

Opinnäytetyö AMK

Tekniikan koulutus

Konetekniikka

2024

Markus Silvennoinen

Sähkökattilavalmistuksen layout- suunnitelma



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

2024 | 37 sivua

Markus Silvennoinen

Sähkökattilavalmistuksen layout-suunnitelma

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan Kaukora Oy:lle layout FIL-SPL sähkökattiloiden runkotuotantoa varten. Toiminnallisessa opinnäytetyössä aikaansaadaan suunnitelma toteutettavasta layoutista. Tuotantomäärien kasvu sekä nykyisen tuotantotilan tulevat uudelleenjärjestelyt toimivat toimeksiannon pohjana.

Työn teoriaosuudessa perehdytään layout-suunnittelun perusteisiin sekä esitellään layout tyyppejä. Lisäksi käsitellään ergonomian näkökulmia layout-suunnittelussa.

Työ aloitettiin kartoituksella, jossa selvitettiin runkovalmistuksen nykytila ja siihen kuuluvat työvaiheet. Työ tehtiin työntutkimuksen avulla, jolloin aikaansaatiin selkeä käsitys rungon valmistuksen eri vaiheista.

Tämän työn tuloksena yritys sai käyttökelpoisen layout-suunnitelman sekä useita eri ehdotuksia. Ehdotukset läpikäytiin ja toteutuskelpoisiin ehdotus valittiin painotetun pisteytyksen avulla.

Asiasanat:

Layout, layout-suunnittelu, tuotanto

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2024 | 37 pages

Markus Silvennoinen

Layout plan of an electric boiler manufacturing

In this thesis, a layout for the frame production of FIL-SPL electric boilers was designed for Kaukora Oy. In this functional thesis, a plan of the implemented layout was created. The increase in production volumes and the future reorganization of the current production space serve as the basis for the assignment.

In the theory part of the work, the basics of layout design and layout types are introduced. Additionally, aspects of ergonomics in layout design are considered.

The work started with a survey, which clarified the current state of frame manufacturing and the work steps of the process. This study was performed with the help of a work analysis, which provided a clear understanding of the different stages of frame manufacturing.

As a result of this work, the company received a usable layout plan and several different proposals. The proposals were reviewed, and the most practical proposal was selected via weighted scoring.

Keywords:

Layout, layout design, production

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Kaukora Oy	8
2.1 Raison tehdas	8
2.2 Turun tehdas	8
3 Layout- tyypit	10
3.1 Funktionaalinen layout	11
3.2 Solulayout	12
3.3 Tuotantolinja	13
3.4 Virtautettu layout	14
4 Ergonomia	15
4.1 Organisaatioergonomia	16
4.2 Kognitiivinen ergonomia	16
4.3 Fyysinen ergonomia	16
4.4 Ergonominen näkökulma	17
4.5 Ergonomia tehokkuus	18
5 Layout lähtökohta	19
5.1 Layout-ehdotus 1.	22
5.2 Layout-ehdotus 2.	23
5.3 Layout-ehdotus 3.	24
5.4 Layout-ehdotus 4.	25
5.5 Layout vertailu	26
5.6 Valittu layout	27
6 Toteutussuunnitelma	28
6.1 Sähkötyöt	30
6.2 Hitsauskärynpisto	33
6.3 Valaistus	34
6.4 Koneiden haalaus	35

7 Yhteenveto	36
Lähteet	37

Kuvat

Kuva 1. Kaukora Oy:n toimipisteet (Google Maps 2024).	9
Kuva 2. Funktionaalinen layout (Logistiikan maailma 2024).	11
Kuva 3. Solulayout (Logistiikan maailma 2024).	12
Kuva 4. Tuotantolinja (Logistiikan maailma 2024).	13
Kuva 5. Virtautettu layout (Logistiikan maailma 2024).	14
Kuva 6. Ergonomian osa-alueet (TTK).	15
Kuva 7. Nykytila spagettikaavio, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).	21
Kuva 8. Layout-ehdotus 1, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).	22
Kuva 9. Layout-ehdotus 2, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).	23
Kuva 10. Layout-ehdotus 3, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).	24
Kuva 11. Layout-ehdotus 4, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).	25
Kuva 12. Painotettu pisteytys (Markus Silvennoinen).	26
Kuva 13. Valittu layout, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).	27
Kuva 14. Kaukora Oy tuotantotila Oriketo (Markus Silvennoinen).	28
Kuva 15. Kaukora Oy hitsaustyöpisteet Oriketo (Markus Silvennoinen).	29
Kuva 16. Sähkökeskus Oriketo (Markus Silvennoinen).	31
Kuva 17. Sähkösyötöt mankeli ja pitkäsauma (Markus Silvennoinen).	32
Kuva 18. Siirrettävä kohdepoistolaite (Markus Silvennoinen).	33
Kuva 19. Hitsaustyöpiste lux mittaus (Markus Silvennoinen).	34
Kuva 20. Mankeli/pitkäsauma työpiste lux mittaus (Markus Silvennoinen).	35

Taulukot

Taulukko 1. Työvaiheet (Markus Silvennoinen).	19
Taulukko 2. Sähkösyötöt (Markus Silvennoinen).	30

1 Johdanto

Opinnäytetyön tilaajana toimii Kaukora Oy. Työn tavoitteena on aikaansaada ehdotus FIL-SPL sähkökattiloiden runkotuotannon uudelleenjärjestelystä. Nykyinen tuotanto tapahtuu Rasion tehtaalla ja opinnäytetyön lähtökohtana on suunnitella tuotannon siirto Kaukora Oy:n Turun tehtaalle ja samalla kiinnittää erityistä huomiota tuotantotapojen ja tekemisen kehittämiseen. Ottaen huomioon työn ergonomiset vaatimukset, tehokkuus, työturvallisuus sekä mahdollisuus kapasiteetin kasvattamiseksi tulevaisuudessa. Aiheen valintaan vaikutti suuresti se, että projekti on toteutuslistalla ja suunnitelma tullaan toteuttamaan. Alusta asti oli selvää, että haluan opinnäytetyön aiheeksi sellaisen, jolla on mahdollista saada konkreettista aikaiseksi ja sähkökattilatuotannon kehitys onkin ajankohtainen aihe, kun lämmitysjärjestelmät muuntautuvat kohti ekologisempaa lämmitysmuotoa niin, sähkökattila toimii usein näiden järjestelmien vara- tai tulistuslämmönlähteenä. Tehokkaiden sähkökattiloiden mahdollisuudet sähköverkon vakauttajana saattaa myös lisätä kattiloiden kysyntää tulevaisuudessa, jolloin ne voivat olla merkittävä osa toimivaa ja tasapainoista sähköverkkoa.

2 Kaukora Oy

Kaukora Oy on valmistanut Jäsپی-lämmityslaitteita vuodesta 1976 ja Jämä-lämmityslaitteita jo vuodesta 1949. Pitkän toimintahistorian myötä pohjoiset olosuhteet ja niiden vaatimukset lämmityksessä sekä lämmitystekniikan kehitykseen liittyvät muutokset ovat Kaukoralle tuttuja. Kaukora Oy toimittaa vuosittain yli 50 000 lämmityslaitetta, joten voitaneen todeta Kaukoran olevan merkittävä suomalaisten kotien lämmittäjä. Vuonna 2022 Kaukora oy liikevaihto oli n. 52 M€. (Kaukora Oy 2024.)

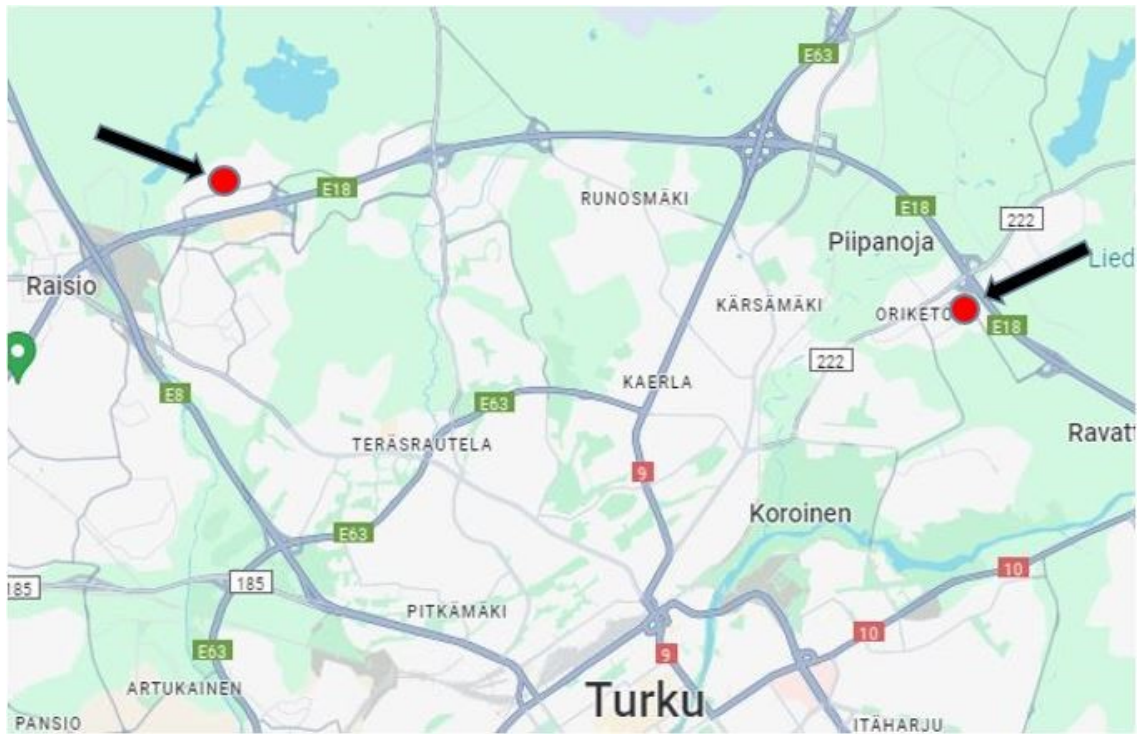
2.1 Raision tehdas

Raision tehdas on Kaukora Oy:n päätehdas. Toiminnot, jotka on keskitetty Raisioon ovat pääpiirteittäin seuraavat: Hallinto, myynti/markkinointi, suunnittelu/tuotekehitys, tuotannonkehitys, huolto/jälkemarkkinointi sekä tuotannon puolelta sähköosasto, osavalmistus, pellitys/eristys, vedenlämmittintuotanto, kierukka ja siirrintuotanto, lähettämö/valmistuotevarasto ja sisäisen logistiikan varastot.

2.2 Turun tehdas

Turun tehtaalla valmistetaan energiavaraajia sekä kattiloita, tämän lisäksi maalaus on keskitetty Turun tehtaalle, koska pääosa maalattavista osista käytetään kattiloiden kokoonpanoissa. Turun ja Raision tehtaan yhteistyö on kuitenkin päivittäistä ja ne tukevat toisiaan saumattomasti. Hyvät liikenneyhteydet varmistavat nopeat ja vaivattomat siirrot.

Toimipisteet kartalla



Kuva 1. Kaukora Oy:n toimipisteet (Google Maps 2024).

Toimipisteet merkitty punaisiin pistein. Sijainnit, suhteessa toisiinsa, hyvien liikenneyhteyksien varrella. Kaukora Oy:n käytössä oleva kuorma-auto ajaa päivittäin tavaraa tehtaiden välillä, ollen osana sisäistä logistiikkaa.

3 Layout- tyypit

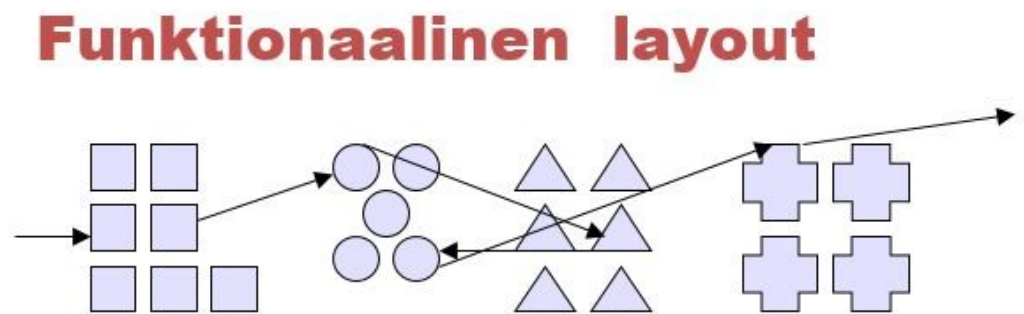
Tuotannon layout tarkoittaa sitä, miten tuotantotilat on järjestelty. Toisin sanoen se tarkoittaa sitä, miten laitteet, työpisteet, kulkuväylät, varastot ja muut tarvittavat kohteet on järjestetty tehtaassa. Tuotantolaitteiden asettelu on usein aikaa, työtä ja kustannuksia vievää, eikä asettelua ole helppo muuttaa. Asettellulla on kuitenkin suuri merkitys sujuvan ja tehokkaan tuotannon varmistamisessa. Layout-päätökset ovat siksi tärkeitä tuotannon kannalta. (Logistiikan maailma 2024.)

Hyvän tuotannon layoutin vaatimuksia on useita, mutta voidaan ajatella, että päävaatimukset ovat turvallisuuden ja tehokkuuden osa-alueilla. Layoutin on oltava turvallinen niin työntekijälle kuin mahdollisille vierailijoille. Materiaalivirrat tulee myös ottaa huomioon, jotta materiaalit liikkuvat tehokkaasti välttämällä edestakaista liikettä. Usein suora taikka U:n muotoinen päämateriaalivirta on tehokkain. Hyvä layout hyödyntää käytössä olevan tilan tehokkaasti ja auttaa tuottamaan hyvää laatua minimaalisella läpimenoajalla. (Logistiikan maailma 2024.)

3.1 Funktionaalinen layout

Funktionaalinen layout on prosessilähtöinen layout, jossa samat toiminnot on sijoitettu samaan paikkaan esim. eristys, pellitys, pakkaus, kokoonpano ja hitsaus ovat omina osastoinaan (Logistiikan maailma 2024).

Funktionaalisisessa layoutissa tuotetyypit ja määrät voivat vaihdella merkittävästi. Layoutin koneet ovat yleismallisia, joilla voidaan valmistaa monia eri tuotteita. Tuotteita voidaan valmistaa yksittäisinä taikka sarjoina. (Haverila ym. 2005, 476.)



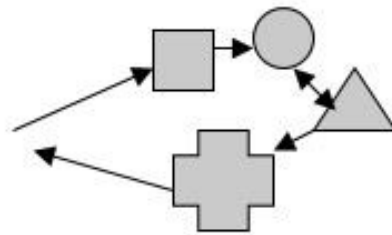
Kuva 2. Funktionaalinen layout (Logistiikan maailma 2024).

3.2 Solulayout

Solulayout on tuotelähtöinen layout, se soveltuu hyvin käytettäväksi pienissä volyymeissa, jolloin tuote valmistetaan solussa alusta loppuun. Solulayoutin suunnittelussa tulee ottaa huomioon tuotteen luonnollinen valmistuminen. (Logistiikan maailma 2024.)

Solulayoutin hyvänä puolena voidaan pitää helppoa ohjattavuutta, myös laadunvalvonta on helpompaa koska kaikki työvaiheet tehdään samalla alueella, jolloin virheiden löytäminen on helpompaa (Haverila ym. 2005, 477–478).

Solulayout



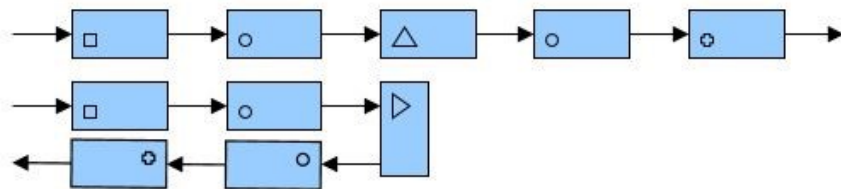
Kuva 3. Solulayout (Logistiikan maailma 2024).

3.3 Tuotantolinja

Tuotantolinjan lähtökohtana on myös tuote. Tuotantolinjan suunnittelussa määritellään linja pakkotahtiseksi tai vapaatahtiseksi. Pakkotahtisen linjan edut tulevat esiin autotehtaan kaltaisessa tuotannossa. Se soveltuukin hyvin suurille tuotantovolyymeille, mutta asettaa rajoitukset tuotteen samankaltaisuudelle. Vapaatahtinen linja sallii tuotteissa suuremman vaihtelun. Vapaatahtisessa linjassa tuotanto on järjestelty linjamaisesti, mutta materiaalin siirtyminen linjalla eteenpäin ei ole pakkotahtista. (Logistiikan maailma 2024.)

Tuotantolinjan huonona puolena on kuitenkin häiriöiden vaikutus koko linjan tuottavuuteen. Laadunvalvonnassa on myös huomioitava, että linjalta tulee tehokkaasti myös viallisia tuotteita, joten laadunvalvontaan on panostettava (Haverila ym. 2005, 475–476).

Tuotantolinja

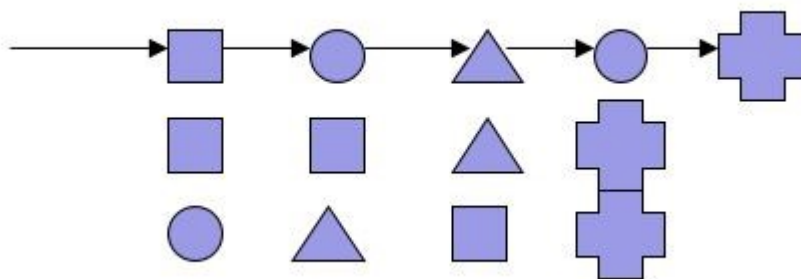


Kuva 4. Tuotantolinja (Logistiikan maailma 2024).

3.4 Virtautettu layout

Virtautetussa layoutissa tuotanto järjestetään linjan tapaisesti mutta joustavammaksi. Tällöin sallitaan suurempi vaihtelu tuotteissa, soveltuu käytettäväksi tuotannoissa, joissa valmistettavien variaatioiden kirjo on laaja, mutta pienehköjä määriä. (Logistiikan maailma 2024.)

Virtautettu layout



Kuva 5. Virtautettu layout (Logistiikan maailma 2024).

Käytännössä tuotannossa voidaan yhdistellä useita eri layout-tyyppejä. Esim. monesti tuotannon monivaiheisuus ei mahdollista linjamaista tuotantoa alusta loppuun vaan osat ja pienet kokoonpanot voidaan tehdä solutuotantona, jonka jälkeen kokoonpanot kasataan tuotantolinjalla. (Logistiikan maailma 2024.)

Tuotannon layoutia suunnitellessa hyvä lähtökohta on piirtää nykyinen materiaalivirta ja ihmisten liikkuminen tuotannossa (spagettidiagrammit, joista ilmenee materiaalien ja ihmisten liikkuminen). Käytännössä hyväksi havaittu analyysimenetelmä on rakentaa kolmiulotteinen pienoismalli layout-vaihtoehtoista. Näin on erityisesti silloin, jos mallin avulla voidaan ajaa erilaisia skenaarioita nykyisen ja mahdollisen tulevan kysynnän perusteella. Tällaisten simulointimallien toteuttamiskustannukset ovat viime vuosina laskeneet, ja ne ovat varteenotettava vaihtoehto pienemmissäkin hankkeissa. (Logistiikan maailma 2024.)

4 Ergonomia

Maailma, jossa elämme asettaa jatkuvasti vaatimuksia ja olemme tekemisissä teknisten laitteiden ja rakennetun ympäristön kanssa. Hyvä ergonomia ilmenee monin tavoin jokapäiväisessä elämässämme. Hyvä ergonomia voi helpottaa elämäämme monin tavoin. Toisaalta törmäämme usein erilaisiin huonoihin suunnitteluratkaisuihin, jotka vaikeuttavat ja haittaavat toimintaamme.

Ergonomia on tieteenala, jonka avulla voimme ymmärtää ihmistä erilaisissa ympäristöissä. Hyvää ergonomiiaa tarvitaan sekä työpaikalla, että sen ulkopuolella. Ergonomit osallistuvat monin tavoin tehtävien, menetelmien, välineiden, tuotteiden, organisaatioiden, järjestelmien ja ympäristöjen suunnitteluun, toteuttamiseen ja arviointiin, jotta ne vastaisivat ihmisten tarpeita, kykyjä ja rajoituksia. Hyvä ergonomia tukee ja kehittää ihmisten terveyttä sekä hyvinvointia, jotta he voivat työskennellä tuottavasti ja turvallisesti. Tällainen ihmiskeskeinen kehittäminen edellyttää laajaa ergonomian tuntemusta ja asiantuntemusta sekä eri sidosryhmien yhteistyötä. Siksi suuri haaste on lisätä tietoisuutta ja ymmärrystä ergonomiasta työpaikoilla. (Suomen Ergonomiyhdistys 2024.)

Ergonomiiaa tarkastellessa se voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen. Organisatorinen, kognitiivinen sekä fyysinen ergonomia.



organisatorinen ergonomia



kognitiivinen ergonomia



fyysinen ergonomia

Kuva 6. Ergonomian osa-alueet (TTK).

4.1 Organisaatioergonomia

Organisaatioergonomiassa keskitytään teknisten järjestelmien ja sosiaalisten järjestelmien yhteensovittamiseen. Organisaatioergonomia näkyy henkilöstön, työprosessien, työpakettien ja työaikajärjestelyjen suunnittelussa sekä tuotannon ja palvelujen kehittämisessä ja henkilöstön yhteistyössä. (Suomen Ergonomiayhdistys 2024.)

4.2 Kognitiivinen ergonomia

Kognitiivisessa ergonomiassa keskitytään järjestelmien ja niiden käyttöliittymien mukauttamiseen ihmisen tiedonkäsittelyominaisuuksiin. Kognitiivinen ergonomia näkyy järjestelmien ja niiden käyttöliittymien (näytöt ja hallintalaitteet) sekä tiedon esittämistapojen suunnittelussa. (Suomen Ergonomiayhdistys 2024.)

4.3 Fyysinen ergonomia

Fyysisessä ergonomiassa keskitytään fyysisten toimintojen sovittamiseen ihmiskehon anatomisiin ja fysiologisiin ominaisuuksiin. Fyysinen ergonomia tulee huomioida, kun suunnitellaan työympäristöä, johon sisältyy työvälineet, menetelmät sekä itse työpiste. (Suomen Ergonomiayhdistys 2024)

4.4 Ergonominen näkökulma

Perinteisesti suunnittelijan työtä ovat ohjanneet seuraavat seikat, suunnittelun tekniset vaatimukset ja tavoitteet konkreettisten työpisteiden ja kohteiden (esim. tuotantolinjojen) suunnittelu on syntynyt tästä teknisestä tehtävästä. Työtehtävät ovat tämän teknisen suunnitteluprosessin loppuvaiheesta, sellaisena kuin se oli tässä vaiheessa teknisten rajoitteiden vuoksi. Tässä tapauksessa kuitenkin työn sujuva ja turvallinen suorittaminen, esimerkiksi lähes valmiiseen suunnitteluun tai jo käytössä olevaan järjestelmään on yleensä kallista tai vaikeaa tehdä korjauksia. Ergonomianäkökulman sisällyttäminen suunnitteluprosessin alusta alkaen on tärkeää. Kun ergonomianäkökulma otetaan huomioon suunnitteluprosessin alusta alkaen, voidaan välttää suurten muutosten tarve suunnitteluprosessin lopussa. (Toivonen 2020, 4.)

Tutkimus ihmisen toiminnasta ja käyttäytymisestä, työstä ja työympäristöstä. Teknisen suunnittelun ohella ergonomiseen suunnitteluun osallistuu erilaisia työntekijäryhmiä, jotka osallistuvat suunnitteluprosessin eri vaiheisiin. Ratkaisut, joiden kanssa on vaikea työskennellä, tunnistetaan ja korjataan varhaisessa vaiheessa. Tarvittaessa tiedot otetaan mukaan suunnitteluprosessiin, kun suunnitteluprosessiin tuodaan asianmukaista tietoa työntekijöiden taidoista ja pätevyydestä, suunnittelussa voidaan pyrkiä koko työjärjestelmän täydelliseen optimointiin. (Toivonen 2020, 4.)

4.5 Ergonomia tehokkuus

Ergonomia - kuluja vai tuloja? Ergonomian tehokkuutta arvioidaan yleensä tarkastelemalla työntekijöiden tuki- ja liikuntaelinsairauksien määrää sekä sairauspoissaolojen määrää. Näitä indikaattoreita on helppo käyttää, koska tiedot ovat saatavilla työterveyshuollosta. Ergonomisten toimenpiteiden vaikutus oireiden ja sairauspoissaolojen vähentämiseen riippuu kuitenkin lähtötilanteesta. On helppo saavuttaa raja, jossa ergonomian käyttö ei vähennä sairauspoissaoloja, mutta sillä on merkittävä vaikutus työn sujuvuuteen ja tuotannon laatuun. Eräessä tutkimuksessa kokoonpanotyöpisteessä yhden ruuvien irrottaminen vaakasuoralta kuormalavalta kesti keskimäärin 4,5 sekuntia, mutta sopivasti kallistetulla kuormalavalla keskimääräinen aika oli 2,9 sekuntia. Pelkästään tällä muutoksella 200 ruuvia työvuorossa ruuvaten, yksi työvuoro päivässä, "aikasäästö" olisi yli 20 tuntia vuodessa. Käytännössä muutos johtaisi päivien lisätuotantoon. Useissa seurantalutkimuksissa, joissa on seurattu erityisten ergonomiatoimenpiteiden vaikutusta tuotantoon, on usein todettu, että takaisinmaksuaika on niinkin lyhyt kuin muutama kuukausi. (Toivonen 2020, 4.)

5 Layout lähtökohta

Työ aloitettiin perehtymällä tarkoin nykyiseen layouttiin ja rungon valmistuksen eri vaiheisiin työntutkimuksen avulla. Työntutkimuksessa kirjattiin kaikki eri työvaiheet ja niihin kulunut aika mitattiin, jotta saatiin käsitys yhden rungon valmistusajasta. Työntekijän mukaan tavallisesti tuotetta valmistetaan sarjoina mutta työntutkimuksessa päädyttiin valmistamaan vain yhtä runkoa, jotta tutkimusaika pysyi kohtuullisena. Työtä tehtiin laajalla alueella koska käytettävät koneet ovat sijoitettuna halliin hajautetusti koska koneilla on valmistettu myös muiden tuotteiden osia eikä pelkästään nyt tutkitun sähkökattilan osia. Tämän takia työn aikana suoritettiin useita siirtoja pumppukärryillä. Uudessa layoutissa tuleekin ottaa huomioon tuotteen looginen liikkuminen ja koneet pyritään sijoittamaan niin että osat virtaavat työvaiheiden läpi järkevästi. Kaukora Oy:ssä on viime aikoina pyritty ns. one piece flow tuotanto malliin, jonka tehostaminen on mahdollista helposti operaattoreita lisäämällä.

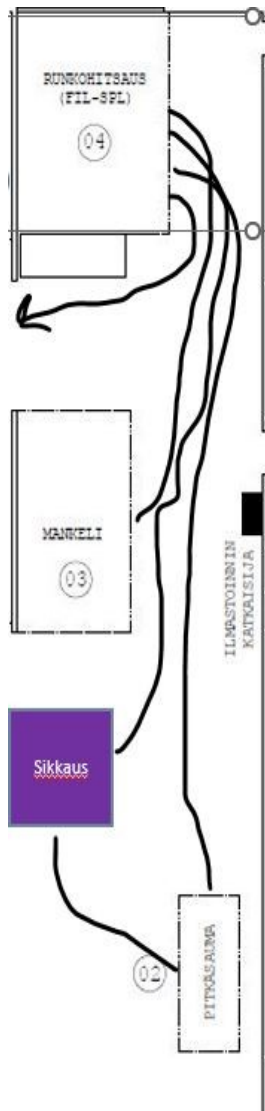
Työntutkimuksessa kirjatut työvaiheet suoritusjärjestyksessä:

Taulukko 1. Työvaiheet (Markus Silvennoinen).

1	Vaipan mankelointi
2	Vaippojen siirto heftaukseen
3	Vaippojen heftaus
4	Vaippojen siirto pitkäsaumaan
5	Pitkäsaumahitsaus
6	Siirto sikkauskoneelle
7	Vaippojen sikkaus
8	Sikattujen vaippojen siirto työpisteelle
9	Vastuspäädyn hitsaus sisäpuolelta
10	Vastusohjauslevyn hitsaus toiseen vaippaan
11	Klöpperpäädyn heftaus
12	Apunostokorvan hitsaus klöpperpäätyyn

13	Vaippojen yhteensovittaminen ja heftaus
14	Pyörityslaitteen nosto pöydälle
15	Apunostokorvan asennus vastuspäätyyn
16	Nosto pyörittäjään
17	Pitkäsauman lopetuksen avaus jatkohitsin mahdollistamiseksi
18	Päätysaumojen ympärihitsaus. Alkaen klöpperpäädyistä
19	Putkiyhteiden hitsaus
20	Siirto jalkakehikon kiinnityslevyn hitsausta varten
21	Jalkakehikkolevyn modifiointi ja asennus jigikehikkoon
22	Rungon rihtaus kehikkolevyyn
23	Rungon hitsaus kiinnityslevyyn kolmiopalojen avulla
24	Yhdejigin poisto ja kaataminen nosturilla
25	Tyhjennysyhteen reiän mitoittaminen ja tekeminen klöpperpäätyyn
26	Tyhjennysyhteen karkea lyhennys, jonka jälkeen tarkistus ja lopullinen lyhennys
27	Tyhjennysyhteen heftaus
28	Otteen vaihto, jotta hitsaus onnistuu piena asennossa
29	Tyhjennysyhteen hitsaus jakkaralta
30	Klöpperpäädyn apunostokorvan poisto
31	Apupalojen pois otto
32	Lopullisten nostoyhteiden heftausjigillä ja hitsaus rungon sivuun
33	Rungon pois nosto jalkajigistä

Rungon valmistuksessa on useita työvaiheita ja tutkimuksen aikana havaittiin, että jotkin koneet, kuten sikkauskone, ovat elinkaaren loppupäässä ja onkin syytä miettiä vaihtoehtoista konetta tai tapaa tehdä sikkaus, jotta saavutetaan työturvallisuuden tavoitteet. Spagettikaaviossa seurataan rungon vaippalevyä, joka on tuotteen pääosa johon tuotannon edetessä, lisätään pienempiä osia, kuten päädyt, väliläipiot ja putkiyhteet.

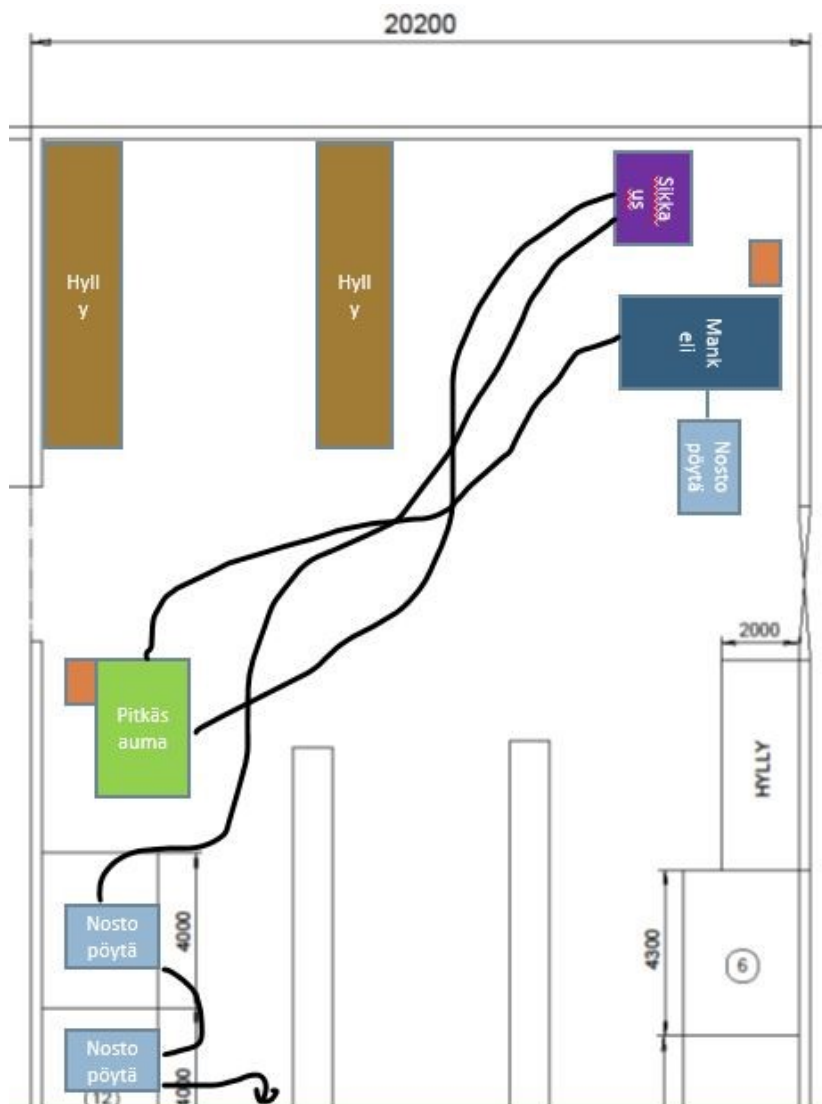


Kuva 7. Nykytila spagettikaavio, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).

Pääosa työvaiheista tehdään runkohitsaustyöpisteessä. Muutama turha siirto olisi poistettavissa suhteellisen helposti esim. jos mankelilla olisi hitsauskone niin vaipat voitaisiin heftata heti mankeloinnin jälkeen ja siirtää suoraan pitkäsaumakoneelle. Nykyiselläänkin tuotannossa on kuitenkin tehty toimia, jotta tuotteen tekeminen olisi joutuisaa. Esim. vaipat ladottu samalle lavalle niin että joka toinen on erilainen, jolloin mankeloidessa ei tarvitse hallinnoida kahta eri lavaa. Lisäksi kun vaipat leikataan laserilla, on yhteiden reiät leikattu valmiiksi sekä kohdistusmerkit jotta kokoonpanohitsaus olisi helppoa. Runkokokoonpanoon tulevat osat kuten päädyt, välilaiiot ja yhteen ovat työpisteen viereisessä hyllyssä ja osittain lattialla lavoissa.

5.1 Layout-ehdotus 1.

Ensimmäisessä ehdotuksessa lähdetään tehdasympäristöstä ja pyritään hyödyntämään jo olemassa oleva infra. Kuten käryimurit ja nosturit. Eli ensimmäinen ehdotus olisi helpoin toteuttaa. Mutta saavutettavat edut jäisivät pienimmiksi. Ehdotuksessa kuitenkin kehityksenä alkuperäiseen tuotantoon hitsauskone mankelilla, jolloin heftaus on mahdollista heti mankeloinnin jälkeen. lisäksi varsinaisella työpisteellä toinen nostopöytä, jolloin pyöritys-laite voi olla aina kiinni toisessa nostopöydässä. Kokoonpanon muut osat ovat varastoituna lavoille hitsaustyöpaikkojen eteen.



Kuva 8. Layout-ehdotus 1, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).

5.2 Layout-ehdotus 2.

Toisessa ehdotuksessa perustana on linjamainen rakenne ja tavoitteena hahmottaa materiaalivirran vaikutus layoutsuunnittelussa.

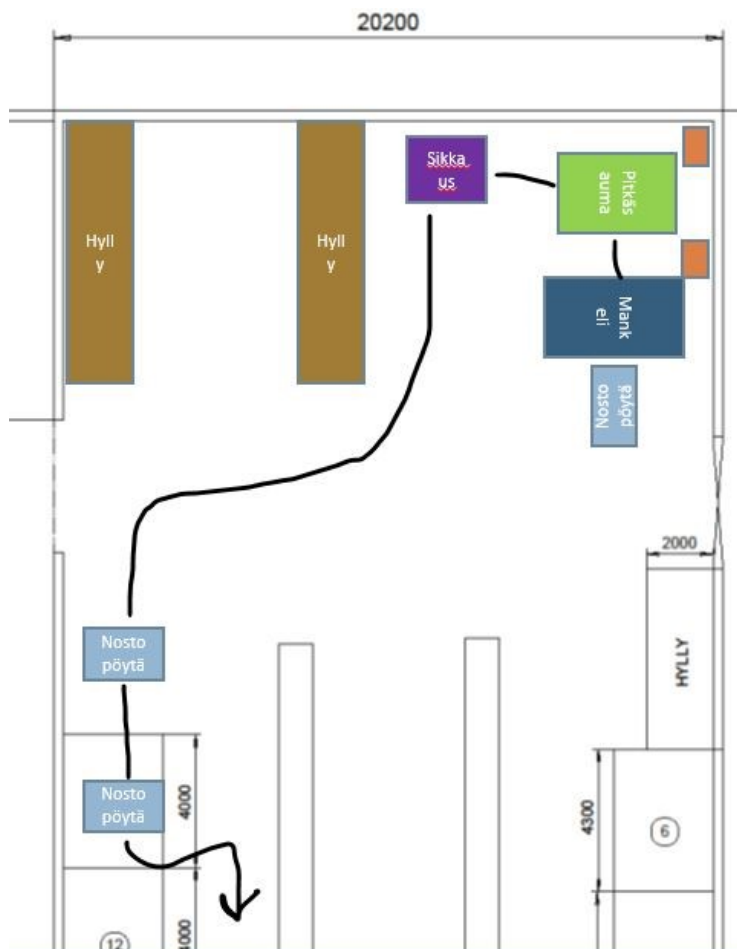


Kuva 9. Layout-ehdotus 2, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).

Kuten spagettikaaviosta huomataan, niin materiaalivirta on huomattavasti loogisempi mutta kohdepoistojen puuttuminen hallin päätyosasta aiheuttaa lisätyötä sekä työhön ajatellut hitsaustyöpisteet 13 ja 14 jäävät käyttämättä. Varastopaikat osille olisi kuitenkin lähellä ja helposti saatavilla, joka toisi merkittävää ergonomista etua koska osa osista on suhteellisen painavia.

5.3 Layout-ehdotus 3.

Kolmannessa layout-ehdotuksessa lähdetään solumaisesta rakenteesta ja ajatuksena onkin, että solussa 1 valmistellaan osia kuten: mankeloidaan, hitsataan ja sikataan vaipat ja solussa 2 suoritetaan osien kokoonpano. Tällöin Hitsaustyöpisteet 13 ja 14 tulevat käyttöön ja hallin päähän jää tilaa sisäisen logistiikan varastoille. Työn aikana kokoonpanon muut osat ovat varastoituina lavoille, jotka asetetaan hitsaustyöpaikkojen eteen.

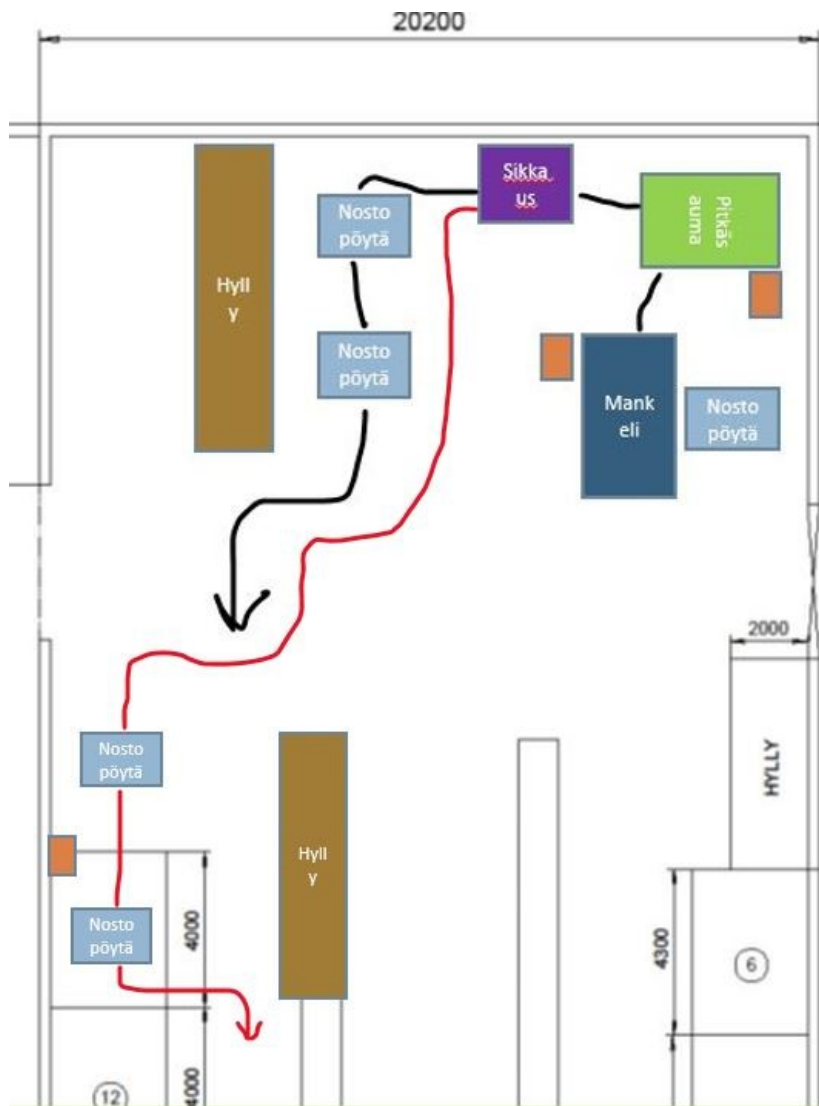


Kuva 10. Layout-ehdotus 3, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).

Ehdotus vaatii kärynpoistomurin tuomista pitkäsaumaan mutta säilytetään sisäisen logistiikan kaksi kuormalavahyllyä ja käyttöönotetaan hitsaustyöpisteet 13 ja 14 joka pohjakuvasta puuttuu.

5.4 Layout-ehdotus 4.

Tämän ehdotuksen pohjana on ehdotus 2, jossa tuote tehdään valmiiksi linjamaisessa solussa. Lisänä tässä on otettu huomioon mahdollinen lisäkapasiteetin tarve, joka on toteutettu kahdentamalla kokoonpanotyöpisteet, jolloin työntekijätarve olisi 2,5 niin että molemmilla kokoonpanotyöpisteillä olisi työntekijä sekä 0,5 työntekijää hoitaisi rungon osien valmistelun, eli vaippojen mankeloinnin, pitkäsauman ja sikkauksen.



Kuva 11. Layout-ehdotus 4, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).

5.5 Layout vertailu

Layoutehdotuksia vertailtiin painotetun pisteytyksen avulla ja keskusteltiin tavoitteista sekä saavutettavista hyödyistä eri vaihtoehtojen toteutuessa. Todettiin että toteutuskelpoisin ehdotus olisi ehdotus kolme, joka voitaisiin muuttaa helposti ehdotus neljän mukaiseksi, mikäli tuotannollinen tilanne vaatisi kapasiteetin lisäämistä. Nykyinen tilauskanta on tehtävissä ehdotuksen kolme layoutissa.

Painotettu pisteytys

Sisältäen toteuttamiskelpoisuus-kertoimen 1-5

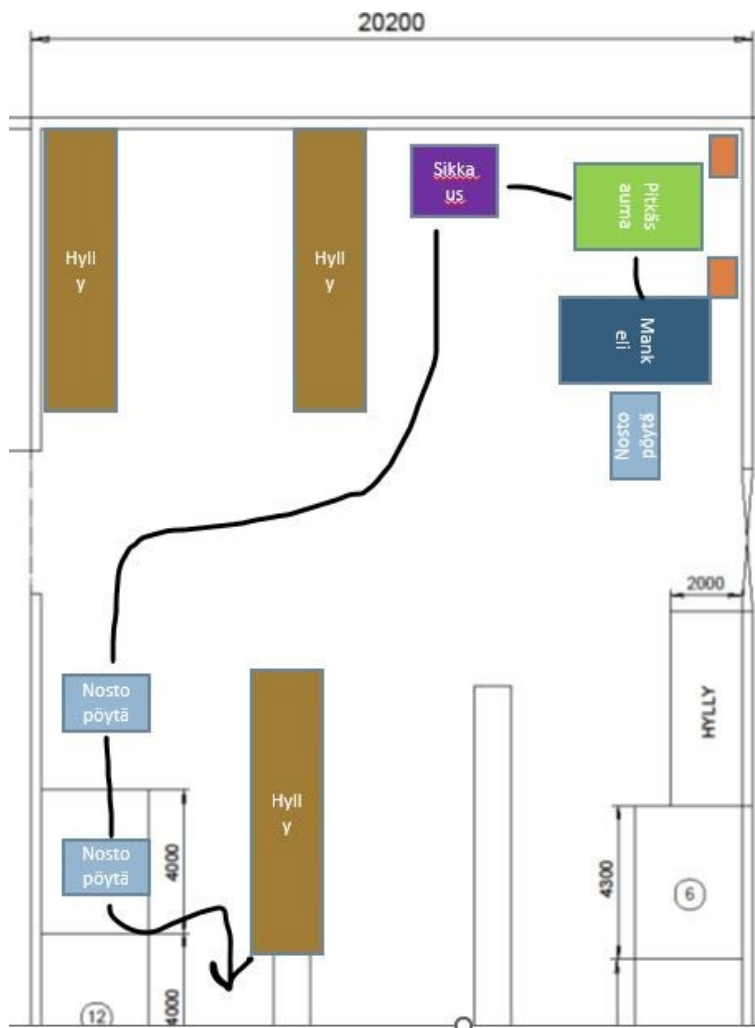
Pisteet	1	2	3	4	Yhteensä:
Layout 1	X, 2				2
Layout 2		X, 4			8
Layout 3				X, 5	20
Layout 4			X, 4		12

Kuva 12. Painotettu pisteytys (Markus Silvennoinen).

Ehdotukseen päädyttiin kuitenkin tekemään yksi lisäys, joka oli ehdotus neljän kuormalavahylly hitsaustyöpisteiden edessä. Hyllyyn saadaan puskurivarasto mankeloiduista vaipoista sekä muista osista, joita kokoonpanossa käytetään. Tällöin lavoja ei tarvitse varastoida lattialla, vaan kaikille on layoutissa osoitettu oma paikka. Lisäksi keskusteltiin runkovalmistuksen käytössä olevasta resurssista ja todettiin että tällä hetkellä valmistus on yhden täysipäiväisen operaattorin varassa ja sillä saavutettu tuotantomäärä on toistaiseksi ollut riittävä. Mutta uusi layout antaa mahdollisuuden lisätä kapasiteettia resurssia lisäämällä, mikäli tuotantomäärät tulevana vuosina nousevat. Spagettikaavio todettiin myös todella visuaaliseksi, jonka avulla on helppo nähdä päämateriaalivirran kulku.

5.6 Valittu layout

Vaaditut toimenpiteet valitun layoutin toteuttamiseksi katselmoitiin ja todettiin että suurin vaadittu muutos on kohdepoisto pitkäsaumaan. Lisäksi todettiin, että pitkäsaumaan on hitsauslisäaineelle varattava tila, jotta voidaan siirtyä käyttämään ns. maratonpakkausta, joka sisältää 200 kg hitsauslisäainetta. Tällä saavutetaan merkittävä ajansäästö hitsauslangan vaihdossa vuositasolla. Suurempia investointeja layoutehdotuksen toteuttaminen ei vaadi. Lähinnä yksi nostopöytä sekä mig-/maghitsauskone mankelille heftaukseen, mutta tuotannonkehityksen Timo Jalosen mukaan nämä löytyvät melko varmasti omasta varastosta.



Kuva 13. Valittu layout, muokattu pohjakuva (Kaukora Oy).

6 Toteutussuunnitelma

Tässä suunnitelmassa käydään läpi toimenpiteet, jotka pitää ottaa huomioon, kun valittu layout etenee toteutusvaiheeseen. Työ aloitettiin perehtymällä tarkasti uuteen työtilaan.



Kuva 14. Kaukora Oy tuotantotila Oriketo (Markus Silvennoinen).

Kuvassa oikea nurkka tulee uuden suunnitellun tuotantosolun käyttöön. Nyt alueelle varastoituna saapunutta tavaraa jne. väliaikaisesti sijoitettuja puolivalmisteita.



Kuva 15. Kaukora Oy hitsaustyöpisteet Oriketo (Markus Silvennoinen).

Kuvassa oikealta reunimmainen hitsaustyöpiste tulee layoutin käyttöön ja tarvittaessa työpistettä voidaan laajentaa sermin vasemmalle puolelle työpisteeseen 13 joka näkyy layout piirustuksessa. Hitsaustyöpisteet ovat jo perusvarusteltuina käyttökelpoisia työn tekemiseen, mutta pienillä muutoksilla voidaan vielä parantaa työn joutuisuutta merkittävästi.

6.1 Sähkötyöt

Sähkösyöttöjen tarve kartoitettiin ja alla oleva taulukko kuvastaa tarvetta sekä havainnollistaa tilanteen tarvittavien muutosten suhteen. Sähkösyöttöjä kohteessa on runsaasti, joten tarvittavat toimenpiteet kohdistuvat lähinnä koneiden johtoasennuksien viimeistelyyn.

Taulukko 2. Sähkösyötöt (Markus Silvennoinen).

Tarvittavat syötöt:	Ampeeria	Status
Mankeli	32A	OK
Nostopöytä	16A	OK
Hitsauskone "heftaus"	32A	OK
Sikkauskone	32A	OK
Pitkäsauma	32A+valovirta	OK
Nostopöytä hitsaustyöpisteellä	16A	OK
Nostopöytä hitsaustyöpisteellä	16A	OK
Hitsauskone hitsaustyöpisteellä	32A	OK



Kuva 16. Sähkökeskus Oriketo (Markus Silvennoinen).



Kuva 17. Sähkösyötöt mankeli ja pitkäsauma (Markus Silvennoinen).

6.2 Hitsauskärynpisto

Hitsaustyöpisteillä kärynpisto on jo hallinnassa, mutta pitkäsaumakoneelle pitää rakentaa kärynpisto joko liittämällä putki aiempaan järjestelmään, taikka käyttämällä siirrettävää kohdepoistolaitetta, joka suodattaa hitsauskäryn ja palauttaa puhdistetun ilman hallin ilmaan. Kartoitettiin tilannetta ja todettiin, että hitsauskärynpistot päättyvät 15 m ennen hallin päätyä, mutta putken jatkaminen ei kuitenkaan ole kovinkaan iso työ. Tällöin on huomioitava linjan imurin mitoitus ja varmistettava, että imu on riittävän tehokas linjaston jokaisella työpisteellä. Kohteessa on käytössä myös siirrettävä kohdepoistolaite, jonka käyttö voisi olla juuri pitkäsaumassa perusteltua, kun hitsaus tapahtuu hyvin hallitusti aina samassa paikassa.



Kuva 18. Siirrettävä kohdepoistolaite (Markus Silvennoinen).

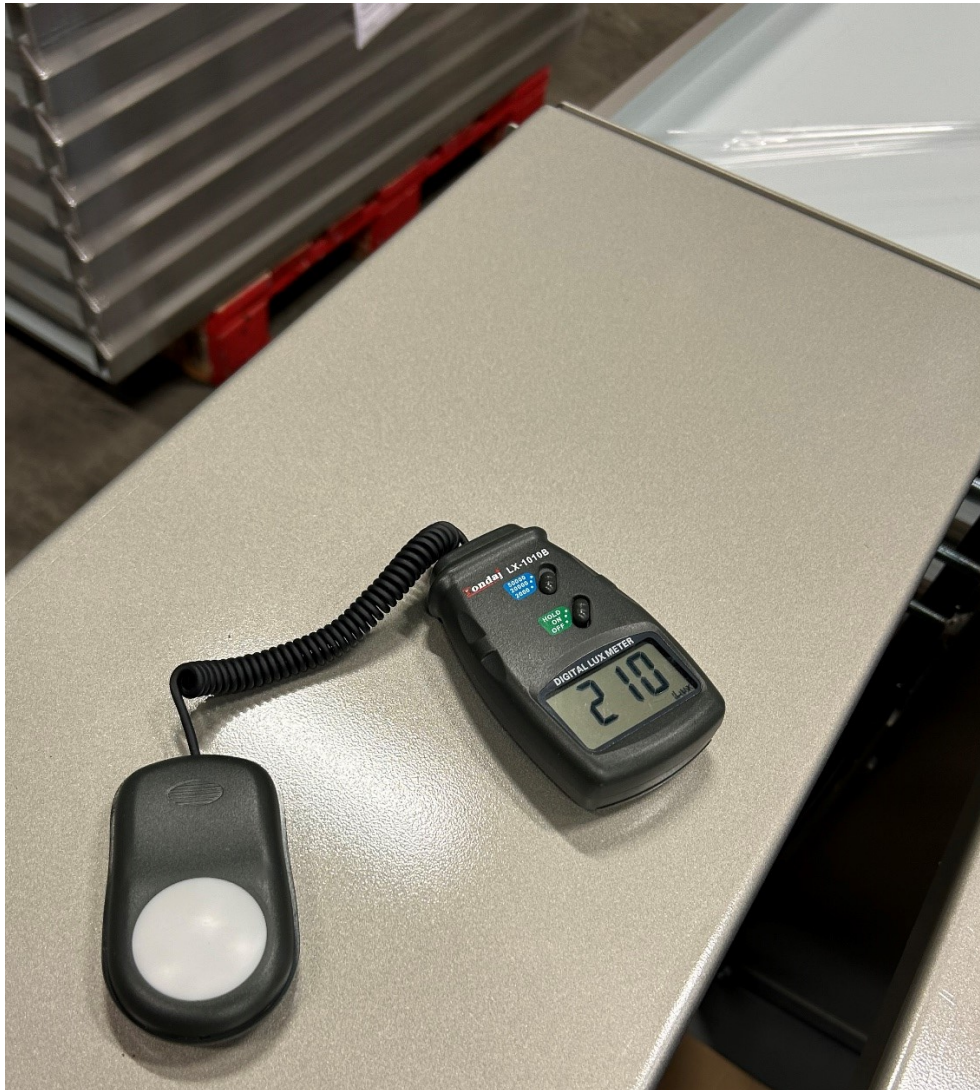
6.3 Valaistus

Uuden layoutin alueelta mitattiin valaistuksen tasoa Tondaj LX-1010B digitaalisen luxmittarin avulla. Mittauksien perusteella voidaan todeta, että valaistus on hyvällä tasolla. Hitsaustyöpisteen osalta saatiin mittaustulokseksi ka. 720 lux, joka mahdollistaa suurta tarkkuutta vaativan työn.



Kuva 19. Hitsaustyöpiste lux mittaus (Markus Silvennoinen).

Työpisteellä, jossa vaipat mankeloidaan, sikataan ja hitsataan pitkäsauma. Hallin yleisvalaistus, oli ka. 210 lux joka työsuojeluhallinnon mukaan on riittävä valaistus työtilaan, jossa työskennellään kokoaikaisesti (Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu 2024).



Kuva 20. Mankeli/pitkäsauma työpiste lux mittaus (Markus Silvennoinen).

6.4 Koneiden haalaus

Siirrettävät koneet eivät ole kovin painavia, joten mitään erityisjärjestelyjä haalauksen suhteen ei tarvita. Koneet pystytään lastaamaan Raisiossa oman auton kyytiin trukilla ja purkamaan Orikedolla Turun tehtaan omilla trukeilla.

7 Yhteenveto

Voidaan todeta, että saatiin aikaiseksi layout-suunnitelma, joka voidaan toteuttaa kohtuullisin ponnisteluin. Työtä tehdessä oli mielenkiintoista huomata kuinka monia eri asioita pitää ottaa huomioon kohtuullisen yksinkertaisessakin layout-suunnittelussa. Suunnitelman ei ole tarkoituskaan vastata kaikkiin kysymyksiin vaan toimia pohjana Kaukora oy:n tuotannonkehitykselle projektin toteutuksessa. Suunnitelmassa on liikkumavaraa työn tekemisen aikaisille oivalluksille, mutta kuitenkin pääpiirteittäin kaikki tärkeät asiat on pyritty huomioimaan. Omalta osaltani antoisimmat keskustelut olivat työntekijän kanssa, joka työtä on tehnyt vuodesta 2004 ja oli mukava huomata, että monet ehdotukset oli myös ollut keskusteluissa ennenkin, mutta jääneet toteuttamatta ainaisen resurssipulan takia. Layout-suunnitelmaa tehdessä mielestäni on tärkeää pyrkiä huomioimaan kaikkien mielipiteet ja pyrkiä löytämään ratkaisu, johon kaikki voivat sitoutua. Mikäli suunnitelmassa joudutaan tekemään kompromisseja, on ne selitettävä avoimesti kaikille, jotta kenelläkään ei jää tunnetta, että mielipidettä ei ole kuunneltu.

Lähteet

Google Maps, viitattu 15.2.2024. <https://www.google.com/maps/>

Haverila, Matti – Lahtinen, Antti – Haverila, Mikko 2003. Teollisuustalous 4. painos. Tampere: Tammer-paino Oy.

Kaukora Oy, viitattu 22.2.2024. <https://jaspi.fi/kaukora-oy/>

Logistiikan maailma, viitattu 14.2.2024

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>

Suomen ergonomia yhdistys, viitattu 15.2.2024.

<https://ergonomiayhdistys.fi/ergonomia/mita-ergonomia-on/>

Toivonen R. 2020 Turvallinen ja tuottava tuotantoympäristö teollisuudessa.

Kaikkonen A. Helsinki: Työturvallisuuskeskus, teollisuusryhmä

Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu, viitattu 28.2.2024.

<https://tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/valaistus>