

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikan koulutus

2024

Jonna Helminen

Tuotannon layout-suunnittelu



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

2024 | 62 sivua

Jonna Helminen

Tuotannon layout-suunnittelu

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimiva ja helposti uudelleen mukautettava layout-suunnitelma Vahterus Oy:n laajentuviin tuotantotiloihin. Uuden layoutin avulla pyritään parantamaan tuotannon virtausta, poistamaan pullonkauloja sekä vähentämään tarpeetonta tuotteiden kuljetusta.

Tämä opinnäytetyö sisältää kartoituksen nykyisestä tuotantoprosessista ja sen haasteista. Tämän kartoituksen pohjalta pystyttiin tekemään uusi layout-suunnitelma tuotantotiloihin. Lisäksi työssä käsitellään kattavasti teoreettisia työkaluja tuotannosuunnitteluun.

Opinnäytetyön avulla saatiin luotua vahva pohja layout-suunnitelmalle, joka parantaa tilankäyttöä, tuotannon virtausta ja työturvallisuutta. Suunnitelma ratkaisi nykyisen tuotannon haasteita, kuten tilanpuutetta ja turvallisuuskysymyksiä sekä mahdollistaa Lean-periaatteisiin pohjautuvan 5S-menetelmän käyttöönoton myöhemmässä vaiheessa. Vaikka lopullinen varmistus tavoitteiden saavuttamisesta vaatii suunnitelman käyttöönottoa, tarjoaa opinnäytetyö itsessään vankan perustan tulevalle layout-suunnittelulle ja tuotantoprosessien kehittämislle.

Asiasanat:

Layout, Suunnittelu, Lean, 5S, Layout-suunnittelu, Tuotanto, Prosessi

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering

2024 | 62 pages

Jonna Helminen

Production layout planning

The aim of the thesis was to create a functional and easily adaptable layout plan for Vahterus Oy's expanding production facilities. With the help of the new layout, the aim is to improve the flow of production, remove bottlenecks and reduce unnecessary transportation of products.

This thesis includes a mapping of the current production process and its challenges. Based on this mapping, it was possible to make a new layout plan for the production facilities. In addition, the work comprehensively covers theoretical tools for production planning.

Based on the findings, it was possible to create a strong foundation for the layout plan, which improves the use of space, the flow of production and work safety. The layout plan solved the challenges of the current production, such as lack of space and safety issues, and enables the implementation of the 5S method based on Lean principles at a later stage. Although it would require the implementation of the plan in practice to find out whether all the desired changes would work as intended, the thesis itself still provides a solid foundation for future layout planning and the development of production processes.

Keywords:

Layout, Design, Lean, 5S, Layout design, Production, Process

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	7
1 Johdanto	8
1.1 Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rajaukset	8
1.2 Vahterus Oy	8
2 Lean-ajattelu	10
2.1 Lean-toiminnan kehittäminen	10
2.2 5S ja työturvallisuus	11
3 Prosessi- ja layout-suunnittelu	13
3.1 Prosessisuunnittelu	13
3.2 Layout-suunnittelu	15
3.2.1 Hyvän layoutin tunnusmerkit	16
3.2.2 Layout tyypit	17
4 Nykyisen tuotannon kartoitus	22
4.1 Nykytilanne	22
4.1.1 Tuotannon työvaiheet	25
4.2 Nykytilanteen haasteet	27
5 Uuden layoutin suunnittelu	29
5.1 Uuden suunnitelman tavoite	29
5.2 Layout-luonnokset	30
5.2.1 Layout 1	32
5.2.2 Layout 2	35
5.2.3 Layout 3	39
5.3 Laitteiston suhteutus työmäärään	41
5.4 Viimeisin layout	43
6 Yhteenveto	47
Lähteet	49

Liitteet

Liite 1. Layoutsuunnittelun yhtenäistämisohje

Liite 2. Layout 1

Liite 3. Layout 2

Liite 4. Layout 3

Liite 5. Viimeisin layout

Kuvat

Kuva 1. Valmis lämmönsiirrin.	9
Kuva 2. 5S-menetelmän vaiheet.	12
Kuva 3. Funktionaalinen layout (Haverila ym. 2005, 477).	17
Kuva 4. Tuotantolinja-layout (Haverila ym. 2005, 476).	19
Kuva 5. Solulayout (Haverila ym. 2005, 478).	20
Kuva 6. Nimettyjen hallien sijainnit kartalla (Google 2023).	23
Kuva 7. Vellua-hallin nykyinen layout.	24
Kuva 8. Santtio-hallin nykyinen layout.	24
Kuva 9. Palsa-hallin nykyinen layout.	25
Kuva 10. Koeponnistuksessa oleva siirrin.	26
Kuva 11. Kokoonpanon työvaihe.	27
Kuva 12. Hallit yhdistettynä ja nimettynä samaan layout-piirroksen.	31
Kuva 13. Layout 1 Vellua-hallista.	32
Kuva 14. Layout 1 Santtio-hallista.	33
Kuva 15. Layout 1 Harikkala-hallista.	34
Kuva 16. Layout 2 Vellua-hallista.	36
Kuva 17. Layout 2 Santtio-hallista.	37
Kuva 18. Layout 2 Harikkala-hallista.	38
Kuva 19. Layout 3 Vellua-hallista.	39
Kuva 20. Layout 3 Santtio-hallista.	40
Kuva 21. Layout 3 Harikkala-hallista.	41
Kuva 22. Viimeisin layout Vellua-hallista.	44

Kuva 23. Viimeisin layout Santtio-hallista.	45
Kuva 24. Viimeisin layout Harikkala-hallista.	46
Kuva 25. Layout 1.	59
Kuva 26. Layout 2.	60
Kuva 27. Layout 3.	61
Kuva 28. Viimeisin layout.	62

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

NDT	(engl. Non-destructive testing) Ainetta rikkomaton materiaalin tarkastusmenetelmä, jonka avulla voidaan määrittää materiaalin eheys sekä monitoroida laatua (Dekra 2023).
PDCA	(engl. Plan, do, check, act) Nelivaiheinen menetelmä, jota käytetään prosessien tehokkuuden ja laadun parantamiseen (Kouri 2010, 15).
PuKu	Pintakäsittelylinja, johon kuuluu teräsraepuhaltamo ja kuivaamo.
PuMaKu	Pintakäsittelylinja, johon kuuluu teräsraepuhaltamo, maalaamo ja kuivaamo.
RST	Ruostumaton teräs.
RTG	Radiograafinen tarkastus.

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rajaukset

Tämä opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Vahterus Oy:lle. Tässä työssä käsitellään uuden tuotantohallin layoutin suunnittelua ja mitä kaikkea suunnittelussa tulee ottaa huomioon. Työssä esitellään myös tarvittavia työkaluja tuotannosuunnitteluun, kuten prosessi- ja layout-suunnittelua sekä Lean-ajattelua.

Työn tavoitteena on luoda toimiva layout-suunnitelma tuotannon laajentamisesta uuteen halliin. Lisäksi tavoitteena on suunnitella tuotannon prosessi toimivaksi ja mukautuvaksi mahdollisiin tulevaisuuden muutoksiin. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on myös parantaa tuotannon virtausta, poistaa pullonkauloja ja vähentää tuotteiden tarpeetonta kuljettamista tuotannossa.

Yrityksen uuden tuotantohallin rakennuttamisen tavoitteena on saada tuotannon pääasialliset valmistusvaiheet lähelle toisiaan. Kauimmaisat hallit jäävät osavalmistuksen käyttöön, joten niihin ei tule muutoksia. Tässä työssä layoutin suunnittelu rajoittuu vain työvaiheiden, suurimpien kokonaisuuksien ja laitteiden uudelleen paikoitukseen ja hankintaan keskeisimmissä halleissa.

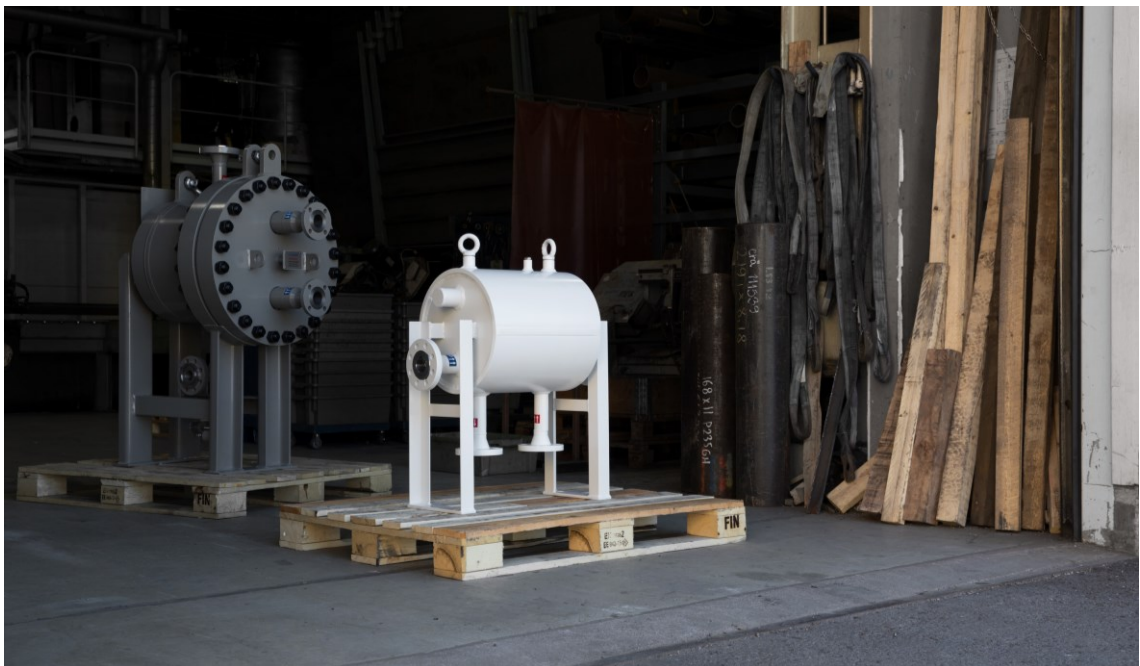
1.2 Vahterus Oy

Vahterus Oy on vuonna 1990 perustettu perheyritys, jossa kehitetään ja valmistetaan hitsattuja levylämmönsiirtimiä. Vahterus Oy on alansa edelläkävijä ja markkinajohtaja. Yritys työllistää yli 500 työntekijää Suomessa, sekä tytäryhtiöissään Yhdysvalloissa, Isossa-Britanniassa, Saksassa ja Kiinassa. (Vahterus Oy 2023.)

Vahterus Oy on perustettu Uuteenkaupunkiin Vahteruksen kylään, jonka mukaan yritys nimettiin. Yrityksen ensimmäinen toimipaikka perustettiin Mauri ja

Sinikka Konnun toimesta vanhaan lammastilaan, josta yritys on kasvanut kolmenkymmenen vuoden aikana vahvaksi kansainväliseksi yritykseksi. Vahterus Oy:n levylämmönsiirtimet (kuva 1) säästävät energiaa, minkä lisäksi ne ovat kooltaan kompakteja ja räätälöitävissä asiakkaan tarpeen mukaan. Levylämmönsiirtimiä käytetään usealla teollisuuden alalla, kuten energia-, prosessi- ja kemianteollisuudessa sekä kylmäteknikan sovelluksissa. (Vahterus Oy 2023.)

Vahterus Oy on alansa edelläkävijä jatkuvan tuotekehityksen, automatisoidun tuotannon ja sovellusosaamisen ansiosta. Suuri osa tuotekehitys- ja tutkimustyöstä yrityksessä tehdään asiakkaiden kanssa yhteistyössä, kun etsitään toimivaa ratkaisua uniikkeihin toimeksiantoihin. Vahteruksen suunnittelemlia ja valmistamia levylämmönsiirtimiä on käytössä yli 50 eri maassa. (Vahterus Oy 2023.)



Kuva 1. Valmis lämmönsiirrin.

2 Lean-ajattelu

Lean-toimintamalli on Toyotan tuotantoperiaatteisiin perustuva toimintamalli, joka on levinnyt laajasti eri toimialoille. Siinä keskitytään tuotannon järjestämiseen, jatkuvaan kehitykseen, yrityskulttuuriin ja henkilöstön osallistumiseen kehityshankkeissa. Toimintamallin tavoitteena on tehdä toiminnasta asiakasnäkökulman mukaan tarkoituksenmukaista, täsmällistä ja ennen kaikkea järkevää. (Logistiikan maailma 2023; Kouri 2010, 6–7.)

Yksi Lean-toiminnan keskeisistä osista on laatuajattelu, jonka mukaan kaikki työntekijät ovat vastuussa tuotteen tai palvelun laadusta. Asiakkaan näkökulmasta arvo muodostuu tuotteen ominaisuuksien lisäksi laadusta, toimitusajasta ja -varmuudesta, joten yrityksen tulisi keskittyä toimiin, jotka lisäävät arvoa asiakkaalle. Sen avulla kilpailukyky paranee ja voidaan varmistaa pitkän aikavälin menestys. (Kouri 2010, 6–7)

2.1 Lean-toiminnan kehittäminen

Lean-toiminnan kehittäminen vaatii pitkäjänteistä työtä ja toiminnan kehittämisessä noudatetaan useita eri vaiheita. Kehitys alkaa yleensä arvon määrittämisestä asiakkaan näkökulmasta ja arvoketjun kuvaamisesta. Seuraavaksi keskitytään prosessin virtauttamiseen, imuun ja täydellisyyteen pyrkimiseen sekä työturvallisuuteen. Lean-toiminnassa tavoitteena on poistaa hukkatointoja, joihin voi kuulua esimerkiksi ylituotanto, odottelu, tarpeeton kuljettaminen ja varastot, laatuvirheet, ylikäsittely sekä tarpeeton liike. (Logistiikan maailma 2023; Kouri 2010, 8–11.)

Kehitystoiminta perustuu toiminnan jatkuvaan systemaattiseen parantamiseen. Jatkuvassa parantamisessa voidaan noudattaa PDCA-sykliä, jossa ensin suunnitellaan parannustoimenpiteet ja määritellään askelmerkit parempien työmenetelmien saavuttamiseksi. Kun muutokset on määritetty, kokeillaan niitä pilottihankkeessa. Pilottihankkeen jälkeen siinä saadut tulokset arvioidaan ja askelmerkkeihin tehdään tarvittavat muutokset. Tämän jälkeen parannukset

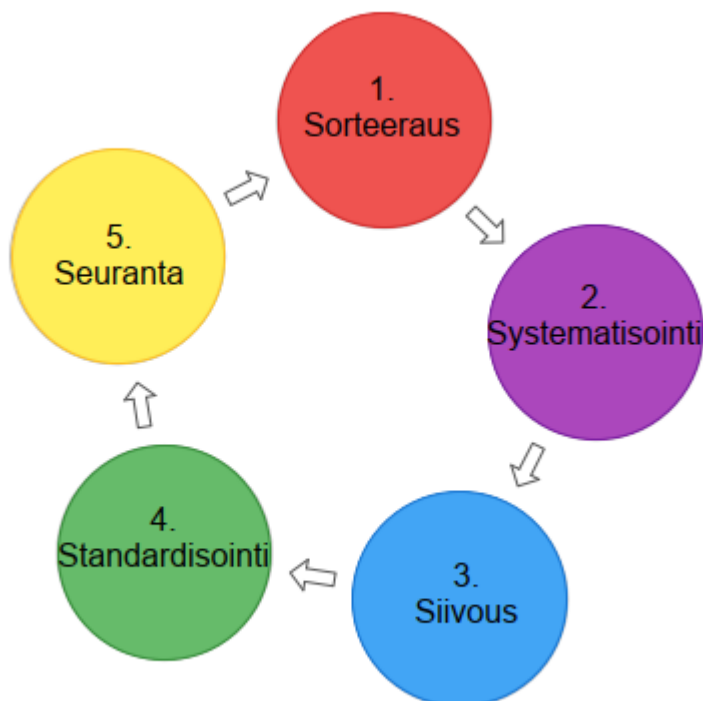
toteutetaan koko tuotannon alueella ja hyväksi havaitut tavat vakiinnutetaan. Tärkeää on, että toiminnan kehitystä jatketaan edelleen parantaen prosessin toimivuutta ja laatua. Näin voidaan edistää entisestään yrityksen toimintaa ja kannattavuutta. (Kouri 2010, 14–17.)

2.2 5S ja työturvallisuus

Yksi merkittävä Lean-toiminnan periaate on 5S. Nimensä mukaisesti 5S-menetelmä koostuu viidestä eri vaiheesta (kuva 2), joita ovat:

- **Sortteeraus (Seiri):** Ensimmäinen vaihe, jossa käydään kaikki työpisteen tavarat läpi ja jaotellaan ne kolmeen osaan: tarpeellinen, hyvä olla olemassa ja tarpeeton. Työpisteelle jätetään ainoastaan tarpeelliset tavarat. Tarpeettomat ja hyvä olla olemassa kategorioiden tavarat joko hävitetään tai säilytetään jossain muualla.
- **Systematisointi (Seiton):** Toinen vaihe, jossa työpaikan järjestystä selkeytetään. Tähän vaiheeseen lukeutuu alueiden rajausta, käytävien selkeys, säilytysjärjestelmät ja merkinnät. Tämän vaiheen jälkeen työntekijöiden on helppo huomata, jos jokin ei ole oikealla paikalla tai joitain työkaluja puuttuu.
- **Siivous (Seiso):** Kolmas vaihe, jonka aikana keskitytään päivittäiseen siivoamiseen. Siivoamisen tavoitteena on havainnollistaa miltä tilojen tulisi näyttää. Siivous sisältää työpisteen ja työalueen siivoamisen lisäksi myös koneiden huolto-ohjelmien suunnittelun ja toteutuksen.
- **Standardisointi (Seiketsu):** Neljännessä vaiheessa luodaan yhteiset toimintatavat ja säännöt. Tämä vaihe pitää sisällään ohjeet, kuten työkaluluettelot ja siivousaikataulut sekä visuaaliset ohjeet, kuten värikoodit ja kyltit.
- **Seuranta (Shitsuke):** Viimeisessä vaiheessa toteutetaan jatkuvaa ja säännöllistä seuranta- ja auditointia, jonka avulla varmistetaan, että saavutettu siisteys ja järjestys säilyvät ja paranevat ajan mittaan. Tämä

vaihe on erityisen tärkeä ja vaatii sitoutumista koko henkilöstöltä. (Pinja 2016; Tehos Oy n.d.)



Kuva 2. 5S-menetelmän vaiheet.

5S-menetelmän tavoitteena on varmistaa parantunut työturvallisuus sekä siisteyden ja järjestyksen ylläpito ja kehitys työpaikoilla. Menetelmän avulla ongelmat ja poikkeamat havaitaan nopeasti. Lisäksi se tukee Lean-kulttuurin syntymistä sekä parantaa tuotantovälineiden hallintaa. (Tehos Oy n.d.)

Työturvallisuuden näkökulmasta on tärkeää pitää huolta siisteydestä ja järjestyksestä sekä huoltaa työvälineet ja suojavarusteet asianmukaisesti. 5S-menetelmä tarjoaakin tehokkaan tavan, jonka avulla voidaan varmistua siitä, että näitä perusasioita noudatetaan. Menetelmä auttaa henkilöstöä tunnistamaan mahdolliset riskit ja ongelmat työympäristössään, kuten laiteviat, mahdolliset vuodot, puuttuvat suojukset ja varoituskyltit. Riskien ja ongelmien tunnistaminen taas edistää ennaltaehkäisevää toimintaa ja ylläpitää yleistä työturvallisuutta. (Kiwa inspecta 2013.)

3 Prosessi- ja layout-suunnittelu

3.1 Prosessisuunnittelu

Prosessisuunnittelu on yksi keskeisistä osista liiketoiminnan ja tuotannon hallinnassa ja se vaikuttaa suoraan organisaation tehokkuuteen sekä kilpailukykyyn. Prosessisuunnitelman ideana on optimoida resurssien käyttö ja varmistaa, että yrityksen toiminta on järjestetty sujuvasti ja kustannustehokkaasti. (Slack & Brandon-Jones 2019, 176–209.)

Prosessisuunnittelun keskeisiä tavoitteita on vastata asiakkaiden tarpeisiin saavuttamalla asianmukainen laatu, nopeus, luotettavuus, joustavuus ja kustannukset. Prosessisuunnittelun avulla organisaatio pyrkii suunnittelemaan ja hallitsemaan prosesseja niin, että ne olisivat mahdollisimman tehokkaita sekä tuottaisivat mahdollisimman laadukkaita tuotteita tai palveluita. Kun prosessisuunnittelu tehdään oikein voi organisaatio saavuttaa paremman kilpailukykyyn ja asiakastyytyväisyyden. (Slack & Brandon-Jones 2019, 176–209.)

Prosessisuunnittelun kaksi keskeistä tekijää ovat volyyymi ja monimuotoisuus. Prosessisuunnittelussa volyyymi viittaa käsiteltäviin määriin, kun taas monimuotoisuus kuvastaa prosessin monimutkaisuutta erilaisten tehtävien ja vaatimusten suhteen. Erilaisten prosessityyppien avulla voidaan tiivistää volyymin ja monimuotoisuuden vaikutukset prosessiin. Prosessityyppinä ovat:

- **Projektiprosessit:** Jotka ovat yleensä yksittäisiä ja ainutlaatuisia projekteja, joissa tuotteiden tai palveluiden vaatimukset vaihtelevat suuresti.
- **Tilaustyönä tehtävät prosessit:** Jotka käsittelevät suurta vaihtelua ja matalia tuotantomääriä. Tässä prosessissa työt ovat usein kertaluonteisia, fyysisesti pienempiä sekä niihin liittyy usein vähemmän ennalta arvaamattomia olosuhteita.

- **Eräprosessit:** Joissa tuotteita käsitellään erissä ja niiden tavoitteena on optimoida erien tuotanto.
- **Massaprosessit:** Joiden avulla pyritään maksimoimaan tehokkuus suurella volyymilla ja pienellä monimuotoisuudella.
- **Jatkuvatoimiset prosessit:** Joissa tuotanto on jatkuvaa ja vakioitua. (Slack & Brandon-Jones 2019, 176–209.)

Prosessisuunnittelun eri vaiheisiin kuuluvat prosessin analysointi, suunnittelu, toteutus ja valvonta. Analysoinnissa tavoitteena on kerätä tietoa nykyisestä prosessista. Kerättyyn tietoon sisältyy myös tieto volyymista, monimuotoisuudesta ja vaihtelusta. Suunnitteluvaiheessa kehitetään prosessin rakennetta optimaaliseksi sekä määritetään tarvittavat resurssit. Toteutusvaiheessa prosessi käynnistetään, jonka jälkeen valvonnassa varmistetaan, että kaikki toimii suunnitelmien mukaan. (Slack & Brandon-Jones 2019, 176–209.)

Prosessin suorituskykyä tarkkaillaan ja arvioidaan osana prosessisuunnittelua. Suorituskyvyn arvioinnissa käytetään usein seuraavia käsitteitä:

- **Läpimenoaika** eli aika, jonka tuote tarvitsee kulkeakseen prosessin läpi.
- **Keskeneräinen työ** eli prosessissa olevien keskeneräisten tuotteiden määrä.
- **Sykli aika** eli aika, joka käytetään yhden tuotteen tuottamiseen. (Slack & Brandon-Jones 2019, 176–209.)

Lisäksi vaihtelulla on suuri merkitys prosessin suorituskykyyn. Suuri vaihtelu prosessissa voi johtaa odotusajan ja käyttösuhteen muuttumiseen, joka vaikuttaa suoraan prosessin tehokkuuteen ja resurssien käyttöön. Mitä suurempi vaihtelu prosessissa on, sitä enemmän odotusaika ja käyttösuhte muuttuu. (Slack & Brandon-Jones 2019, 176–209.)

Prosessisuunnittelu ja layout-suunnittelu ovat toisiinsa yhteydessä, sillä niiden avulla voidaan luoda kokonaisvaltainen lähestymistapa liiketoiminnan suorituskyvyn optimointiin. Prosessisuunnittelun avulla määritellään, miten tehtävät suoritetaan sekä miten eri vaiheet vaikuttavat toisiinsa, kun taas layout-

suunnittelussa keskitytään fyysiseen ympäristöön ja tuetaan prosessien sujuvaa toimintaa. Kun nämä yhdistetään, voidaan optimoida toiminnan tehokkuus ja fyysinen ympäristö, jolloin saavutetaan parempi suoritus- ja kilpailukyky. (Slack & Brandon-Jones 2019, 176–209.)

3.2 Layout-suunnittelu

Tehtaan layout-suunnittelu on prosessi, jonka aikana mietitään tarkasti tehtaan fyysinen järjestely ja sijoittelu niin, että saadaan optimoitua tuotantoprosessin tehokkuus ja turvallisuus. Layout-suunnitelma kattaa koneiden, laitteiden, työasemien, työntekijöiden, raaka-aineiden, varastojen ja kulkureittien sijoittelun. (Kauppinen ym. 1997, 309.)

Layout-suunnittelun yhteydessä tehdyillä päätöksillä on laaja vaikutus siihen, miten resurssit jakautuvat toiminnassa ja sitä kautta sillä on suora vaikutus tehokkuuteen. Tarkasti mietitty layout-suunnitelma on erittäin tärkeä, sillä se vaikuttaa suoraan turvallisuuteen, tehokkuuteen sekä asiakkaiden kokemukseen organisaatiosta. (Slack & Brandon-Jones 2019, 214–238.)

Yksi layout-suunnitelman päämääristä on resurssien optimointi, jolla tarkoitetaan materiaalien, tuotteiden ja palveluiden liikkumista organisaatiossa. Tämä voi tarkoittaa sitä, että esimerkiksi kulkureittejä voidaan minimoida ja asiakkaita saatetaan jopa ohjata niiden avulla. Layout-suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös prosessin eri osioiden välinen vuorovaikutus. Tällä tarkoitetaan sitä, että eri osioiden fyysinen sijainti voi vaikuttaa toisiinsa. Esimerkiksi toisistaan riippuvat prosessit on hyvä pitää lähekkäin ja taas meluisat ja likaiset prosessit olisi hyvä eristää muista prosesseista. (Slack & Brandon-Jones 2019, 214–238.)

Tärkeänä päämääränä layout-suunnittelussa on myös työntekijöiden ja asiakkaiden kokemus organisaatiosta. Kun organisaatioon mietitään uutta layoutia, tulee työntekijöiden tarpeet ottaa huomioon. Työntekijöiden työtilan tulisi olla turvallinen, ergonominen ja miellyttävä. Lisäksi osana hyvää suunnittelua tulee huomioida selkeät kulkureitit, esteetön liikkuminen ja

tilankäytön tarkka miettiminen. Jos suunniteltava tila on sellainen, johon asiakkaalla on pääsy, tulee tilan layout miettiä siltä kannalta, että se voi vaikuttaa asiakkaan kokemukseen yrityksestä. Kun tila on suunniteltu asiakkaan tarpeet huomioiden voi se vaikuttaa asiakkaan ostopäätökseen ja jopa parantaa myyntiä. (Slack & Brandon-Jones 2019, 214–238.)

3.2.1 Hyvän layoutin tunnusmerkit

Hyvän tehdas layoutin tunnusmerkit voivat vaihdella jonkin verran.

Tunnusmerkit riippuvat tehtaan tarkoituksesta ja toiminnasta, mutta on olemassa yleisiä piirteitä, jotka voivat auttaa, kun halutaan luoda tehokas ja toimiva layout. Näitä piirteitä on esimerkiksi:

- **Turvallisuus:** On tärkeää, että tehtaan layoutissa on määritetty työasemien sijainnit ja kulkureitit. Lisäksi turvallisuusmääräykset tulisi ottaa huomioon.
- **Materiaalivirtojen optimointi:** Layoutissa tuotannon materiaalivirta tulisi organisoida mahdollisimman tehokkaaksi. Optimaalinen materiaalivirta voi pitää sisällään esimerkiksi tehokkaat kuljetusreitit ja tarvittavat varastotilat.
- **Materiaalivirran organisointi:** Hyvässä layoutissa kaikki ylimääräinen liike on minimoitu. Lisäksi layout mahdollistaa saumattoman liikkumisen tuotantoprosessien eri vaiheiden välillä.
- **Tilankäyttö:** Tehtaan tilan käyttö on optimoitu ja hukkatila on vähennetty niin pieneksi kuin mahdollista.
- **Joustavuus:** Layoutin tulisi olla riittävän joustava, jotta sitä voidaan mukauttaa muuttuviin tarpeisiin ja laajennuksiin ilman suuria muutostöitä.
- **Selkeys ja järjestys:** Hyvän layoutin avulla saadaan luotua tehtaan toiminnoista helposti ymmärrettäviä ja seurattavia. Lisäksi sijoittelu kohteiden välillä on loogista ja järjestelmistä.
- **Kustannustehokkuus:** Layoutin avulla voidaan vähentää kustannuksia esimerkiksi kuljetuksesta, varastoinnista ja työvoimasta. Lisäksi

oikeanlaisella layoutilla voidaan vähentää myös tuotantovirheistä ja viivästyksistä johtuvia kustannuksia. (Haverila ym. 2005, 482; Logistiikan maailma 2023.)

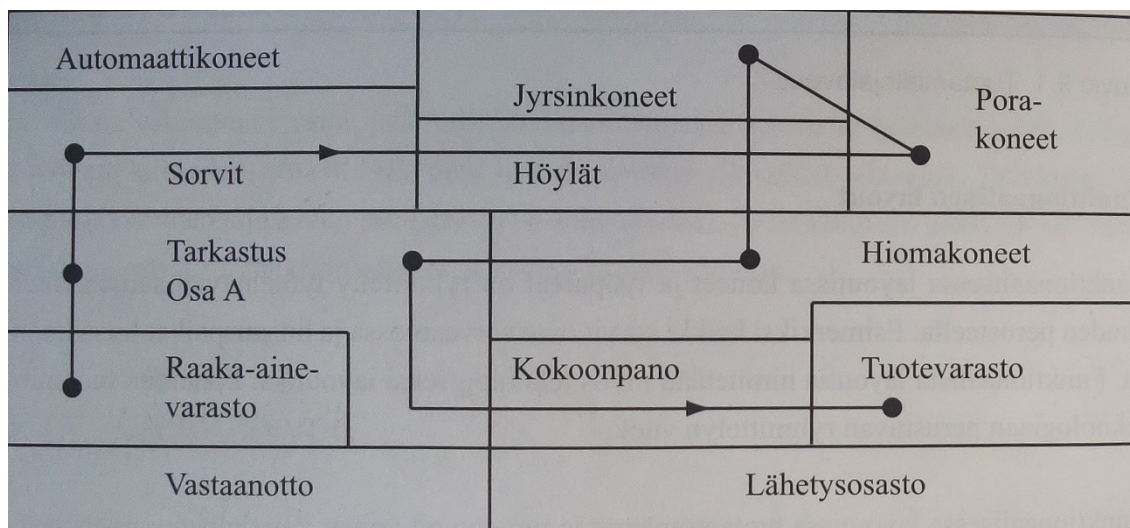
3.2.2 Layout tyypit

Layoutit voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin työnkulun sekä koneiden ja laitteiden sijoittelun perusteella. Eri layout tyyppejä ovat funktionaalinen layout, solulayout ja tuotantolinja-layout. (Haverila ym. 2005, 475.)

Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa (kuva 3) tuotantotilan koneet ja työpisteet ryhmitellään sen mukaan, että mitä työtehtävää niissä suoritetaan. Esimerkiksi kaikki hitsauspaikat sijaitsevat hitsaamossa ja sorvit sorvaamossa.

Funktionaalista layoutia voidaan kutsua myös teknologiseksi asettelumalliksi, sillä koneiden sijoittelu perustuu niiden tuotantoteknologiaan. (Haverila ym. 2005, 476–477.)



Kuva 3. Funktionaalinen layout (Haverila ym. 2005, 477).

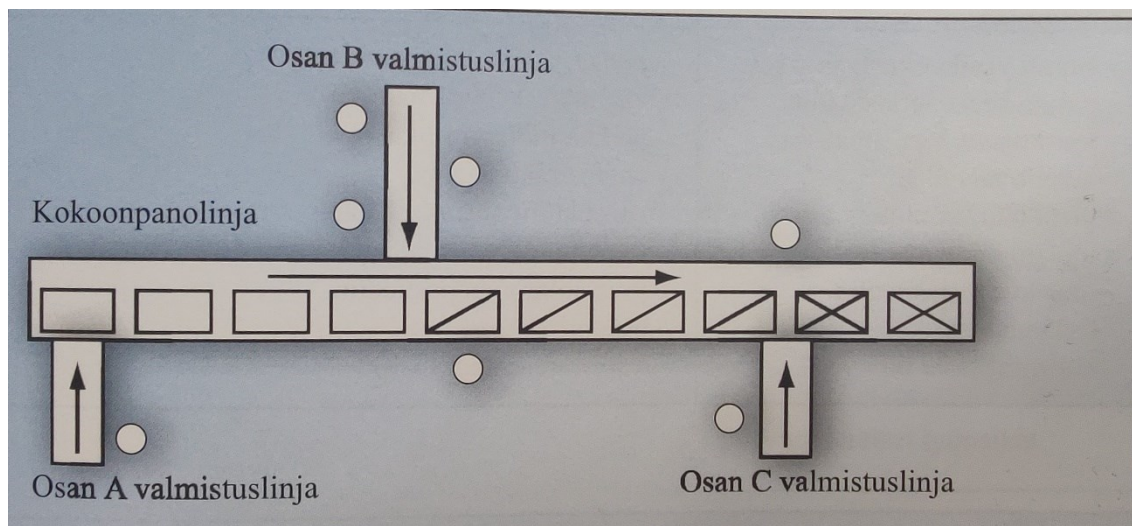
Kun tuotantotilat on suunniteltu funktionaalisen asettelun mukaan, voi tuotantomäärät vaihdella merkittävästi. Yleensä käytössä voi olla monipuolisia yleiskoneita, joiden avulla voidaan valmistaa erilaisia tuotteita joustavasti. Tuotteet voidaan valmistaa joko yksittäiskappaleina tai sarjoina. Tällaisessa tuotannossa työnkulkujen välillä voi olla suuriakin eroja, joten automaatiota voidaan soveltaa rajoitetusti vain materiaalinkäsittelyssä. (Haverila ym. 2005, 476–477.)

Funktionaalisen layoutin mukaan järjestetyssä tuotantotilassa tuotannonohjaus perustuu töiden järjestelyyn eri koneiden jonotuksen kautta. Tämä tekeekin työnohjauksesta haastavaa ja oikea-aikainen siirtyminen työvaiheiden välillä voi olla hankalaa. Työjonojen kertyminen kasvattaa keskeneräisten tuotteiden määrää ja pidentää tuotannon läpäisyäikää. Lisäksi jos etäisyydet työpisteiden välillä on suuret, kasvavat materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannukset merkittävästi. Myös tuotteiden laadunhallintaa hankaloittaa työvaiheiden välillä olevat välivarastot ja etäiset työpisteet. (Haverila ym. 2005, 476–477.)

Itse funktionaalisen layoutin toteutus on edullinen ja helppo verrattuna esimerkiksi tuotantolinjaan. Lisäksi funktionaalisessa layoutissa kapasiteetin laajentaminen ja erilaisten tuotteiden valmistaminen on joustavaa. Kuitenkin funktionaalinen layout on tuotantolinjaan verrattuna vähemmän tuottava ja käyttöasteet ovat yleensä matalampia. (Haverila ym. 2005, 476–477.)

Tuotantolinja-layout

Tuotantolinja-layoutissa (kuva 4) koneet ja laitteet sijoitetaan niin, että ne seuraavat linjalla valmistettavan tuotteen valmistusprosessia järjestyksessä. Tällaisella layoutilla toteutettu tuotantolinja on erikoistunut valmistamaan tiettyä tuotetta, jolloin valmistusprosessi on automatisoitu ja se on erittäin tehokas. Tuotantolinjan työvaiheet ovat selkeitä sekä koneiden ja laitteiden välillä voidaan käyttää mekaanisia kuljettimia tuotteiden siirtämiseen. (Haverila ym. 2005, 475–476.)



Kuva 4. Tuotantolinja-layout (Haverila ym. 2005, 476).

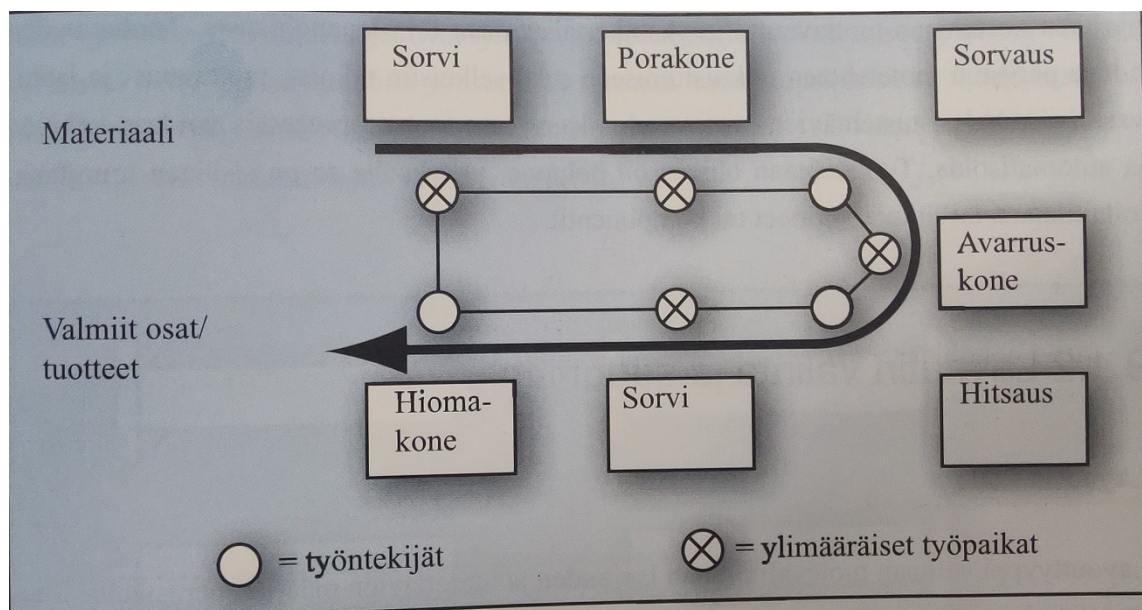
Tuotantolinjan yksi tärkeitä piirteitä on suuri tuotantomäärä ja korkea käyttöaste. Tämä piirre mahdollistaa tuotteiden yksikkökustannuksien pitämisen alhaisina, vaikka itse linjan rakentamiskustannukset ovat merkittäviä. (Haverila ym. 2005, 475–476.)

Tuotantolinja on kuitenkin herkkä häiriöille, koska pienikin ongelma voi vaikuttaa nopeasti koko linjan tuottavuuteen. Tästä syystä laadunvalvonta on yksi tärkeimmistä asioista, sillä häiriöiden aiheuttamat kustannukset voivat olla suuria. Häiriöistä aiheutuvat kustannukset voivat nousta erittäin suuriksi nopeastikin, koska tuotantolinja kykenee valmistamaan myös virheellisiä tuotteita tehokkaasti. (Haverila ym. 2005, 475–476.)

Jos tuotanto rakennetaan tuotantolinjatyypin mukaan, on kapasiteetin laajentaminen jälkikäteen haastavaa. Tuotantolinjalla tehtävien tuotteiden tuotantosarjat ovat yleensä pitkiä, joten tuotteen vaihtaminen toiseen voi edellyttää pitkää asetus- ja muutosaikaa. Kuitenkin tuotantolinjan selkeä työnkulku tekee tuotannonohjauksesta sujuvaa, sillä käytännössä tuotantolinjaa ohjataan kokonaisuutena. (Haverila ym. 2005, 475–476.)

Solulayout

Solulayout (kuva 5) on tuotantotilojen järjestelymalli, jossa muodostetaan itsenäisiä soluja, joissa koneet ja työpisteet on ryhmitelty yhteen. Jokainen solu on erikoistunut tiettyjen osien valmistukseen tai tiettyjen työvaiheiden suorittamiseen. Solulayout on jonkinlainen välimuoto funktionaalisen layoutin ja tuotantolinja-layoutin välillä. (Haverila ym. 2005, 477–478.)



Kuva 5. Solulayout (Haverila ym. 2005, 478).

Solujen tuotteiden käsittelyajat ovat merkittävästi lyhyemmät verrattuna funktionaaliseen layoutiin. Lisäksi materiaalivirta on selkeää eikä solussa ole ylimääräisiä välivarastoja. Jokainen solu kykenee valmistamaan joustavasti ne tuotteet, jotka sille on ennalta määritetty. Myös tuotteen vaihtaminen toiseen on nopeaa. Solu on omassa tuotantoryhmässään joustavampi kuin tuotantolinja ja tehokkaampi kuin funktionaalinen järjestelmä. Lisäksi valmistettujen tuotteiden tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella suuresti keskenään. Niitä voidaan valmistaa joko yksittäiskappaleina tai pienissä sarjoissa. (Haverila ym. 2005, 477–478.)

Solun tuotannonohjaus on helppoa, sillä se muodostaa ainoastaan yhden kuormituspisteen. Myös laadunvalvonta, virheiden havaitseminen sekä

korjaaminen on helpompaa, koska valmistusvaiheet suoritetaan peräkkäin samassa tilassa. Koneiden kuormitusasteet eri koneiden välillä voivat vaihdella huomattaviakin määriä sekä ne ovat yleensä keskimäärin alhaisempia kuin tuotantolinjalla. Jos solulayoutia verrataan funktionaaliseen layoutiin, on se herkempi kuormituksen vaihteluille ja voimakkaille muutoksille tuotevalikoimassa. (Haverila ym. 2005, 477–478.)

Solulayoutin avulla voidaan tukea työntekijöiden motivaatiota ja tuottavuutta, sillä solussa työskentelevä ryhmä on itse vastuussa tehtävien suunnittelusta ja suorittamisesta. Lisäksi työntekijöillä on mahdollisuus vaikuttaa tehtävien työnjakoon ja kierrättämiseen. (Haverila ym. 2005, 477–478.)

4 Nykyisen tuotannon kartoitus

Työssä tehtävänä oli suunnitella yrityksen tuotantoon uusi, jatkuvaa kehitystä tukeva layout. Uuden layoutin suunnittelun yksi tärkeimmistä työvaiheista oli nykyisen tuotannon kartoitus layoutien avulla, josta työ aloitettiin. Tuotannon kartoituksen tarkoituksena oli oppia tuntemaan tuotantovaiheet ja niiden valmistusjärjestys. Tämän avulla saatiin kattava kokonaiskuva nykyisen tuotannon tiloista ja sen toiminnasta. Yhtenä tavoitteena kartoituksessa oli tunnistaa tuotannon ongelmakohdat, jotta ne pystyttiin ottamaan huomioon uuden layoutin-suunnittelussa.

Layoutin kartoituksessa ja suunnittelussa käytettiin AutoCad 2024 -ohjelmaa, sillä siihen oli jo lisenssi ennen tämän työn aloitusta. Tämä ohjelma kattoi kaikki tarvittavat työkalut layoutien luontiin. AutoCad 2024 on Autodesk-yhtiön tarjoama ohjelma, joka on suunniteltu 2D- ja 3D-CAD-suunnitteluun, jonka lisäksi ohjelmisto pitää sisällään erilaisia erikoistyökaluja ja sovelluksia (Autodesk 2023).

4.1 Nykytilanne

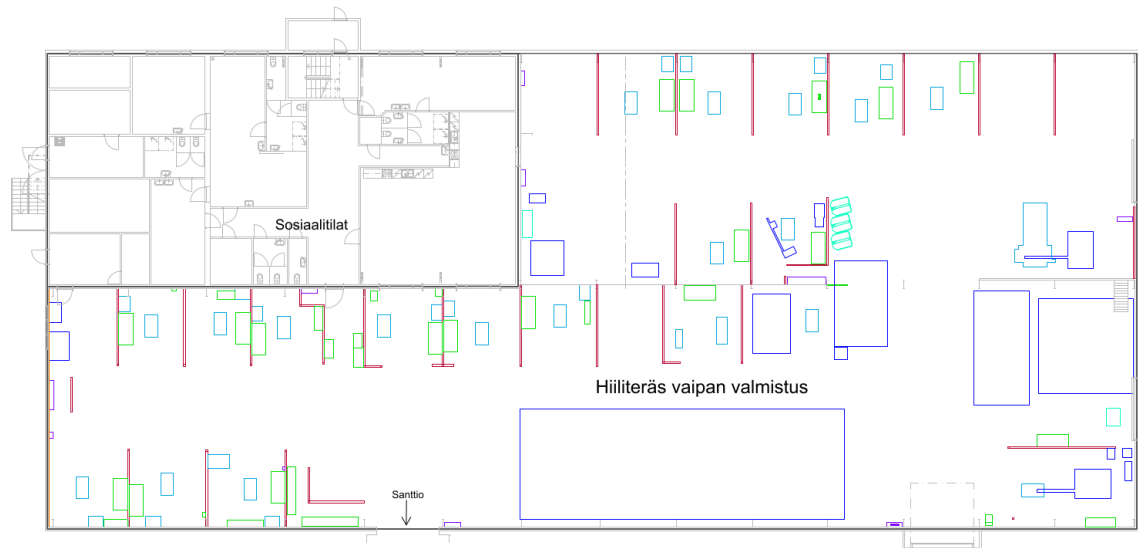
Jatkuvasti kasvavan tuotantotilanteen vuoksi yritys on investoinut uusiin tuotantohalleihin, jotka sijoittuvat pääasiallisen tuotantohallin läheisyyteen (kuva 6). Kartoituksen alkuvaiheessa tuotannossa alkoi myös muutostyöt halli-investointien myötä, mikä hankaloitti hieman kokonaiskuvan hahmotusta. Toisaalta hahmotusta hallien välillä helpotti kuitenkin se, että jokainen halli on nimetty erikseen, sekä ennakkoon oli tiedossa, että mikä työvaihe siirtyy mihinkin halliin. Hallien nimet ovat näkyvillä kuvassa kuusi.



Kuva 6. Nimettyjen hallien sijainnit kartalla (Google 2023).

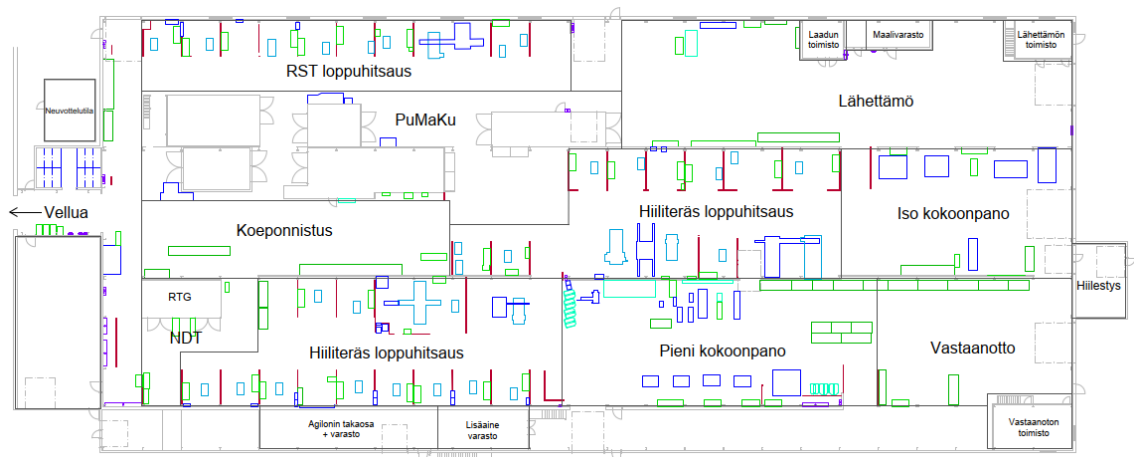
Hallien nykyisestä tuotannosta oli olemassa lähes ajantasaiset layoutit, joten tuotannon kartoitus tapahtui niiden perusteella. Näiden lisäksi kartoitus vaati konkreettisesti tehtaissa liikkumista. Osana työtä päivitettiin vielä viimeisimmät tuotannon muutokset hallikohtaisiin layouteihin. Lisäksi layouteista tehtiin yhteneväiset keskenään. Uuden layoutin suunnittelu aloitettiin karkealla layoutilla, jonka vuoksi nykyisistä layoutista poistettiin kaikista tarkimmat yksityiskohdat.

Päivitetystä layouteista saa selkeän kuvan siitä, miten työvaiheet jakautuvat eri hallien välillä. Tähän tarkasteluun kuuluvat hallit ovat Vellua-, Santtio- ja Palsa-hallit. Vellua-hallissa (kuva 7) sijaitsee hiiliteräksisen vaipan valmistuksen työvaiheet. Lisäksi Vellua-hallin yhteydessä on nykyiset sosiaalitalat.



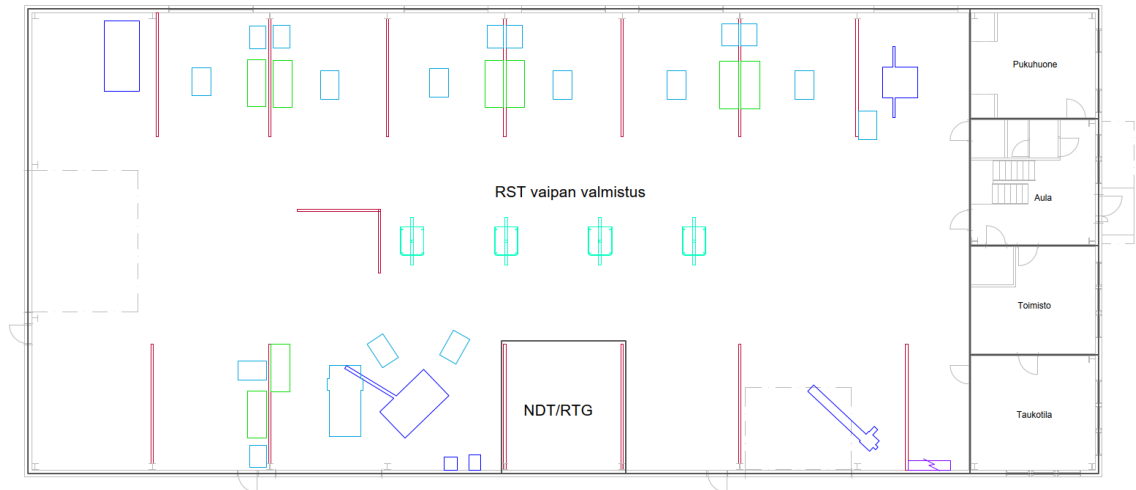
Kuva 7. Vellua-hallin nykyinen layout.

Vellua-hallin laajennus on nimeltään Santtio-halli (kuva 8). Santtio-hallissa on hiiliteräksestä ja ruostumattomasta teräksestä valmistettujen siirtimien kokoonpanot, loppuhitsauspisteet, NDT-alue, koeponnistusalue sekä pintakäsittelylinjasto (työn myöhemmissä vaiheissa tästä käytetään nimeä PuMaKu), materiaalin vastaanotto ja lähettämö.



Kuva 8. Santtio-hallin nykyinen layout.

Yllä mainittujen hallien lisäksi tuotanto jakautui vielä Palsa-halliin (kuva 9). Palsa-hallissa sijaitsee ruostumattomasta teräksestä tehtyjen vaippojen valmistus.



Kuva 9. Palsa-hallin nykyinen layout.

Vellua- ja Santtio-hallien kanssa samassa pihapiirissä sijaitsee myös Taipale-halli, joka toimii tällä hetkellä materiaalivarastona. Palsa-hallin takana on yrityksen uusi investointi Siperia-halli, jossa tällä hetkellä toimii koneistamo. Koneistamon työvaiheet ovat osavalmistusta, eivätkä nämä työvaiheet tule tämän hetken suunnitelmien mukaan vaihtamaan paikkaa. Tästä syystä Siperia-hallin layoutia ei käsitellä työssä sen tarkemmin.

Layoutien päivittämisen lisäksi niiden tulkitsemista ajatellen tehtiin layoutien yhtenäistämisohje (Liite 1), johon kirjattiin ylös yksityiskohtaisesti, miten layout tulee jatkossa piirtää. Näin voidaan varmistua siitä, että tulevaisuudessa tehdyt layoutit ovat yhteneväisiä eikä layoutin tulkintaan tarvitse käyttää niin paljon aikaa. Näiden muutosten jälkeen tuotannon nykytilanne oli kartoitettu täysin ja päivitettyjen layoutien kautta lähdettiin hahmottamaan nykyisen tuotannon tilannetta ja virtausta.

4.1.1 Tuotannon työvaiheet

Kartoituksen keskeinen osa oli selvittää tuotteen valmistuksen eri työvaiheet ja niiden järjestys. Tämän avulla havainnointiin tuotteen läpimenoa ja pullonkauloja tuotannossa ja nähtiin, että syntyykö tuotteelle paljon tarpeetonta liikettä eri työvaiheiden välillä. Vahteruksen tuotannossa valmistetaan hitsattuja

levylämmönsiirtimiä niin ruostumattomasta teräksestä kuin hiiliteräksestä, jolloin molemmat materiaalit vaativat omat valmistusalueet. Tästä syystä työvaiheita tuli tarkastella molempien materiaalien näkökulmasta.

Hiiliteräksestä valmistetun siirtimen työvaiheet



Kuva 10. Koeponnistuksessa oleva siirrin.

Ruostumattomasta teräksestä valmistetun siirtimen työvaiheet



Kuva 11. Kokoonpanon työvaihe.

4.2 Nykytilanteen haasteet

Kartoituksen avulla saatiin selvitettyä nykyisen tuotannon haasteita ja kehityskohtia, jotka ovat seurausta yrityksen merkittävästä tuotannon kasvusta viime vuosina. Voimakas kasvu on johtanut siihen, että nykyiset tuotantotilat eivät ole riittävät tarvituille tuotantomäärille. Tuotannossa esiintyy myös erilaisia poistettavia hukkatoimintoja, joihin layout-suunnittelun avulla voidaan vaikuttaa.

Tilan puutteen vuoksi halleissa esiintyy epäjärjestystä. Epäjärjestys itsessään on turvallisuusriski, jonka lisäksi se heikentää myös suorituskykyä ja tuotannon tehokkuutta. Tilaa tuotannosta on käytetty tarpeettomiin varastoihin, jotka eivät tuo lisäarvoa päivittäiseen tuotantoon. Tarpeettomat varastot estävät tehokkaan tilan käytön, mikä on oleellista lisäarvon tuomisessa prosessiin.

Materiaalinvirtauksessa haasteet liittyvät suurelta osin poistettaviin hukkatointoihin. Layoutista voidaan huomata, että tuotteen valmistusprosessin aikana esiintyy jonkin verran tarpeetonta liikettä. Tämä hidastaa tuotannon virtausta ja voi johtaa turhaan odotteluun tuotannossa. Tuotteen tarpeeton liikkuminen tuotannossa aiheuttaa myös haasteita työturvallisuuden näkökulmasta, kun suuria ja painavia siirtimiä siirrellään paljon edestakaisin. Tämän lisäksi riskejä aiheuttaa työntekijöiden jalankulun ja trukkiliikenteen erottelun puute.

Haasteita nykyisessä tuotantoprosessissa aiheuttaa myös sisäisen logistiikka prosessin ylösajo. Tällä hetkellä työtehtäviä ei ole jaoteltu optimaalisimmalla tavalla, jonka johdosta laitteiden käyttöaste on liian pieni. Sisäistä logistiikkaa ja työtehtäviä voidaan kuitenkin optimoida uuden layoutin myötä ja näin parantaa laitteiden käyttöastetta.

5 Uuden layoutin suunnittelu

5.1 Uuden suunnitelman tavoite

Uuden layoutin tavoitteena on saada mahdollistettua suunniteltu tuotannon kasvu lähivuosina. Uudella layoutilla halutaan saavuttaa mukautuva tuotanto, keskeytymätön läpimeno ja laadukas lopputulos. Lisäksi uuden layout-suunnitelman avulla halutaan parantaa yrityksen tuotteiden toimitusaikaa ja -varmuutta, mitkä vaikuttavat suoraan yrityksen kilpailukykyyn ja asiakastytyväisyyteen. Uuden hallin yksi keskeisistä tavoitteista on parantaa turvallista liikkumista tehtaassa niin jalankulkijoille kuin trukkiliikenteellekin. Lisäksi uuden hallin layout-suunnittelussa otetaan laajemmin huomioon työturvallisuus, kun mietitään tuotannon työvaiheiden sijoittelua.

Uuden layoutin tavoitteena on, että jatkossa sisäinen logistiikka huolehtisi kaikista materiaalien kuljetuksista, jolloin saadaan kasvatettua tuotannon käyttökapasiteettia. Sisäisen logistiikan toimivuuden vuoksi uudessa layoutissa on huomioitava trukkiliikenteen lisäksi tavaroiden keräily ja säilytys, jotta tuotannossa olisi vain tarvittavat materiaalit.

Nykyistä tuotantoa on myös hidastanut projektisiirtimien valmistus, jotka ovat kooltaan isompia ja haastavampia valmistaa. Tästä syystä uudessa layoutissa on tavoitteena eriyttää projektisiirtimien valmistus muusta tuotannosta. Asiakasvaatimusten vuoksi yksi uuden layout-suunnitelman päätavoite on erotella hiiliteräksen ja ruostumattoman teräksen valmistumisprosessit toisistaan kokonaan. Materiaalien erottelun tavoitteena on estää ruostumattoman teräksen kontaminoituminen.

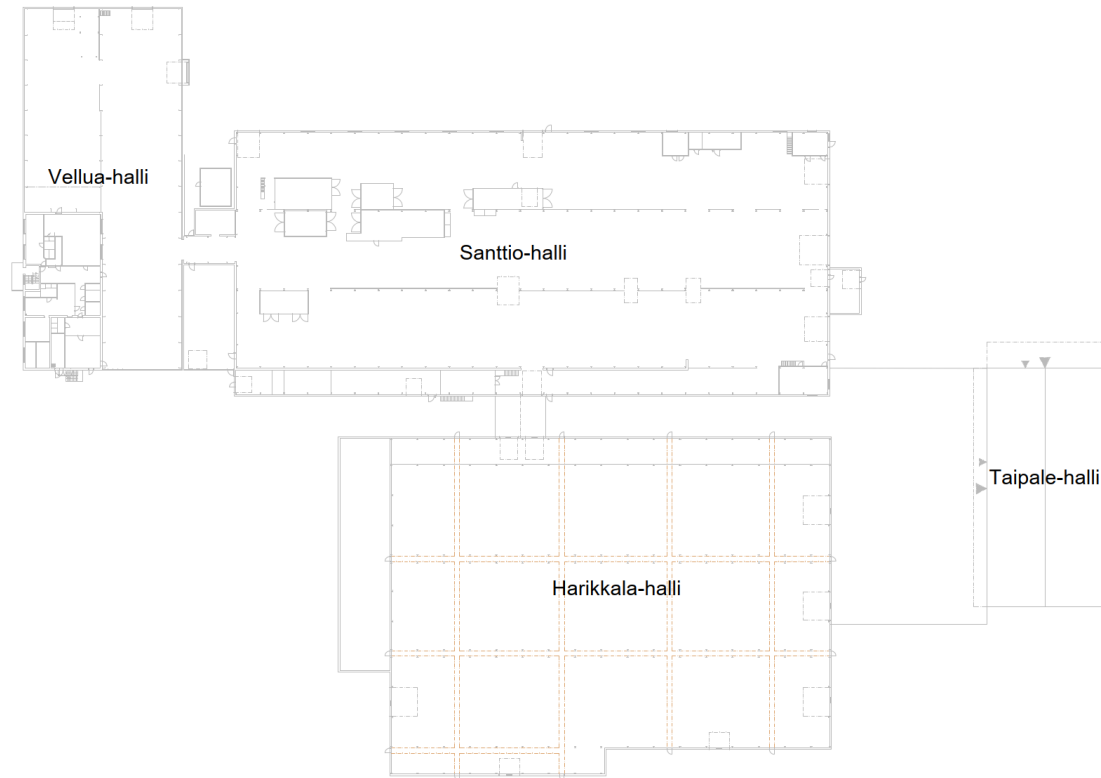
Layout-suunnittelussa pohditaan myös nykyisen laitekannan riittävyyttä ja päivitystä. Osa nykyisistä laitteista on yrityksen alkua ajoilta, joten tuottavuus ei niissä ole enää paras mahdollinen. Uuden layout-suunnitelman yhteydessä onkin tärkeää miettiä laitteiden tarve siten, että tuotanto on sujuvaa ja haluttuihin valmistusmääriin päästään. Tässä vaiheessa on tärkeää verrata

tuotannon nykyisiä valmistusmääriä tuleviin ennusteisiin ja arvioida niiden pohjalta laitteiden tarve tulevaisuudessa.

5.2 Layout-luonnokset

Uuden layoutin suunnittelu aloitettiin heti, kun nykyisten hallien layoutit oli hahmoteltu. Ennakkotietoina oli uuden hallin sijainti sekä koko, jotka muuttuivat kuitenkin hieman työn edetessä. Lisäksi uuteen halliin oli ennalta määrätty kulkureittejä jalankulkua varten. Uusi halli sai nimekseen Harikkala-halli.

Näiden tietojen pohjalta lähdettiin aluksi yhdistämään Santtio-, Vellua- ja Taipale-hallin layout piirroksat samaan kuvaan sekä piirrettiin uusi halli ennalta määrättyyn kohtaan (kuva 12). Hallin sijainnin ja koon lisäksi oli jo aiemmin mietitty hieman logistiikan virtausta, jotta osattaisiin huomioida oikeat asiat suunnittelussa. Logistiikan virtauksessa oli huomioitu lähinnä tulevan ja lähtevän tavaran reitit hallien ulkopuolella. Nämä virtaukset määrittivät esimerkiksi uuden hallin nosto-ovien paikoitusta sekä vastaanoton uudelleen sijoittamista.



Kuva 12. Hallit yhdistettynä ja nimettynä samaan layout-piirrokseen.

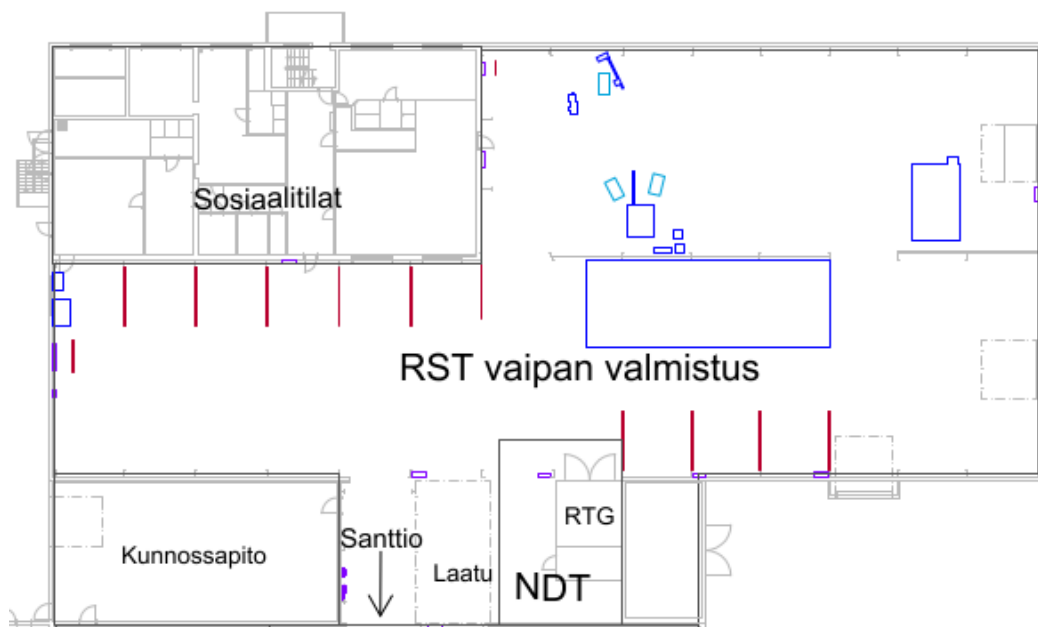
Uuden layoutin suunnittelussa huomioitiin isosti Lean-toiminnan periaatteita. Uutta layoutia aloitettiin suunnittelemaan prosessin virtauksen mukaan, jotta prosessin imusta saataisiin optimaalinen. Myös työturvallisuus oli isona osana suunnittelua alusta alkaen.

Aiemmassa vaiheessa käsitelty 5S-menetelmä esiintyi alusta alkaen osana suunnittelua. Layoutissa lähdettiin suunnittelemaan työvaiheiden järjestystä systemaattisesti, jotta turha edestakainen liike voitaisiin poistaa. Jotta tämä onnistuisi mahdollisimman hyvin, täytyy pohtia esimerkiksi laaduntarkastuksen sekä NDT-alueiden sijoittelua. Kun tuotanto jakautuu useampaan eri halliin ja tuotannon virtaus halutaan optimoida, tulee suunnittelussa huomioida kohdat laadun tarkkailua varten. Tästä syystä layout-suunnittelussa on päädytty siihen, että tuotantoon lisätään erilliset alueet laaduntarkastusta varten, jossa valmistettava tuote pysähtyy aina tarvittaessa. Tämän lisäksi NDT-alueita tulee yhden sijaan useampi ja alueet sijoitetaan eri puolille tuotantoa.

Samalla, kun layoutit yhdistettiin samaan kuvaan, poistettiin aluksi kaikki irtaimisto niistä niin, että jäljelle jäi vain rakenteelliset ominaisuudet halleista sekä uuden hallin jalankululle tarkoitetut reitit. Tämän avulla uuden layoutin suunnittelu oli helppo aloittaa puhtaalta pöydältä. Lisäksi ennakkoon oli jo tiedossa, että Taipale-halli tulee toimimaan jatkossakin varastona, joten layout suunnitelmissa ei tulla käsittelemään Taipale-hallin layoutia.

5.2.1 Layout 1

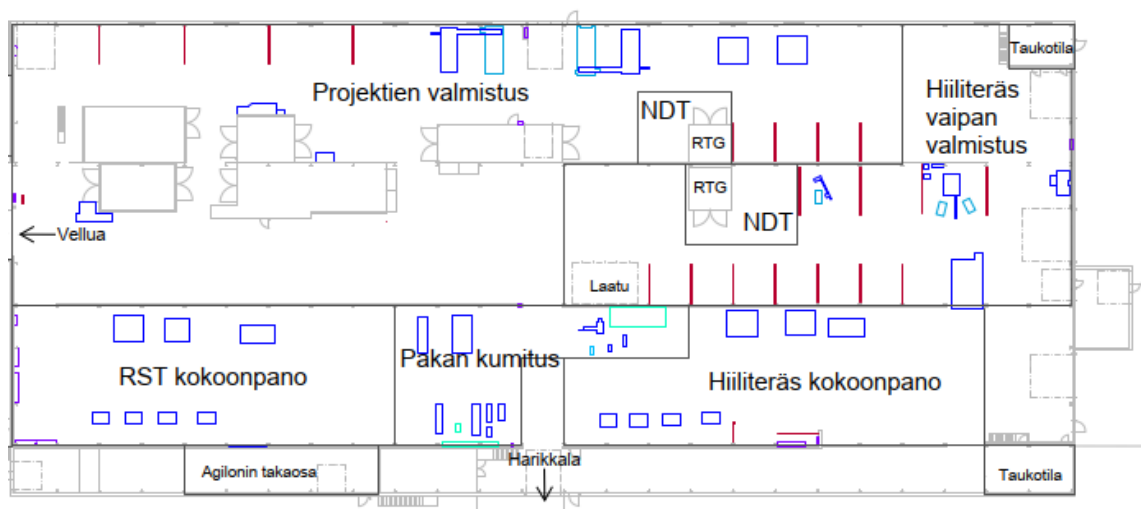
Ensimmäisessä layoutissa (liite 2) lähdettiin erottamaan eri materiaalista valmistettujen tuotteiden valmistusta eri halleihin. Suunnitelmana oli, että Vellua-halliin (kuva 13) tulisi ruostumattomasta teräksestä valmistettujen vaippojen valmistus. Vellua-hallissa olisi siis työvaiheet pituussaumahitsin hitsauksesta aina yhdeputkien asennukseen ja hitsaukseen asti. Vellua- ja Santtio-hallin välissä oleva ulkosyvennys on tässä layoutissa otettu hyötykäyttöön. Tähän tilaan on rakennettu paikka hiilestyskopille sekä tehty piste laadun tarkastukselle sekä NDT-alue, johon on sijoitettu RTG-koppi.



Kuva 13. Layout 1 Vellua-hallista.

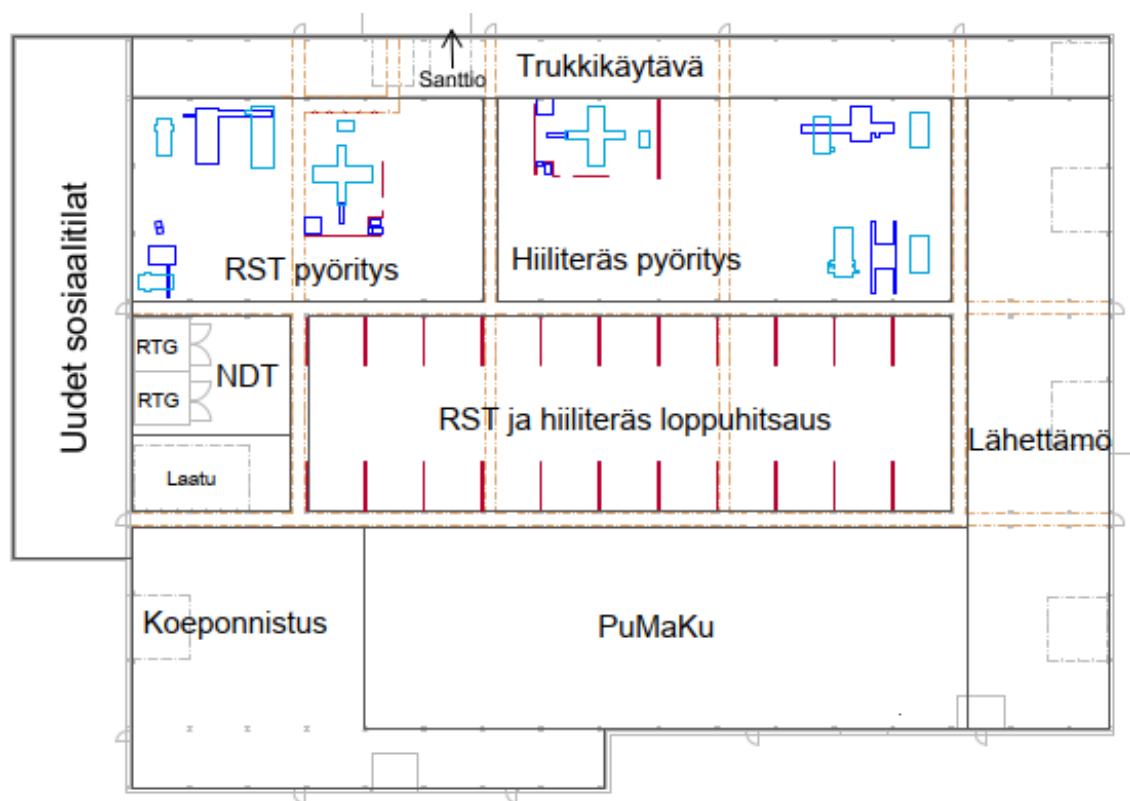
Tähän layoutiin hiiliteräsvaippojen valmistus suunniteltiin alkamaan Santtio-hallista nykyisen lähettämön päädyistä (kuva 14). Vaippalevy tulisi nykyisen lähettämön ovesta sisään, josta se kuitenkin siirtyisi lähes suoraan toiselle käytävälle, jossa olisi loput hiiliteräksisen vaipan valmistuksen työvaiheet aina mankeloinnista yhteiden istutukseen asti. Tämän jälkeen käytävällä olisi oma NDT-alue ja RTG-koppi. Tarkistuksen jälkeen vaippa kävisi ensin joko projektikäytävän PuMaKu-alueella tai Harikkala-hallin PuMaKu-alueella puhalluksessa, josta se sitten siirtyisi kasaukseen.

Vellua-hallista tuleva vaippa kävisi projektikäytävän happealtaassa, josta se siirtyisi Santtio-halliin. Santtio-hallissa olisi yhdellä käytävällä ruostumattomasta teräksestä valmistettujen vaippojen kokoonpano ja samalla käytävällä toisella puolella hallia olisi hiiliteräksestä valmistettujen vaippojen kokoonpano. Kuitenkin ennen kuin vaippa ja pakka voidaan yhdistää, täytyy pakka kumittaa. Tämänhetkisessä tuotannossa pakkojen kumitus on osana kokoonpanon työvaihetta, mutta se halutaan uuden layoutin myötä pilkkoa omaksi työvaiheeksi. Koska kaikki pakat on valmistettu ruostumattomasta teräksestä, päätettiin tässä suunnitelmassa sijoittaa pakkojen kumitus eri materiaalien kokoonpanojen väliin. Näin pakat olisivat lähellä molempia kokoonpanopisteitä.



Kuva 14. Layout 1 Santtio-hallista.

Kasauksen jälkeen kasatut siirtimet siirtyisivät uuteen Harikkala-halliin (kuva 15), jossa molemmille materiaaleille olisi omat alueet päätyjen pyöritystä varten. Pyörityksen jälkeen materiaalit taas yhdistyisivät uuden hallin keskeisellä käytävällä loppuhitsauksessa, kuitenkin niin, että omille materiaaleille olisi omat määrättyt kopit. Loppuhitsauksen jälkeen valmiit siirtimet kävisivät tarvittaessa NDT-alueella, jonka jälkeen ne siirtyisivät Harikkala-hallin viimeiselle käytävälle, jossa on uusi PuMaKu-alue. Täysin valmiit siirtimet siirtyisivät lopuksi Harikkala-hallin perälle, jossa sijaitsee uusi lähettämö. Kun lähettämön sijoittaa uuden hallin päätyyn saadaan selkeytettyä logistiikkaa, kun lähtevän tavaran lastaus ja saapuvan tavaran purku ovat lähellä toisiaan.



Kuva 15. Layout 1 Harikkala-hallista.

Ensimmäisessä layoutissa projektisiirtimien valmistus oli sijoitettu Santtio-hallin ylimmälle käytävälle. Ajatuksena oli, että projektisiirtimien vaipat tulisivat nykyisen lähettämön pädystä sisään ja siitä alkaisi omat työvaiheet projektisiirtimien valmistuksessa. Projektisiirtimien valmistus haluttiin omaksi osaksi tuotantoa, jotta se ei hidastaisi muuta tuotantoa. Lisäksi, kun sen

sijoittaisi Santtio-hallin ylimmälle käytävälle, voitaisiin hyödyntää olemassa olevia PuMaKu- ja koeponnistusalueita projektien valmistuksessa.

Suunnittelun alkuvaiheessa tilan tarvetta lähdettiin ajattelemaan sen mukaan, että minkä verran tilaa nykyinen tuotanto ja laitteet tarvitsisivat. Tässä kohtaa laitemäärissä ei ollut huomioitu todellista tarvetta, vaan laitteiden määrä oli arvioitu nykyisen valmistuksen mukaan. Ensimmäisessä suunnitelmassa ei laitteiden määrää lähdetty miettimään sen tarkemmin, sillä nopeasti huomattiin, että tilan käyttö ei olisi optimaalista ja tila ei tulisi riittämään, jos työvaiheiden jako menisi tällä tavalla. Tilan puutteen lisäksi tuotannossa tulisi myös jonkin verran edestakaista liikettä esimerkiksi hiiliteräsvaippon raepuhalluksen vuoksi. Tämän suunnitelman projektikäytävän nostokapasiteetti ei ole riittävä projektisiirtimien valmistukseen, eikä eri materiaalien työvaiheita ole eritelty riittävästi, jotta se olisi vaatimusten mukainen.

Tässä suunnitelmassa oltiin jo tyytyväisiä uuden koeponnistusalueen, PuMaKu-alueen sekä lähettämön sijaintiin. Tämän takia niiden sijainti ei tule muuttumaan enää seuraavissakaan layouteissa. Muiden työvaiheiden osalta layoutia lähdettiin jatkokehittämään.

5.2.2 Layout 2

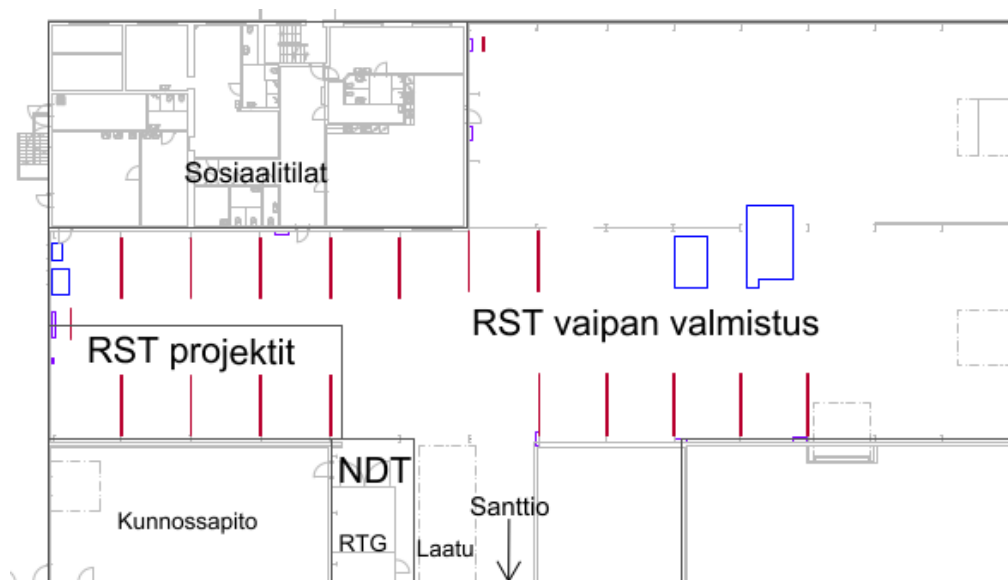
Toista layoutia (liite 3) lähdettiin miettimään entistä tarkemmin työvaiheiden järjestyksen pohjalta. Ensimmäisen suunnitelman pohjalta pidettiin aluekohtaisia palavereita tuotannon esihenkilöiden kanssa. Näiden palavereiden myötä työjärjestykset tarkentuivat entisestään, mikä helpotti edestakaista liikettä aiheuttavien työvaiheiden tunnistamista. Lisäksi ensimmäisessä layoutissa eri materiaalien tuotantoa ei ollut eritelty toisistaan riittävästi, joten tällä kertaa siihen kiinnitettiin erityishuomiota.

Alkuun ajatus oli, että ruostumattomasta teräksestä valmistettavien siirtimien tuotanto olisi mennyt uuteen halliin ja hiiliteräksestä valmistettavien siirtimien tuotanto olisi jäänyt Santtio- ja Vellua-halliin. Valmistussuhde ruostumattoman

teräksen ja hiiliteräksen välillä todensi, ettei tila halleissa tulisi riittämään tällaiseen järjestykseen tuotannossa, joten tätä ideaa ei viety eteenpäin.

Valmistussuhde-eron takia päädyttiin luonnostelevaan versioon, jossa Santtio-halli jaettaisiin puoliksi eri materiaalien välillä ja tilat eroteltaisiin toisistaan kiinteällä seinällä. Näin tuotanto saadaan eroteltua eri materiaalien välillä toisistaan.

Ensimmäisessä layoutissa oltiin tyytyväisiä ruostumattoman teräksen vaipan valmistuksen sijaintiin, joten se päätettiin sijoittaa Vellua-halliin (kuva 16). Vaipan valmistuksen alueelle rajattiin omat hitsauskopit projektisiirtimien vaippojen valmistukseen. Tarkoituksena oli kuljettaa suuret projektivaipat ulkokautta Santtio-hallissa sijaitsevaan loppuhitsauksen projektikäytävään, johon sijoitettiin projekteille oma kokoonpano, pyöritys, loppuhitsaus sekä NDT-alue. Tässä layoutissa jätettiin myös Vellua- ja Santtio-hallin väli samanlaiseksi, kuin ensimmäisessä layoutissa. Tähän laajennukseen sijoitettiin peittausallas, laaduntarkastus alue sekä NDT-alue. Kulkureitti Santtio-halliin muuttui hieman ylemmäs.

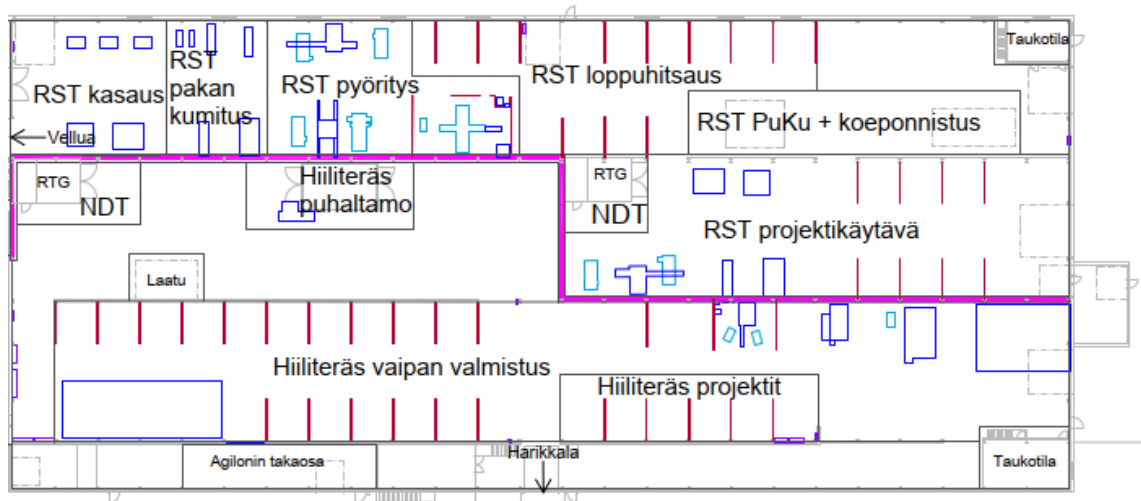


Kuva 16. Layout 2 Vellua-hallista.

Valmiit ruostumatonta terästä olevat vaipat siirtyivät Santtio-halliin, jossa sijaitsi kokoonpano, vaipan kumitus, pyöritys ja loppuhitsaus (kuva 17). Nykyisen

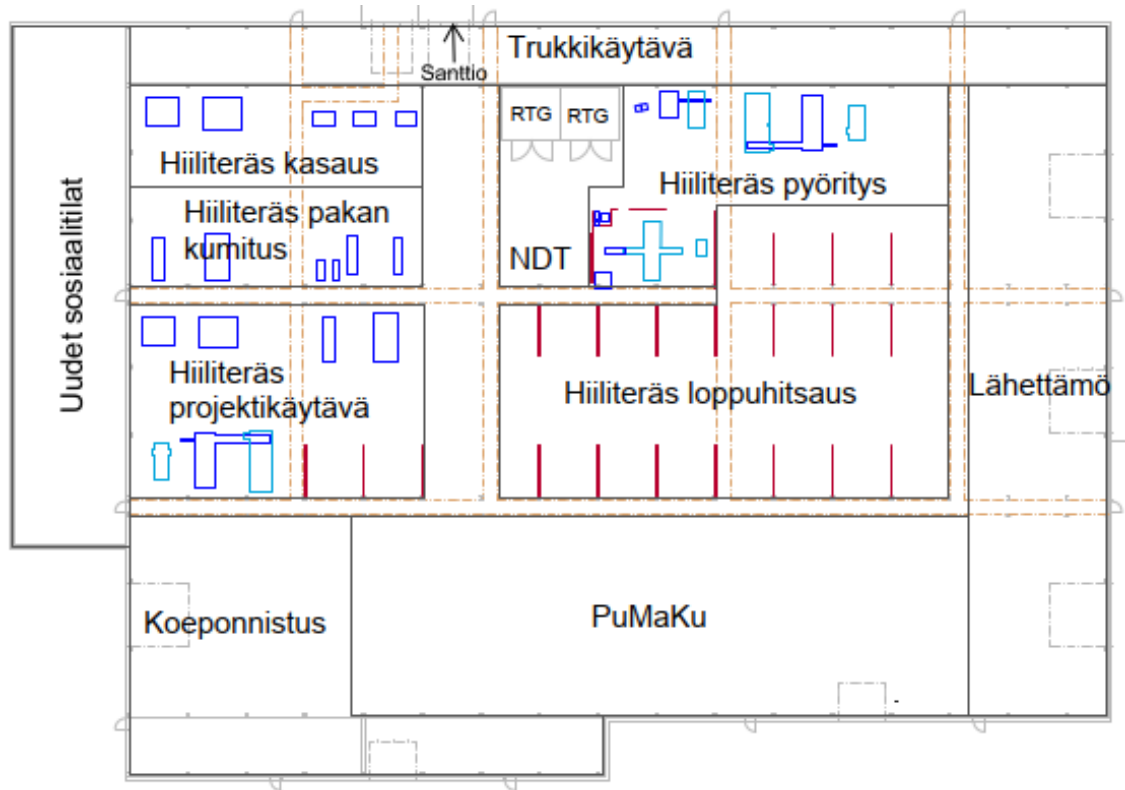
lähettämön tilalle sijoitettiin ruostumattomille teräksille oma koeponnistusalue sekä pintakäsittelylinja, joka sisälsi teräsraepuhaltamon ja kuivaamon (työn myöhemmissä vaiheissa tästä käytetään nimeä PuKu).

Tässä layoutissa hiiliteräksestä tehtyjen siirtimien valmistus jakautuisi Santtio- ja Harikkala-hallien välille. Nykyisen vastaanoton tilalle tulisi hiiliteräsvaippojen valmistus, jonka lisäksi hiiliteräksestä tehtyjen projektivaippojen valmistukselle olisi varattu oma tila. Vaipan valmistuksen jälkeen siirrin siirtyisi Santtio-hallin keskimmaiselle käytävälle, jossa olisi NDT-alue, laaduntarkastus alue sekä raepuhaltamo hiiliteräksen raepuhallusta varten. Lisäksi tässä olisi tarvittaessa välivarasto ennen kuin vaippa siirtyisi Harikkala-halliin. Tämä vaatisi kuitenkin sen, että olemassa oleva PuMaKu- ja koeponnistusalue purettaisiin raepuhaltamoa lukuun ottamatta.



Kuva 17. Layout 2 Santtio-hallista.

Harikkala-halliin tulisi hiiliteräsvaippojen ja -pakkojen kokoonpano sekä kumitus, siirtimen pyörytys, loppuhitsaus, koeponnistusalue, PuMaKu-alue ja lähettämö (kuva 18). Lisäksi lähelle hallien yhdyskäytävää tulisi NDT-alue ja RTG-koppi. Myös projektisiirtimille tulisi oma alue, joka sisältää kasauksen, pyörytyksen ja loppuhitsauksen.



Kuva 18. Layout 2 Harikkala-hallista.

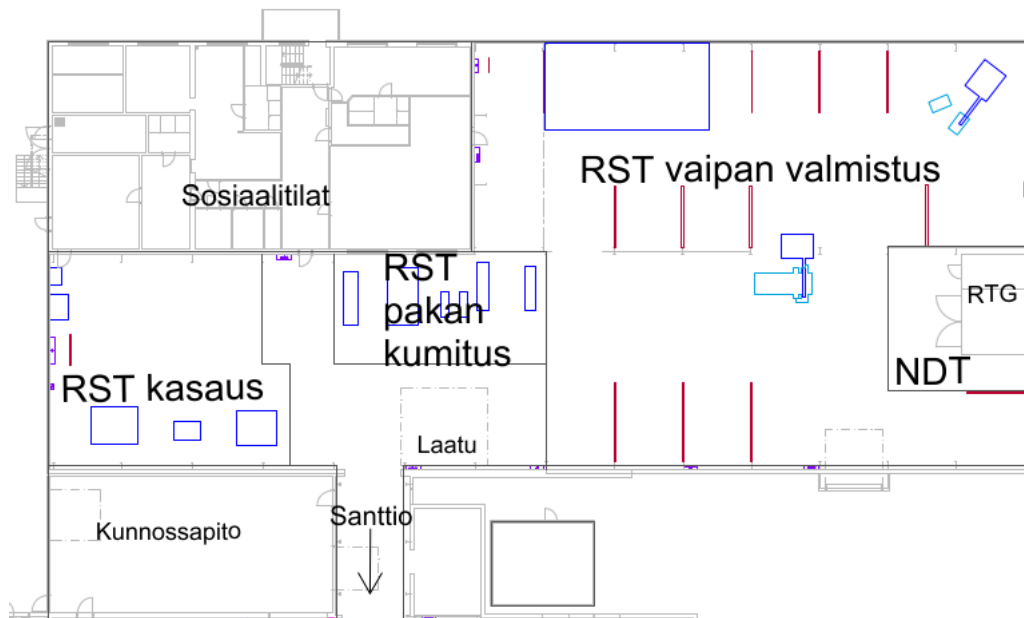
Tämän suunnitelman yleisilmeeseen oltiin jo tässä kohtaa tyytyväisiä, mutta oli joitain kohtia, jotka eivät tulisi toimimaan käytännössä. Lisäksi tuotannon vaiheiden tilan jakautuminen ei ollut tasaista, vaan esimerkiksi ruostumattoman teräksen vaipan valmistukselle oli varattu todella paljon tilaa verrattuna saman materiaalin muihin työvaiheisiin. Lisäksi Vellua- ja Santtio-hallien välistä syvennystä ei pystytä purkamaan ja muuttamaan radikaalisti rakenteellisista syistä.

Tässä layout versiossa ruostumattomasta teräksestä valmistettujen siirtimien uusi koeponnistuspaikka ei Santtio-hallissa ollut ihanteellinen, sillä se oli liian keskeisellä paikalla. Tämä oli turvallisuusriski, sillä mahdolliset komplikaatiot koeponnistuksen aikana voisivat aiheuttaa merkittävää vaaraa ympärillä työskenteleville. Tästä syystä tila tulisi rajata seinillä ja sijoittaa sellaiseen paikkaan, missä ei ole ylimääräistä liikettä.

5.2.3 Layout 3

Kolmantena layoutina (liite 4) tehtiin versio, joka oli hyvin lähellä toista layoutia. Tässä versiossa kuitenkin Vellua- ja Santtio-hallien välinen syvennys jätettiin sellaiseksi, kuin se on tällä hetkellä, jolloin väliseinää materiaalien erottamiseksi tuli siirtää hieman. Pääasiassa alueet materiaalien välillä pysyi kuitenkin samanlaisena kuin toisessa layoutissa.

Vellua-halliin jäi ruostumattoman teräksen vaipan valmistus (kuva 19). Tämän lisäksi sinne siirtyi kyseisen materiaalin pakkojen kumitus sekä kokoonpano.

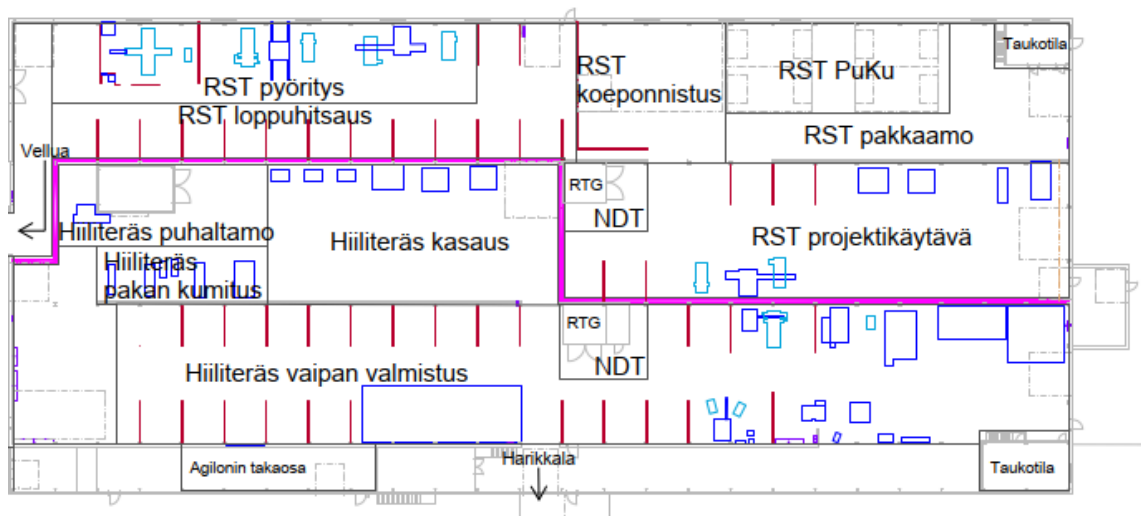


Kuva 19. Layout 3 Vellua-hallista.

Vellua-hallista siirrin siirtyisi Santtio-halliin, jossa olisi pyörytys, loppuhitsaus, koeponnistus- ja PuKu-alue sekä projektikäytävä (kuva 20). Jokaisen työvaiheen laitemäärät pysyvät tässä kohtaa vielä samana kuin aiemmin. Tässä versiossa koeponnistusalue oli sijoitettu käytävän toiselle puolelle ja se erotetaan pyörytyksestä ja loppuhitsauksesta seinällä. Näin voidaan varmistaa turvallisuus paremmin. Lisäksi koeponnistuksen kanssa samalle seinälle sijoitettiin PuKu-alue. Ajatuksena oli, että myös projektisiirtimet käyttävät samaa

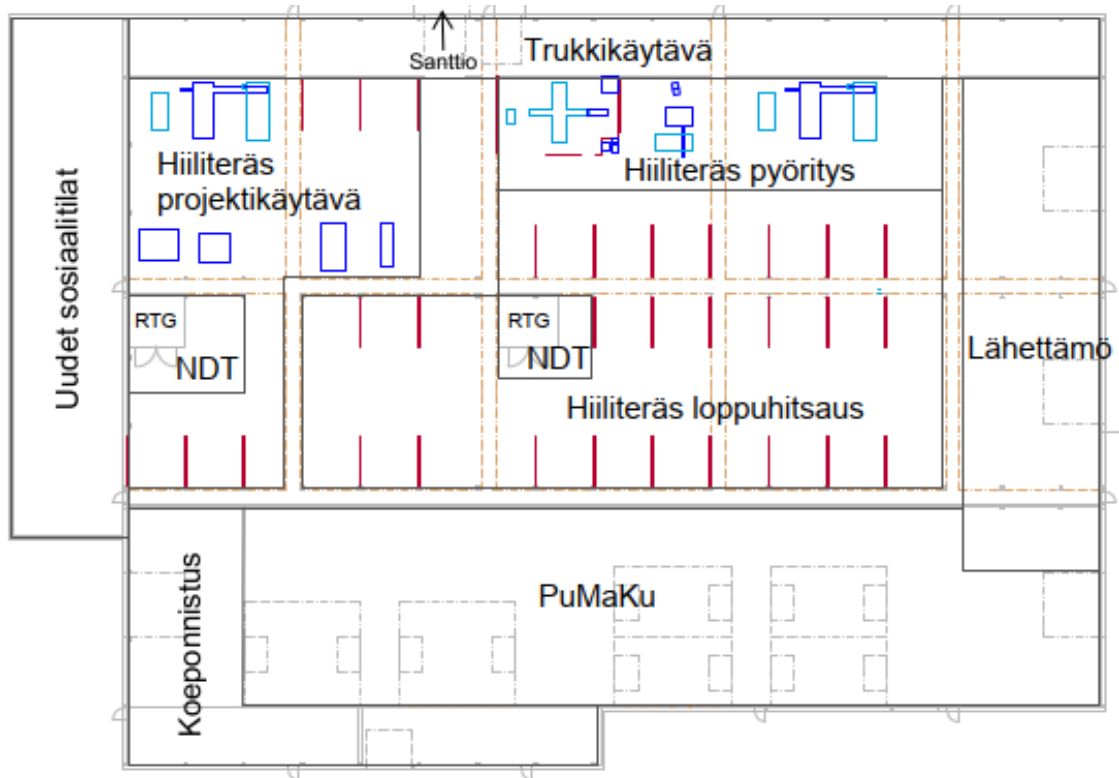
koeponnistus- ja PuKu-aluetta. Kun siirrin on valmis, pakataan se vielä nykyisen lähettämön päädyssä laatikkoon, josta se siirtyy lähettämön alueelle.

Hiiliteräksestä valmistettujen siirtimien vaipan valmistus pysyi tässä suunnitelmassa lähes samanlaisena. Ainoastaan NDT-alue ja laaduntarkastus alue sijoitettiin vaipan valmistuksen kanssa samaan vaiheeseen. Vaipan valmistuksen jälkeen siirrin siirtyy Santtio-hallin keskimmaiselle käytävälle, jossa sijaitsee raepuhaltamo, kokoonpano ja pakan kumitus. Jos työvaiheet sijoitetaan tällä tavalla, ei nykyistä raepuhaltamoa tarvitsisi siirtää tai purkaa.



Kuva 20. Layout 3 Santtio-hallista.

Harikkala-halliin sijoittuisi hiiliteräksestä valmistettujen siirtimien projektikäytävä, normaali tuotannon siirtimien pyöritys ja loppuhitsaus sekä koeponnistusalue, PuMaKu-alue ja lähettämö (kuva 21). Lisäksi Santtio- ja Harikkala-hallin välinen yhdyskäytävä vaihtoi paikkaa eri kohtaan.



Kuva 21. Layout 3 Harikkala-hallista.

Tähän versioon oltiin erittäin tyytyväisiä, sillä prosessin virtaus saatiin suunniteltua toimivaksi. Tämän layoutin avulla voidaan myös poistaa useita hukkatointoja, kuten tarpeetonta kuljettamista ja liikettä. Lisäksi laaduntarkastus alueet eri puolilla tuotantotiloja pienentävät laatuvirheiden mahdollisuutta. Tähän asti tilojen jakautuminen layoutissa oli määräytynyt vain arvioiden pohjalta. Jotta layoutin toimivuudesta voitiin varmistua tuli jokaisen työvaiheen tilan tarve arvioida tulevaisuuden tuotantomäärien mukaan. Tästä syystä laitteiston tarvetta lähdettiin suhteuttamaan tuotantomääriin, jonka jälkeen työvaiheiden tilantarvetta oli helpompi arvioida.

5.3 Laitteiston suhteutus työmäärään

Alkutietoina laitteiston suhteutukseen käytettiin nykyisen tuotannon tietoja. Tiedot nykyisestä tuotannosta koostuivat vuosittaisesta valmistettujen siirtimien

määrästä ja olemassa olevien laitteiden lukumäärästä. Lisäksi saatavilla oli ennuste tulevaisuuden tuotantomäärästä, jotta laitteiston tarpeita voitiin arvioida.

Jotta laitteisto voitiin suhteuttaa tulevaan tuotantomäärään, täytyi ensin laskea jokaisen koneen tämänhetkinen kapasiteetti. Tämän laskemiseen apuna käytettiin tietoa siitä, montako siirrintä on vuoden aikana valmistunut mitäkin kokoa. Lisäksi laskussa käytettiin tietoa nykyisten laitteiden ja työpisteiden määrästä tuotannossa. Valmistuneiden siirtimien määrä jaettiin ensin kahdella, sillä tuotanto pyörii tällä hetkellä kahdessa vuorossa. Näin saatiin laskettua työvaiheiden kapasiteetti yhdessä vuorossa. Tämän jälkeen tuotannon määrä yhdessä vuorossa jaettiin työvaiheen laitemäärällä, jolloin saatiin arvio siitä, että kuinka monta siirrintä yhdellä laitteella voidaan tuottaa vuoden aikana.

Kun tiedettiin kuinka monta siirrintä mistäkin koneesta valmistuu vuoden aikana, voitiin laskea laitteiden tarve tulevaisuudessa. Tämä laskettiin siten, että ennustettu tuotantomäärä jaettiin taas kahdella, johtuen vuoroissa työskentelystä. Kun tiedettiin yhden vuoron haluttu valmistusmäärä, voitiin määrä jakaa saadulla koneen kapasiteetilla. Näin saatiin laskettua koneiden tarve. Tässä kohtaa kuitenkin työvaiheiden mahdollinen kapasiteetti oli vain suuntaa antava arvio, sillä tuotannon työvaiheille ei ole tehty työntutkimusta, jonka pohjalta koneiden kapasiteetti olisi voitu laskea todelliseksi.

Myöhemmässä vaiheessa kuitenkin joidenkin työvaiheiden osalta tarkentui koneiden mahdollinen kapasiteetti. Tämä tarkennus koski enimmäkseen vain tiettyjä tuotannon vaiheita, kuten kokoonpanoa. Tämän tarkennuksen myötä laskut laskettiin uudelleen tiettyjen työvaiheiden kohdalta. Esimerkiksi kokoonpanossa yhdestä laitteesta täytyi pystyä tuottamaan vuoron aikana keskimäärin kaksi tietyn kokoista siirrintä. Näin ollen tämän mukaan saatiin laskettua, kuinka monta siirrintä yhdellä koneella voidaan tehdä vuoden aikana. Näissä laskussa käytettiin keskimääräisenä työaikana kuukaudessa 22 päivää ja oletettiin, että vuodessa tuotanto pyörii 11 kuukauden ajan. Lopuksi saatu valmistusmäärä vuodessa jaettiin halutulla tuotantomäärällä, josta saatiin tulokseksi laitteiden tarve. Laskujen myötä tarkentui se, että aiempiin

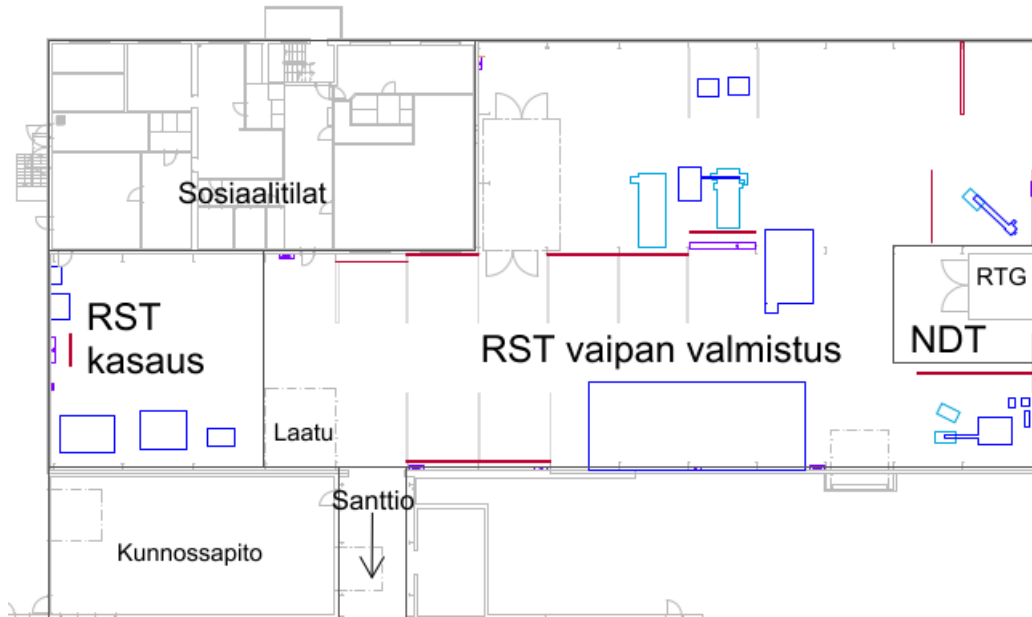
layouteihin sijoitettujen laitteiden määrä ei tulisi joidenkin työvaiheiden osalta riittämään, kun taas toisiin työvaiheisiin oli laitettu liian monta laitteita.

5.4 Viimeisin layout

Tässä vaiheessa lähdettiin tarkastelemaan kolmannen layoutin pohjalta tarkemmin sitä, että minkä verran mikäkin työvaihe tarvitsisi tilaa. Tähän apuna käytettiin aiemmin tehtyjä laskuja laitteiston suhteutuksesta. Tässä vaiheessa oli päätetty jo isoimpien rakenteiden sijainnit sekä esimerkiksi uusien koeponnistus- ja PuMaKu-alueiden sijainnit oli lyöty lukkoon.

Laskuja tehdessä tarkentui työvaiheiden tarvittava työpisteiden, koneiden ja laitteiden määrä sekä tilantarve. Laskuista saadut määrät olivat edelleen vain suuntaa antavia määriä. Laskujen perusteella kuitenkin näytti siltä, että esimerkiksi loppuhitsaukseen tarvittaisiin reilusti enemmän hitsauskoppeja kuin mitä aiempaan layoutiin oli määritetty. Tässä kohtaa näyttikin siltä, että uusi halli tulisi olemaan täynnä pelkästään hiiliteräksestä valmistettujen siirtimien loppuhitsauskoppeja. Vaikka suunnitelmat olivat jo pitkällä, tehtiin vielä päätös suurentaa uutta Harikkala-hallia. Lisäksi koeponnistus- ja PuMaKu-alueiden koko määritettiin saatujen laskujen ja tarjousten perusteella. Laskujen avulla saatiin suhteutettua kaikki koneiden määrät, jotta viimeinen versio layoutista voitiin piirtää.

Viimeisintä layoutia (liite 5) lähdettiin muokkaamaan oikeilla laitemäärillä, jotta tilan käyttö saatiin optimoitua. Vellua-halliin sijoitettiin ruostumattoman teräksen vaipan valmistuksen lisäksi peittäusallas (kuva 22). Pakan kumitus poistettiin layoutista tässä vaiheessa kokonaan. Tämän työvaiheen sijoitus jäi vielä avoimeksi, mutta sille kuitenkin varattiin tilaa Santtio-hallista, johon sen saa tarvittaessa sijoitettua. Vellua-halliin sijoitettiin myös ruostumattoman teräksen kokoonpano sekä laaduntarkastus alue.

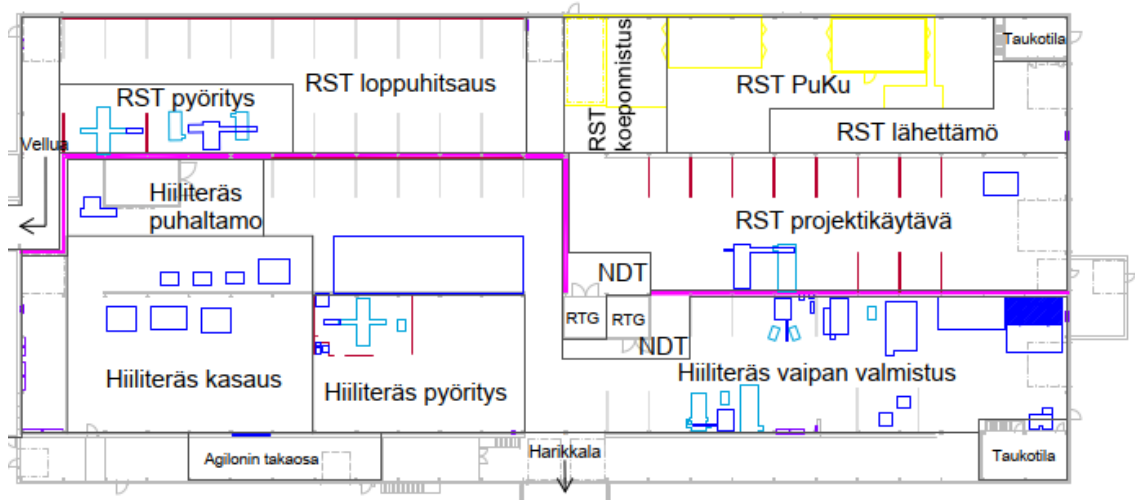


Kuva 22. Viimeisin layout Vellua-hallista.

Santtio-halliin ruostumattoman teräksen puolelle sijoitettiin vielä pyöriksen työpisteet sekä loppuhitsauksen kopit. Kun työvaiheet sijoitetaan tällä tavalla, voidaan joiltain osin hyödyntää nykyisessä tuotannossa olevia työpisteitä esimerkiksi hitsauskoppien osalta. Santtio-halliin jäi myös ruostumattoman teräksen koeponnistus- ja PuKu-alue, lähettämö ja projektikäytävä, (kuva 23). Projektikäytävä suunniteltiin myös sen mukaan, että siinä voitaisiin hyödyntää nykyisen kasauksen ja pyöriksen laitteistoa, jolloin välttyttäisiin niiden osalta suuremmilta muutoksilta. Projektikäytävälle tuli myös oma NDT-alue sekä RTG-koppi. Nämä sijoitettiin siten, että samaan yhteyteen laitettiin myös hiiliteräksen NDT-alue ja RTG-koppi. Näin voitiin hyödyntää nykyistä RTG-koppia, josta ainoastaan toisesta kopista käännettiin ovet toiselle puolelle. Tällä tavalla muutostyöt saadaan mahdollisimman kustannustehokkaaksi.

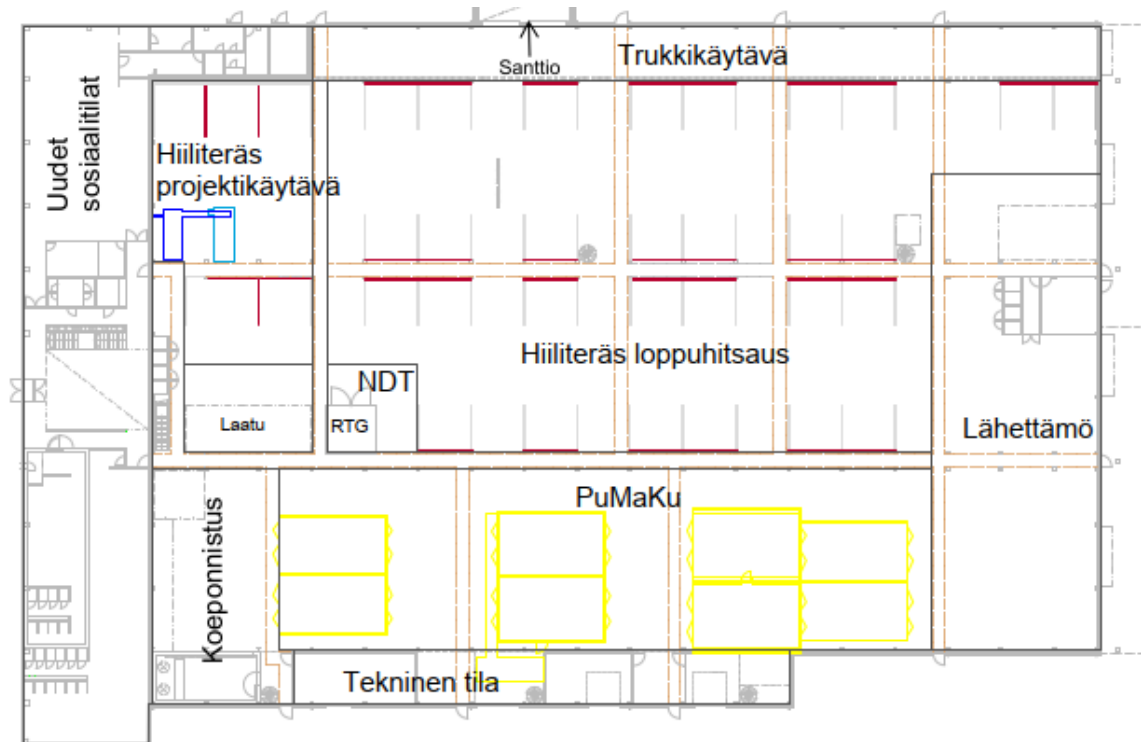
Hiiliteräsvaippojen valmistus jätettiin alkamaan nykyisen vastaanoton tiloista. Muutoksena aiempaan layoutiin vaipan valmistus siirtyy nykyisen pienten kasauksen jälkeen ylemmälle käytävälle, jossa on loppuosa vaipan valmistuksesta sekä raepuhaltamo. Raepuhaltamon läheisyydestä alkaa hiiliteräksestä tehtyjen vaippojen ja pakkojen kokoonpano, joka jakautuu kahdelle eri käytävälle. Pienien vaippojen ja pakkojen kokoonpano jää

raepuhaltamon läheisyyteen ja isojen kokoonpano siirtyy toiselle käytävälle, sillä se tarvitsee enemmän tilaa. Kasauksen jälkeen saatiin Santtio-halliin mahtumaan myös pyörityksen työvaihe.



Kuva 23. Viimeisin layout Santtio-hallista.

Harikkala-halliin sijoittui pääasiassa hiiliteräksestä valmistettujen siirtimien loppuhitsaus sekä projektikäytävä (kuva 24). Tämän lisäksi siellä on NDT-alue sekä laaduntarkastuksen alue, jonka läpi siirtimet kulkevat koeponnistuksen kautta PuMaKu-linjalle. Harikkala-hallin päätyyn sijoittui vielä lähettämö, jonka kokoa oli pienennetty, sillä ruostumattomasta teräksestä valmistettujen siirtimien lähettämö sijoitettiin Santtio-halliin.



Kuva 24. Viimeisin layout Harikkala-hallista.

Tämän layoutin kokonaisuuteen oltiin tyytyväisiä, joten tämä on karkea suunnitelma tulevasta layoutista, sillä tulevaisuudessa tuotannon layout tulee olemaan jatkuvasti kehittyvä, joten muutoksia siihen tehdään aina tarvittaessa. Lisäksi Harikkala-hallin rakennustyöt eivät ole vielä alkaneet, joten muutoksia ilmenee varmasti matkan varrella. Kuitenkin tämä suunnitelma toimii vahvana pohjana, jonka mukaan suunnitelmia on lähdetty työstämään eteenpäin.

6 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin tuotantohallin layout-suunnittelua sekä suunnittelussa huomioitavia asioita. Työssä käsiteltiin kattavasti teoreettisia työkaluja tuotannosuunnitteluun, kuten Lean-ajattelua sekä prosessi- ja layout-suunnittelua. Nämä ovat oleellinen ja tärkeä osa, kun lähdetään suunnittelemaan uutta layoutia tuotantoon.

Työn tarkoituksena oli luoda toimiva layout-suunnitelma Vahterus Oy:n laajentuviin tuotantotiloihin. Tarkoituksena oli suunnitella tuotannon prosessi toimivaksi ja mukautuvaksi mahdollisiin muutoksiin sekä yhdistää tietyt tuotannon työvaiheet lähelle toisiaan. Lisäksi uuden suunnitelman avulla haluttiin parantaa tuotannon virtausta, poistaa pullonkauloja, tarpeetonta kuljettamista sekä varastointia tuotannosta. Työssä käsiteltiin pääasiassa kahden jo olemassa olevan tuotantohallin ja uuden rakenteilla olevan hallin layout-suunnitelmaa. Työn laajuuden vuoksi layout-suunnittelu rajoittui vain karkeaan suunnitelmaan, joka sisälsi työvaiheiden ja suurimpien laitteiden ja kokonaisuuksien uudelleen paikoituksen ja hankinnan.

Opinnäytetyön avulla saatiin luotua toimiva pohja tulevalle layout-suunnitelmalle. Tämän suunnitelman pohjalta pystytään kätevästi edistämään uutta layoutia entistä yksityiskohtaisemmaksi. Tämän työn avulla löydettiin kaikista toimivin ratkaisu yrityksen tuotantotiloihin sekä saatiin erotettua eri materiaaleista valmistettujen siirtimien tuotanto toisistaan. Lisäksi uuden hallin rakentamisessa voidaan huomioida havainnot, joita tehtiin layoutia suunnitellessa, jolloin uusi tuotantohalli voidaan rakentaa mahdollisimman optimaaliseksi juuri kyseiselle yritykselle.

Uuden layout-suunnitelman avulla pystytään myös ratkaisemaan joitain haasteita nykyisestä tuotannosta. Uuden hallin avulla saadaan lisättyä esimerkiksi tilaa tuotantoon, jolloin tuotannon työvaiheet voidaan keskittää lähelle toisiaan. Myös tuotannon työturvallisuutta pystytään parantamaan uuden suunnitelman avulla, sillä tarkan suunnitelman avulla voidaan poistaa epäjärjestys tuotannosta. Lisäksi työntekijöiden turvallinen liikkuminen

huomioidaan uuden hallin suunnittelussa. Ratkaisuna turvalliseen liikkumiseen Harikkala-halliin suunniteltiin jalankulkijoille erilliset käytävät, joita pitkin pääsee kulkemaan työpisteiden välillä ilman, että joutuu liikkumaan trukkien seassa.

Lisäksi uuden suunnitelman avulla voidaan tuoda yrityksen käyttöön 5S-menetelmä, joka on yksi Lean-toiminnan periaatteista. 5S-menetelmän oleellinen vaihe layout-suunnitelmaa tehdessä oli prosessin tuotantotilan systematisointi, jonka avulla tilojen järjestys saatiin selkeytettyä. Uuden layoutin avulla jatkossa voidaan tarkemmin huomioida loputkin 5S-menetelmän vaiheet. Esimerkiksi sortteerauksen avulla jokaisen hitsauskopin työkalut tullaan käymään erikseen läpi. Hitsauskopeista tullaan tekemään 3D-piirustus, jonka avulla standardisoidaan esimerkiksi työkaluluettelot. Jokaiselle työkalulle tullaan määrittämään myös omat paikat työpisteellä. Tämän avulla saadaan esitettyä, että miltä tilojen tulisi näyttää.

Opinnäytetyön tekovaiheessa huomioitiin uudelle layout-suunnitelmalle asetetut tavoitteet, jotka myös pystyttiin täyttämään. Kuitenkin vasta tulevaisuudessa voidaan varmistua tavoitteiden täyttymisestä konkreettisesti, kun tehty layout-suunnitelma otetaan käyttöön.

Lähteet

Autodesk 2023. Versiossa 2024 Mechanical-työkalujoukko sisältyy nyt AutoCADIin. Viitattu 23.11.2023.

https://www.autodesk.fi/products/autocad/included-toolsets/autocad-mechanical?us_oa=dotcom-us&us_si=6645c4bf-be13-4571-ac70-ae28fa55a42d&us_st=mechanical

Dekra 2023. NDT ja edistynyt NDT. Viitattu 12.10.2023.

<https://www.dekra.fi/fi/ndt-ja-kehittyneet-ndtt/>

Google 2023. Maps. Viitattu 5.10.2023. <https://www.google.fi/maps/>

Haverila, M.; Kouri, I.; Miettinen, A.; Uusi-Rauva, E. 2005. Teollisuustalous, 5. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy

Kauppinen, V.; Lapinleimu, I. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.

Kiwa inspecta 2016. Lean management ja 5S-menetelmä. Viitattu 11.10.2023.

<https://lis.fi/turvallisuuskehitys/lean-management-5s/>

Kouri, I. 2010. Lean-taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Logistiikan maailma 2023. Lean-ajattelu. Viitattu 11.10.2023.

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>

Pinja 2016. 5S-menetelmällä siisteyttä ja järjestystä tuotantotiloihin. Viitattu 11.10.2023. <https://blog.pinja.com/5s-menetelmalla-siisteytta-ja-jarjestysta-tuotantotiloihin>

Slack, N. & Brandon-Jones, A. 2019. Operations management, 9. painos. Harlow, England: New York Pearson.

Tehos Oy n.d. Lean 5S opas. Viitattu 11.10.2023. <https://tehos.fi/lean-5s-opas/>

Vahterus Oy 2023. Yritys. Viitattu 11.1.2024. <https://vahterus.com/fi/company/>

Layoutsuunnittelun yhtenäistämisohje

Tämän ohjeen tarkoituksena on yhtenäistää tehtaan layoutsuunnittelu.

Layout suunnitelma

Layoutit tehdään aina valmiiseen pohjaan, jossa on valmiiksi määritetty oikeat asetukset teksteihin ja leyereihin. Pohja tiedosto löytyy nimellä:

layout_pohja.dwg. Layoutit piirretään mittakaavassa 1:1. Mitat piirretään ja ilmoitetaan aina millimetreinä.

Layoutissa käytetään jo olemassa olevien koneiden piirustuksia, jos ne ovat saatavilla. Muussa tapauksessa koneiden sijoitus tapahtuu piirtämällä suorakaide, jonka mitat ovat koneen ulottuvuusalue. Piirustuksen kaikki yksityiskohdat määräytyvät ennalta määrättyjen layereiden ja tekstien mukaan.

Layoutin suunnittelussa on huomioitava se, että sähkökaappien ja vesipostien eteen on aina jätettävä vähintään 700 mm tyhjää tilaa.

Layerit

Kaikki layoutin layereiden yksityiskohdat määräytyvät alla olevan taulukon mukaan. Lista pitää sisällään layerin nimen, viivan värin, tyypin ja paksuuden. Lisäksi layereihin on tarkennettuna erikseen kommenttina se, että mihin mitäkin layeria käytetään.

Värit on kirjattu taulukkoon kahdella eri tavalla. Ensimmäisenä on yksilöity autocad koodilla (ACI), jonka avulla värin löytää suoraan ohjelmasta, kun numero syötetään indeksi väri -välilehdelle. Toisena tapana on rgb-koordinaatit (R,G,B), jotka syöttämällä väripalettiin löytyy juuri oikea väri.

Layereiden yksityiskohdat:

Nimi	Väri	Viivan tyyppi	Viivan paksuus	Kuvaus
Apuviivat laitteille	ACI: 201 R: 233 G: 127 B: 255	DASHDOT	Default	Käytetään apuna sijoittaessa kalusteita ja koneita.
Apuviivat rakenteille ja seinille	ACI: 211 R: 255 G: 127 B: 255	DASHDOT2	Default	Käytetään apuna sijoittaessa rakenteita ja seiniä paikoilleen.
ATK	ACI: 150 R: 0 G: 127 B: 255	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään kuittauspisteitä tai tietokoneita.
Hitsauslaitteet	ACI: 140 R: 0 G: 191 B: 255	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään hitsaukseen liittyviä laitteita.
Hyllyt ja kaapit	ACI: 94 R: 0 G: 127 B: 0	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään hyllyjä ja kaappeja
Kalusteet	ACI: 254 R: 204 G: 204 B: 204	CONTINUOUS	Default	Käytetään merkitsemään kalusteita, jotka eivät ole tuotannossa, kuten taukuhuoneen kalusteet.
Kiinteät seinät	ACI: 9 R: 192 G: 192 B: 192	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään seiniä, jotka ovat kiinteitä, mutta eivät rakenteellisia.
Koneet	ACI: 170 R: 0 G: 0 B: 255	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään eri koneita.

Nimi	Väri	Viivan tyyppi	Viivan paksuus	Kuvaus
Kulkuväylä	ACI: 33 R: 165 G: 124 B: 82	DASHDOT2	Default	Käytetään, kun merkitä kulkureitit jalankulkijoille
Kulkuväylä trukeille	ACI: 63 R: 145 G: 165 B: 82	CENTERX2	Default	Käytetään, kun merkitään trukkien kulkuväylät
Lattiakiskot	ACI: 243 R: 165 G: 82 B: 103	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään lattiakiskoja.
Lavapaikat	ACI: 110 R: 0 G: 255 B: 127	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään lavojen paikkoja.
Mitoitus	ACI: 31 R: 255 G: 191 B: 127	DASHED2	Default	Käytetään kaikessa mitoituksessa.
Muutokset	ACI: 30 R: 255 G: 127 B: 0	CONTINUOUS	Default	Käytetään huomiona, kun tehdään muutoksiin liittyviä suunnitelmia.
Nosturit	ACI: 231 R: 255 G: 127 B: 191	CONTINUOUS (DASHDOT2)	Default	Käytetään, kun merkitään nostureita.
Ovien numerointi	ACI: 253 R: 153 G: 153 B: 153	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun numeroidaan rakennuksen ovia.
Pöydät ja tasot	ACI: 92 R: 0 G: 165 B: 0	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään pöytiä ja tasoja.
Rakennus	ACI: 253 R: 153 G: 153 B: 153	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään rakennusta tai rakenteellisia seiniä. Rakennus tehdään blokkina.
Roskikset	ACI: 134 R: 0 G: 127 B: 127	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään roskiksia.

Nimi	Väri	Viivan tyyppi	Viivan paksuus	Kuvaus
Siirrettävät seinät	ACI: 244 R: 127 G: 0 B: 31	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään seiniä, jotka ovat siirrettävissä tarvittaessa.
Tekstit	ACI: 253 R: 153 G: 153 B: 153	CONTINUOUS	Default	Käytetään tekstissä, joka ei koske mitään tiettyä konetta tai kalustetta.
Telineet	ACI: 120 R: 0 G: 255 B: 191	CONTINUOUS (DASHDOT)	Default	Käytetään, kun merkitään erilaisia telineitä.
Toiminnalliset pöydät	ACI: 142 R: 0 G: 124 B: 165	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään erilaisia pöytiä, joissa on jokin toiminnallinen ominaisuus.
Vesi ja sähkö	ACI: 190 R: 127 G: 0 B: 255	CONTINUOUS	Default	Käytetään, kun merkitään sähkökaappeja ja vesiposteja.

Tekstit

Tekstit kirjoitetaan eri tyyliillä, jotka ovat eriteltynä layereiden mukaan alaotsikoissa.

Tekstin fonttina käytetään aina fonttia Aktiv Grotesk Ex ja tekstin tyyliksi valitaan STANDARD. Fontin koko vaihtelee 100–300 välillä ja tarkka koko on kerrottu erittelyissä.

Teksti tulee aina keskittää sekä riviväliksi valitaan 1,5. Tekstit kirjoitetaan pääsääntöisesti niin, että alkukirjain kirjoitetaan isolla ja loppu teksti pienellä. Myös siinä tapauksessa, että tekstissä on koneen numero, tulee tekstin ensimmäinen kirjain kirjoittaa isolla. Poikkeustapaukset on mainittu erikseen erittelyssä.

Tekstiin määritetään justify-komento (tasaus) sen mukaan mihin teksti sijoitetaan. Tämän avulla tekstin sijoittaminen haluttuun kohtaan on helpompaa.

Jos teksti sijoitetaan jonkin kappaleen keskelle, valitaan justify: middle center/MC, jos oikeaan reunaan justify: middle left/ML, jos vasempaan reunaan justify: middle right/MR. Tekstin sijoituskohdat on eritelty erikseen.

ATK:

Kuittauspisteisiin ja tietokoneisiin merkitään tekstinä se, että mikä piste on kyseessä sekä yksilöity tietokoneen numero muodossa: VADSPXXX pisteen nimi. Koneen numero ja nimi tulee sijoittaa eri riveille Tekstin layerina käytetään ATK-layeria ja fonttikokona 100.

Teksti sijoitetaan aina laitteen keskelle ja teksti käännetään sen mukaan, miten laite on kuvassa.

Hitsauslaitteet:

Hitsauslaitteisiin tulee tekstinä konenumero ja hitsauslaitteen nimi muodossa: XXX-XXXX hitsauslaitteen nimi. Hitsauslaitteen numero ja nimi tulee laittaa eri riveille. Tekstin layerina käytetään hitsauslaitteet -layeria ja fontti on kokoa 100.

Teksti sijoitetaan aina hitsauslaitteen keskelle, kuitenkin niin, että teksti pysyy helposti luettavissa. Muussa tapauksessa teksti sijoitetaan koneen ulkopuolelle, siihen reunaan missä on tilaa.

Hyllyt ja kaapit:

Hyllyt ja kaapit merkitään tekstinä, sen mukaan mikä kaluste on kyseessä. Tekstin layerina käytetään hyllyt ja kaapit -layeria ja fonttikokona on 100.

Teksti sijoitetaan aina hyllyn tai kaapin keskelle, ja teksti käännetään sen mukaan, miten kaluste on kuvassa.

Koneet:

Koneisiin tulee tekstinä konenumero ja koneen nimi muodossa: XXX-XXXX koneen nimi. Koneen numero ja nimi tulee laittaa eri riveille. Tekstin layerina käytetään koneet -layeria ja fontti on kokoa 100.

Teksti sijoitetaan aina koneen keskelle, kuitenkin niin, että teksti pysyy helposti luettavissa. Muussa tapauksessa teksti sijoitetaan koneen ulkopuolelle, siihen reunaan missä on tilaa.

Lattiakiskot:

Lattiakiskot merkitään tekstillä, jossa eritellään tarvittaessa, että mihin käyttöön kiskot ovat. Tekstin layerina käytetään lattiakiskot -layeria ja fontti on kokoa 100.

Teksti sijoitetaan lattiakiskojen väliin siten, että tekstin alareuna osuu kiskoon. Jos kisko menee useammalla käytävällä, tulee se merkitä joka käytävälle erikseen.

Lavapaikat:

Laivapaikkoihin eritellään aina se, että mikä käyttötarkoitus paikalla on. Tekstin layerina käytetään lavapaikat -layeria ja fontti on kokoa 100.

Teksti tulee sijoittaa aina lavapaikan keskelle ja teksti käännetään sen mukaan, miten lava on kuvassa.

Nosturit:

Nostureihin merkitään aina kaikki nosturien osien numero ja nimi. Esimerkiksi XXX-XXXX Ketjunostin XXX-XXXX Pylväskääntö. Nosturin osan numero ja nimi tulee aina eri riveille. Lisäksi osat numeroidaan ylhäältä alaspäin menevässä

järjestyksessä. Tekstin layerina käytetään nosturit -layeria ja fontti on kokoa 100.

Teksti sijoitetaan aina nosturin sisälle, lähelle keskipistettä. Sijoitus tapahtuu kuitenkin niin, että teksti ei mene nosturin ääriviivojen päälle. Jos mahdollista, siltanostureissa teksti sijoitetaan sellaiseen kohtaan, missä se ei mene muiden kalusteiden kanssa päällekkäin.

Ovien numerointi:

Rakennuksen ovien numerot kirjoitetaan kokonaan isolla. Ovet numeroidaan aina kyseisen oven yksilöidyn numeron mukaan. Layerina tekstissä käytetään ovien numerointi -layeria ja fontti on kokoa 300.

Teksti sijoitetaan aina rakennuksen ulkopuolelle, jos ovi on ulkoseinässä. Nosto-ovien kohdalla teksti tulee keskelle ovea. Sarana ovissa teksti tulee sijoittaa aina oven sarana puolelle kuvion viereen. Jos saranoidussa ovesa teksti ei mahdu kuvion ulkopuolelle sarana puolelle, sijoitetaan teksti oven sisäpuolelle. Teksti tulee silloin asettaa oven alareunaan keskikohtaan

Pöydät ja tasot:

Pöydät ja tasot merkitään tekstinä sen mukaan, että mikä kaluste on kyseessä. Tekstin layerina käytetään pöydät ja tasot -layeria ja fonttikoko on 100.

Teksti sijoitetaan aina pöydän tai tason keskelle, ja teksti käännetään sen mukaan, miten kaluste on kuvassa.

Roskikset:

Roskiksiin merkitään tekstinä se, että millainen roskis on kyseessä, esimerkiksi energiajäte. Tekstin layerina käytetään roskikset -layeria ja fonttikoko on 100.

Teksti sijoitetaan aina roskiksen keskelle ja teksti käännetään sen mukaan, miten roskis on kuvassa.

Solut:

Solujen nimen kaikki kirjaimet kirjoitetaan isolla. Solut nimetään aina sen mukaan, mikä solu on kyseessä ja tarvittaessa solu yksilöidään erillisellä tunnukseksi, kuten: HITS AUS BXX. Layerina tekstissä käytetään teksti -layeria ja fontti on kokoa 200.

Teksti sijoitetaan aina kuvattavan solun sisään, joko oikeaan tai vasempaan etureunaan, kuitenkin niin, että teksti ei mene minkään muun tekstin päälle. Samalla seinustalla olevien solujen tekstit tulee olla samassa linjassa keskenään

Telineet:

Telineisiin merkitään tekstinä se, mikä teline on kyseessä (mitä niissä säilötään). Tekstin layerina käytetään telineet -layeria ja fonttikokoa 100.

Teksti sijoitetaan aina telineen sisäpuolelle. Jos teline on piirretty suorakaiteena, tulee teksti sijoittaa telineen keskelle. Jos telineestä on tarkempi kuva, tulee teksti sijoittaa telineen sisälle sellaiseen kohtaan, jossa se ei mene päällekkäin ääri viivojen kanssa. Teksti käännetään aina sen mukaan, miten teline on kuvassa.

Toiminnalliset pöydät:

Toiminnallisiin pöytiin merkitään tekstinä konenumero ja pöydän nimi muodossa: XXX-XXXX pöydännimi. Pöydän numero ja nimi sijoitetaan eri riveille. Tekstin layerina käytetään toiminnalliset pöydät -layeria ja fonttikokoa 100.

Teksti sijoitetaan aina pöydän keskelle, kuitenkin niin, että teksti pysyy helposti luettavissa. Muussa tapauksessa teksti sijoitetaan sille puolelle pöytää, missä on tilaa.

Vesi ja sähkö:

Sähkökaapit merkitään aina salaman symbolilla: ⚡ ja vesipostit tekstillä: vesiposti. Muut hanat ja vesipisteet merkitään tekstillä: vesipiste. Tekstin layerina käytetään vesi ja sähkö -layeria sekä fonttikokoa 100.

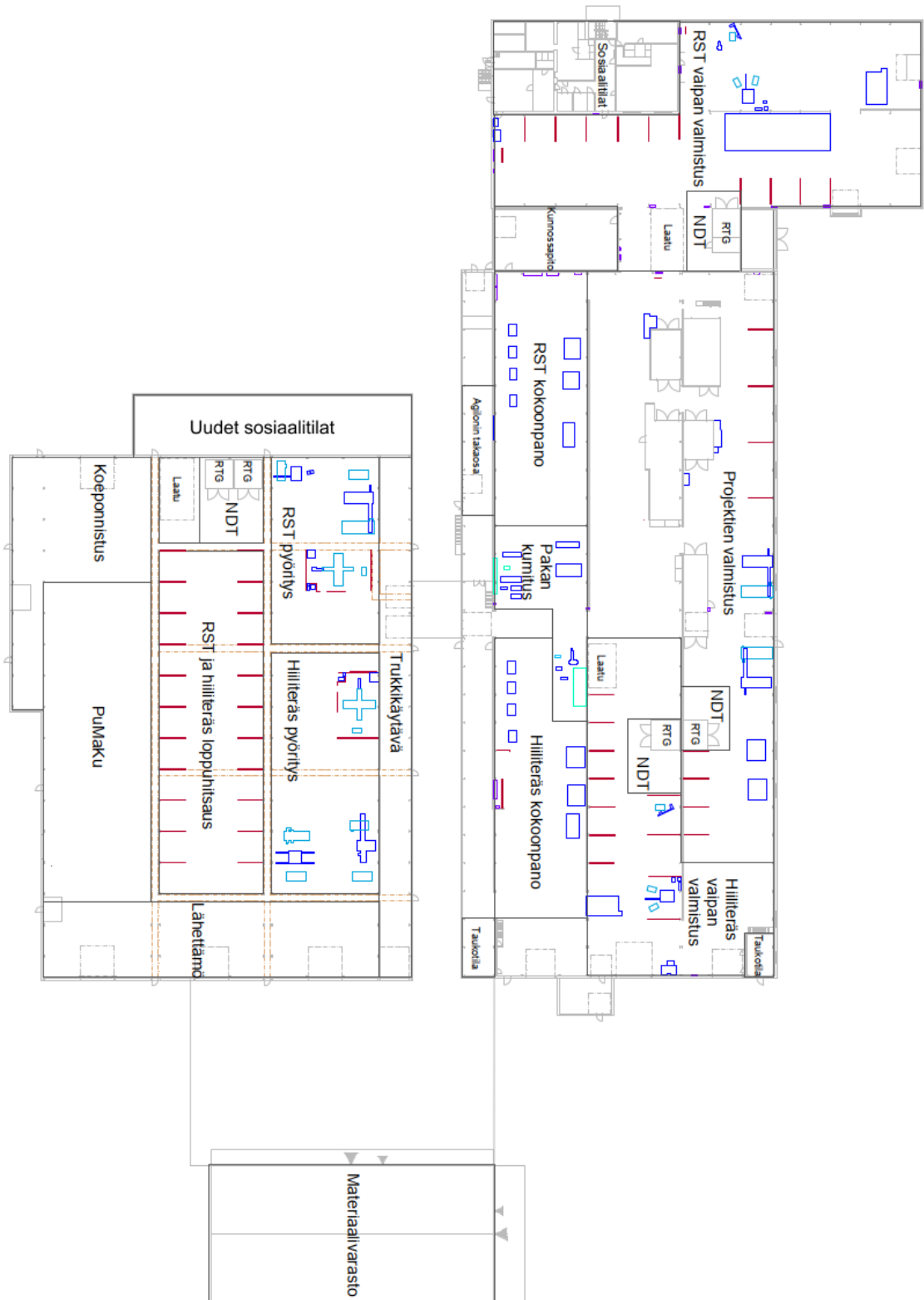
Teksti sijoitetaan aina sähkökaapin tai vesipostin keskelle. Jos salaman symbolia ei löydy ohjelmasta, kopioidaan symboli wordin kautta. Wordin symbolin saa seuraavalla tavalla: 26A1 + alt X. Teksti käännetään sen mukaan, miten sähkökaappi tai vesiposti on kuvassa.

Isommat kokonaisuudet:

Kaikki kirjaimet kirjoitetaan isolla. Kaikki isommat kokonaisuudet nimetään sen mukaan, että mikä kokonaisuus on kyseessä. Esimerkiksi kunnossapidon alueelle tulee tekstiksi KUNNOSSAPITO. Layerina tekstissä käytetään teksti - layeria ja fontti on kokoa 300.

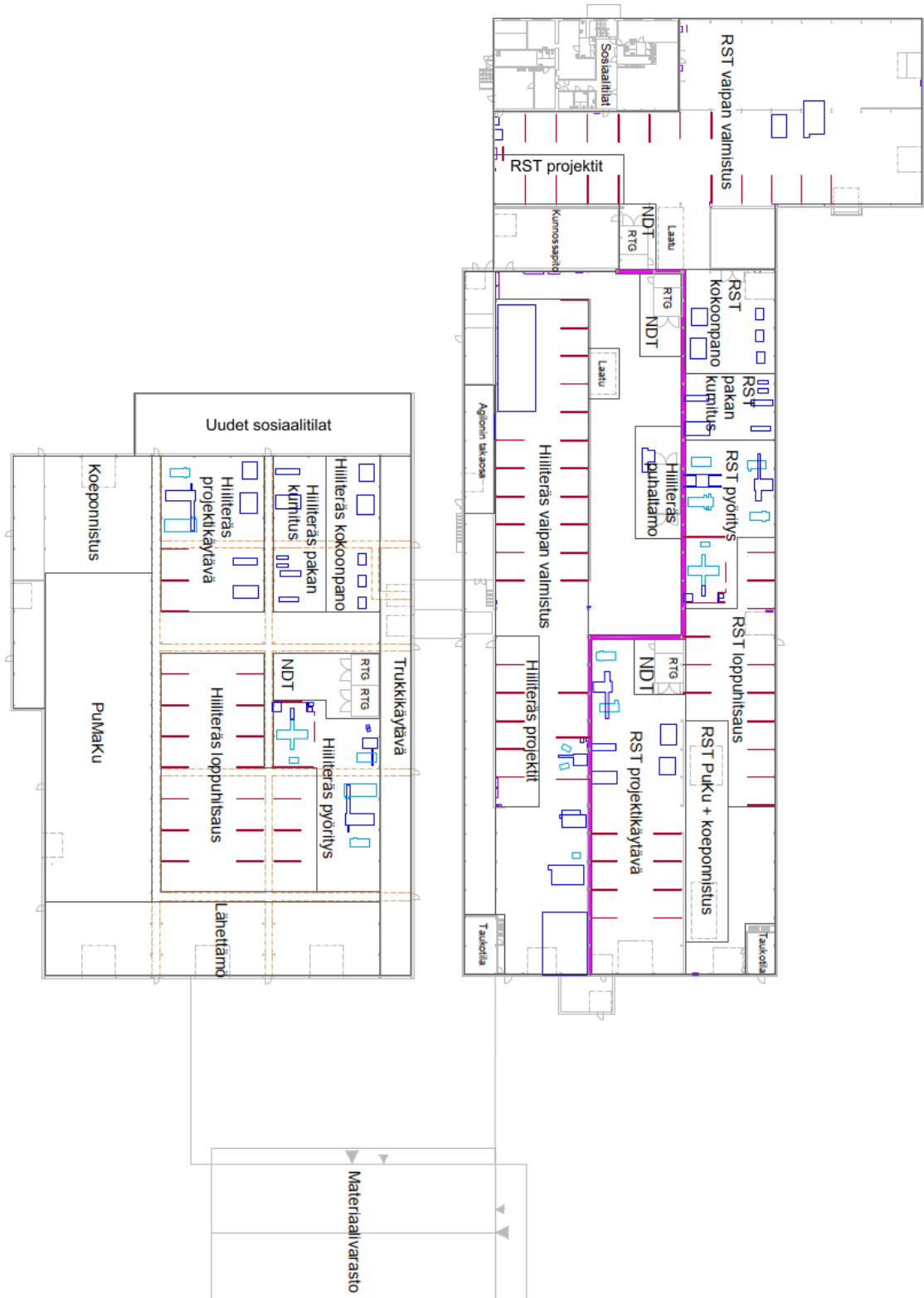
Teksti sijoitetaan keskelle kyseistä aluetta, jos mahdollista. Muussa tapauksessa kohtaan, joka on avoin. Teksti ei saa mennä päällekkäin muiden tekstien kanssa. Jos teksti on pidempi kuin kaksi sanaa, täytyy se jakaa kahdelle riville.

Layout 1



Kuva 25. Layout 1.

Layout 2



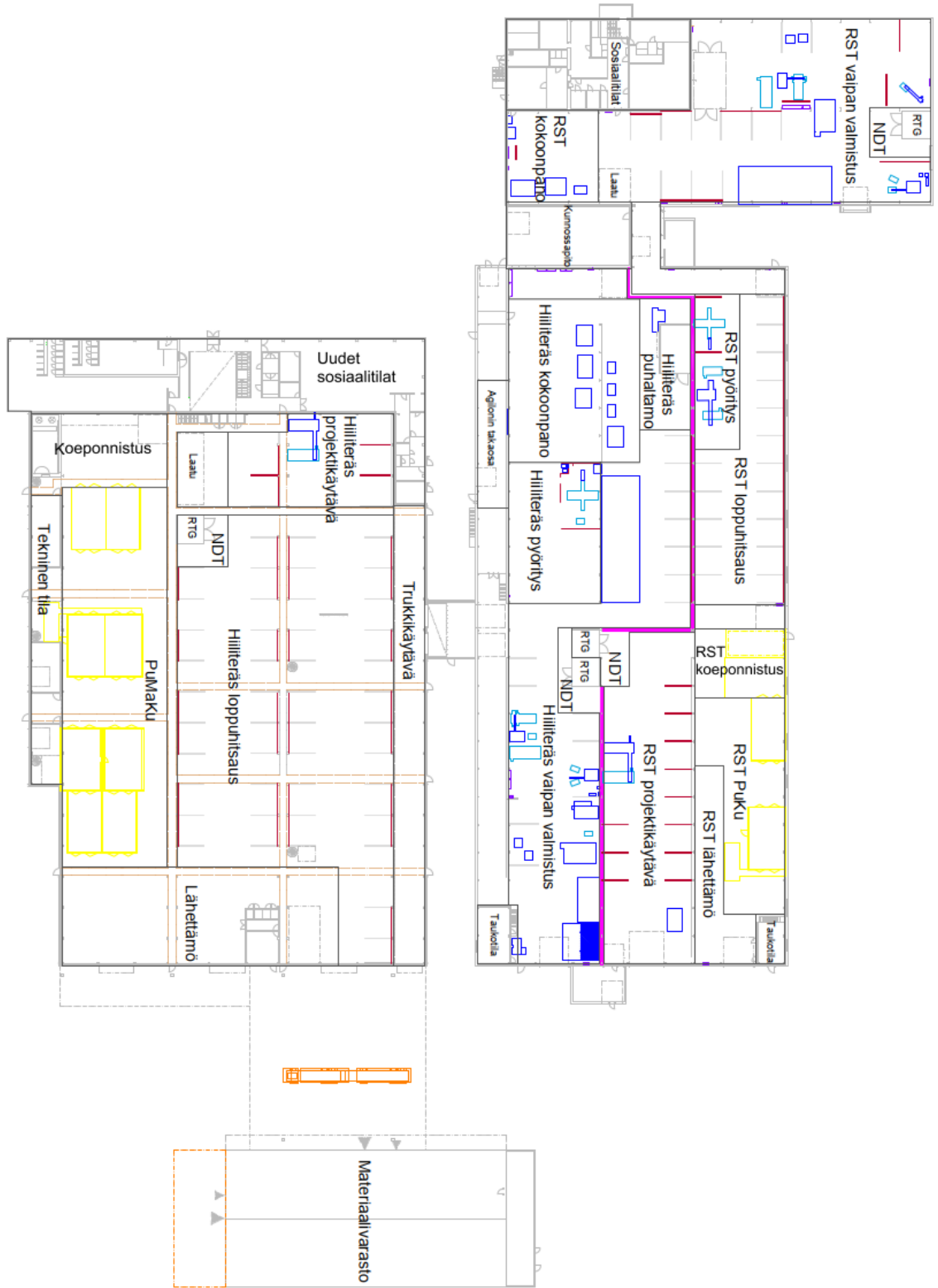
Kuva 26. Layout 2.

Layout 3



Kuva 27. Layout 3.

Viimeisin layout



Kuva 28. Viimeisin layout.