti soveltuva layout malli. Pinnoituksessa on yleensä useita vaiheita, joiden läpi tuote kuljetetaan. Tuotteet voivat myös erota toisistaan niin, että joihinkin tuotteisiin voi tulla useita erilaisia pinnoituksia peräkkäin. Tässä tilanteessa jokainen pinnoitus voidaan ajatella omana prosessinaan.

3.2 Tuotelayout

Tuotelayoutissa, jota kutsutaan myös tuotantolinjalayoutiksi, on määritelty selkeästi, missä vaiheessa mikäkin työvaihe tehdään. Koneet on aseteltu linjastoksi ja tuote menee sisään toisesta päästä ja tulee ulos linjaston toisesta päästä. Asettelu voi olla lineaarinen. Käytössä yleisesti esimerkiksi autoteollisuudessa. (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 155.)

Kuvalla kaksi on havainnollistettu tuotelähtöinen layout. Tuotteen valmistus lähtee liikkeelle raaka-aine varastosta ja päättyy varastointiin.



Kuva 2. Tuotelayout (mukaillen Production and Operations Management. 2010, 155).

Layoutin edut:

- materiaalin käsittelykuluja on mahdollista vähentää
 - pullonkaulojen tunnistaminen helpottuu
 - tehokkaat tuotantoajat
 - tuotannon suunnittelu voi olla helppoa
 - pienentää lattiapinta-alan tarvetta
 - keskeneräisen työ voi vähentyä
 - laatu poikkeamiin voidaan puuttua aikaisessa vaiheessa
 - henkilöstön sitoutuminen tuottavuuteen.
- (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 156.)

Layoutin rajoitteet:

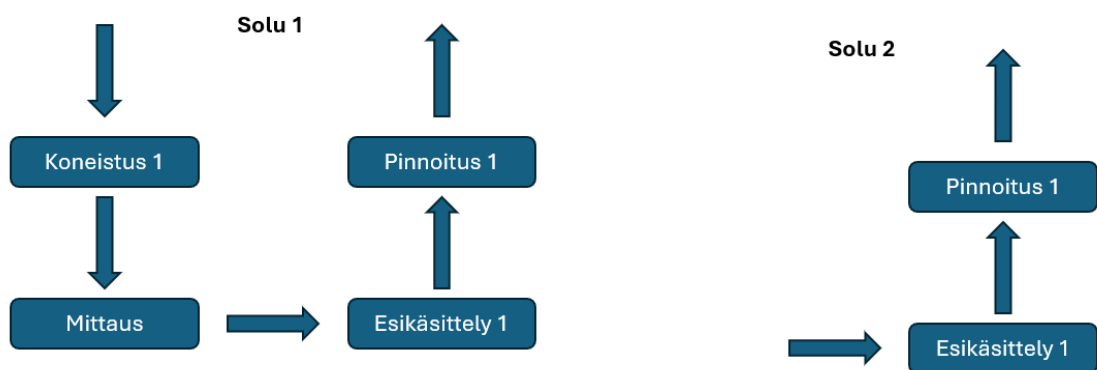
- layoutin joustamattomuus
 - suhteellisen kallis toteuttaa
 - valvonta voi olla haasteellista
 - laajennus on haasteellista
 - laiterikoilla voi olla pitkät vaikutukset tuotantoon.
- (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 156.)

Tuotelayout on pinnoitusprosessiin soveltuva layout-ratkaisu. Tuotteet voivat edetä järjestyksessä altaalta altaalle tai esimerkiksi esikäsittely, pinnoitus, jälkikäsittely ja varastointi vaiheita mukaillen.

3.3 Solulayout

Solulayout ratkaisussa koneet on sijoitettu niin sanottuihin soluihin. Solun sisällä on prosessin kaikki vaatimat resurssit. Soluja voi olla käytössä useita. (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 158–159.)

Kuvalla kolme on havainnollistettu solulayout. Kuvassa on kuvattu kaksi erilaista solun sisäistä virtausta.



Kuva 3. Solulayout (mukaan Production and Operations Management. 2010, 159).

Layoutin edut:

- keskeneräisen työn varastot ovat vähäisiä
- pienet materiaalin käsittelykustannukset
- läpimenoaikojen tehostuminen
- tuotannon suunnittelu voi helpotua
- henkilöstön vastuun kasvaminen
- visuaalinen tarkastelu suhteellinen helppoa
- nopeat työkalun vaihdot
- vähäiset tuotantokulut
- parempi laatu.

(Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 158.)

Layoutin rajoitteet:

- tuotannon joustamattomuus

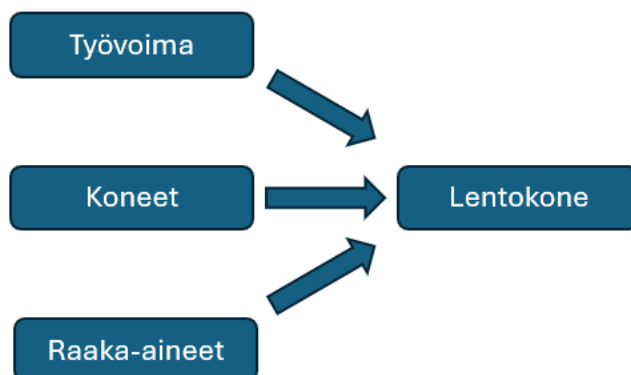
- pienempi kokonaiskäyttöaika
 - samanlaisten koneiden tarve solouhin.
- (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 159.)

Solulayout on pinnoitusprosessiin soveltuva layout-ratkaisu. Koko pinnoitusprosessia voidaan ajatella soluna. Tilassa on kaikki tarvittavat resurssit toiminnon suorittamiseen.

3.4 Kiinteän asettelun layout

Kiinteän asettelun mallissa valmistettava tuote on usein niin suuri, että se pidetään paikallaan ja resurssit siirtyvät tuotteen luokse. Tätä käytetään siitä syystä, että tuotteen siirtäminen voi olla suhteellisen kallista. Käytetään suurissa tuotteissa, esimerkiksi meriteollisuudessa ja ilmailuteollisuudessa. (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 157.)

Kuvalla neljä on havainnollistettu kiinteän asettelun layout. Kuvassa on käytetty esimerkkinä lentokonetta mukailien Production and Operations Management s. 158 kuvaa. Tuotteen luokse tuodaan kaikki tarvittava, jotta tuote saadaan valmistettua.



Kuva 4. Kiinteän asettelun layout (mukaien Production and Operations Management. 2010, 158).

Layoutin edut:

- henkilöstöä ja laitteita voidaan käyttää joustavammin
- layout on suhteellisen edullinen
- henkilöstö sitoutuu tekemiseen
- kalliit kustannukset hankalan tuotteen kuljetuksista vältetään.
(Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 158.)

Layoutin rajoitteet:

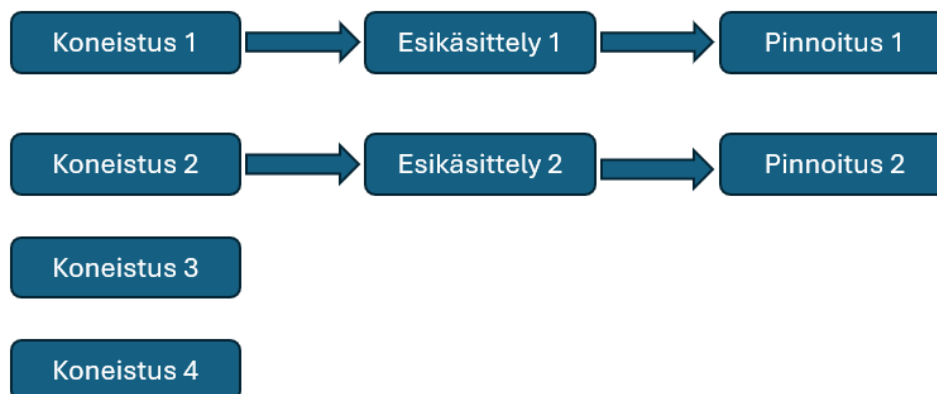
- vaatii korkean ammattitaidon henkilöstöä
- tuottavuuden laskeminen, koska tuoteosien siirtämiseen kuluu aikaa
- korkeat muuttuvat kustannukset
- aikaa vievä, logistisien haasteiden vuoksi.
(Spanco 2024.)

Kiinteään asettelun layout soveltuu suurten kohteiden valmistukseen. Tämän syyn takia, se ei sovellu opinnäytetyön kohteena olevaan pinnoitusprosessin layout-malliksi.

3.5 Yhdistelmä layout

Aswathappa ja Shridhara Bhat (2010) kirjoittavat kirjassa production and operations management, että tehtaita ei ikinä suunnitella vain yhden layoutin pohjalta. Teollisuuden onkin havaittu käyttävän usein, useiden layouttien yhdistelmiä mieluummin, kuin hyödyntäen vain yhtä layout mallia. (Aswathappa & Shridhara Bhat 2010, 159.)

Kuvalla viisi on havainnollistettu yhdistelmä layout mallia. Koneet on sijoitettu osastoittain prosessien mukaan, mukaillen prosessilayout mallia ja tuote kulkee vasemmalta oikealle, mukaillen tuotelayout mallia.



Kuva 5. Yhdistelmä layout (mukaillen Production and Operations Management, 2010, 160).

Yhdistelmä layout on mahdollisesti pinnoitusprosessiin soveltuva layout-ratkaisu. Prosessin voi ajatella usean layoutin yhdistelmänä.

4 Lean layout-suunnittelussa

4.1 Mikä on Lean

Lean johtaa juurensa Toyota Motor Company tehtaalle, joka perustettiin virallisesti 1937 Japanissa. Leania kutsuttiin aluksi nimellä TPS (Toyota Production System), jonka ajatuksen yksi kulma kivistä oli JIT (just in time), jota voidaan myös kutsua ”nolla varastoksi”. Ajatuksen tärkein pointti oli, että ei pidetä suuria varastoja vaan, tuodaan juuri oikea määrä komponentteja, oikea aikaisesti juuri sinne missä niitä tarvitaan. Kyseisien aikakauden tuotantojohtajien toimesta TPS:n sisältävää JIT ajatusta kehitettiin paljon mm. vieraillemalla useita kertoja yhdysvaltalaisen auton valmistajien tuotantolaitoksissa. Näitä oppeja yhdistelemällä, Toyotan henkilöstö on kehittänyt toimintamallit omaan käyttöön sopiviksi ja jota on tämän jälkeen ryhdytty hyödyntämään maailman laajuisesti. (Bicheno & Holweg 2023, 15–19.)

Sanaa Lean käytettiin ensimmäisen kerran Haruo Shimadan tutkimuksen yhteydessä vuonna 1988. Tutkimuksessa selvitettiin yhdysvaltalaisen tehtaiden

kyvystä ottaa käyttöön, japanilaisten käyttämää TPM mallia, joka oli todettu yleisesti parhaimmaksi tuotantometodiksi. Haruo Shimada luokitteli tutkimuksensa tehtaat kategorioihin ”fragile”, ”robust” ja ”buffered” perustuen TPM:n käyttöönoton onnistumiseen. Fragile sanalle haluttiin toinen korvaava sana ja vuonna 1988 John Krafcik käytti sanaa Lean. (Bicheno & Holweg 2023, 19–23.)

Lean on matka, jolle ei määritellä loppupistettä. Se tähtää täydelliseen laatuun ja nojaa jatkuvan parantamisen ideologiaan. Peruseriaatteen mukaan kaiken tekemisen pitää olla asiakkaalle arvoa tuottavaa toimintaa ja näitä toimintoja pyritään kehittämään jatkuvasti pienin askelin. On kolme pääkohtaa, jolla tätä arvoa tuottavaa toimintaa pyritään lisäämään. Nämä kohdat ovat: hukan pienentäminen, arvon lisääminen sekä ihmisten osallistaminen. Näiden edellä mainittujen kohtien painotus voi vaihdella ajan mukaan, mutta pääpaino pysyy kuitenkin aina asiakkaassa ja asiakkaalle arvon luomisessa, joita jokainen kohta omalla tavallaan edustaa. (Bicheno & Holweg 2016, 1.)

4.2 Virtaus

Reaganpanell (2025) kirjoittaa artikkelissaan, että virtaus on yksi keskeisimmistä Lean filosofian ajatuksista. Se tarkoittaa jatkuvaa työnkulkua prosessin läpi. Keskittymällä flowhun organisaatiot voivat parantaa tehokkuutta sekä poistaa ylimääräistä hukkaa ja näin ollen tarjota asiakkaalle enemmän arvoa. (Reaganpanell 2025.)

Virtauksen yksi tärkeimmistä mittareista on sykli aika. Sykli aika, jota kutsutaan myös läpimenoajaksi, tarkoittaa yhden tehtävän kokonaisaikaa. Sillä pystytään mittaamaan prosessin virtausta ja se on tehokas mittari, jota tarkstelemalla voidaan vähentää myös hukkaa. Jos prosessia halutaan kehittää, niin läpimenoajan tarkastelu on yksi tärkeimmistä mittareista ja prosessia voidaan virtaviivaistaa erilaisilla tekniikoilla. (Sixsigma 2024.)

4.3 Hukka

Yrityksien aika, joka ei tuota lisäarvoa on lean-filosofian mukaan jaettu kahdeksaan eri osaan, joita kutsutaan hukaksi. Näihin hukkiin keskittymällä on mahdollista parantaa virtausta, joka tarkoittaa, että tuote kulkee nopeammin prosessin läpi. (Mflow 2021.)

Tuotannon kahdeksan hukkaa:

1. Kuljetus. Keskeneräistä työtä siirretään osastolta toiselle, kun vaihtoehtoisia tuotantomenetelmiä on saatavilla. Silloin sitä kutsutaan hukaksi.
2. Varastot. Yksi lean-ajatuksista on, että varastot pidetään mahdollisimman pienenä, joten ylimääräisiä suuria varastoja ajatellaan myös hukkana.
3. Liike. Tätä voidaan ajatella ihmisten ja koneiden tarpeettomana liikkumisena. Esimerkiksi kävely ja nostaminen.
4. Odotus. Ihmiset, jotka odottavat materiaalia tai laitteita, jotka ei ole tuotannossa.
5. Ylituotanto. Leanin yksi ajatuksista on, että tuotetaan vain sen verran ja juuri silloin, kun asiakas tarvitsee tuotetta.
6. Yli prosessointi. Valmistetaan tuotteita liian tiukoilla toleransseilla.
7. Virheet. Kun tuote ei täytä asiakkaan vaatimuksia.
8. Taidot. Työntekijöiden taitojen alihyödyntäminen.
(Sixsigma 2021.)

5 SLP (Systematic Layout Planning)

5.1 Mikä on SLP

Bicheno ja Holweg (2023) kirjoittavat kirjassa *The lean toolbox: A sourcebook for process improvement*, että SLP on helppo ja nopea layout suunnittelun työkalu. Menetelmän on kehittänyt Richard Mutherin yhdistys, joka sopii

toimistojen, tehtaiden ja pienempien työasemien suunnitteluun. (Bicheno, Holweg 2023, 195–196.) Schiller (2025) kirjoittaa blogissaan, että menetelmä on systemaattinen lähestymistapa layout-suunnitteluun, jota voidaan hyödyntää erilaisiin tuotantoympäristöihin. Tavoitteita, joita prosessille voidaan asettaa, voi olla esimerkiksi tehokkuus, tuottavuus, hukan vähentyminen, virtauksen lisäys ja kuljetusmatkojen vähentyminen. (Schiller 2025.)

SLP-prosessin suuressa kuvassa, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi uusien tehtaiden suunnittelussa, lähdetään liikkeelle neljästä päävaiheesta, jotka ovat: sijainti, yleislayout, täsmällinen layout suunnitelma sekä asennus ja käyttöönotto. (Muther & Hales 2015, 21.)

Layout-suunnittelun kannalta tärkeimmät päävaiheet ovat kaksi ja kolme, jotka sisältävät toimintojen suhteiden tarkastelun, tilan määrittämisen sekä toimintojen järjestelyn parhaalla mahdollisella tavalla. (Muther & Hales 2015, 27.)

Nämä kolme vaihetta voidaan toteuttaa laajalla viisi vaiheisella prosessilla, jolle on kuitenkin myös yksinkertaistettu prosessi, jota kutsutaan yksinkertaistetuksi SLP:ksi. Yksinkertaistettua slp:tä voidaan hyödyntää, kun avoimet kysymykset ovat tarpeeksi pieniä ja eivät oikeuta raskaamman prosessin hyödyntämistä. (Muther & Hales 2015, 34.)

5.2 Yksinkertaistettu kuusivaiheinen SLP

Yksinkertaistettu systemaattinen layout-suunnittelu on nimensä mukaisesti, yksinkertaistettu malli alkuperäisestä mallista. Yksinkertaistettu prosessi on kuusivaiheinen. Sitä voidaan hyödyntää enintään esimerkiksi noin 300m² toimistoihin, 465 m² työpaja- tai laboratoriotiloihin tai noin 800m² varastotiloihin. Prosessi ei sovellu monimutkaisiin ongelmiin, vaan silloin on sopivampaa käyttää kokonaista systemaattisen layout suunnittelun prosessia. Jokaiseen vaiheeseen löytyy esimerkki kaavio kirjan Systematic Layout Planning sivulta 380. (Muther & Hales 2015, 379–382.)

Vaihe 1: Kartoita toimintojen suhteet.

Vaiheessa yksi määritellään, mitkä toiminnot olisi hyvä sijoittaa lähekkäin. Kohdassa käytetään apuna REL-kaaviota (Kuva 7, kohta 1.) kuvaamaan haluttujen toimintojen läheisyyttä.

A = Ehdottoman tärkeä

E = Erittäin tärkeä

I = Tärkeä

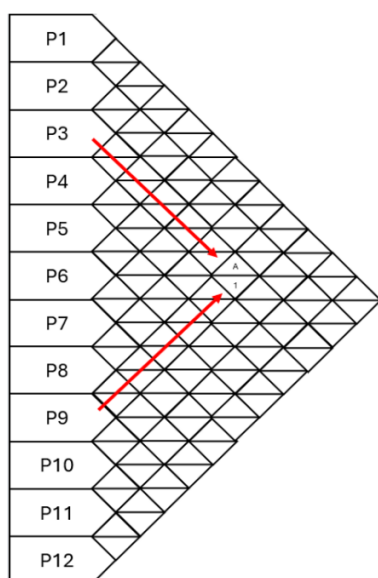
O = Tavallinen/Normaali

U = Ei tärkeä

X = Ei saa olla lähellä

Näiden lisäksi syy, jonka vuoksi läheisyys luokitus annetaan, kirjataan numeroina taulukon alaosaan. (Muther & Hales 2015, 379.)

Kuvalla kuusi on havainnollistettu toimintojen suhteen määrittämisessä käytettyä kaaviota.



Kuva 6. REL-Kaavio (mukailte Systematic Layout Planning. 2015, 380).

Kuvassa 7, on 12 tarkasteltavaa prosessia. Esimerkkeinä P3 ja P9 läheisyys.

Punaiset nuolet havainnollistaa kaavion luku suunnan. Kuvassa 7, A = Ehdottoman tärkeä olla lähekkäin ja 1 = Halutaan parempi virtaus.

Vaihe 2: Määrittele tilavaatimukset.

Vaiheessa kaksi määritellään toimintojen tilavaatimukset. Tilan tarve voidaan määrittää esimerkiksi laskemalla kunkin laitteen vaatima pinta-ala ja tämän jälkeen laskemalla yhteen koko toiminnan vaatima pinta-ala saadaan koko toiminnon vaatima pinta-ala. (Muther & Hales 2015, 379.)

Vaihe 3: Toimintojenvälinen suhdekaavio.

Kolmannen vaiheen tarkoitus on kerätä vaiheissa yksi ja kaksi kerätyt tiedot yhteen, visuaalisesti tarkasteltavaan muotoon. Tavoitteena on sijoittaa läheisimpien luokitusten prosessit lähimmäs toisiaan ja matalimman luokituksen saaneet kauimmas toisistaan. Tällä kaaviolla havainnoidaan ihanteellinen järjestys ottamatta absoluuttisesti kantaa, onko se toteuttamiskelpoinen. (Muther & Hales 2015, 381.)

Tässä hyödynnetään toimintojen välistä suhdekaaviota. Kaavio piirretään niin, että jokainen toiminto on kuvattu ympyröillä ja yhdistetty viivoilla, jotka kuvastavat kohdan yksi REL-kaavion luokituksia, jotka vastasivat toivottuja sijoituspaikkoja.

A = Neljä viivaa

E = Kolme viivaa

I = Kaksi viivaa

O = Yksi viiva

U = Tyhjä

(Muther & Hales 2015, 381.)

Näitä kaavioita piirretään kolme.

1. Ensimmäinen kaavio piirretään niin, että mukana on A, E ja I luokitukset.
2. Toiseen kaavioon piirretään mukaan myös U, O ja X luokitukset.
3. Kolmanteen kaavioon otetaan mukaan vaiheessa kaksi selvitetty pinta-ala.

(Muther & Hales 2015, 381.)

Vaihe 4: Layoutin luominen.

Vaiheessa neljä piirretään mittakaavassa oleva layout, joka on piirretty hyödyntäen aikaisempia vaiheita. Tässä kohdassa tehdään muutoksia, jotka ottavat huomioon mm. ergonomian, menettelytavat, rakennuksien rajoitteet, kulkutiet ja laitteiden kokoonpanot eli tässä tapauksessa pinnoitusprosessien vaatimukset. Vaiheessa neljä, voi syntyä useita vaihtoehtoisia layout ratkaisuja. (Muther & Hales 2015, 381.)

Vaihe 5: Arvioi vaihtoehtoiset järjestely.

Vaiheessa viisi täytetään kaavio, jonka perusteella arvioidaan paras kohdassa neljä tuotettu layout. Tämä tehdään noudattaen seuraavia vaiheita.

1. Kirjataan layout vaihtoehdot ylös.
2. Luetellaan tavoitteet ja valintaan vaikuttavat tekijät.
3. Annetaan tekijöille suhteellinen painoarvo.
4. Arvioidaan layoutin toimivuus jokaiselle tekijälle A-U.
5. Muunna kirjainluokitukset numeroiksi:
 - A = 4, E = 3, I=2, O=1 ja U=0.
6. Kerro numerot jokaisen tekijän painoarvolla.
7. Laske jokaisen layoutin kokonaistulos.

(Muther & Hales 2015, 381–382.)

Listataan tavoitteet ja valintaan vaikuttavat tekijät, kuten siirto matkojen lyhentäminen. Nämä numeroidaan 1–10, tärkeysjärjestykseen. Jokainen layout arvioidaan tämän jälkeen erikseen tavoitteiden pohjalta A-O, kirjaimilla. Jokainen kirjain edustaa numeroa, joka on kerroin tavoitteiden kertomiseen. (Muther & Hales 2015, 381–382.)

Esimerkki: Virtaus arvioidaan tärkeimmäksi tekijäksi ja tälle annetaan painoarvo 10. Vaihtoehtoinen layout ehdotus C, saa siihen kohtaan A, joka tarkoittaa, että virtaus parantuu huomattavasti. A=8, joka tarkoittaa, että $8 \cdot 4 = 32$. Layout ehdotus saa siis arvon 32 virtauksen parantumisesta.

Vaihe 6: Valitun layoutin kuvaus.

Viimeisessä vaiheessa piirretään lopullinen layout mittakaavaan. Tässä vaiheessa voidaan vielä viimeisen kerran säätää yksityiskohtia. (Muther & Hales 2015, 382.)

6 Käytännön osion toteutus

Käytännön osio toteutetaan hyödyntämällä kuusi vaiheista yksinkertaistettua systemaattisen layout-suunnittelun prosessia. Tämä on avattu tarkemmin edellisessä luvussa (luvussa 5).

Käytännön toteutusta varten, prosessien määrä sekä sijainti on kartoitettu paikan päällä. Paikan päällä tehdään myös pinta-ala mittaukset käytettävästä olevasta tilasta sekä kaikista prosesseihin liittyvistä laitteista.

Näitä edellä mainittuja tietoja yhdistelemällä tehdään layout piirustukset hyödyntäen Visual Components- sekä Microsoft PowerPoint-ohjelmistoa. Prosesseista tehdään myös kaksi yksinkertaistettua virtauskaaviota, joilla havainnollistetaan nykyinen virtaus sekä layout muutoksien vaikutus virtauksiin.

7 Nykytilan analysointi

7.1 Turvallisuus

Prosessissa on myös kemikaaleja, joita ei saa sijoittaa toistensa läheisyyteen ja joiden kaasut on myös huomioitava. Tämän tarkastelu on rajattu pois opinnäytetyön laajuudesta, joten jokainen muutos on arvioitava vielä erikseen ottaen edellä mainitut seikat huomioon.

Prosesseissa P5, P8 sekä P9 on syytä kiinnittää huomioita edellä mainittuihin seikkoihin. On myös yhdistelmä prosesseja, jonka vaiheena on joku edellä mainittu prosessi, kuten P4 sisältää yhden vaiheen P5 prosessia. Edellä mainitut P4, P5, P8 ja P9 prosessit merkitään parhaan tiedon mukaan seuraaviin kaavioihin punaisella värillä, jotta jatkotarkastelu tuloksista on helpompaa.

7.2 Prosessien kartoitus

Kuten luvussa 5 oli maininta, niin yksinkertaistettua systemaattista layout-suunnittelun metodia voidaan hyödyntää, kun avoimet kysymykset ovat tarpeeksi pieniä. Tarkasteltavassa pinnoitusprosessissa on useita eri prosesseja, mutta avoimet kysymykset ovat suhteellisen pieniä. Kaavioissa ja pinta-ala laskelmissa hyödynnetään paikan päällä tehtyjä mittauksia ja havainnoiteja prosesseista.

Systemaattisen layout-suunnittelun vaiheet, edellyttävät, että meillä on riittävästi tietoa toteuttaa eri vaiheet. Ennen siirtymistä yksinkertaistetun SLP:n vaiheisiin on kartoitettava, kuinka monta prosessia tilassa on. Erilaisia prosesseja, jotka huomioidaan suunnittelussa, on yhteensä 15.

Prosessit:

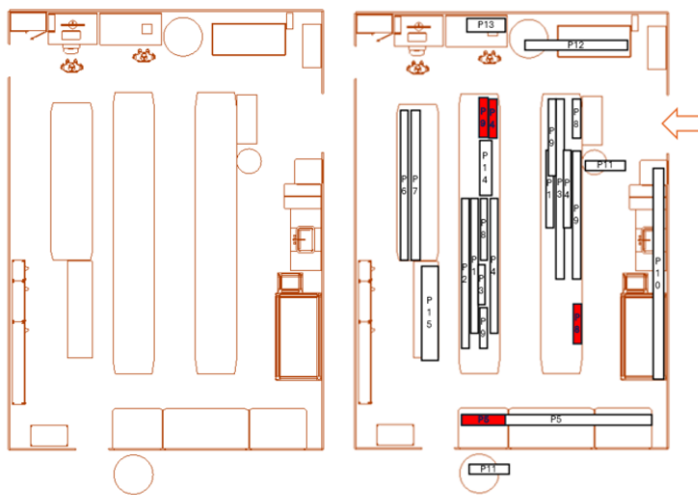
- Prosessi 1 = Nikkelöinti rosteri
- Prosessi 2 = Nikkelöinti mustarauta
- Prosessi 3 = Nikkelöinti messinki/kupari
- Prosessi 4 = Nikkelöinti kultaus
- Prosessi 5 = Alumiinin esikäsitteily
- Prosessi 6 = Alumiinin anodisointi
- Prosessi 7 = Alumiinin mustaus
- Prosessi 8 = Kuparointi
- Prosessi 9 = Kultaus messinki/kupari
- Prosessi 10 = Pesu
- Prosessi 11 = Rummutus
- Prosessi 12 = Kuivaus

Prosessi 13 = Laskenta

Prosessi 14 = Alumiinin passivointi

Prosessi 15 = Ripustus

Kuvassa seitsemän, vasemmalla on nykyinen, käytössä oleva layout. Vasemmalla kuvassa on pelkkä layout ja oikealla puolella on merkattu prosessien (P1-P15) nykyinen suurpiirteinen sijainti, jotta layout muutokset on helpompi havainnollistaa.



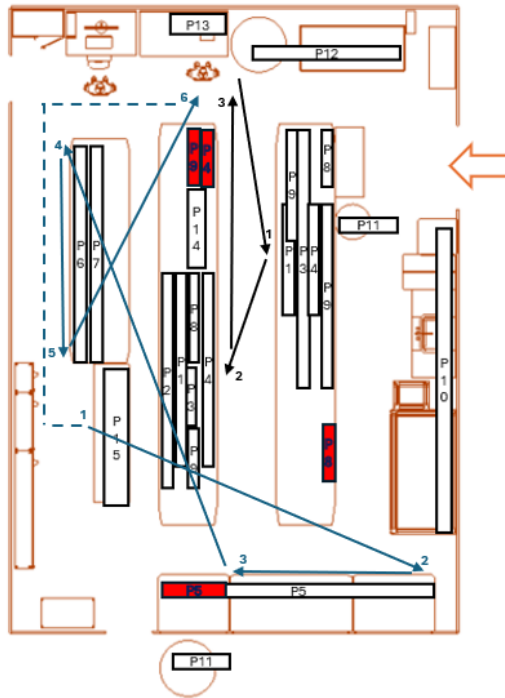
Kuva 7. Nykyinen tila suhteellisessa mittakaavassa + prosessien sijainti.

Prosessien nykyinen sijainti on olennainen, jotta mahdollisia muutoksia on mahdollista tarkastella. Lisää tästä luvussa 8.1.

7.3 Prosessien virtaus

Prosesseja havainnoimalla on kartoitettu niiden sijainti sekä materiaalien virtaus. Virtauskaaviot on eritelty kahteen pääryhmään: esikäsittely ja pinnoitus. Virtaukset on myös yksinkertaistettu näyttämään prosessin aloituksen ja kulku-suunnan.

Kuvassa kahdeksan nuolten värit kuvaavat kahta erillistä esikäsittelyn virtausta. Sinisillä nuolilla havainnollistettu virtaus: Tuotteet kulkevat prosessien P10, P12



Kuva 9. Pinnoitukset virtauskaavio.

Kuvassa yhdeksän huomioitava, että P15 prosessille päästökseen on kuljet-tava, suhteellisen pitkä matka. Katkoviiva kuvaa kuljettua matkaa.

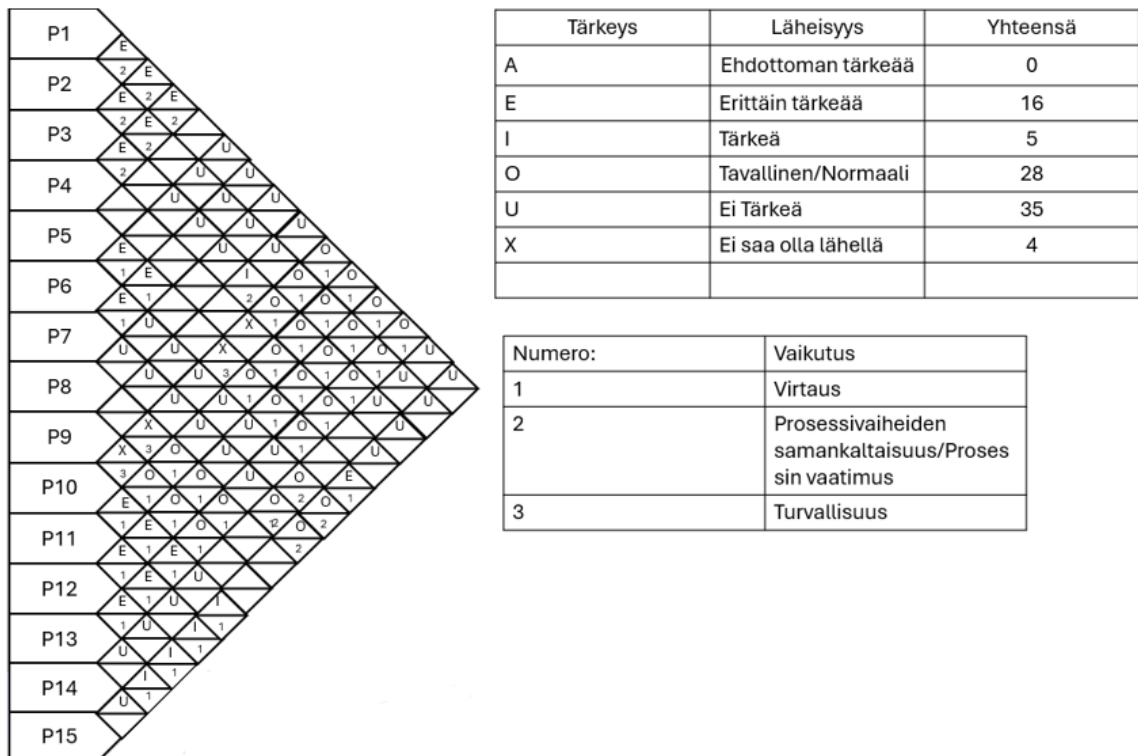
8 Uuden layout-ratkaisun suunnittelu

8.1 Toimintojen suhteet (vaihe 1)

Prosessien läheisyyden tärkeys määriteltiin perustuen mittauksien, nykyisten sijaintien ja virtauskaavioiden pohjalta. Myös teoria osuutta hyödynnetään läheisyyksiä arvioitaessa.

Haluttujen sijaintien läheisyyteen vaikuttaa myös prosessien vaatimukset. Jotkut prosessit ovat hyvin samankaltaisia, sisältäen kuitenkin pieniä eroja, joten on perusteltua sijoittaa ne lähelle toisiaan. Esimerkiksi P1, P2 ja P3 ovat samoja pinnoituksia eri materiaaleille, eroten kuitenkin hieman toisistaan ja P4 on sama pinnoitus, kuin edellä mainitut, sisältäen yhden lisäpinnoituksen. Näin ollen on perusteltua pisteyttää prosessit suhteellisen lähelle toisiaan.

Alla (kuva 10) on piirretty suhdekaavio prosesseista. Kaavio sisältää tärkeys luokat, niiden määrä sekä vaikutus luokka.



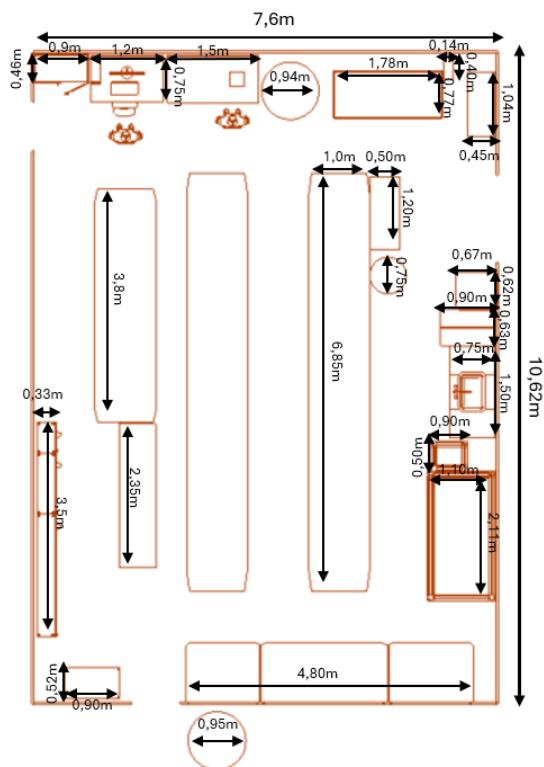
Kuva 10. Suhde-kaavio (Mukaiillen. Systematic Layout Planning. 2015, 380).

Tässä osiossa ei ole pystytty arvioimaan jokaista yksittäistä kemikaalia erikseen, ja niiden läheisyyden suhdetta toisiinsa. P4, P5, P8 sekä P9 arvioidaan X:llä P10 prosessin suhteen.

8.2 Tilavaatimukset (vaihe 2)

Vaiheessa kaksi määritellään tilavaatimukset. Tilavaatimukset selvitettiin mittamalla nykyisten tilojen pinta-ala sekä jokaisen prosessin vaatima pinta-ala erikseen. Näin voidaan tuoda esille prosessien vaatima pinta-ala ja käytettävissä oleva pinta-ala. Pinta-ala mittaukset toteutettiin rullamitalla ja mittaukset suoritettiin muutamien senttimetrien tarkkuudella.

Kuvassa 11 on mitatut lähtötiedot, joiden perusteella lasketaan kokonaispinta-ala sekä prosessien vaatima pinta-ala. Huomioitavaa on, että pinnoitusaltaat ovat kaikki saman levyisiä, joten mitta on merkattu vain yhteen.



Kuva 11. Mitatut pinta-alat.

Kuvassa 12 on laskettu tilan käytettävissä oleva kokonaispinta-ala. Laskelmat tehty kuvan 12 mittausten perusteella.

Pinta-ala käytössä		
Pituus	Leveys	Pinta-ala m ²
10,62	7,6	80,712

Kuva 12. Käytettävissä olevan alueen pinta-ala.

Prosessien vaatimat pinta-alat ilmoitetaan ryhminä:

Pinnoitukset: Sisältää kaikki eri pinnoitusprosessit. Näihin liittyvät lisätilan tarpeet arvioidaan (putkistot).

Esikäsittely: Pesut, kuivatukset ja rummutukset.

Oheislaitteet: Tietokoneet, pöydät, hyllyt ja kaapit.

Pakolliset: Sähkökaapit ja tukipilarit.

Kuvassa 13, on prosessien vaatimat pinta-alat.

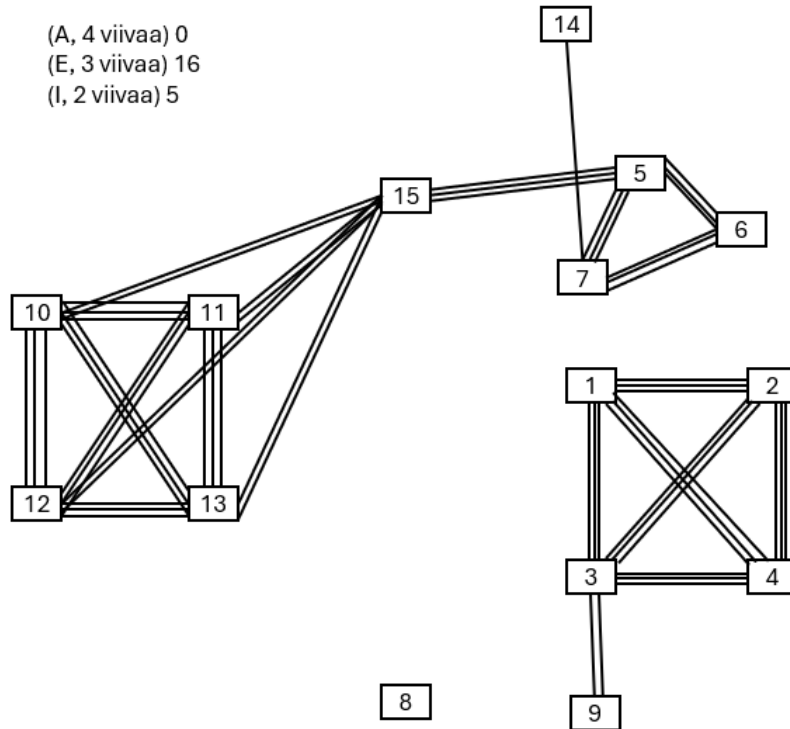
Ryhmä	Vaadittu pinta-ala m ²
Pinnoitukset	31,52
Esikäsittely	7,81
Oheislaitteet	5,69
Pakolliset	1,22
Yhteensä	46,24

Kuva 13. Prosessien vaatima pinta-ala.

Prosessien vaatima kokonaispinta-ala on noin 46,24 m². Käytössäolevan pinta-alan ollessa 80,712 m² on prosessien käyttämä pinta-ala tästä 57,3%.

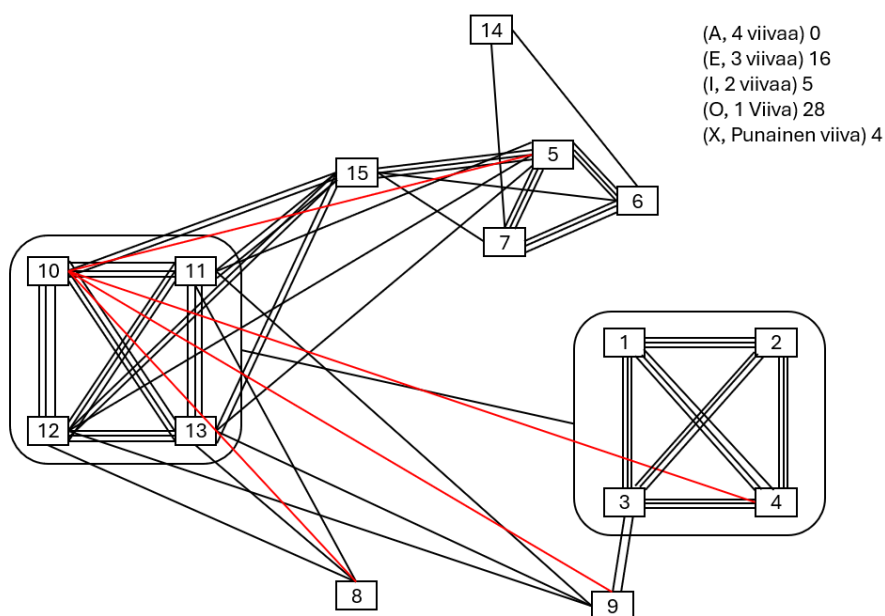
8.3 Toimintojenvälinen suhdekaavio (vaihe 3)

Vaiheessa kolme, piirretään toimintojen välinen suhdekaavio (Kuva 14), vaiheiden yksi ja kaksi tiedoilla. Tällä visualisoidaan haluttu muutos. Kuvasta 14 voidaan nähdä, että toiminnot ovat selvästi kasautuneet useammaksi erilliseksi osioksi. Nämä osiot voidaan jaotella karkeasti esikäsittelyihin ja kahteen eri pinnoitusprosessiin.



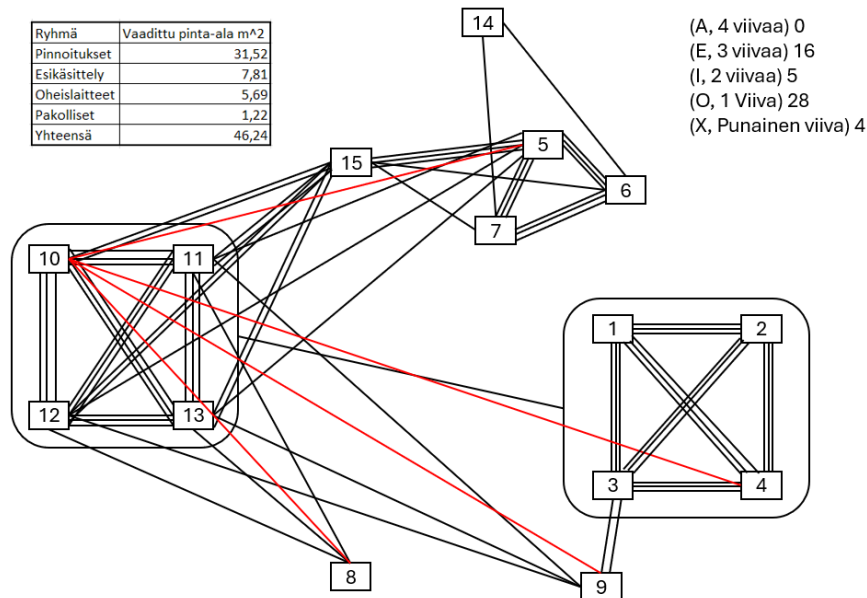
Kuva 14. Toimintojen välinen suhdekaavio 1 (Mukaiillen. Systematic Layout Planning. 2015, 380).

Seuraavassa kaaviossa (Kuva 15) prosessi 10–13 ja 1–4 ympyröidään ja niiden välillä merkataan yksi viiva, joka edustaa, että kunkin prosessin välillä olisi yksi viiva (lukuun ottamatta P10 ja P4 välillä punainen viiva). Tämä tehdään, että kaaviota saadaan selkeämmäksi. Kaavioon lisätään myös X punaisella viivalla.



Kuva 15. Toimintojenvälinen suhdekaavio 2 (Mukaiillen. Systematic Layout Planning. 2015, 380).

Kolmanteen kaavioon (kuva 16) lisätään myös vaadittu pinta-ala. Tässä merka-
taan prosessien kokonaispinta-ala, vaiheen kaksi tiedoilla.



Kuva 16. Toimintojenvälinen suhdekaavio 3 (Mukaiillen. Systematic Layout Planning. 2015, 380).

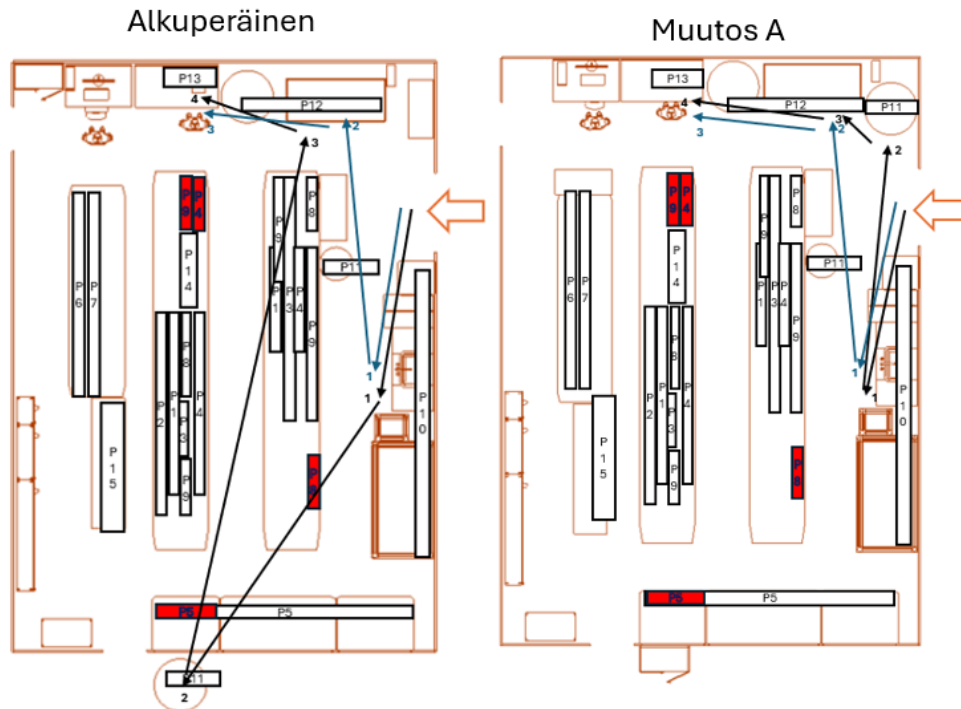
Tässä osiossa ei ole pystytty täysin arvioimaan jokaista yksittäistä kemikaalia erikseen, ja niiden läheisyyttä suhteessa toisiin. Tämä on toteutettu parhaan olemassa olevan tiedon valossa.

8.4 Layout ehdotukset (vaihe 4)

8.4.1 Vaihtoehto A (esikäsitteilyn muutokset)

Vaiheessa neljä piirretään ensimmäinen mittakaavassa oleva layout suunnitelma, vaiheessa 3 tuotetun kaavion pohjalta. Tässä kohdassa voidaan toteuttaa muutoksia, joita ei ole huomioitu edellisissä vaiheissa.

Ensimmäisessä vaihtoehtoisessa layoutissa (kuvassa 17) P11 prosessin toinen laite on siirretty lähelle muita esikäsittelyn osia. Tällä on haettu kuljetusmatkojen sekä aikojen lyhentymistä.

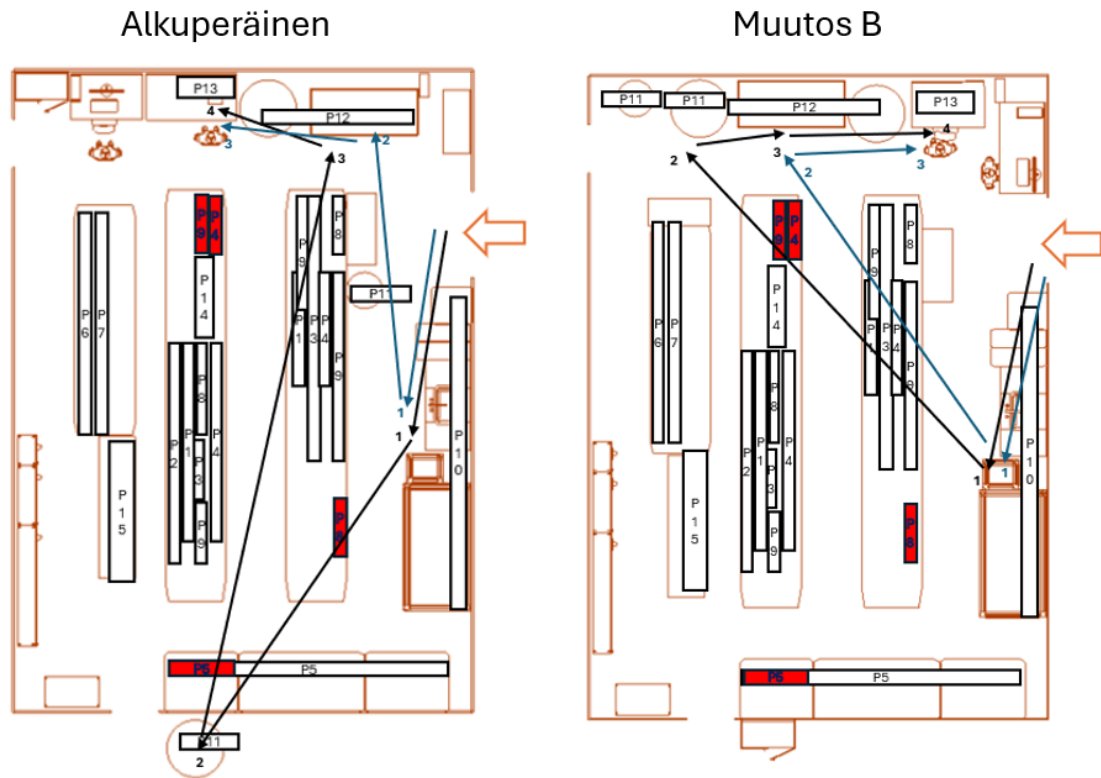


Kuva 17. Vaihtoehto A (esikäsittelyn muutokset).

Muutos vähentäisi visuaalisesti tarkasteltuna kuljetusmatkoja ja kuljetuksiin meneviä aikoja. Tämä toteutus vaatii kuitenkin vesipisteen siirron.

8.4.2 Vaihtoehto B (esikäsittelyn muutokset)

Toisessa vaihtoehdossa (kuvassa 18) on siirretty P11 prosessit vasemmalle yläkulmaan sekä P13 prosessi oikealla yläkulmaan. Tällä on haettu P11 prosessien synnyttämien meluhaittojen vähentymistä, sekä tällä muutoksella on haettu kumpikin P11 prosessin kone samalle alueelle.



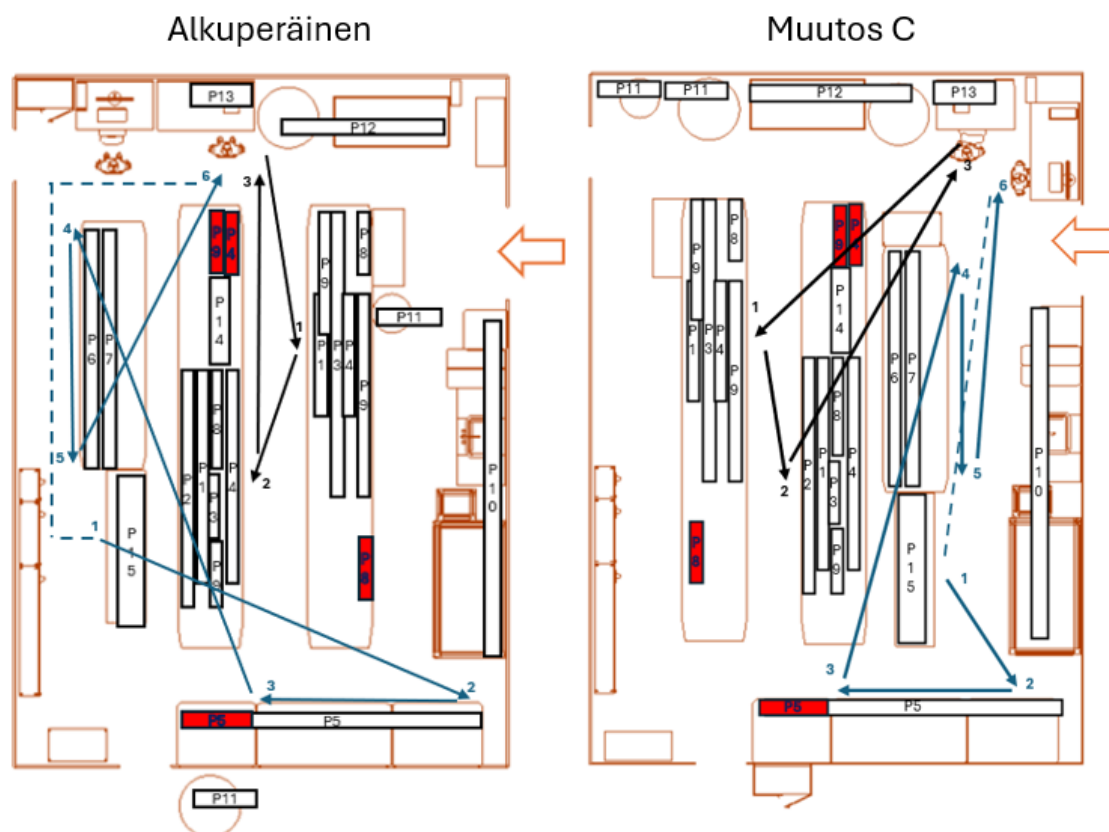
Kuva 18. Vaihtoehto B (esikäsittelyn muutokset).

Muutos vähentäisi visuaalisesti tarkasteltuna kuljetusmatkoja ja kuljetuksiin meneviä aikoja. Tämä toteutus vaatii kuitenkin vesipisteen siirron.

8.4.3 Vaihtoehto C (esikäsittelyn + pinnoitusprosessin muutokset)

Kolmannessa vaihtoehdossa (kuva 19) on yhdistetty layout ehdotus B ja lisäksi muutoksia on myös tehty pinnoitusprosessien sijaintiin. Kaikki pinnoitusprosessit on siirretty vaihtoehtoiseen sijaintiin, lukuun ottamatta P5 prosessia. Tässä on haettu kokonaisvaltaista muutosta, niin pinnoitusprosesseihin kuin esikäsittelyihin. Tämä layout on myös mahdollista toteuttaa niin, että säilyttää esikäsittelyn muutokset ennallaan ja toteuttaa vain pinnoitusten muutokset.

Layout C (kuva 20) antaa mainion käsityksen siitä miten suuret muutokset olisivat teoriassa mahdollista toteuttaa ilman suuria lisäinvestointeja. On selvää, että vaihtoehto C vaatii enemmän jatkoselvitystä verrattuna A ja B vaihtoehtoon.



Kuva 19. Vaihtoehto C (esikäsittelyn + pinnoitusprosessin muutokset).

Muutos parantaisi virtausta, ergonomiaa, vähentäisi kuljetusmatkoja sekä niihin liittyviä aikoja. Tämä toteutus vaatii paljon muutoksia mm. vesipisteen siirron, putkisto muutoksia ja pinnoitusaltaiden uudelleen sijoittelua.

8.5 Arviointi (vaihe 5)

Vaiheessa viisi arvioidaan, vaiheessa neljä kehitetyt vaihtoehtoiset layout ratkaisut, mukailien kirjan Systematic Layout Planning s. 380 taulukkoa viisi. Ideana on arvioida tuotokset hyödyntäen kokonaispisteystystä, johon vaikuttavina tekijöinä ovat yhdistelmä: Haluttuja ominaisuuksia ja niiden painotuksia.

Kuvalla 20 havainnollistetaan jokaisen kirjaimen kerroin painoarvolle. Esimerkiksi E = 3. Numerolla kolme kerrotaan annettu painoarvo.

A	Lähes täydellinen	4
E	Erittäin hyvä	3
I	Tärkeä	2
O	Normaali	1
U	Haastava	0
X	Ei hyväksytty	

Kuva 20. Suhdekaavion kirjaimien pisteytys. (Mukaillen. Systematic Layout Planning. 2015, 380).

Kuvan 21 taulukolla arvioidaan vaiheessa 4 tuotettujen layout ratkaisujen paremmuus järjestys. Jokainen vaikuttava tekijä arvioidaan erikseen jokaiseen layout muutokseen. Vaikuttajat tekijät kuvastavat layout muutoksilla haluttuja vaikutuksia.

Vaikuttavat tekijät	Painoarvo (1-10)	Muutos A	Muutos B	Muutos C
Virtaus	8	I/16	I/16	A/32
Matkojen lyhentymisen	9	I/18	I/18	A/36
Paras olemassa olevaan tilaan	9	O/9	E/27	E/27
Helpoin ottaa käyttöön	6	A/24	E/18	U/0
Turvallisuus	10	E/30	E/30	U/0
Yhteensä		97	109	95

Kuva 21. Vaihtoehtoistun layout ratkaisujen arviointi (Mukaillen. Systematic Layout Planning. 2015, 380).

Kuten kuvasta 21 voidaan nähdä, niin Layout B ratkaisu on näillä tiedoilla paras ehdokas pisteytyksellä 109. Layout C:n pistemäärä jää vähäiseksi toteutettavuuden pisteytyksen sekä turvallisuus pisteytyksen takia. Muutos C voi nousta parhaimmaksi, mikäli kemikaalien sijoittelun rajoituksiin tehdään jatkoselvityksiä.

Turvallisuus on luokiteltu taulukossa niin, että Muutos A ja Muutos B, sisältävät vain esikäsitellyn muutoksia, niin ne luokitellaan kategoriaan E. Muutos C:n turvallisuus luokitellaan automaattisesti kategoriaan U, koska se vaatii pinnoitus al-
taiden muutoksia.

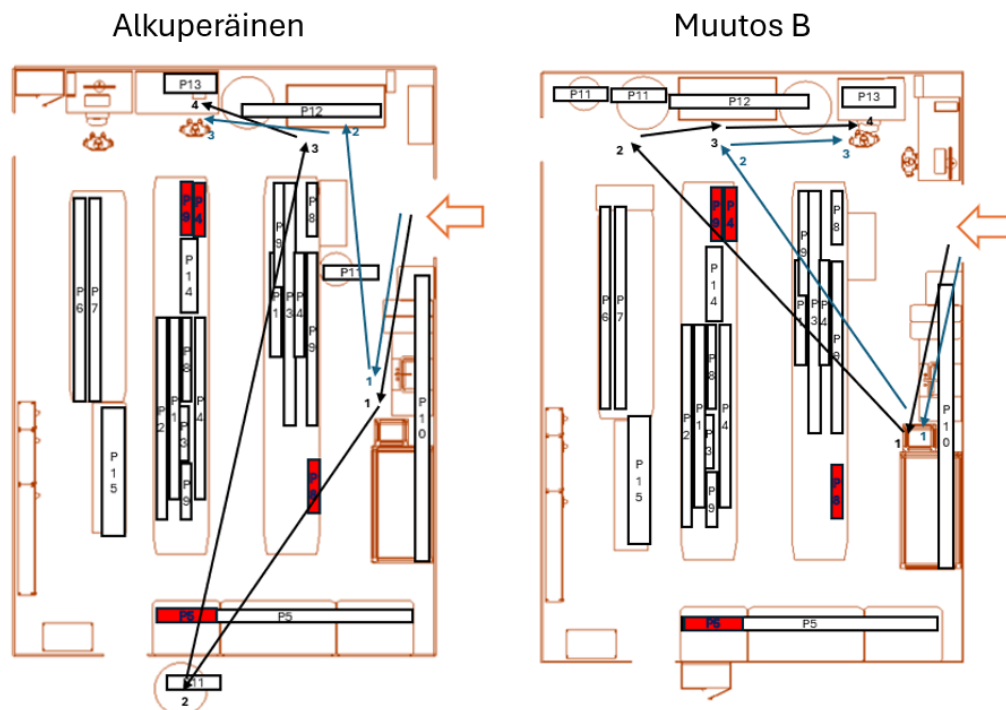
8.6 Viimeistely (vaihe 6)

Vaiheessa kuusi piirretään vielä valittu layout mittakaavaan ja käydään läpi tärkeimmät muutokset.

Kuvassa 22, näkyy toteutetut muutokset, jotka ovat esikäsittelyn muutoksia. Prosessin 11 koneet on sijoitettu olemassa olevan tilan vasempaan yläkulmaan. Prosessi 13 ja tietokonepöydät sen oikealla puolella on myös siirretty tilan oikeaan yläkulmaan.

Säilytystilojen paikkoja on vaihdettu.

Prosessien 6 ja 7 yläpuolelle on siirretty tarvikehylly ja tilan ulkopuolelle, kuvan vasempaan alalaitaan on siirretty yksi hylly 11 prosessin koneen tilalle. Näiden paikkoja on mahdollista vaihtaa mieltymyksien mukaan, suhteellisen helposti.



Kuva 22. Vaihtoehto B (esikäsittelyn muutokset).

Alla pinta-alat käytettävissä olevasta pinta-alasta sekä prosessien vaatimat pinta-alat:

- Tilan koko: 10,62 m x 7,60 m.
- Prosessien vaatima pinta-ala: 46,24 m².

9 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena syntyi layout, jota voidaan ajatella yhdistelmä layoutina. Muutos B:ssä on elementtejä prosessilähtöisestä- sekä solulayoutista. Tuote siirtyy prosessista toiseen, joka on tyypillistä prosessilähtöisessä layoutissa ja koko layoutia voidaan myös ajatella soluna, koska se sisältää kaiken tarvittavan prosessin suorittamiseen, joka on tyypillistä solulayoutissa. Samankaltaiset prosessit on ryhmitelty samalla alueelle, joka mukaillee luvun 3.5 yhdistelmälayout-mallia.

Leanin teoriaa hyödyntämällä, oli mahdollista tunnistaa virtaukseen vaikuttavia erilaisia hukkia, joita tuotanto sisälsi. Mainittavia hukkia oli esimerkiksi kuljetusmatkat ja niihin liittyvät ajat. Näitä ei kuitenkaan mitattu vaan ne arvioidaan, joko lyhentyneeksi tai pidentyneeksi visuaalisesti kuvien perusteella. Muutos B:tä tarkasteltaessa, voidaan nähdä kuljetusmatkan lyhentyneen.

Konkreettiset tuotokset:

1. Nykyisien tilojen pohjapiirros ja mitat (luku 6.1 ja luku 7.2).
2. Prosessien vaatima pinta-ala (luku 7.2).
3. Prosessien karkea sijainti pohjakuvassa (luku 6.1).
4. Prosessien karkea virtauskaavio (luku 6.2).
5. Layout vaihtoehto, jatkotarkastelua varten (luku 7.4).

10 Pohdinta

Tulokset osoittavat, että nykyinen layout on jo valmiiksi sijoitettu suhteellisen hyvin nykyiseen tilaan, mikä oli jo odotettavissa, koska yritys on toiminut vuosia samoissa tiloissa. On kuitenkin pieniä muutoksia, joita tekemällä olisi mahdollista lyhentää siirtomatkoja sekä siihen liittyviä aikoja.

Layout suunnitelma B:n mukaan, siirtämällä prosesseja 11 ja 13, pystytään lyhentämään alkukäsittelyn pitkiä siirtymiä. Tämä vaatii kuitenkin vesipisteen siirtämisen kyseiselle seinustalle ja tämä vaatii lisä selvityksiä sekä tarkastelua.

Layout suunnitelma C, jossa toteutettiin suunnitelma B, sekä lisäksi siirrettiin kaikkia pinnoitusprosesseja, lukuun ottamatta pinnoitusprosessia 5, olisi mahdollista virtaviivaistaa kokonaisuutta. Tässä pisteytys jäi kuitenkin layout suunnitelma B:n alapuolelle johtuen siitä, että turvallisuus sai matalan pisteytyksen.

Haasteita aiheutti lukujen 8.1 sekä 8.3 kaaviot. Luvussa 8.1 haasteita aiheutti prosessien suuri määrä, joita olisi voinut myös yksinkertaistaa enemmän ja luvussa 8.3 haasteena oli sama prosessien suuri määrä ja tästä aiheutuva tilan puute, kaaviota piirrettäessä. Kuten edellä mainitsin, niin prosessien määrää olisi voinut pienentää, yhdistämällä osan prosesseista. Esimerkiksi P1, P2 ja P3 ovat samankaltaisia, samalla alueella, hieman eri vaiheistuksilla. Nämä olisi voinut ajatella yhdeksi ja samaksi prosessiksi.

Aihetta olisi myös mahdollista kehittää niin, että jokaisen pinnoituksen yksittäiset altaat kartoitetaan ja selvitetäisiin prosessien sisäiset virtaukset sekä niiden suunnat. Näihin liittyvien hukkien kartoittaminen ja prosessien jatkokehittäminen olisi looginen jatkumo.

Lähteet

- Aswathappa, K. Shridhara Bhat, K. 2010. Production and Operations Management. First edition. Mumbai: Himalaya Pub. House.
- Bicheno, J. Holweg, M. 2016. The lean toolbox, a handbook for lean transformation. Fifth edition. Buckingham: PICSIE Books.
- Bicheno, J. Holweg, M. 2023. The lean toolbox: A sourcebook for process improvement. Sixth edition. Buckingham: PICSIE Books.
- Logistiikan Maailma. 2026. Tuotannon layout. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/> 8.1.2026
- Muther, R. & Hales, L. 2015. Systematic Layout Planning. Fourth edition – revised and enlarge. USA: Management & industrial research publications.
- Mflow. 2021. Kahdeksan hukkaa. <https://mflow.fi/kahdeksan-hukkaa/>. 26.1.2026
- Reaganpanell 2025. Principle 2: Lean Flow | Learning to Make Process Flow | Principles of Lean. https://leanscape.io/principles-of-lean-10/?utm_source=chatgpt.com. 27.1.2026
- Schiller, J. 2025. Systematic Layout Planning (SLP). Factory layout design. 20.8.2025. <https://www.vistable.com/blog/factory-layout-design/systematic-layout-planning-slp/>. 28.1.2026
- Sixsigma. 2021. Lean- The 8 Wastes. <https://www.6sigma.us/lean-six-sigma-articles/lean-the-8-wastes/>. 26.1.2026
- Sixsigma. 2024. Understanding Cycle Time: Definition, Calculation, and Importance. https://www.6sigma.us/manufacturing/cycle-time/?utm_source=chatgpt.com 26.1.2026
- Six Sigma Development Solutions, Inc. 2026. Manufacturing Facility Layout. https://sixsigmadsi.com/manufacturing-facility-layout/?utm_source=chatgpt.com. 27.1.2026
- Spanco. 2024. The three main types of facility layouts. <https://www.spanco.com/blog/3-main-types-of-facility-layouts/#:~:text=Disadvantages%20of%20fixed%20position%20layout,moving%20equipment%20around%20a%20facility.> 31.1.2026
- Valtimo components. 2026. CNC-koneistuksen, pinnoitusten ja kokoonpanon asiantuntija. <https://www.valtimo.com/>. 31.1.2026.