



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tuukka Rintaniemi

# KESKUSTUOTANTOTILOJEN SUUNNITTELU

Yksikkö Tekniikka  
2022



## ABSTRACT

Author	Tuukka Rintaniemi
Title	Designing of a New Factory Floor for an Electrical Cabinet Manufacturer
Year	2022
Language	Finnish
Pages	33 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Jarkko Vuorinen

---

The Aim of this Bachelor's thesis was to investigate, and document the design of a new factory floor from the ground up. The thesis covers different topics, such as factory layout design and the execution of the desired layout.

Different kinds of phases in the layout design were studied, as well as how the different sectors of the factory will work together. The layout design of the factory floor was made to be as flexible as possible, so that the productivity of the factory is not affected when changes to the layout are made.

The aims of this thesis, to design a working layout-model for the factory that meets the needs and the goals of the company and the company's clients, were achieved. A fully operational factory floor is the basis of a thriving company.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

LIITELUETTELO

1	JOHDANTO.....	8
2	PROJEKTIN TEORIATAUSTA .....	9
	2.1 Terminologiaa .....	9
	2.1.1 Layout.....	9
	2.1.2 Logistiikka.....	9
	2.1.3 CAD-suunnittelu .....	10
	2.1.4 LEAN-ajattelu .....	10
3	PROJEKTIN ALOITTAMINEN .....	11
	3.1 Tilojen layout-suunnittelu.....	11
	3.1.1 Erilaiset tilaratkaisut.....	12
	3.1.2 Layout-suunnittelun tavoitteet.....	14
	3.2 Nosto-ovet tiloihin .....	14
	3.3 Käytävien suunnittelu .....	14
4	VARASTON SUUNNITTELU .....	16
	4.1 KARDEX-varastoautomaatti .....	18
	4.2 Kuormalavahyllyjen suunnittelu .....	19
5	TOIMISTO-, SEKÄ SOSIAALITILOJEN SUUNNITTELU.....	21
	5.1.1 Moduuleihin tehdyt muutokset.....	22
	5.2 IT-tarpeiden suunnittelu toimistoihin sekä varastolle.....	24
	5.3 Ruokailutilojen suunnittelu.....	24
6	TILOJEN SÄHKÖTARPEET .....	27
	6.1.1 Sähkökeskusten standardit .....	27
	6.1.2 Sähkökeskusten rakenne .....	28
7	TYÖN JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOKSET .....	31

7.1 Haasteet.....	31
7.2 Tulokset.....	32
LÄHTEET .....	33

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Tilojen avaruudesta sekä korkeuseroista havainnekuva. ....	12
Kuva 2. H-malli sekä A-malli vierekkäin. H-malli vasemmalla.....	13
Kuva 3. Käytävien suunnittelussa käytetty malli. ....	15
Kuva 4. Varastotilojen lopullinen suunnitelma.....	17
Kuva 5. Kardexin läpileikkaus sekä toimintaperiaate. ....	19
Kuva 6. Kuormalavahyllyt kasattuna ja täytettynä. ....	20
Kuva 7. Toimistomoduulien suunniteltu järjestys. ....	22
Kuva 8. Asennustesteri käyttöönottomittauksia varten.....	23
Kuva 9. Suunnitellut ruokailutilat leikattuna sekä ylhäältä päin kuvattuna. ....	25
Kuva 10. Ruokailutiloiksi saneerattava kokousmoduuli laahauksen aikana.....	26
Kuva 11. Suunniteltu työpaikkakeskus.....	29
Kuva 12. Suunniteltavan sähkökeskuksen toimintaperiaate. ....	30

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Tilojen lopullinen layout-suunnitelma

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö koskee keskusvalmistaja Escarmatin uusien tuotantotilojen suunnitteluprosessia. Prosessiin sisältyy tarjouspyyntöjen tekemistä, tuotantotyöntekijöiden haastattelua, tilojen layoutsuunnittelua sekä materiaaltarpeiden kartoittamista. Projekti käsitti monenlaisia erityyppisiä työvaiheita, kuten layout-suunnittelu, materiaalihankintaa, sekä työryhmien koordinointia.

Escarmat on vaasalainen sähkökeskusvalmistaja, joka perustettiin vuonna 1994 Vaasassa. Yrityksen pääasialliset tilat sijaitsevat Vikbyssä.<sup>1</sup> Tulevaisuuttaan miettien yritys päätti vuokrata Strömberg Parkista itselleen hallitilaa noin 1900 neliömetrin verran, mikä noin kolminkertaisti keskusvalmistuskapasiteetin. Näissä tiloissa rakennettaisiin laitteita pääasiassa ABB:n käyttöön, joten tilojen sijainti on erinomainen. Escarmat rakentaa sähkökeskuksia maailmanlaajuisiin, sekä kotimaisiin projekteihin käytettäväksi ja toimii myös alihankkijana suuremmille sähköalan yrityksille kuten ABB:lle sekä Wärtsilälle.

---

<sup>1</sup> Escarmat. Yritys. Viitattu 11.4.2022 <https://www.escarmat.com/yritys/>

## 2 PROJEKTIN TEORIATAUSTA

### 2.1 Terminologiaa

Tässä osiossa on tarkoituksena tehdä opinnäytetyön lukijoille selvemmäksi termejä, joita esiintyy opinnäytetyön lukemisen aikana. Ne myös antavat pohjatietoa työn tuloksia tulkittaessa.

#### 2.1.1 Layout

Sana layout merkitsee teollisuuskäytössä käsitettä, joka kertoo tuotantotilojen tai tehtaan tuotantojärjestelmän elinten sijoittelua. Tähän voidaan lukea mukaan erilaiset koneet sekä laitteet, varastopaikat ja kulkureitit. Layoutit pystytään myös jakamaan kolmeen erilaiseen pääryhmään: tuotantolinja-, solu- ja funktionaalinen layout.<sup>2</sup>

Termille voisi löytyä suomenkielinen vastine, kuten esimerkiksi tehtaan pohjapiirustus, mutta tässä työssä käytetään termiä layout.

Jokaisessa tapauksessa pääsääntönä voidaan todeta se, että tehtaan sisälle pyritään muodostamaan mahdollisimman kompakti yksikkö. Työskentelyn erilaiset vaiheet halutaan integroida esimerkiksi materiaalinkäsittelylaitteiston avulla, ja erilaiset ohjaavat rajapinnat tuotannon sisällä halutaan minimoida.<sup>3</sup>

#### 2.1.2 Logistiikka

Logistisilla toiminnoilla tarkoitetaan lyhykäisyydessään tavaran varastointia ja kuljetusta. Logistiikan tavoitteena on vastata kysyntään tarjonnalla. Logistisilla siis toiminnoilla lunastetaan myynnillä ja markkinoinnilla asiakkaalle tehdyt lupaukset. Toimitusketjun toiminnalla pyritään asiakastyytyväisyyteen.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. s 407. Teollisuustalous. 5. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.

<sup>3</sup> Lapinleimu, I. 2000. Ideaalitehdas: Tehtaan suunnittelun teorian kiteytys. 2. painos. s 137. Tampere: TTKK-Paino.

<sup>4</sup> Porasmaa, Minna (2020). s 44. Logistiikka - mitä se oikein on? Osto&Logistiikka 1.

### 2.1.3 CAD-suunnittelu

CAD on lyhenne englannin kielen tarkoituksesta: Computer Aided Design, suomeksi siis tietokoneavusteinen suunnittelu.

CAD-suunnittelussa käytetään tietokonetta apuna luotaessa teknisiä dokumentteja. Ensimmäisiä tietokoneavusteisia suunnittelumenetelmiä kehitettiin jo 50- ja 60-luvulla, mutta se yleistyi 90-luvun alkupuolella. Nopeasti kehittyvä teknologia sekä ohjelmistot korvasivat dokumenttien sekä kuvien käsin piirtämisen. Ohjelmistojen hyödyt nähtiin alentuneina kustannuksina suunnittelutyössä sekä suunnittelutyöhön kuluvan ajan lyhentymisenä. Nykypäivänä CAD-ohjelmistojen käyttö on miltei korvaamaton apuväline insinöörien, arkkitehtien sekä teknikkojen työssä.<sup>5</sup>

Tässä työssä kaikki CAD-suunnittelu tehtiin CADS17-ohjelmistoa käyttäen.

### 2.1.4 LEAN-ajattelu

Lean-ajattelun avulla pyritään saamaan oikeanlaatuiset asiat oikeaan paikkaan, oikeassa ajassa. Keskeinen asia on tunnistaa sekä eliminoida mahdollinen hukka, joka vaikuttaisi negatiivisesti johonkin prosessin osuuteen, sekä saada koko prosessista mahdollisimman nopea ja tehokas. Prosessin täytyy myös olla joustava, sekä avoin muutoksille.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Laakko, T., Björkstrand, R., Borgman, J., Kaikonen, H., Konkola, M., Simolin, T., Sukuvaara, A., & Tuomi, J. (1998). s 7. Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu. Porvoo. WSOY.

<sup>6</sup> Lean-ajattelu Viitattu 7.5.2022 <https://fi.wikipedia.org/wiki/Lean>

### 3 PROJEKTIN ALOITTAMINEN

Työ aloitettiin ensin uusien tilojen layout-suunnittelulla. Tässä kohdassa tiedossa oli tilojen koko, joten aluerajauksien tekeminen tilan sisällä oli ensimmäinen vaihe. Tiloja vuokrattiin kaksi ns. ”laivaa” hallista, yhden laivan pituus on 65 metriä ja leveys 15 metriä. Nämä tilat sijaitsevat lähellä hallin päädyssä olevaa lastauslaituria, jonka kautta tavara kulkee sisälle tiloihin, ja siitä varastoon.

Projekti aloitettiin huhtikuulla vuonna 2021, ja se on opinnäytetyön kirjoittamisen aikana edelleen käynnissä. Tiloihin muutto suunniteltiin jo heinäkuulle, mutta COVID-19 pandemian aiheuttamat viivästykset puskiivat muuton ajankohtaa myöhemmälle.

#### 3.1 Tilojen layout-suunnittelu

Tilojen layout-suunnittelun ensimmäinen vaihe oli tilan rajaaminen erilaiseen käyttöön kuten varastotilat, toimistot, tuotantosolut, työntekijöiden sosiaali- sekä WC-tilat. Aluetta on kuitenkin hallissa rajattu määrä käytettävänä, ja se täytyy käyttää mahdollisimman tehokkaasti, jottei mikään tietty osa-alue uusissa tuotantotiloissa kärsisi. Tämän takia ensimmäisenä täytyi päättää millaisella perusmallilla tilat tulisi toteuttaa ilman suurempia rajoituksia tiettyjen tilojen tarpeille. Suurin päätös tässä kohdassa oli päästä yhteisymmärrykseen muuttavien tuotantosolujen johtajien kanssa, kuinka erilaiset hyllytystarpeet saadaan täytettyä, sillä eri linjastot vaativat erilaisia osia.

Hallissa ns. ”laivojen” keskellä tilaa maasta kattoon on 7,5 metriä, mutta laivojen välisissä tolppariveissä tämä kuitenkin aleni kahdella metrillä eli 5,5 metriin. Tämä täytyi ottaa huomioon esimerkiksi kaapelivetoja sekä kuormalavahyllyjen pystyttämistä suunnitellessa. Kaapelihyllyt kulkivat katon rajassa, ja nousivat sekä laskivat aina 7,5 metristä 5,5 metriin. Kuvassa 1 on kuvaan merkattu, kuinka rakennetolppien kohdalla katonraja tippuu.

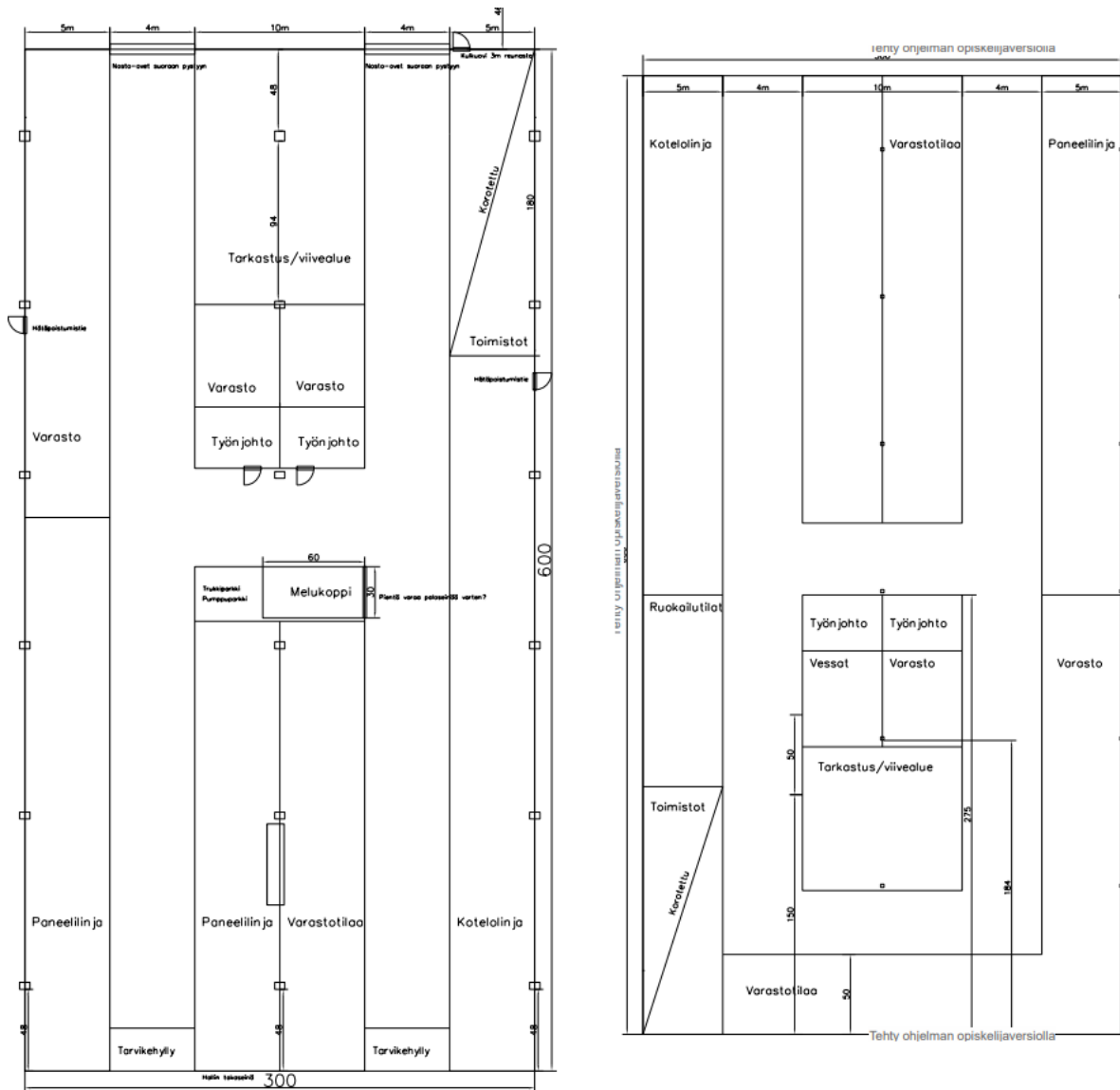


Kuva 1. Tilojen avaruudesta, sekä korkeuseroista havainnekuva.

Kaikki tiloihin liittyvä suunnittelu tehtiin ensin käsin luonnostelemalla paperille, ja sen jälkeen CAD-ohjelmistoa hyväksi käyttäen tietokoneella nämä suunnitelmat tehtiin puhtaaseen muotoon.

### 3.1.1 Erilaiset tilaratkaisut

Tilojen layoutille tehtiin ensin kaksi erilaista mallia, jotka nimettiin A-malliksi ja H-malliksi, muotojensa takia. Näistä kahdesta mallista valittiin H-malli sen käytännöllisyyden sekä tilatehokkuuden takia. A-mallin ongelmana oli hallin takapäädyssä sijaitseva kulukäytävä, joka veisi liiallisen määrän pinta-alaa tilojen jo valmiiksi pienestä koosta. Lopullisessa H-mallin vedoksessa tuotantotilat sekä toimistot käännettiin kokonaan toisinpäin. Näin toimistot, varasto sekä laitteiden tarkastusalue ovat lähellä käyntiovia. Kuvassa 2 ovat nämä molemmat kehitetyt mallit vierekkäin. Malleille annetut nimet viittaavat tuotantotilojen käytävien muodostamaan muotoon, eivätkä niinkään viittaa mihinkään tiettyyn iteraatioon.



Kuva 2. H-malli sekä A-malli vierekkäin. H-malli vasemmalla.

Toimistot, henkilökunnan WC sekä pukuhuoneet toteutettaisiin merikonteista tehdyillä moduuleilla, jotka ovat muunnettu käytettäväksi sosiaalityötiloina, mutta olisivat myös säänkestäviä mahdolliseen ulkokäyttöön.

Tilojen rajaamiseen hallin sisällä aiottiin aluksi käyttää noin kolme metriä korkeaa elementtiseinää, joka auttaisi esimerkiksi melun hallitsemisessa. Tämä kuitenkin todettiin nopeasti liian kalliiksi vaihtoehdoksi, jonka hyödyt olisivat minimaaliset, sillä suurin osa suurta melua aiheuttavasta työstä tehtäisiin oma rakenteisen melukopin sisällä tuotantoalueella. Tilojen rajaavaksi elementiksi siis valittiin 4 mm paksua aaltopeltiä, joka pystytettiin hallin rakennepylväiden väliin. Aaltopelti todettiin hyväksi vaihtoehdoksi, sillä se olisi halpa, mutta myös tarpeeksi kestävä tarkoitettuun käyttöön, eivätkä meluhaitat

tiloissa tulleet järin suuriksi myöhemmin suunnitellun melukopin ansiota. Melukopissa pystyttäisiin tekemään kaikki tarvittava suurta melua aiheuttava työ, kuten kaapin ovien leikkaaminen. Nämä tilat tehtäisiin paloturvallisiksi sekä äänieristetyksi.

### 3.1.2 Layout-suunnittelun tavoitteet

Tilojen layout-suunnittelulla pyritään saamaan mahdollisimman hyödylliset tilat laitteiden tuotannon kannattavuuden takaamiseksi. Tämän takia esimerkiksi pyritään minimoimaan tavaran turha siirtely, sekä tekemään materiaalin vastaanotosta ja jakelusta tehokasta. Layout tulisi siis suunnitella materiaalivirtojen mukaiseksi ja tehdä joustavaksi tarpeen mukaan.

### 3.2 Nosto-ovet tiloihin

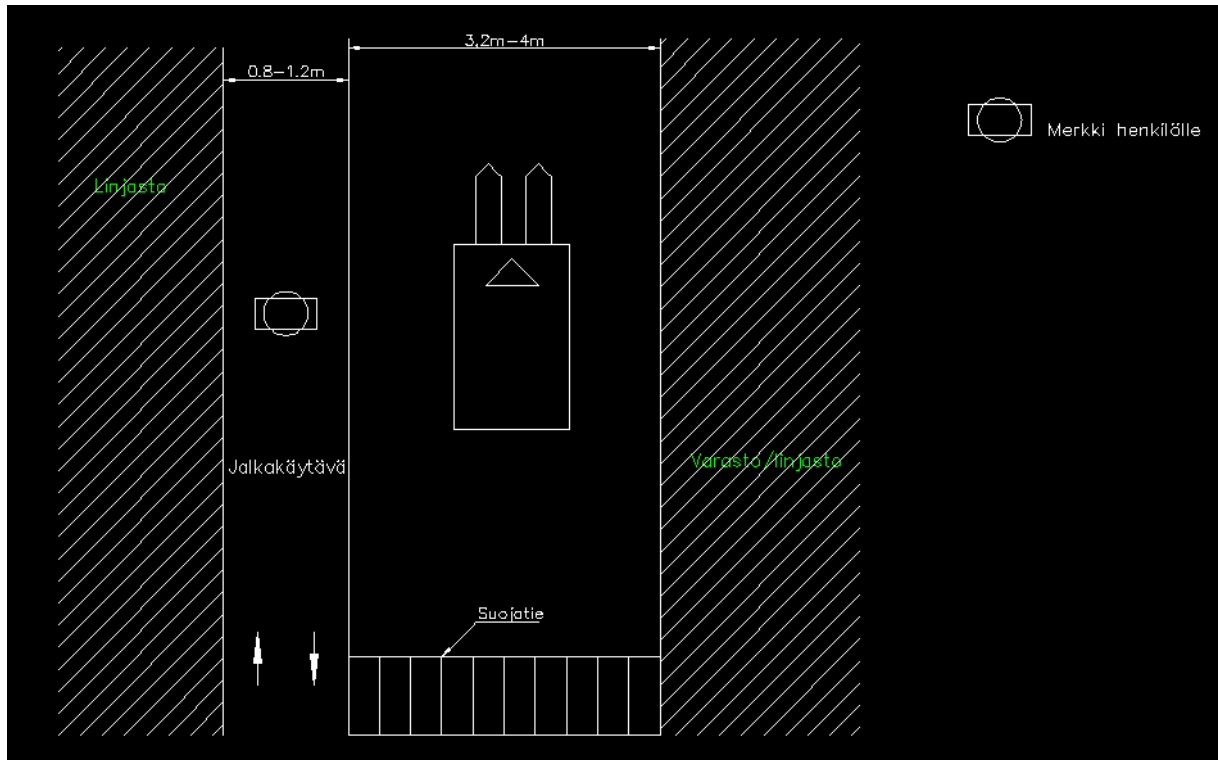
Tiloihin vaadittavat nosto-ovet asennettiin halliin pystytettyjen metallipilareiden väliin. Metallipilarit kiinnitettiin lattiaan, sekä katon kautta ”kelluvasti”. Kelluvalla liitoksella tarkoitetaan sitä, että pilari on kiinnitetty lattian betonirakenteeseen pitkillä pulteilla, ja katon kannakkeiden kohdalla niiden ympärille on kiinnitetty panta. Tämä antaa ovien kiinnityspilareiden liikkua rakennuksen mukaan.

Nosto-ovien tilalle suunniteltiin ensimmäisenä pikarullaovia, sillä nämä olisivat käytännöllisempiä sekä pitkäikäisempiä tarkoitetussa käytössä. Pikarullaovet nähtiin kuitenkin liian kalliina vaihtoehtona, joten normaalien pystysuoranosto-ovien hankinta oli järkevämpi päätös.

Ovia ohjataan pienellä sähkömoottorilla, joka on kiinnitetty katossa sijaitsevaan kannatinpalkkiin. Moottori ajaa ovia ylös sekä alas asennettuja raiteita pitkin, ja pysäyttää sen aina asetetussa maksimi-/minimirajapyykissä.

### 3.3 Käytävien suunnittelu

Käytävät suunniteltiin mahdollisimman turvallisiksi ihmisliikennettä varten. Käytävät ovat noin 5 metriä leveät, ja tästä viidestä metristä jätettäisiin noin 4 metriä trukki-, sekä tavaraliikenteelle ja loput jalankulkua varten (**Kuva 3.**). Täten saataisiin mahdollisimman turvallinen ympäristö, jossa työskennellä ja liikkua.



Kuva 3. Käytävien suunnittelussa käytetty malli.

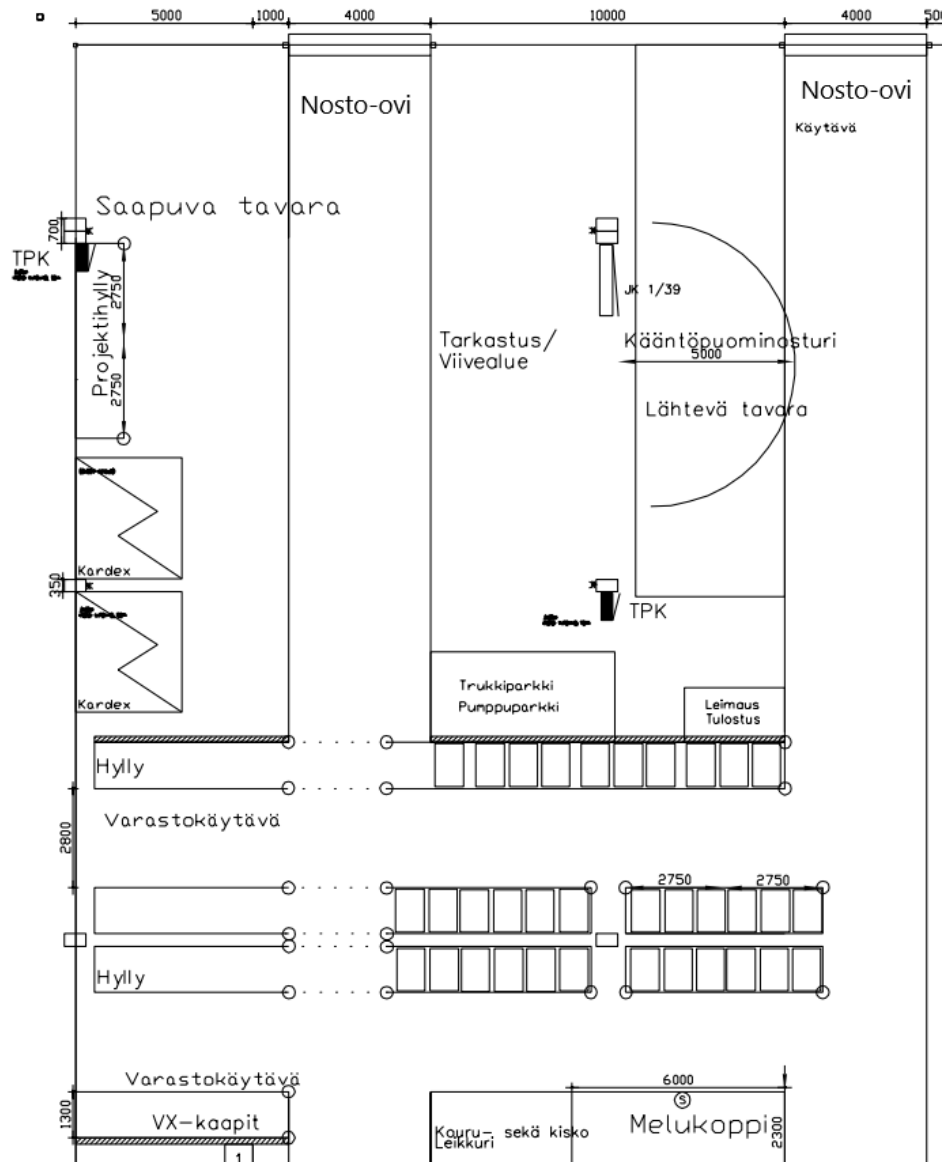
Käytävät kulkevat ympäri hallitilaa, ja näille suunniteltiin omat suojiensa, jotta kävelijöiden olisi turvallista liikkua myös käytävien yli. Lisäksi suunniteltiin varoituskyltit varoittamaan trukkeja mahdollisista suojietylyksistä hallin sisällä. Työntekijöiden turvallisuus on otettava jokaisessa suunnitteluvaiheessa huomioon, sillä pienikin epäkohta saattaa ilmetä myöhemmin todella suurena turvallisuusriskinä.

## 4 VARASTON SUUNNITTELU

Varaston suunnittelussa täytyi miettiä tavaravirran suuntaa sekä trukkiliikenteen kulkua. Suunnitteluvaiheen alussa varastohyllyt oltaisiin haluttu pitkittäin tilan ulkoseiniä myöden tai keskelle hallia molemmin puolin. Tämä taas olisi johtanut liialliseen tilan haaskuuseen, joten tehtiin päätös asettaa varastointitilat hallin ulko-ovea lähemmälle nosto-ovelle, jota kautta tavaraa alueelle eniten kulkee. Tämän oven kautta tavarat tuodaan lastauslaiturilta ensin halliin sisälle ja sen jälkeen nosto-ovista tuotantotiloihin. Varaston sijainti ja huolellinen suunnittelu tuotantoalueella on elintärkeä liiketoiminnan kannalta sillä huonosti suunniteltu varasto saattaa vaarantaa tuotannon kapasiteettia tuottaen tavaraa, mutta myös varaston sisäinen tavaravirta saattaa häiriintyä sen seurauksena.

Varastopäällikön sekä varastotyöntekijöiden mielipiteet varastoa suunniteltaessa olivat tärkeitä. Tämä oli selvästi projektissa haastavin osuus, sillä varasto täytyi suunnitella mahdollisimman suorasukaiseksi ja toimivaksi. Juuri tämän takia varastoon liittyvistä asioista käytiin varastohenkilökunnan kanssa monia keskusteluja, kuinka mallista saataisiin hiottua mahdollisimman toimiva työntekijöille sekä organisaatiolle itselleen. Varastoalueen täytyi olla suorasukainen ja tavaroiden täytyy löytyä ongelmitta. Tätä varten suositettiin varastoalueen mallia, jossa hyllyt olisivat vaakasuunnassa tilaa myöden, ja niiden alta kulkisi tunneli jalankulkukäytävän mukaisesti. Kuvassa 4 näkyvät lopullisen layout-suunnitelman varastotilat.

Tässä osiossa käytettiin paljon LEAN-ajattelua. Nämä asiat huomioon ottaen, pyrittiin siis varaston layout, sekä myös koko tehtaan layout tekemään mahdollisimman joustavaksi mahdollisimman pienellä hukalla. Suurin osa mahdollisesta hukasta tulee kuitenkin ilmi vasta sen jälkeen, kun tuotanto tehtaassa on ehtinyt alkamaan, ja toimimaan muutaman vuoden ajan. Tämän takia työntekijöiden kehitysehdotukset ovat äärimmäisen tärkeitä, sillä niiden avulla mahdolliset hukapaikat pystytään korjaamaan, ja täten ehostamaan koko prosessia.



Kuva 4. Varastotilojen lopullinen suunnitelma.

Tavara tuodaan vasemmanpuoleisesta nosto-ovesta sisään tuotantotiloihin, jonka jälkeen se kuitataan ja hyllytetään joko kuormalavahyllykköön tai tarvittaessa KARDEX-varastoautomaattiin. Tuotannosta valmiit tuotteet tuodaan ensin tarkastusalueelle, jossa niiden toiminta testataan, jonka jälkeen toimivat, sekä standardit täyttävät tuotteet jatkavat eteenpäin lähtevän tavaransoluun. Valmiit tuotteet kuitataan ja sen jälkeen pakataan käyttämällä kääntöpuominosturia apuna, joka täytyi myös asettaa oikeinpäin tilaan nähden.

Kuvassa 4. myös näkyvän lähtevän tavarahan puoli aseteltiin oikeanpuoleiselle nosto-ovelle, jonka kautta tuotteet kuljetettaisiin samassa hallissa toimivan kuriiriyrityksen tiloihin. Kuriiriyritys kuljetti sitten valmistuneet laitteet tarvittavaan osoitteeseen ABB:n alueen sisällä.

Hyllytyspaikoista sekä metodeista varastohenkilökunta ja tuotantotyöntekijät kävivät yhdessä kokouksia, joissa sovittiin parhaasta mahdollisesta hyllytysjärjestyksestä. Suurimmat logistiset päätökset työn aikana jätettiin pitkälti asiantuntevan varastohenkilökunnan suunniteltaviksi.

#### **4.1 KARDEX-varastoautomaatti**

KARDEX-varastoautomaatti on suuri hyllyjärjestelmä, jossa säilytetään erinäisiä kokoonpanossa käytettäviä pienempiä osia. Nämä osat istuvat varastoautomaatin sisällä erilaisilla hyllypaikoilla. Varastoautomaatin näyttöpäätteeseen annetaan tietyn hyllyn tiedot, jonka jälkeen automaatin sisäinen ”karuselli” pyörittää halutun hyllyn tavaroineen käyttäjälle. Hyllyltä voidaan sen jälkeen ottaa tarvittavat osat ja antaa laitteelle käsky esimerkiksi seuraavasta hyllypaikasta. KARDEX-varastoautomaatille tehtiin myöskin kaksi tilanvarausta mahdollista laajenemista varten. Molempiin paikkoihin tuotiin sähköpistorasialle kaapeli, kuin myös telepistorasialle. KARDEX-varastoautomaatin läheisyydessä sijaitsee myös useita erilaisia roska-astioita pahville, muoville ja muulle pakkausjätteelle.



Kuva 5. Kardexin läpileikkaus sekä toimintaperiaate.

Pienempiä osia keräillään niin kutsutulle keräilypöydälle, josta ne kuljetetaan tuotannon kokoonpanoon laitekohtaisesti. Kaikki tarvittavat osat siis tuodaan suoraan kokoonpanoon valmiiksi työkohtaisesti.

#### 4.2 Kuormalavahyllyjen suunnittelu

Kuormalavahyllyt suunniteltiin 6,5 metriä korkeiksi hallin päävaraston luona ja 4–6,5 metriä korkeita hallin taka-alalla riippuen ilmanjohtokanavan asennuskorkeudesta. Näin saadaan hyllyköistä maksimihyöty tilan korkeuteen katsottuna. Hyllyjä suunnitellessa myös otettiin huomioon, että jos hyllykön takana on jalankulkuliikennettä, hyllykön selustaan täytyy asentaa suojaverkkoa. Alimmille tasoille myös lisättiin ritilätasot, jotta niille voitaisiin myös varastoida pienempiä esineitä tarvittaessa. Kuvassa 4. nämä verkot

on merkattu päävaraston hyllyjen selkäpuolelle, sekä VX-kaappien hyllyn selkäpuolelle. Kuvassa 5. on kuva tunnelikäytävästä hyllyjen läpi.

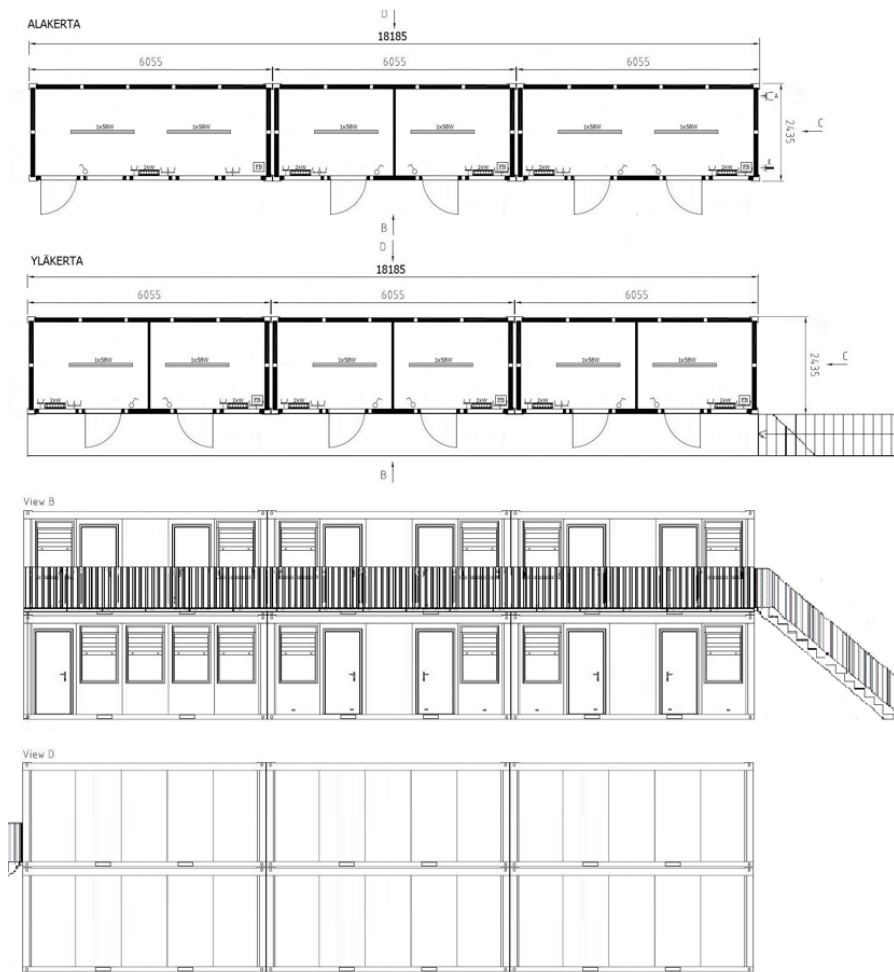


Kuva 6. Kuormalavahyllyt kasattuna, ja täytettynä.

Hyllyt suunniteltiin kestämään 2.5 tuhatta kiloa painoa per hyllyväli, ja yhdellä hyllyväliä olisi tilaa kolmelle erinäiselle EUR-lavalle tavaraa. Tämä oli enemmän kuin tarpeeksi, mutta oli järkevämpi ylimitoitaa hyllyt mieluummin kuin alimitoitaa. Tavara, jota hyllyille nostetaan, olisi yleensä vaihtelevaa painon mukaan, mikä täytyi ottaa laskelmissa mukaan.

## 5 TOIMISTO-, SEKÄ SOSIAALITILOJEN SUUNNITTELU

Toimistotilat tilattiin toimistomodulleina, eli merikontteina, jotka oli muunnettu säännestäviksi sosiaaliloiksi. Yhteensä hankittiin kuusi moduulia, joista yhtä olisi tarkoitus käyttää neuvottelutilana. Neljässä muussa moduulissa olisi väliseinä, kaksi ovea sekä kaksi ikkunaa. Nämä viisi olisivat käytössä toimistohenkilökunnan toimistoina, yksi henkilö moduulin molemmin puolin. Poikkeuksena jäljelle jäävä moduuli jätettiin ilman väliseinää, jotta sinne mahtuisi kolme henkilöä työskentelemään. Kuvassa 7. on esitettyä toimistomodulien suunniteltu järjestys. Moduulit kasataan kahteen kerrokseen, joten kerroksien välille tilattiin portaat sekä kävelytaso. Portaat ja taso tilattiin mittatilaustyönä erilliseltä metallityöryitykseltä, sillä moduulivalmistajalla ei tällaisia ollut.



Kuva 7. Toimistomoduurien suunniteltu järjestys.

Porrastason toiseen päähän täytyi myös työturvallisuussyistä tehdä hätätikkaat, jota kautta hätätilanteessa evakuointi onnistuisi. Myös porrasspäässä toimistomoduurien vierisellä ulkoseinällä sijaitsi yksi hätäuloskäynti, jota kautta tilojen evakuointi onnistuisi myös nopeasti.

### 5.1.1 Moduuleihin tehdyt muutokset

Moduuleihin asennettiin uudet kirkkaammat valaisimet näkyvyyden parantamiseksi sekä myös ilmalämpöpumput, moduuleissa työskentelyä helpottamaan. Lisäksi moduuleihin asennettiin pistorasiakourua, jotta moduurien sisälle saataisiin lisättyä enemmän pistorasioita, mukaan lukien esimerkiksi telepistorasiat internetyhteyttä varten. Moduurien sisäisiin sähkökeskuksiin lisättiin kaksi lähtöä lisää näiden muutoksien takia. Myös

erilliset teleyhteyskeskukset asennettiin, josta telejakorasian kautta saatiin tuotua teleyhteydet moduulin sisälle. Näitä varten ei tarvinnut porata moduulin seiniin ylimääräisiä reikiä, sillä ne asennettiin moduulin ilmanvaihtokanavan viereen, jonka kautta johdot pystyttiin tuomaan.

Moduulien sähköistys oli tehty todella helpoksi, jokaisessa kontissa oli 3-vaihepistorasian tulo sekä lähtö ulkopuolella, jonka avulla ne pystyttiin kytkemään sarjassa kiinni toisiinsa. Lähimmältä jakokeskukselta tuotiin 3-vaihepistorasian kautta sähkö lähimpään konttiin, josta taas vedettiin sähkö seuraavaan. Jokaiselle moduulille suoritettiin muutoksien jälkeen tarvittavat käyttöönotto-testaukset asennustesterillä (**Kuva 8.**), jotta niissä olisi turvallista työskennellä.



Kuva 8. Asennustesteri käyttöönottomittauksia varten.

Käyttöönotto tarkastusten tarkoituksena on silmämääräisesti, sekä testaamalla mittarilla todeta käyttöönotettava tila sähköturvalliseksi. Näistä testauksista laaditaan tarkastuspöytäkirjat, joissa sähköalan ammattihenkilö kertoo mittauksen tuloksista ja luovuttaa dokumentin tilan haltijalle. Näihin mittauksiin lukeutuu esimerkiksi:

- suojajohtimien jatkuvuuden mittaaminen.

- silmämääräinen tarkastus.
- eristysresistanssin mittaaminen.
- kiertosuunnan mittaaminen.
- jännitteenalenema.

## 5.2 IT-tarpeiden suunnittelu toimistoihin sekä varastolle

Tilojen vaatimat tietotekniset laitteet saatiin mahdutettua yhteen pieneen serverikaappiin, johon sijoitettiin pieni etäserveri, tietokone sekä tarvittava jäähdytyslaitteisto. Jotta tiloissa pystyttäisiin työskentelemään, täytyi myös hankkia internetyhteys tiloihin asennettavalle serverikaapille. Tämä hoidettiin tuomalla valokuitukaapelia tehdasrakennuksen omasta serverihuoneesta katossa kulkevia kaapelireittejä pitkin, jonka jälkeen kaapeli hitsattiin molemmissa päissä liittimiin kiinni ja saatiin toimintaan.

Muualle tiloihin internet-yhteys vietiin CAT6-kaapelin avulla. CAT6-kaapelin kanssa jouduttiin kuitenkin ottamaan huomioon maksimipituus per veto, joka oli noin 55 metriä. Täten kaapelia ei voitu viedä hallin katossa olevien kaapelireittien kautta, vaan nämä vedot tehtiin viemällä CAT6-kaapeli työpaikkakeskuksien vaatiman MCMK-sähkökaapelin mukana hallin lattian alapuolella kulkevia kaapelitunneleiden kautta. Näin vedot saatiin pysymään lyhyempinä, ja kaapeli pystyttiin viemään tarvittaville paikoilleen, kuten esimerkiksi KARDEX-varastoautomaatille, sekä tarvittaville työleimauspisteille.

## 5.3 Ruokailutilojen suunnittelu

Ruokailutilat työntekijöille ajateltiin ensin toteuttaa rakentamalla puusta/metallista taso, jonka alle pystyttäisiin myös rakentamaan pukuhuoneet ja asettaa WC-moduuli näiden viereen. Tasolla olisi pöytätilaa n. 40 henkilölle, kaappitilaa, kaksi jääkaappia, kaksi astianpesukonetta sekä tiskitasoa. Tämä ratkaisu olisi säästänyt hyvän määrän tärkeää lattiapinta-alaa tilojen sisällä, mutta tämä kuitenkin todettiin liian kalliiksi materiaalihintojen rajun nousun takia, joten täytyi keksiä uusi ratkaisu. Kuvan 9. mukaan suunniteltu ruokalatasen alapuolelle oltaisiin myös sijoitettu pukuhuoneet sekä vesipisteet työntekijöille.





Kuva 10. Ruokailutiloiksi saneerattava kokousmoduuli laahauksen aikana.

## 6 TILOJEN SÄHKÖTARPEET

Tilojen layout-suunnittelun jälkeen aloitettiin kartoittamaan sähkötekniisiä tarpeita, kuten esimerkiksi työpaikkakeskukset. Escarmat pystyisi itse tuottamaan kaikki tarvittavat sähkökeskuksiin liittyvän, joten työpaikkakeskusten suunnittelu aloitettiin. Ensin piti käydä läpi kaikki mitä näihin keskuksiin voitaisiin liittää, sekä millaisia syöttöjä keskuksista täytyy saada. Yhteensä kahdeksan samankaltaista keskusta sijoitettiin ympäri tuotantotiloja pääosin tuotantolinjojen sekä varaston luokse. Varastolle vedettävien MCMK-kaapeleiden mukana myös vietiin CAT6-kaapeli tarvittaville työpisteille, kuten varastoautomaatille, inventaariotietokoneelle sekä työaikaleimauksen tietokoneelle.

### 6.1.1 Sähkökeskusten standardit

Sähkökeskuksia koskevat lainsäädännöt otettiin huomioon keskuksia suunnitellessa, sekä rakentaessa, jotta nämä täyttäisivät EU-direktiivin, ja Suomen oman lainsäädännön antamat säädökset. Sähkökeskuksia koskevat perusvaatimukset tulevat EU-tason direktiiveistä, jotka jäsenmaat soveltavat omaan lainsäädäntöönsä.

Näissä direktiiveissä esitetyt yleiset turvallisuusvaatimukset täyttyvät noudattamalla EU-alueella yhtenäistyjä, CENELECin vahvistamia standardeja, jotka perustuvat kansainvälisiin IEC standardeihin.<sup>7</sup>

Suunniteltuja keskuksia koskettavat standardit tulevat SFS-EN-61439-sarjan standardeista. Nämä standardit ovat seuraavat:

- SFS-EN-61439-1 (2013)
  - Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset
- SFS-EN-61439-2 (2013)
  - Pienjännitekeskukset. Osa 2: Ammattikäyttöön tarkoitetut keskukset
- SFS-EN-61439-3 (2013)

---

<sup>7</sup> SFS-käsikirja 640. Sähkökeskukset. SFS Ry. Helsinki. 2016. ISBN 978-952-242-345-0.

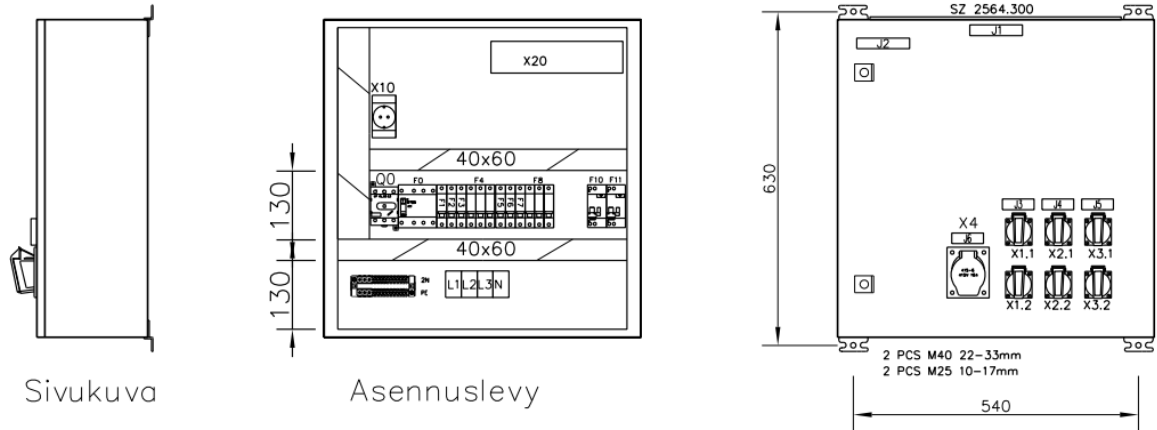
- Pienjännitekeskukset. Osa 3: Maallikoiden käyttöön tarkoitetut keskukset (jakokeskukset)
- SFS-EN-61439-4 (2013)
  - Pienjännitekeskukset. Osa 4: Työmaakeskusten erityisvaatimukset
- SFS-EN-61439-5 (2013)
  - Jakokeskukset. Osa 5: Työmaakeskusten erityisvaatimukset.<sup>8</sup>

### 6.1.2 Sähkökeskusten rakenne

Tilat vaativat kahdeksan työpaikkakeskusta, joista pystyttäisiin sitten ottamaan tarvittava sähkö käytettävää laitteistoa varten. Nämä sijoitettaisiin eri puolille tiloja, kuusi niistä tuotantolinjojen läheisyyteen, ja kaksi varaston sekä pakattavan tavaran läheisyyteen. Keskuksille sähkö tuotaisiin aina lähimmästä jakokeskuksesta tilojen sisällä. Lisäksi jokaiseen rakennetolppaan, jota hallitilassa löytyy, lisätään vähintään yksi pistorasia työpaikkakeskukselta. Näin pystyttäisiin takaamaan, että pistorasiat ovat jokaisen työntekijän lähettyvillä sekä käytettävissä. Kuvassa 11. löytyvät keskuksen perustiedot, kuten mitat, suojausluokka ja kuinka pistorasiat sijoittuvat kannen päällä. Keskuksen ulkopuolella olisi kuusi 230V pistorasiaa, sekä yksi 400V 3-vaihepistorasia. Pistorasioille varattaisiin neljä lähtöä, ja jätettäisiin neljä varalle mahdollista laajennustarvetta varten. Näiden vierellä vikavirtasuoja, sekä vikavirtasuojan testauspainike. Vikavirtasuoja suojaa ihmistä mahdolliselta sähköiskulta. Tämä täytyy asentaa jokaiseen sähkökeskukseen työturvallisuuden, sekä yleisen turvallisuuden vuoksi.

---

<sup>8</sup> SFS-käsikirja 640. Sähkökeskukset. SFS Ry. Helsinki. 2016. ISBN 978-952-242-345-0.



Sivukuva

Asennuslevy

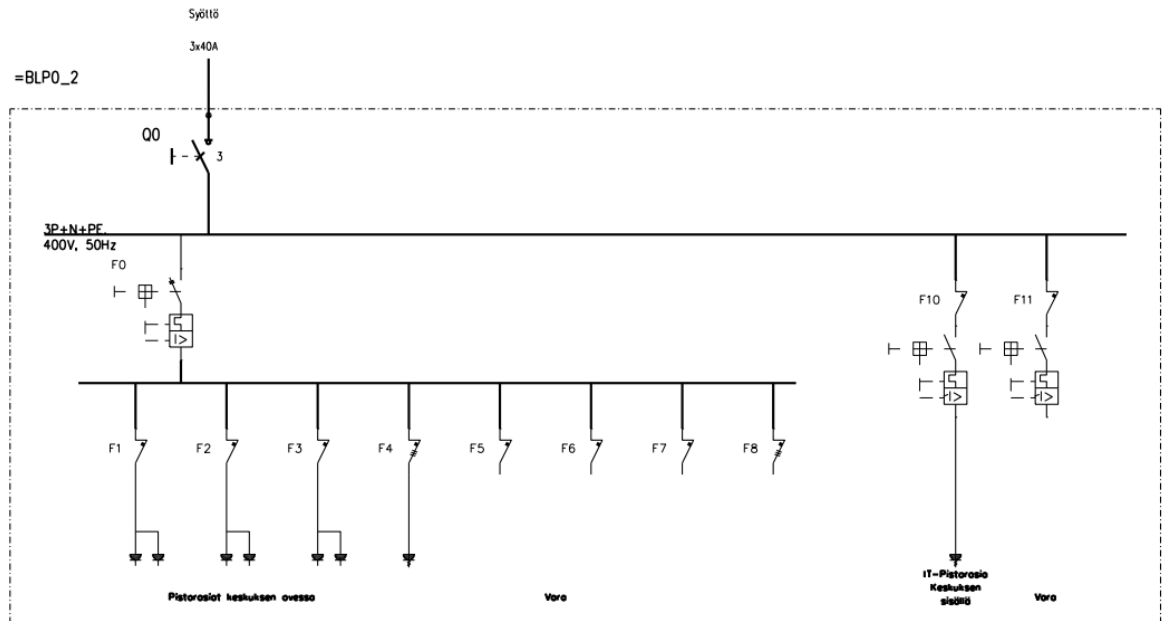
J1	RK_
J2	Pääkytkin oven takana
J3	16A F1
J4	16A F2
J5	16A F3
J6	3x16A F4

## Mittatiedot

Leveys	=600mm
Korkeus	=600mm
Syvyys	=210mm
Suojausluokka	=IP44

Kuva 11. Suunniteltu työpaikkakeskus.

Sähkökeskuksen kannen alapuolella sijaitseisi yksi IT-pistorasia, sekä varalähtö toiselle. IT-pistorasiat lisättäisiin keskuksien sisään, jotta nämä voisivat myös toimia mahdollisina tukiasemina teleyhteyksille tarvittaessa. Pistorasiat olisivat yksiosaisia suojakoskettimilla. Kuvassa 12. on havainnekuva, millaiselta sähkökeskuksen sisältö näyttä suunniteluhetkellä.



Kuva 12. Suunniteltavan sähkökeskuksen toimintaperiaate.

Keskuksessa on käytössä yhteensä viisi lähtöä kymmenestä, joita syötetään 3x40A. Lähtö F10 on varattu telepistorasialle, kun taas lähdöt F1-F4 ovat käytössä keskuksen kannessa sijaitseville pistorasioille. Näihin on lisätty myös normaalit magneettiset laukaisuvarokkeet. Lähdöt F5-F7 ovat 230V, ja lähtö F8 on 400V 3-vaihepistoria. Näin keskuksiin voidaan mahdollisesti lisätä myöhemmin tarpeen vaatiessa samankaltaiset pistorasiat kuin niihin asennettaisiin alun perin.

## 7 TYÖN JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOKSET

Opinnäytetyön aihe oli erittäin mielenkiintoinen, sillä sain mahdollisuuden kasvattaa omaa tietämystäni ja sain laajan ensinäkemäni projektityöskentelyyn työelämässä. Tiesin työn olevan alusta asti erittäin vaativa, sillä yrityksellä ei tietenkään ollut varaa antaa näin suuren projektin epäonnistua. Vaadittava tieto projektityöskentelystä oli suuri, mutta opin työn aikana koko ajan paljon esimerkiksi työnjohtajuudesta, ja pystyin aina soveltamaan oppimiani asioita jokaisessa suunnitteluprosessin osassa. Lisäksi ympärilläni oli monia vanhempia sekä kokeneempia työntekijöitä, jotka antoivat minulle runsaasti kritiikkiä, kehuja sekä neuvoja, jotka auttoivat minua etenemään työni kanssa.

### 7.1 Haasteet

Covid-19 pandemian aiheuttamat materiaalisatavuusongelmat sekä materiaalihintojen nousu vaikutti projektissa moneen osa-alueeseen. Myöskin projektin aikana oli epävarmuutta työskentelyn turvallisuudesta liittyen covid-19 taudin aiheuttamaan tilanteeseen.

Toinen epäkohta, joka ilmeni työn aikana, oli oman kiireen sekä huolimattomuuden syytä. Tiloista löytyy ylimääräinen hätäpoistumistie suunnitellun kolmen lisäksi, sillä työtä tehdessä unohtui eräänä kertana lähettää alihankkijalle päivitetty pohja, jossa hätäpoistumisteitä oli siirretty. Tämä kuitenkin osoittautui myös hyväksi ratkaisuksi, koska aikaisemmin toimistohenkilökunnan olisi täytynyt käyttää porrastason päässä olevia hätätikkaita päästäkseen nopeasti evakuoimaan hätätilanteessa. Ylimääräinen hätäpoistumistie sijoittuu porrastason vastakkaiseen päähän, jonka kautta toimistohenkilökunta pystyy nopeasti evakuoimaan tilat.

Opinnäytetyöprosessin kanssa löytyi moitittavaa oman aikataulutuksen kohdalta, sillä alkuperäinen ajatus kirjoittaa tehdystä työstä työn itse työn tekemisen ohella aiheutti ongelmia. Lopulta tasapaino löytyi myöhemmin työsuhteen päätyttyä muiden koulutehtävien keskeltä. Työn kirjoittamista helpotti kuitenkin laaja dokumentaatio, jota työn tekemisen aikana tehtiin.

## 7.2 Tulokset

Opinnäytetyötä käsittelevän kohdeyrityksen tavoitteet pystyttiin toteuttamaan. Tilojen layoutista saatiin selkeä sekä toimiva. Hukkatilaa jäi vähän ja kaikki tarvittava saatiin järjesteltyä tiloihin tehokkaasti. Tuloksena tavoiteltiin kuitenkin toimivia sekä tehokkaita tuotantotiloja keskusvalmistusta varten.

Varastotilat ovat toimivat, vaikkakin mallin alkuperäisen suunnitelman alaosa siirrettiin yksi hyllypääty lähelle lähtevän tavarankäytön pakkauspaikalle. Tähän hyllykköön varastoi-  
tiin tarvittavaa pakkausmateriaalia tavaralle, joka viedään kuriiriyritykselle kuljetettavaksi.

Uusien ruokailutilojen kanssa tahdottiin kuitenkin ensimmäisessä suunnitelmassa mukana ollut kävelytaso saniteettikontin päälle, joka rakennettiin ruokailutilan viereen. Tämä antoi tiloille yhden ruokailukerroksen lisää, jotta kaikki työntekijät pääsisivät mahdollisesti syömään/sosialisoimaan taukojensa aikana.

## LÄHTEET

Escarmat yrityksenä <https://www.escarmat.com/yritys/> Viitattu 11.4.2022

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

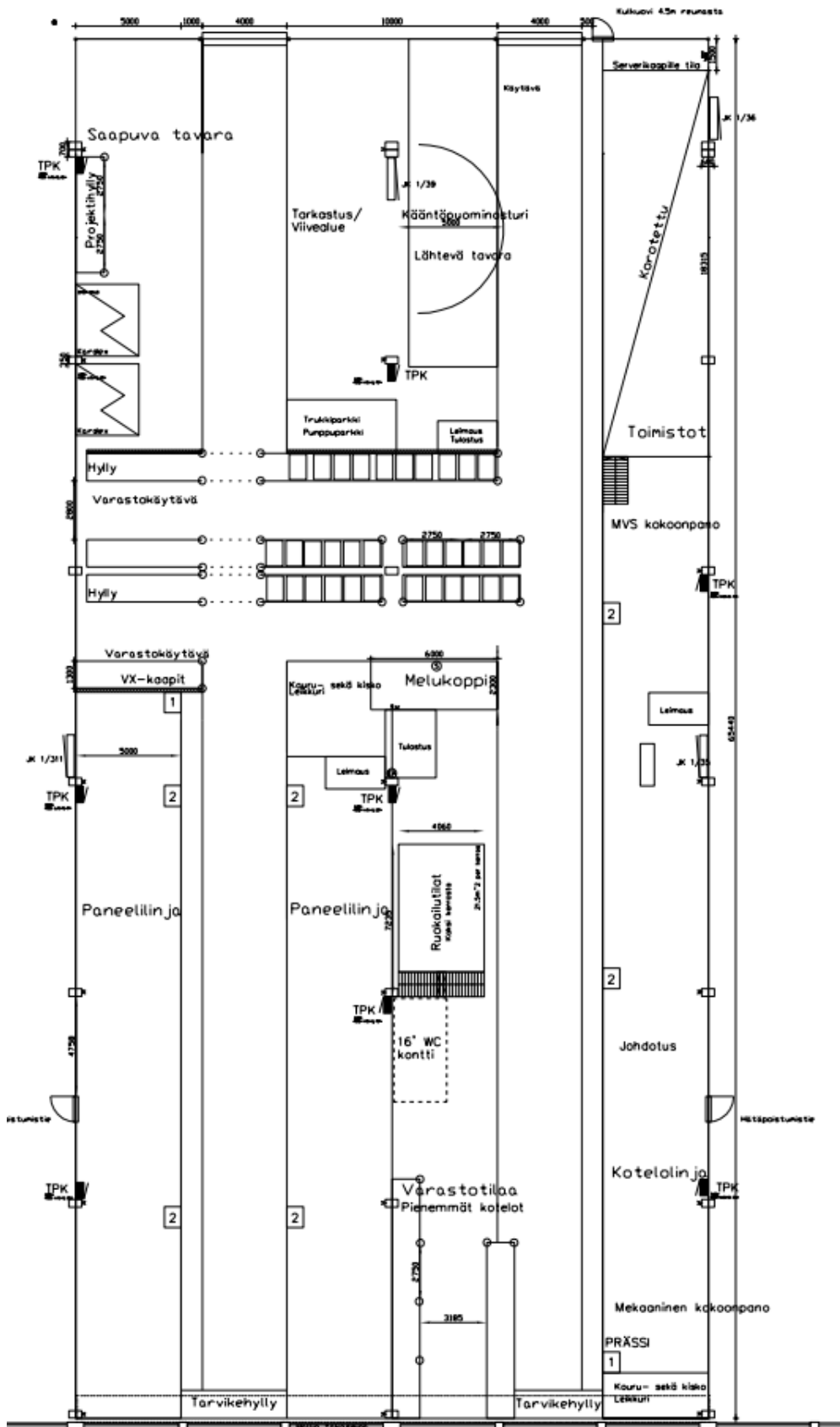
Lapinleimu, I. 2000. Ideaalitehdas: Tehtaan suunnittelun teorian kiteytys. 2. painos. Tampere: TTKK-Paino.

Porasmaa, Minna (2020). Logistiikka - mitä se oikein on? Osto&Logistiikka 1.

Laakko, T., Björkstrand, R., Borgman, J., Kaikonen, H., Konkola, M., Simolin, T., Sukuvaara, A., & Tuomi, J. (1998). Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu. Porvoo. WSOY.

SFS-käsikirja 640. Sähkökeskukset. SFS Ry. Helsinki. 2016. ISBN 978-952-242-345-0.

Lean-ajattelu <https://fi.wikipedia.org/wiki/Lean> Viitattu 7.5.2022



Liite 1.