

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JONATAN VIITANEN

Tuotannon logistinen optimointi

Kuumapuristinhallin kuparikannutuotanto

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Viitanen, Jonatan: Tuotannon logistinen optimointi, Kuumapuristinhallin kuparikannutuotanto
Opinnäytetyö, AMK
Konetekniikka
Toukokuu 2025
Sivumäärä: 37

Kyseessä on toiminnallinen opinnäytetyö. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Luvata Pori Oy. Työn tavoitteena on selvittää kohteen nykytilanne ja tehdä suunnitelma, jonka avulla parannetaan kuumapuristinhallin tuotannon läpimenoaikoja, parannetaan työturvallisuutta ja etsitään mahdollisuuksia operaattorien määrän vähentämiseen hyödyntämällä koneen automaatiikkaa. Tavoitteiden täyttyminen johtaisi myös taloudellisesti kannattavaan suunnitelmaan, joka sisältyi toimeksiantajan toiveisiin.

Työn alkupuolella esitellään työn toimeksiantaja Luvata Pori Oy. Teoriaosudessa käsitellään työturvallisuutta ja tuotannon optimointia, sillä suunnitelman taustalla otetaan jatkuvasti työturvallisuusasiat huomioon. Optimoinnin kannalta suunnitelmassa tullaan perehtymään taloudellisuuteen, henkilöstön tyytyväisyyteen, henkilöstöresurssien uudelleenjärjestelyihin ja tuotannon läpimenoaikojen tehokkuuteen.

Toteutusvaiheessa esitellään lähtötilanne, kuinka sitä on kartoitettu Luvatan kuumapuristinhallin operaattoreiden, aluevastaavan, huoltohenkilön ja osaston tuotantopäällikön kanssa, sekä mitä toiveita heille nousi. Yhteinen päämäärä keskustelujen pohjalta oli selvä: saada käytännöllisempi ja turvallisempi linjasto. Suunnitelman kartoittamiseksi kerättiin dataa keskustelujen lisäksi kuvaamalla, mittaamalla ja piirustusten luomisella. Opinnäytetyössä esitellään muutostyön vaiheita kuvien avulla sekä esitellään muutostyön toteutusjärjestys.

Suurin osa asetetuista tavoitteista saavutettiin. Läpimenoaikoja ei kuitenkaan pystytty suunnitelman avulla parantamaan, sillä läpimenoaikoihin vaikuttaa prosessin aikaisemmat vaiheet ja tästä syystä suunnitelman muutoksella ei ole vaikutusta kokonaisläpimenoaikaan. Turvallisuuden parantamisen puolesta suunnitelma onnistui mm. poistamalla siltanostimen käytön alueella ja käyttämällä valoverhoja. Henkilöstöresurssien optimointi tavoitteena onnistui suunnitelman myötä. Suunnitelman avulla pystyttiin osoittamaan operaattorien väheneminen kahdesta yhteen kannulastauspaikalla. Samalla myös operaattoreiden työhyvinvoinnin paraneminen suunnitelman avulla pystyttiin osoittamaan. Suunnitelmassa on hyödynnetty jo olemassa olevia resursseja, ja toteutettu mahdolliset muutostyöt mahdollisimman yksinkertaisesti ja taloudellisesti.

Avainsanat: kupariteollisuus, optimointi, muutostyö, turvallisuustekijät

ABSTRACT

Viitanen, Jonatan: Optimization of logistics operation of production, Copper production in extrusion hall

Bachelor's thesis

Mechanical engineering

May 2025

Number of pages: 37

This is a functional thesis. The thesis is conducted for a client called Luvata Pori Oy. The goal is to figure out the status of the process on site and plan which upgrades production lead-time, safety and to find solutions to reduce number of operators in extrusion hall utilizing automation. If the goals were to be reached it would make the plan economically rewarding, which was one of the wishes of the client.

At the start of the thesis work Luvata Pori Oy is presented. In the theory portion industrial safety and production optimization are dealt with. Industrial safety is taken into consideration through out the plan. Regarding production optimization, economics, well-being at work, redirecting human resources and production lead-times are discussed.

In the execution phase of the thesis the baseline is presented, how the baseline is monitored with Luvatas extrusion halls operators, regional manager, repairman and production manager regarding what are their wishes. Common goal was set after conversations with Luvatas employees, to create more practical and safer production line. Data was gathered by having conversations, picturing, measuring, and creating drawings for the plan. The thesis presents different stages of the alteration work by pictures and the implementation sequence for the alternation work is presented.

Almost every goal is reached. With this plan it was not possible to reduce lead-times because prior process steps determined the overall process pace. Regarding industrial safety the goals were reached. For example, removing the usage of bridge crane on the loading area and with addition of photo-electric fence. Optimizing human resources succeeded with the plan. The plan enables reduction of operators from two to one. The well-being at work was improved by the plan. Already existing resources were utilized in the plan. The alternation work was done as simple and economical as possible.

Keywords: copper industry, optimization, alternation work, safety factor

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 LUVATA	6
2.1 Luvata konserni	6
2.2 Luvata Pori Oy	7
3 TEORIA	8
3.1 Työturvallisuus	8
3.2 Tuotannon optimointi	10
4 TOTEUTUS.....	11
4.1 Lähtötilanne	11
4.2 Lähtötilanteen tutkiminen.....	12
4.3 Huomioitavaa	13
4.4 Turvallisuus	14
4.5 Muutokset.....	15
4.6 Kannuhetekka	16
4.6.1 Lähtötilanne	16
4.6.2 Haasteet muutoksen tekemisessä	18
4.6.3 Kannuhetekan lopullinen muutostyö	19
4.7 Kannuhetekan paikoitus	23
4.7.1 Huomioitavaa.....	23
4.7.2 Ratkaisut.....	24
4.8 Turva-aitojen muutos.....	29
4.9 Ohjelmointi	31
4.10 Taloudellisuus	32
4.11 Toteutusjärjestys	32
5 POHDINTA	33
5.1 Tavoitteiden saavuttaminen.....	33
5.2 Eettisyys ja luotettavuus	35
LÄHTEET.....	36

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Kannu = Kuparista valmistettu aihio. Sen avulla voidaan valmistaa esimerkiksi suprajohteita, kunhan tarvittavat jatkoprosessit on tehty onnistuneesti.

Operaattori = Kuumapuristinhallin työntekijä. Automaatiolinjaston ammattilainen.

Kannuhetekka = Kannua varten kuljettamiseen käytetty apuväline. Kannuja kuljetetaan tämän avulla kuusi kappaletta kerrallaan.

Tuotannon optimointi = Tuotannon optimoinnilla pyritään luomaan tuotannosta entistä tehokkaampi. Tehokkuutta voidaan mitata esimerkiksi kustannusten ja ajan säästöillä sekä sillä kuinka aikaa käytetään hyödyksi.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Luvata Pori Oy. Työn tavoitteena on selvittää yrityksen nykytilanne ja tehdä suunnitelma, jonka avulla parannetaan kuumapuristinhallin tuotannon läpimenoaikoja, parannetaan työturvallisuutta ja etsitään mahdollisuuksia operaattorien määrän vähentämiseen hyödyntämällä koneen automatiikkaa. Tavoitteena on myös hyödyntää jo olemassa olevia resursseja mahdollisimman paljon. Opinnäytetyön tavoite hyödyttää toimeksiantajaa säästöillä sekä turvallisuuden huomioimisella.

Kyseessä on toiminnallinen opinnäytetyö (Samk, N.d.). Tutkimusmenetelmänä käytetään kvantitatiivista, eli määrällistä tutkimusta, sekä kvalitatiivista, eli laadullista tutkimusta (Abbadia, 2023). Opinnäytetyötä varten käytiin keskusteluja Luvatan henkilökunnan kanssa, kuinka suunnitelman tekemistä lähdetään toteuttamaan ja mitä asioita tarvitsee ottaa huomioon. Keskusteluihin valikoitui henkilöt, joihin suunnitelma vaikuttaa, kuten alueen tuotantopäällikkö, aluevas- taava ja kuumapuristinhallin operaattorit. Opinnäytetyössä käytetty data on kerätty keskusteluista, kuvia ottamalla ja mittaamalla esineitä tai aluetta.

2 LUVATA

2.1 Luvata konserni

Luvata on Mitsubishi Materials Corporationin ryhmäyrittäjä. Luvata jakautuu viiteen toimiryhmään: Superconductors, Formed Products, Electrical Power Asia, Special Products Appleton sekä Special Products Pori. Toimipaikkoja Luvatalla on Appletonissa, Branfordissa, Delawaressa, Pasir Gudangissa, Porissa, Sau Paulossa, Suzhoussa, Waterburyssa, Welshpoolissa, Welwyn

Garden Cityssa ja Zhongashanissa. Luvatan päätoimipaikka sijaitsee Porissa. Luvata valmistaa kuparituotteita monille eri teollisuuden aloille. Luvatan lupauksena on ratkaisuja asiakkaille. (Luvata, N.d.-a.)

2.2 Luvata Pori Oy

Luvata Pori Oy on yksi Porin isoimpia työntekijä ja työllistää noin 350 henkilöä. Luvata Pori Oy:n tuotannosta yli 90 prosenttia menee vientiin. Heidän tuotantonsa alkoi jo vuonna 1939. (Luvata, N.d.-b.) Luvata Pori Oy:n tilikauden 2024 liikevaihto oli 261,3 miljoonaa euroa (Finder, N.d.).

Luvata Pori Oy on erikoistunut kuparin valmistaja. Heidän vahvuutensa on innovatiivinen henki ja halukkuus ratkaista pulmat siten, että asiakas saa mahdollisimman hyvän tuotteen. Heiltä löytyy paljon osaamista ja monipuolista tietämystä metalleista, seoksista, pinnoitteista, tuotannon kulusta ja tuotannon suunnittelusta. (Luvata, N.d.-b.)

Tuotannossa Luvata Pori Oy:lla on mahdollisuus vaikuttaa tuotteen koko elinkaareen. Heidän tuotantonsa on pääosin itselähtöistä ja he pystyvät tämän takia valmistamaan korkealaatuisimpia tuotteita, mitä markkinoilla on saatavilla. He pystyvät tarkkailemaan ja parantamaan tuotteidensa laatua koko tuotannon elinkaaren ajalta. Tuotteita, joita he valmistavat, ovat esimerkiksi ontot johtimet, suprajohdinlanka ja suprajohdinkaapelit, ultrapuhmaat kuparituotteet, metallurgiset komponentit, kupariputket, -anodit, -nauhat, -tangot, profiilit ja erikoisuudet. He siis kykenevät toimittamaan lähes kaikkea, mitä kuparista voi valmistaa. (Luvata, N.d.-b.)

3 TEORIA

3.1 Työturvallisuus

Työturvallisuuslaki on kaiken toiminnan taustalla. Työnantajaa koskee huolehtimisvelvoite, jolla varmistetaan työntekijöiden turvallisuus ja terveys työssä. Työympäristöön liittyvien seikkojen lisäksi työnantajan tulee siis huomioida työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät asiat. Työntekijän työturvallisuutta voidaan näin ollen parantaa joko yksilöllisillä toimenpiteillä tai yleisellä tasolla jokaista työntekijää tai työympäristöä koskevaksi. Vaaratekijöitä ja työtapaturmia voi ilmetä organisatorisista, teknisistä sekä inhimillisistä syistä esimerkiksi itse työstä, työajasta, puutteellisesta suojauksesta, työympäristöstä, työolosuhteista, tiedon puutteesta tai totutusta virheellisestä tai puutteellisesta työtavasta. Tiedossa tulee olla niiden vaikutus turvallisuudelle ja terveydelle. Vaarojen huomioimisessa tulee ottaa huomioon muun muassa sattuneet tapaturmat, ammattitaudit, työntekijän ominaisuudet kuten ikä, sukupuoli, yksilölliset ominaisuudet ja taito harjoittaa ammattia sekä kuormitustekijät töissä liittyen työyhteisöön, työn järjestelyyn, fyysisyyteen ja sisältöön. Vakavista työtapaturmista tulee ilmoittaa poliisille sekä aluehallintaviraston työsuojelun vastualueelle. Vakavaksi työtapaturmaksi katsotaan työntekijän menehtymiseen tai pysyvään tai vaikealaatuiseen vammautumiseen johtavat tilanteet. (Työturvallisuuskeskus, N.d.; Työturvallisuuslaki 783/2002, 2 luku 8 §, 10 §.)

Työympäristössä voi olla erityisen vaaran alueita. Näillä alueilla työskentelevät työntekijät on tarkoin arvioitu, jotta heillä on tarvittava osaaminen ja henkilökohtaiset ominaisuudet, tai heidän tulee olla tällaisen työntekijän välittömässä valvonnassa. Jo työympäristöä ja siellä toimivia laitteita ja koneita suunniteltaessa tulee huolehtia niiden turvallisuusvaikutukset. Jos laitteeseen tai koneeseen on asennettu turvallisuutta parantava laite, sitä ei saa poistaa käytöstä, jollei siihen ole erityisen painavaa syytä ja silloinkin se tulee palauttaa käyttöön mahdollisimman pian. Koneita ja laitteita kohtaan on tarkat säännökset. Vain kyseessä olevaan työhön tarkoitettuja laitteita ja koneita saa olla käytössä, kaiken tulee olla säännösten ja tarkoitusten mukaista, sekä ne tulee

huoltaa asianmukaisesti. (Työturvallisuuslaki 783/2002, 2 luku 11 §, 12 §, 4 luku 22 §, 5 luku 41 §.)

Työtapaturomatlastojen mukaan työtapaturomia aiheutui 115 000 kappaletta vuonna 2024. Näistä 24 000 tapahtui työmatkalla ja suurin osa eli 91 000 aiheutui työpaikalla. Vastaavat luvut vertailun vuoksi vuonna 2022 olivat seuraavat: työtapaturomia 114 600, joista työmatkalla tapahtui 22 600 ja työpaikalla 92 000. Vuonna 2022 monilla aloilla työtapaturomat vähenivät. Kuolemaan johtavia työtapaturomia aiheutui 2022 vuonna 24 kappaletta, näistä yhdeksän kuljetuksessa ja varastoinnissa, ja viisi rakennusalalla. Työpaikkapaturomien määrä teollisuudessa on ollut ennätysalhainen vuonna 2022. Tällöin palkansaajille aiheutui 13 355 työtapaturomaa. Vuonna 2021 luku oli ollut 2,4 % suurempi. Työpaikkapaturomien taajuutta tarkasteltaessa teollisuuden päätoimialalla vuonna 2022 oli 26,2 jokaista miljoonaa tehtyä työtuntia kohden. Vastaava luku vuonna 2021 oli ollut 27,7. Selittävinä tekijöinä teollisuuden työtapaturomien vähenemiselle on pidetty suhdannevaihteluiden aiheuttamia muutoksia tuotannon ja työn tuottavuudelle, teollisuuden yleistä rakennemuutosta, sekä työturvallisuuteen suuresti panostamista. Työtapaturomista teollisuudessa tapahtuu yleisimmin käsitäturomia. 27 % vammoista oli sormivammoja, toinen suuri osa aiheutui muulle yläraajan alueelle, joita oli 20 %. Työtapaturomaa edelsi useimmiten jonkin esineen käsittely (28 %), ihmisen liikkuminen (22 %) ja työskentely käsikäyttöisten työkalujen kanssa (17 %). Teollisuuden päätoimialaan kuuluu kuitenkin monia eri toimialoja, joten se tekee tuloksien analysoinnista tietyille toimialalle haastavaa. (Tapaturomavakuutuskeskus, 2021; Tapaturomavakuutuskeskus, 2022; Tapaturomavakuutuskeskus, 2024.)

Työturvallisuuslaki on tämän opinnäytetyön suunnitelman taustalla. Suunnitelman alussa pohdittiin yhdessä työn tilaajan kanssa nykyiset vaaran paikat sekä huomioitiin jo olemassa olevat turvallisuustekijät. Vaaran paikkoja kyseisen toiminnan kannalta ovat mm. kuparikannujen suuri paino, niiden lastaaminen lastausalueelle, trukilla ajaminen sekä trukin piikkien ja kyydissä olevan kuorman aiheuttamat vaarat. Opinnäytetyössä kehitetään toimivaa laitteistoa ja aluetta, jolloin sen suunnittelussa tulee hyvin tarkasti huomioida niin laitteen käyttöturvallisuus kuin sen ympäristön aiheuttamat vaarat työntekijöille, sekä

se, miten vaaran paikkoja voitaisiin mahdollisimman hyvin vähentää tai poistaa. Esimerkiksi tämän työn suunnitelmaan sisältyvät valoverhot ovat turvallisuutta parantava laite, jota suunnitelman uudistamisen vaaranpaikassa käytetään, ja siihen tässäkin suunnitelmassa erityistä huomiota kiinnitetään. Suunnitelmassa on otettu käsittelyyn valoverhojen alueen mitat, jotta poistettaisiin tai vähennettäisiin kaikki mahdolliset vaaranpaikat jatkossakin. Jokainen työntekijä, joka suorittaa työtä kannuhetekoiden tai niitä kuljettavan trukin kanssa, tai on niiden välittömässä läheisyydessä, on koulutettu kyseisen tehtävän vaarallimalla tavalla ja esihenkilö huolehtii tämän ajantasaisuudesta. Suunnitelman kannuhetekoiden lastauslaitteita ja tarttujaa huolletaan säännöllisesti. Lisäksi Luvatalalla on käytössä ilmoitusvelvollisuus vaaratilanteista ja työtapaturmista.

3.2 Tuotannon optimointi

Tuotannon optimoinnilla pyritään luomaan tuotannosta entistä tehokkaampi. Tehokkuutta voidaan mitata esimerkiksi kustannusten ja ajan säästöillä, sekä sillä kuinka aikaa käytetään hyödyksi. Henkilöstön tyytyväisyys on myös mittari tehokkuudesta. Aluksi tuotannosta tulee saada jonkinlaista dataa, jonka perusteella voidaan luoda suunnittelua, optimointia ja ennustettavuutta. Heikkoudet ja vahvuudet tulee tunnistaa, koska se auttaa optimoinnin suunnittelussa. Optimointia voidaan toteuttaa millä laajuudella tahansa. Se voi koskea koko tuotantoketjua tai vain yksittäistä tuotetta tai osaa tuotantoketjusta. Optimoinnin vaiheissa ja sen seurannassa voidaan käyttää hyödyksi erilaisia ohjelmistoratkaisuja, kuten integraatioita, pilvipalveluita ja BI-työkaluja. Näiden käyttöönottoon liittyy kuitenkin myös haasteita. Ne vaativat aluksi investointeja ja henkilöstön koulutusta alustojen käyttöön. Haasteita voi tuoda myös uusien alustojen integrointi edellisiin tai jo olemassa oleviin. (Delfoi, 2024; Dyme, N.d.)

Onnistuneen optimoinnin hyötyjä voivat siis olla ajankäytön tehostuminen, kustannusten pieneminen, henkilöstön tyytyväisyyden kasvu sekä hyödyt ympäristöasioiden näkökulmasta, jotka kaikki osaltaan luovat kyseisestä tuotannosta markkinakykyisemmän. Kustannukset voivat laskea usean

muuttujan kautta; säästetään työajassa, käytetään olemassa olevia resursseja tehokkaammin ja minimoidaan hävikki. Tyytyväisemmällä henkilöstöllä saadaan työntekijät sitoutumaan kyseiseen yritykseen, tuottamaan parempaa työnjälkeä ja luomaan ympärilleen viihtyisän työympäristön, joka jälleen takaa aiemmin mainitut hyödyt. Aluksi uusien prosessien tuominen käytäntöön voi kuitenkin hetkellisesti näitä heikentää, koska usein työntekijöiden keskuudessa koetaan vastustusta uusista asioista kohtaan. Ympäristöhyötyihin optimoinnilla voidaan vaikuttaa hävikin vähenemisellä, energian ja veden kuluksella sekä jätteiden ja kuljetusten määrällä. Optimoinnin avulla voidaan ennakoita esimerkiksi tuotannon määrää ja toimitusaikoja, joka lisää tyytyväisyyttä asiakkaissa ja sen myötä myyntiä. (Delfoi, 2024; Dyme, N.d.)

Suunnitelman avulla kohennetaan Luvatan kuumapuristinhallin henkilöstön työssä viihtyvyyttä. Alkukeskusteluissa esille tuli operaattoreiden tyytymättömyys kannujen manuaaliseen nosteluun. Suunnitelman toteuduttua tätä ei tarvitsisi tehdä, ja oletettavasti näin työssä viihtyvyys kasvaisi.

4 TOTEUTUS

4.1 Lähtötilanne

Kuparikannu on yksi suprajohteen valmistusvaihe. Suprajohteen valmistaminen on monivaiheinen ja tarkka prosessi. Kuparikannun puristaminen on suprajohteen valmistamisessa yksi alkupään vaiheita. Suunnitelman tarkoitus on kehittää suprajohteen tuotantoprosessia kuparikannun logistisen optimoinnin myötä.

Lähtötilanne opinnäytetyön aloittamisen kohdalla on seuraavanlainen. Kuparikannun puristamisen jälkeen kannu kulkee rullarataa pitkin tarttujan poimittavaksi. Tarttuja ottaa kannun pihteihin ja kuljettaa sen jäähdytysaltaaseen viilentymään. Kun kannu on ollut jäähdytysaltaassa sille määritetyn ajan, käy

tarttuja sen poimimassa. Tässä kohtaa kannu kuljetetaan toiselle rullaradalle. Toisella rullaradalla kannu kulkee kippauspisteelle, jossa se kipataan noutopöydälle. Tämä kaikki tapahtuu automaation avulla, minkä jälkeen operaattori tulee hakemaan noutopöydältä kannun siltanostimen avulla. Siltanostimen avulla operaattori kuljettaa kannun sille suunnitellulle kannuhetekalle. Yhdelle kannuhetekalle lastataan kuusi tai seitsemän kuparikannua, jonka jälkeen operaattori vie kannuhetekan traktorin lavalle odottamaan kuljetusta jatkotoimenpiteitä varten.

4.2 Lähtötilanteen tutkiminen

Lähtötilanteen kartoittamisessa käytiin keskusteluja Luvatan kuumapuristin-hallin operaattoreiden, aluevastaavan, huoltohenkilön ja osaston tuotantopäällikön kanssa. Keskusteluista rakennettiin kuva siitä, minkälaisia toiveita suunnitelmalle on, ja minkälaisia muutoksia tarvitsee tehdä. Näiden keskustelujen pohjalta ruvettiin tekemään suunnitelmaa huomioiden kaikkien toiveet. Yhteinen päämäärä keskustelujen pohjalta oli selvä, saada käytännöllisempi ja turvallisempi linjasto.

Keskusteluissa ilmeni tarve Luvatan puolesta suunnitelman tekemiselle. Luvata halusi kehittää tuotantoaan ja optimoida heidän resurssinsa parhaan mahdollisen tuloksen löytämiseksi. Resurssien optimointi rajatulle alueelle vaikutti mielenkiintoiselta myös opinnäytetyön tekijän puolesta, joten molempien yhteinen mielenkiinto kyseisen suunnitelman tekemiselle loi sopimuksen.

Kun keskustelut oli käyty siitä minkälaiselle suunnitelmalle on tarve, lähdettiin tutkimaan aluetta ja sen toimintoja. Kerättiin dataa siitä, millä tavalla suunnitelma vaikuttaisi alueen resursseihin. Suunnitelman tekemisen vaiheessa kuvattiin alue ja mitattiin tarvittavat mitat suunnitelman tekemiseksi. Kuvia käytetään hahmottamaan muutostyöt ja lähtötilanne suunnitelmassa. Kuvien avulla suunnitelman ja lähtötilanteen hahmottaminen helpottuu.

Kun lähtötilannetta kartoitettiin, kannuhetekan muutostyöt tulivat keskusteluissa useimmiten pinnalle vaativampana asiana suunnitelmassa. Lähtötilanteessa Luvatalla ei ollut käytettävänä valmiita piirustuksia kannuhetekoista, joita olisi voinut hyödyntää suunnitelman tekemiseen. Ensitöiksi mitattiin olemassa olevien kannuhetekoiden mitat. Mittojen hankkimiseen käytettiin rullamittaa ja työntömittaa. Näiden mittojen pohjalta luotiin piirustus, joka on Luvatan vapaassa käytössä suunnitelman tekemisen jälkeen.

Alueella tehtiin myös mittauksia siitä, mihin mahdolliset muutostyöt päästään toteuttamaan. Olemassa oleva alue mitattiin tarkasti ja varmistettiin, että suunnitelman mahdolliset muutostyöt päästään toteuttamaan toivotulle alueelle. Alueen mittaaminen toteutettiin rullamitan avulla.

Keskusteluissa ilmeni resurssien optimoinnin kannalta merkittävä huomio. Lähtötilannehetkellä operaattoreita on varattuna kaksi kyseisellä toimipisteellä. Tämän pienentäminen ja henkilöresurssien muualle siirtäminen oli yksi keskustelujen isoimmista toiveista. Jokainen mainitsi asiasta kuinka tärkeää olisi saada hyödynnettyä yhtä operaattoria toisaalla.

4.3 Huomioitavaa

Suunnitelman tekemisessä tarvitsee huomioida tiettyjä asioita. Työn suurimpia kompastuskiviä ovat tarttujan lastaus kannuhetekalle siten, että se tietää aina mihin kohtaan kannu on vietävä. Toisena huomioitavana asiana on, kuinka saadaan toteutettua turvallisesti mahdollinen muutos tuotantoon. Tällä hetkellä olemassa olevat kannuhetekat vaativat muokkausta, sillä kannut pääsevät vapaasti pyörimään niissä. Tarttuja ei pysty ilman muokkausta määrittämään mihin kannut viedään.

Luvata Pori Oy pyysi myös huomioimaan suunnitelman tekemisessä kannun halkaisijan mahdollisen kasvamisen tulevaisuudessa. Tällä hetkellä kannun halkaisija on 330 millimetriä, ja tulevaisuudessa kannun halkaisija voi nousta

jopa 350 millimetriin. Suunnitelman tekemisessä pitää myös kannun pituus huomioida, mikä on 700–1050 millimetrin välissä.

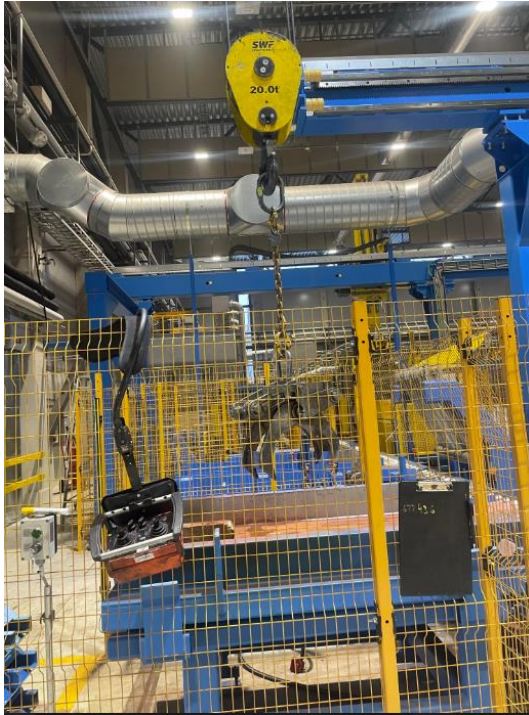
4.4 Turvallisuus

Turvallisuus on työelämässä aina tärkein asia. Tähän onneksi kiinnitetään en-tistä enemmän huomiota tänä päivänä. Turvallisuuden kehittäminen parantaa työntekijöiden työhyvinvointia ja näin pienentää mahdollisuuksia työtapatur-mille.

Turvallisuus on myös yksi tämän suunnitelman keskeisiä tekijöitä. Lähtötilan-teessa kuvailtiin, kuinka tuotanto toimii tällä hetkellä. Siltanostimen käyttö ku-parikannujen lastaamisessa kuljetinhetekoille saattaa luoda turhia vaaratilan-teita. Kuparikannut painavat noin 600–700 kilogrammaa kappaleelta. Kun näin painavia esineitä nostetaan siltanostimen avulla, tarvitsee olla tarkkana, ettei yliohtaa nosturia. Kun yliohtaa nosturia, kuparikannu pääsee heilumaan vaijerin päässä. Jos näin pääsee käymään, syntyy turha vaaratilanne.

Toinen vaaratilanne syntyy kuparikannujen siirtämisessä kannuhetekalle, kun irrotetaan kuparikannua siltanostimen pihdeistä. Kuparikannut ovat pyöreitä ja ne lasketaan tasaiselle alustalle. Tämän takia on vaikea arvioida mihin suun-taan kuparikannu lähtee pyörimään. Kun kuparikannun laskee kannuhetekalle ja päästää pihdeistään irti, syntyy puristumisvaara. Tämä puristumisvaara syn-tyy, jos operaattori yrittää ohjata käsin tai jaloin kuparikannua haluamaansa suuntaan.

Luvata järjestää kuitenkin hyvät koulutukset näitä vaaratilanteita varten. Jokai-sen operaattorin tarvitsee käydä lävitse siltanostimen koulutus, ennen kun hän saa käyttää sitä. Silti nämä vaaratilanteet ovat olemassa, vaikka epätodennä-köisiä ovatkin.



Kuva 1. Käytössä oleva siltanostin ja kippausalusta.

4.5 Muutokset

Jotta tuotannon prosessia päästäisiin kehittämään, tarvitsee tuotannon logistisia järjestelyjä muuttaa. Aikaisemmin käytiin lävitse, mikä on tämänhetkinen tuotannon lähtökohta Luvata Pori Oy:lla. Tätä lähtökohtaa lähdettiin tarkastelemaan ja huomattiin tiettyjä asioita, mitä tarvitsee muuttaa halutun lopputuloksen saavuttamiseksi.

Kuparikannujen kannuhetekat tarvitsevat pienen muutoksen. Kannuhetekkaan tarvitsee tehdä kuparikannuille suunnitellut paikat, joiden avulla pystytään ohjelmalle kertomaan tarkat sijainnit, mihin tarttuja kuparikannut vie. Samaan aikaan kannuhetekalle täytyy määrittää alue, mihin se tuodaan, ja näin osataan tarttujalle määrittää tarkat paikkapisteen. Jotta saataisiin asetettua kannuhetekka aina samaan pisteeseen, tarvitsee sitä varten tehdä fyysiset vasteet, joihin operaattori saa tuoda uuden kannuhetekkan. Nämä kaksi asiaa ovat suunnitelman onnistumisen kannalta kaikista kriittisimmät. Jos näihin ei onnistuta

kehittämään tarvittavaa ratkaisua, ei tarttuja pysty tuomaan kuparikannua kannuhetekkaan, ja näin ei pysty suunnitelmaa toteuttamaan.

Turvallisuus tarvitsee myös huomioida, kun aletaan tekemään tuotantoon muutoksia. Tällä hetkellä kyseisessä kohdassa, mihin tämä muutos tullaan toteuttamaan, on turva-aidat ympärillä. Tämä kohta tarvitsee aukaista ja tuoda turva-aitoja pidemmälle, ettei vahingossa käveltäisi liikkuvien robottien alle. Turvallisuuden puolesta tarvitsee myös asettaa valoverhot, jotka määrittävät onko koneen turvallista käydä vai onko aitojen sisäpuolella mahdollisesti joku. Myös muutoksien toteuttamisessa tarvitsee huomioida merkittyjen kävelyreitien ja trukkipäylien muuttaminen.

4.6 Kannuhetekka

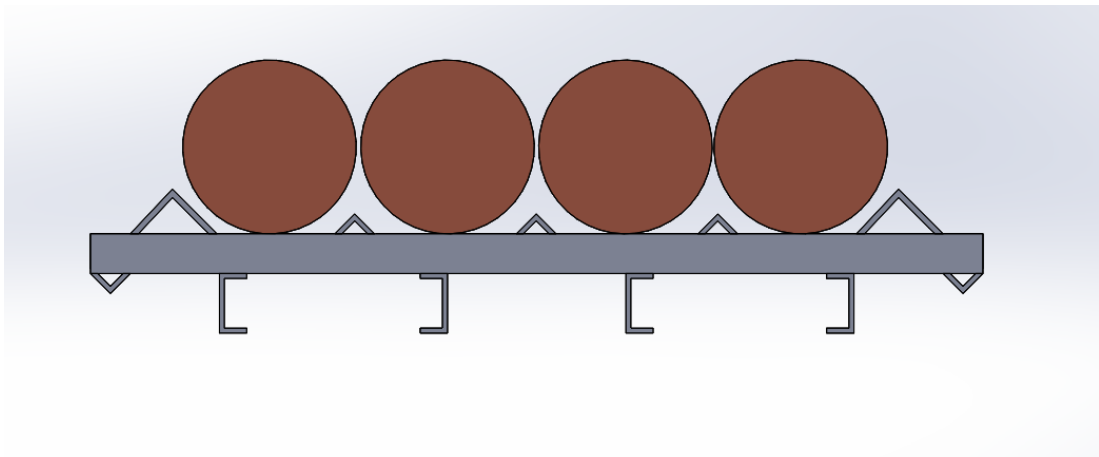
4.6.1 Lähtötilanne

Kuva 2 näyttää millä tavalla kannuhetekkaa käytetään tällä hetkellä. Siihen on lastattuna seitsemän kuparikannua. Tämä määrä haluttaisiin jatkossa tiputtaa kuuteen kuparikannuun. Kuparikannujen määrä halutaan pudottaa kuuteen turvallisuussyistä. Turvallisuus paranee kuljettamisen kannalta, sillä kannut kuljetetaan trukilla ja trukin nostokyky on koetuksella seitsemän kuparikannun kanssa. Kuvassa 2 olevien kuparikannujen halkaisija on 336 mm, ja kuvasta pystytään hahmottamaan, että kannuhetekkaan mahtuu tekemään ohjurit. Ohjureiden suunnittelussa tarvitsee ottaa myös kuvassa 2 näkyvä varastointitapa huomioon. Kuljetinhetekat lastataan toistensa päälle, kun niitä varastoidaan. Tämä tarvitsee huomioida, jotta kannut asettuvat nätisti paikalleen, ohjurit eivät tee varastointitorneista hujuvia, ja trukilla pystyy ottamaan uuden kannuhetkan käyttöön.

4.6.2 Haasteet muutoksen tekemisessä

Huomioon otettavia asioita kannuhetekan muutoksen toteuttamisessa ovat tarttujan toimivuus ja varastointitapa. Nämä osoittautuivatkin hyvin ongelmalliseksi muutostyön kannalta. Muutostyön kannalta hyvä puoli on kuparikannujen paino. Kuparikannun painaessa noin 600–700 kg ei se pääse karkaamaan kauhean helposti. Kuparikannun pyöreä muoto tosin aiheuttaa ongelmia, mutta kunhan sopivat ohjurit saadaan suunniteltua, selvittäään tästäkin ongelmasta.

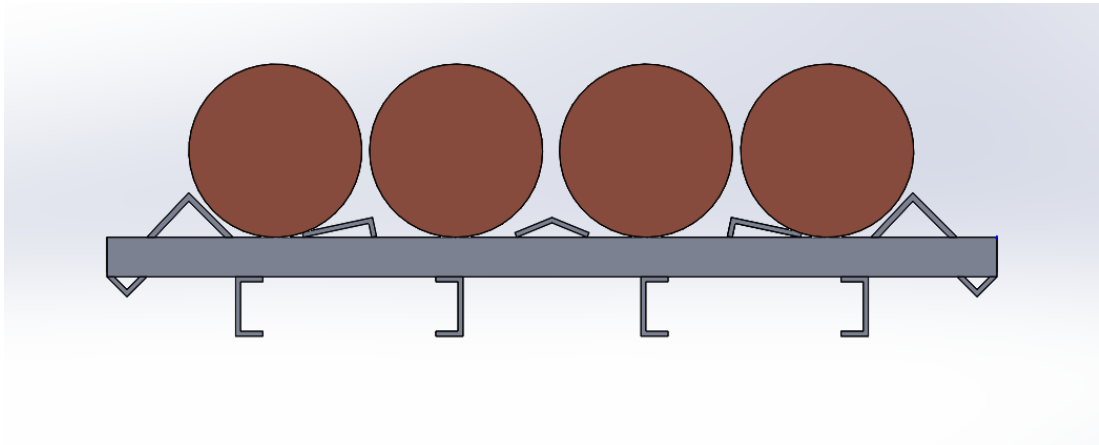
Kuvassa 4 ilmenee ensimmäinen visio mahdollisesta muutostyöstä. Kuvassa 4 on käytetty havainnollistamiseksi Luvata Pori Oy:n pyytämää varausta 350 mm halkaisijaltaan olevaa kannua. Kuvan 4 pienet kolmiot olisivat helppo asentaa ja toimisivat varastointitavan kanssa hyvin yhteen, mutta tarttuja tuotaisi ongelmia tämän ratkaisun toimimisessa. Kolmioiden ollessa näin pieniä ja jyrkkäkulmaisia, pääsisivät pyöreät kuparikannut pyörimään kannuhetekalla liian paljon. Tässä ratkaisussa syntyisi mahdollisuus tarttujan törmäämiselle viimeksi kannuhetekalle tuotuun kuparikannuun, jos se on pyörähtänyt liian lähelle rajaa.



Kuva 4. Kannuhetekan muutostyön ensimmäinen visio.

Kuvassa 5 on esillä muutostyön toinen visio. Kuvassa 5 on myös käytetty 350 mm halkaisijaltaan olevia kuparikannuja havainnollistamiseksi. Kuvan 5 visio oli tehdä muutostyö, millä ohjattaisiin kuparikannuja sopivalle paikalle. Näin tarttuja pystyisi tuomaan kuparikannun sille määritetylle paikalle, eikä tarvitsisi

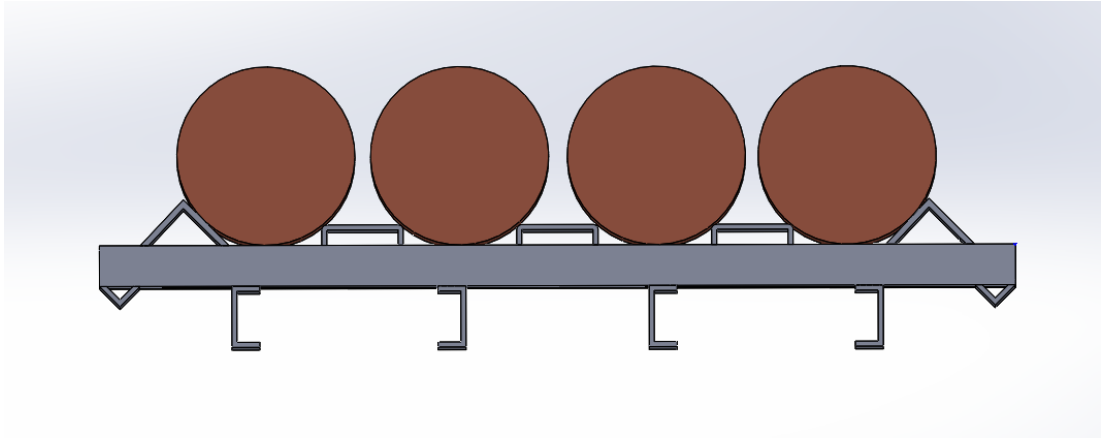
huolehtia siitä, onko edellinen kuparikannu tiellä, kun uutta tuotaisiin jo tarttujalla. Tämän vision toteuttaminen koitui hankalaksi kuitenkin. Pelkästään tällaisena kuin se kuvassa 5 on esitetty, sen toimivuutta ei pystyisi takaamaan. Keskimmaisilla kuparikannuilla on mahdollisuus päästä liikkumaan turhan paljon ja näin voisi sattua törmäyksiä. Varastoinnin puolelta kuvan 5 visio olisi toiminut.



Kuva 5. Kannuhetekan muutostyön toinen visio.

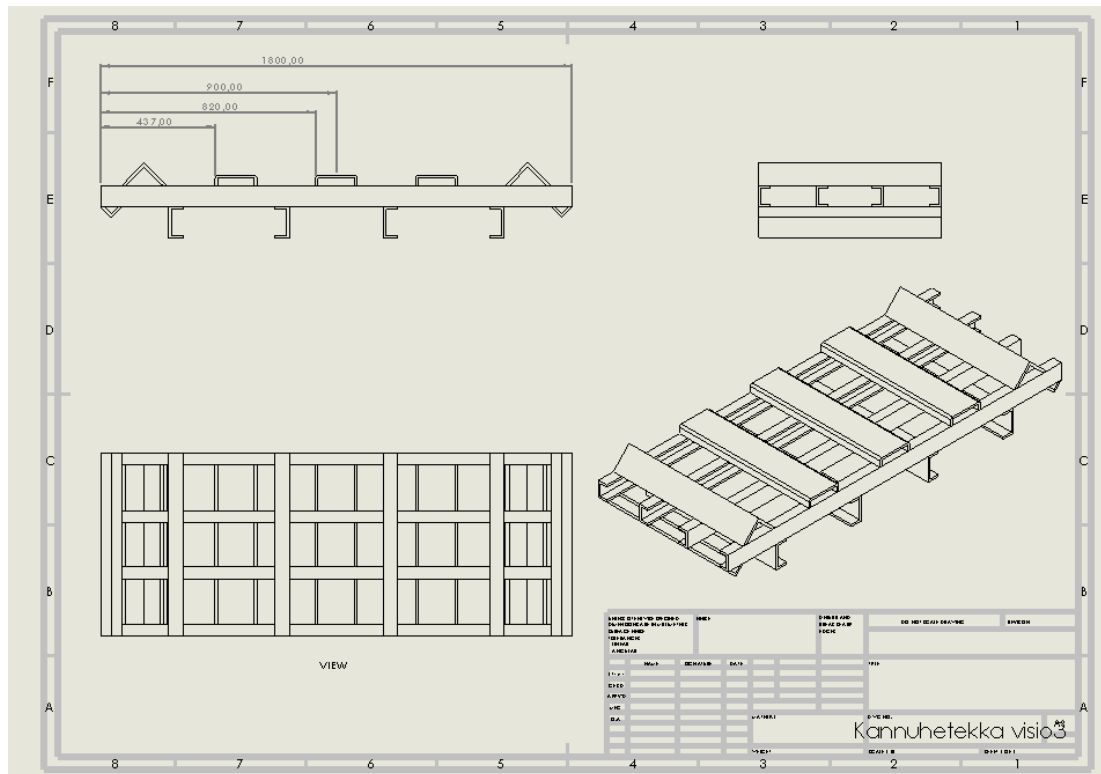
4.6.3 Kannuhetekan lopullinen muutostyö

Kuvassa 6 pystytään hahmottamaan lopullinen muutostyö, mitä suunnitelmassa lähdetään toteuttamaan. Lähdetään tekemään muutostyötä U-palkeilla, mitkä asettavat kannut niille kuuluville paikoilleen. Kuvasta 6 pystytään hahmottamaan, kuinka kannut pysyvät niille määritetyillä paikoilla U-palkkien avulla. Kuvassa 6 on myös käytetty 350 mm halkaisijalta olevia kuparikannuja, jotta saadaan luotua varaus kannukoon mahdolliselle kasvamiselle tulevaisuudessa. Visiosta on keskusteltu ja esitetty Luvata Pori Oy:n kuumapuristinhallin aluevastaavalle. Keskusteluissa visio koettiin hyväksi, sillä se on yksinkertainen ja helppo toteuttaa.



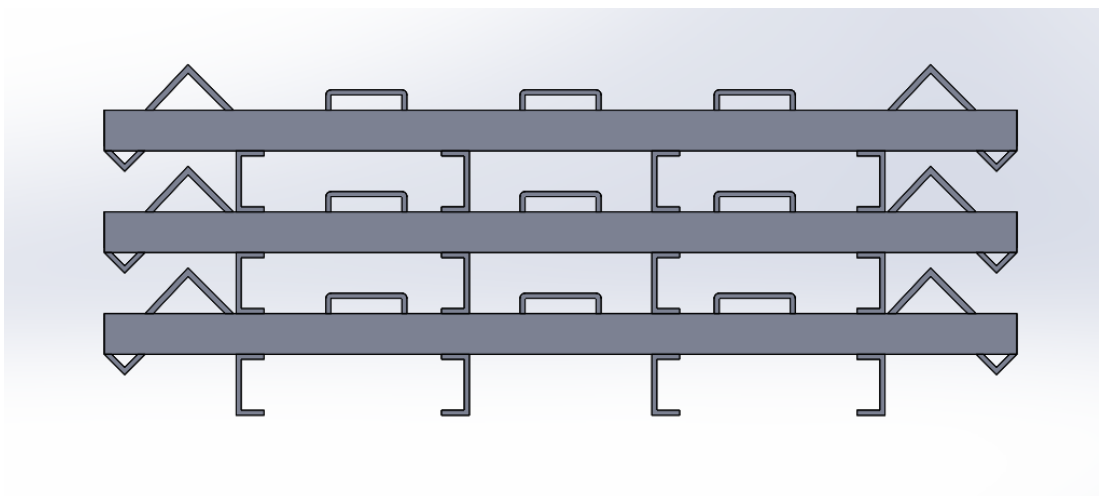
Kuva 6. Kannuhetekan muutostyö visio 3 ja lopullinen suunnitelman kannalta.

U-palkki on myös helppo asennuksen puolesta. Sen asentaminen ei vaadi muuta kuin sen hitsaamisen sille määritetylle paikalle. Kuvassa 7 on esillä U-palkin tarkat mitat, millä suunnitelma päästään toteuttamaan. Nämä mitat on määritetty tarkasti huomioiden tarttujan ja varastointitavan. U-palkki on 10 millimetristä terästä. Tämä kestää kuparikannujen painon ja pitää ne niille suunnitellulla paikallaan. Kuvasta 8 nähdään kuinka U-palkit asettuvat kannuhetekalle. Kuten huomataan, U-palkki ylettyy koko kannuhetekan pituudelle. Näin taataan sen parempi kiinnitys ja pidempiaikainen kestävyys. Kuvassa 9 nähdään, kuinka U-palkit sijoittuvat kannuhetekalle ja muutostyön tarkat mitat. Kuva 9 näyttää ensimmäisen U-palkin olevan 437 millimetrin päässä kannuhetekan vasemmasta reunasta. Keskimäinen palkki sijoitetaan kannuhetekan keskipisteeseen, ja U-palkin vasen reuna on 820 millimetrin päässä kannuhetekan vasemmasta reunasta. Viimeinen U-palkki on symmetrisesti ensimmäisen U-palkin kanssa, toisesta reunasta katsottuna.

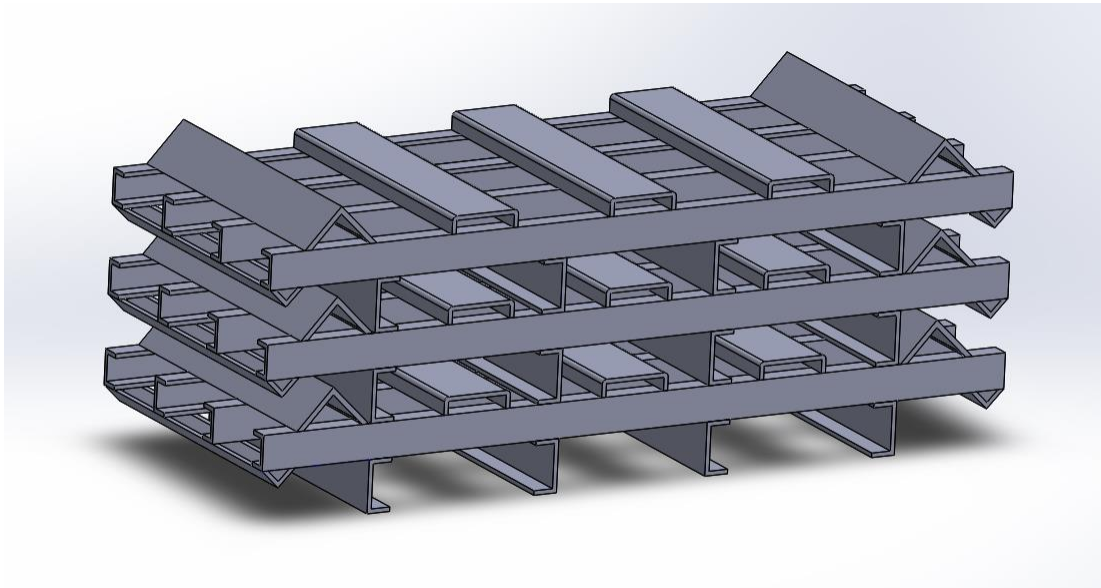


Kuva 9. Muutostyön mitat piirustuksessa.

U-palkkien avulla saadaan myös käytössä oleva varastointitapa pidettyä. Kuvista 10 ja 11 näkee kuinka vähän U-palkkien lisääminen vaikuttaa varastointiin. Edelleen trukilla pääsee nostamaan yhden kannuhetekan tornista ja kuljettamaan korkeampiakin varastointitorneja. Trukilla tarvitsisi jatkossa osua pienempään väliin, mutta trukin piikit mahtuvat hyvinkin ottamaan kannuhetekan kuljetettavaksi. Torni ei ole myöskään huojuva, mikä oli yksi suunnitelman tavoitteita.



Kuva 10. Kannuhetekoiden varastointitapa.



Kuva 11. Kannuhetekoiden varastointitapa toisesta kuvakulmasta.

4.7 Kannuhetekan paikoitus

4.7.1 Huomioitavaa

Kannuhetikka on tämän suunnitelman keskeisin tekijä. Tarttujan tarvitsee tietää aina, missä kannuhetikka on, jotta se voi lastata kuparikannut siihen. Tämän vuoksi kannuhetekan paikoittamiseenkin tarvitsee kiinnittää erityisen paljon huomiota. Kannuhetekan paikoitusta lähdetään toteuttamaan alueelle, jonne tarttuja pystyy kuparikannun tuomaan. Luvatan linjastolta löytyy sopiva paikka, mihin kannuhetekan paikoituksen voi tehdä.

Keskusteluissa Luvatan henkilökunnan kanssa selvisi, ettei tarttuja yllä tuomaan kuparikannuja kannuhetekalle, jos se sijaitsee maan tasolla. Tämä asia tarvitsee huomioida suunnitelman tekemisessä, ja löytää ratkaisu, kuinka tarttuja yltää tuomaan kannut kannuhetekalle asti.

Fyysisten vasteiden asettamisessa tarvitsee huomioida tarttujan linjauksen, tarttujan yltämisen ja riittävän suuren alueen lisäksi kuljetinhetekan tuominen trukilla. Kannuhetekoita siirrellään trukkien avulla. Trukin tarvitsee päästä

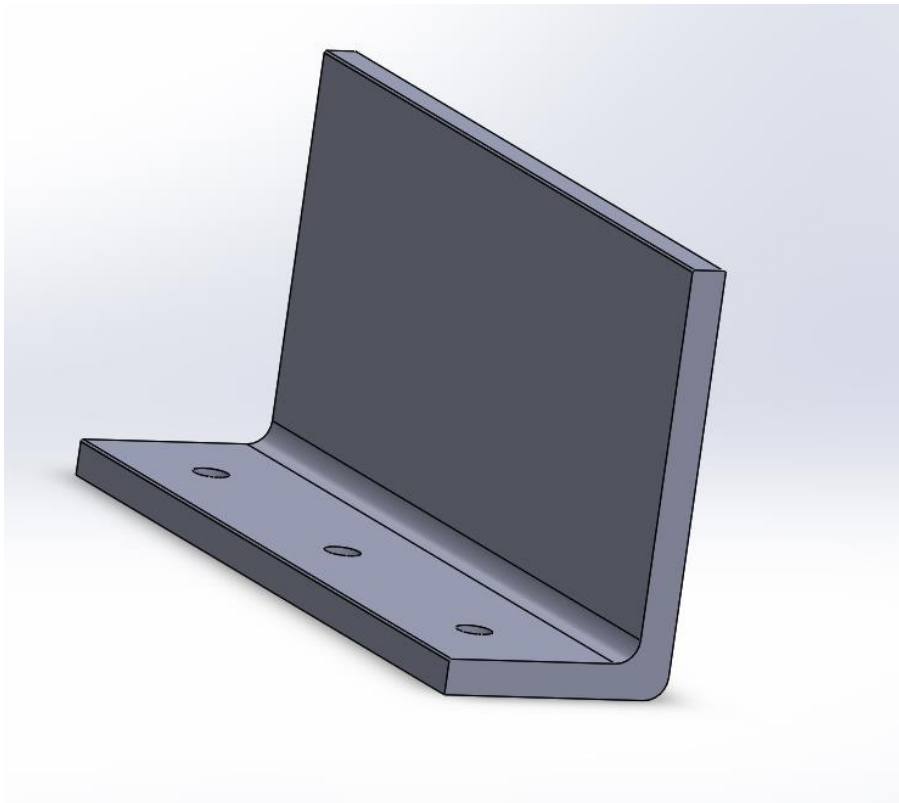
kuljettamaan kannuhetekka sille valmiiksi määritetylle paikalle. Fyysisten vasteiden tarvitsee olla myös riittävän kestävä, että ne kestävätkin pienet törmäykset trukin tuodessa kannuhetekkaa paikalleen.

Trukin vuoksi fyysisten vasteiden sijoittamisessa tarvitsee huomioida myös trukin piikit. Koska piikit ovat usein kuitenkin pidemmällä kuin niillä oleva lasti, niille on turha tehdä ylimääräisiä esteitä. Vältä myös samalla ylimääräisiltä kuluilta, kun ei anneta mahdollisuutta turhille törmäyksille.

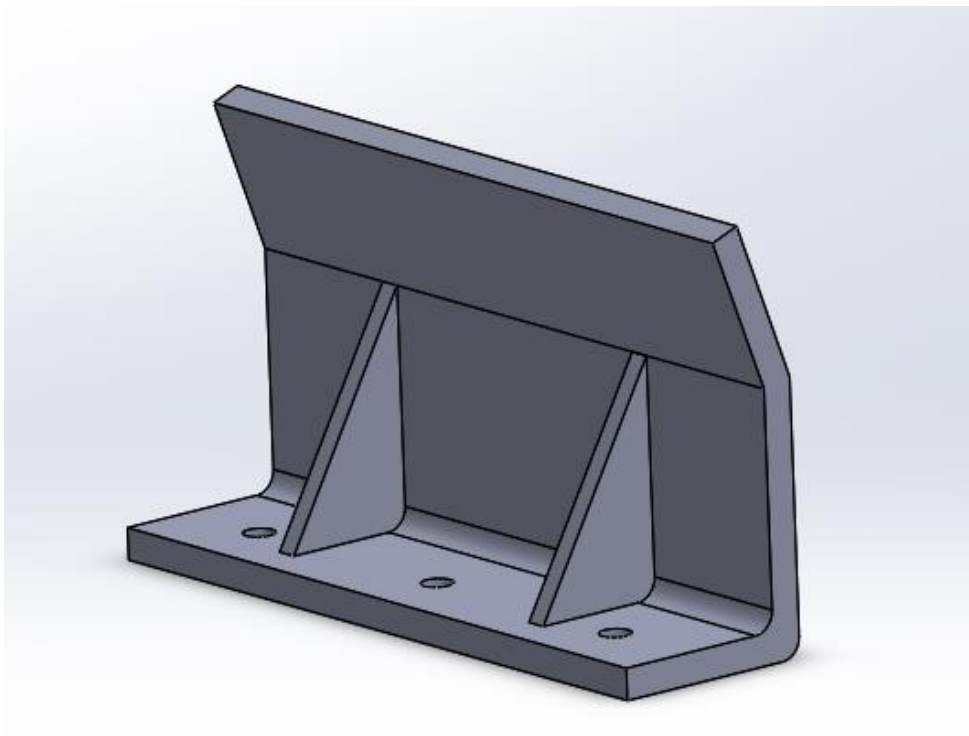
4.7.2 Ratkaisut

Tarttujan yltävyyden ongelman ratkaisuksi tarvitsee suunnitellulle alueelle tehdä korotettu taso. Taso on riittävän korkea, kun se on 850 millimetriä korkea. Tasoksi kelpuutetaan suuria painoja kestävä pöytä tai betonista tehty peti. Tason tarvitsee olla vähintään 2000 mm leveä ja 800 mm pitkä, jotta kannuhetekka ja fyysiset vasteet mahtuvat sille. Tämä taso tulee asettaa tarttujan keskipisteeseen nähden siten, että se asettaa kannut mahdollisimman keskelle kannuhetekkaa. Kun muistaa tason olevan 800 mm pitkä ja kannuhetekan ollessa 700 mm pitkä, pystytään laskemaan, että etureunasta katsottuna tarttujan keskipiste ja 350 mm matka tason etureunasta täsmäisivät.

Kun edellä mainitut asiat otetaan huomioon, saadaan kuvien 12 ja 13 mukaiset fyysiset vasteet valmistettua. Kun nämä fyysiset vasteet asennetaan, pystytään määrittämään ohjelmistolle kannuhetekan tarkka sijainti. Fyysiset vasteet asennetaan sille rakennetulle tasolle pulittaamalla ne kiinni. Jos tapahtuu huolimattomuuksia ja syntyy kolareita, on fyysiset vasteet helppo vaihtaa, kun ne ovat pultattuna tasoon kiinni. Ne saa myös halutessa irti esimerkiksi huoltotöiden aikana.



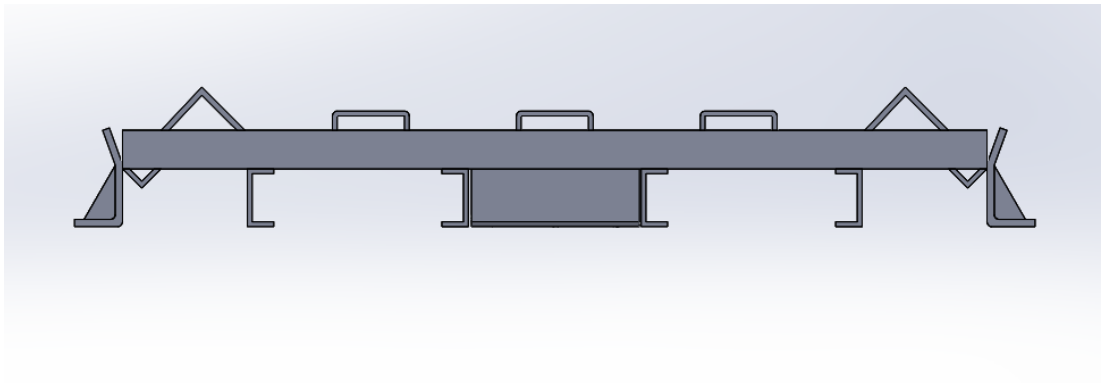
Kuva 12. Fyysinen vaste taakse.



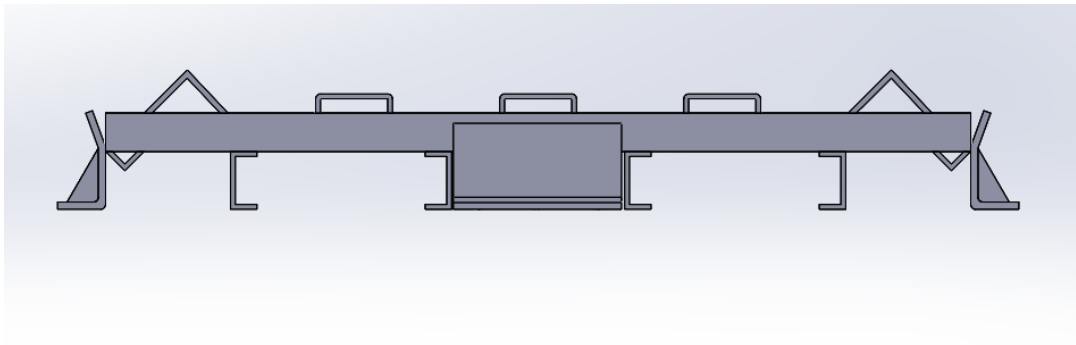
Kuva 13. Fyysinen vaste sivuille.

Kuvista 14, 15 ja 16 nähdään kuinka fyysiset vasteet toimivat kannuhetekan kanssa. Kuva 14 on otettu siitä suunnasta, mistä uusia kannuhetekoita

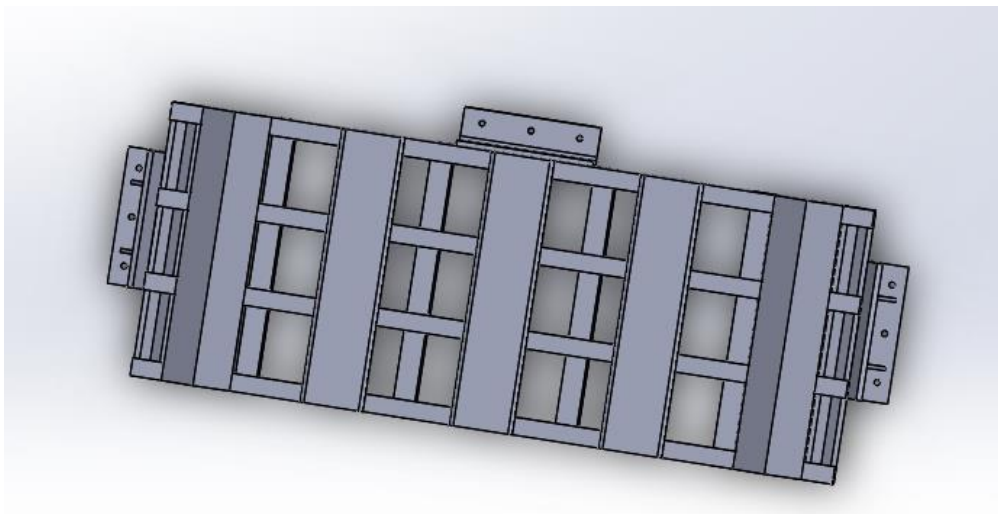
tuodaan alueelle. Sivulle asetetuissa vasteissa on tarkoituksenmukaiset viisteet, jotta uuden kannuhetekan tuonti helpottuisi. Viisteet antavat noin 50 millimetrin varan operaattorille, ettei ole liian tiukka tuoda uutta kannuhetekkaa sille määritetylle paikalle. Viisteiden avulla kannuhetekka valuu nätisti paikoilleen.



Kuva 14. Kannuhetekka ja fyysiset vasteet edestä kuvattuna.

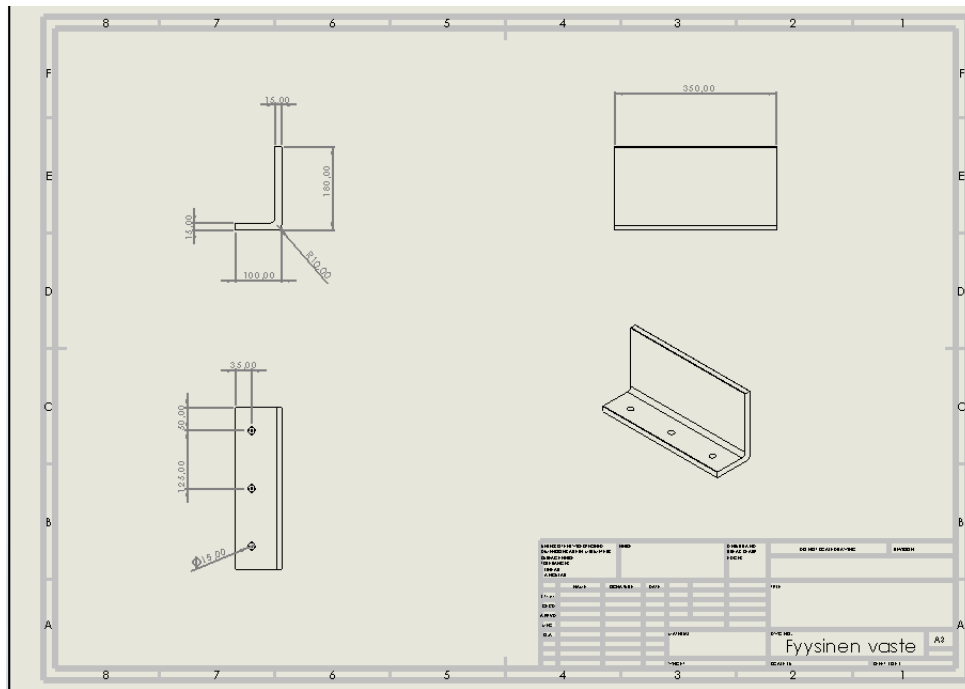


Kuva 15. Kannuhetekka ja fyysiset vasteet takaa kuvattuna.



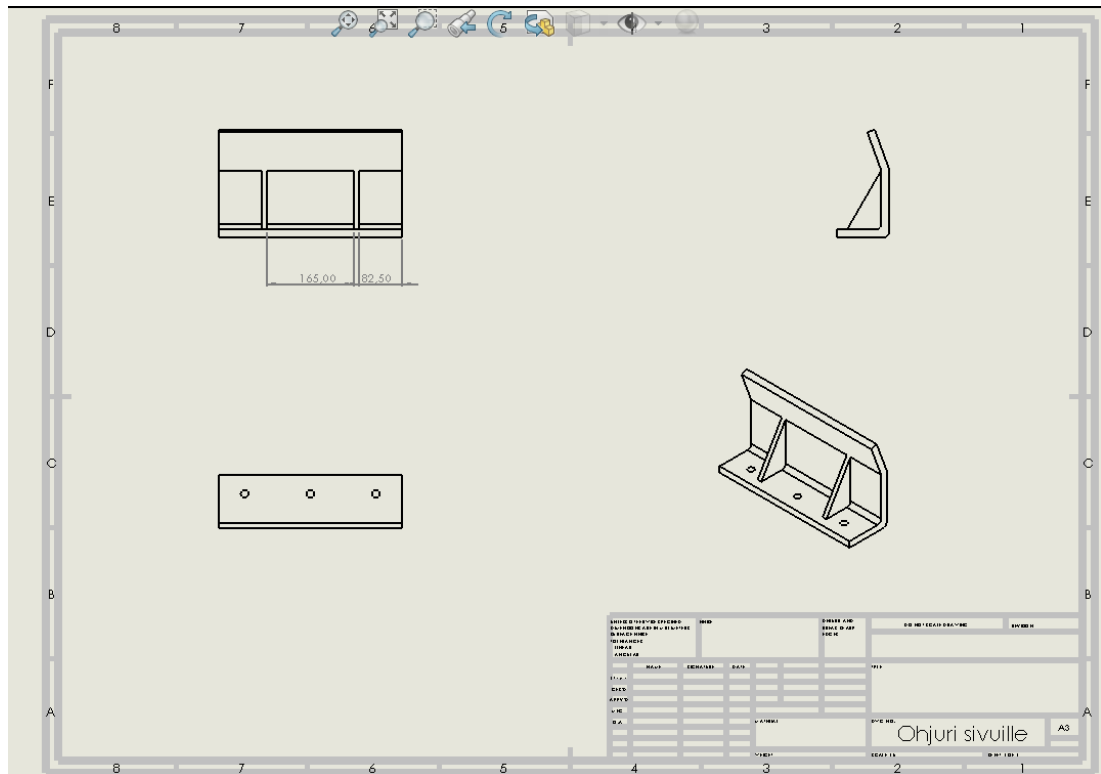
Kuva 16. Kannuhetekka ja fyysiset vasteet ylhäältä kuvattuna.

Kuva 17 on valmistuskuvaa takana olevalle fyysiselle vasteelle. Se valmistetaan yhdestä 15 mm teräslevystä, joka taivutetaan muotoonsa. Taivutuksen jälkeen siihen porataan kolme 15 millimetriä halkaisijaltaan olevaa pulttireikää. Pulttireikiä käytetään vasteen asentamisessa tasoon. M12 koon pultteja olisi hyvä käyttää asentamisvaiheessa.

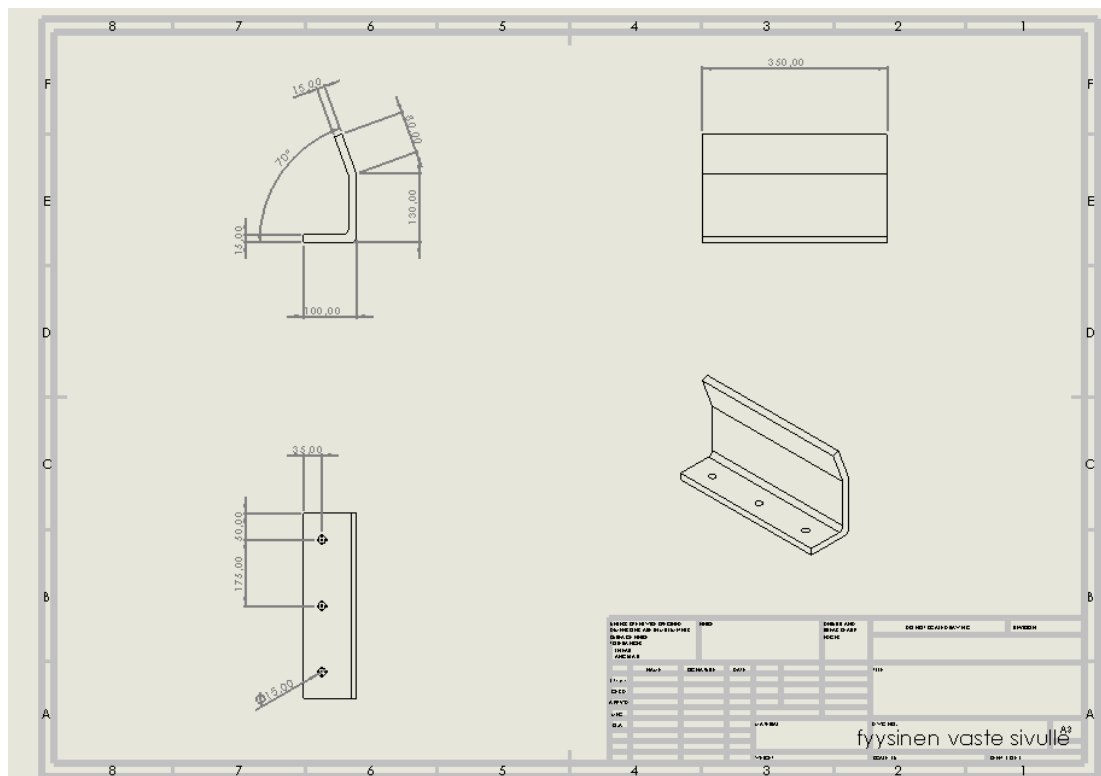


Kuva 17. Fyysinen vaste taakse.

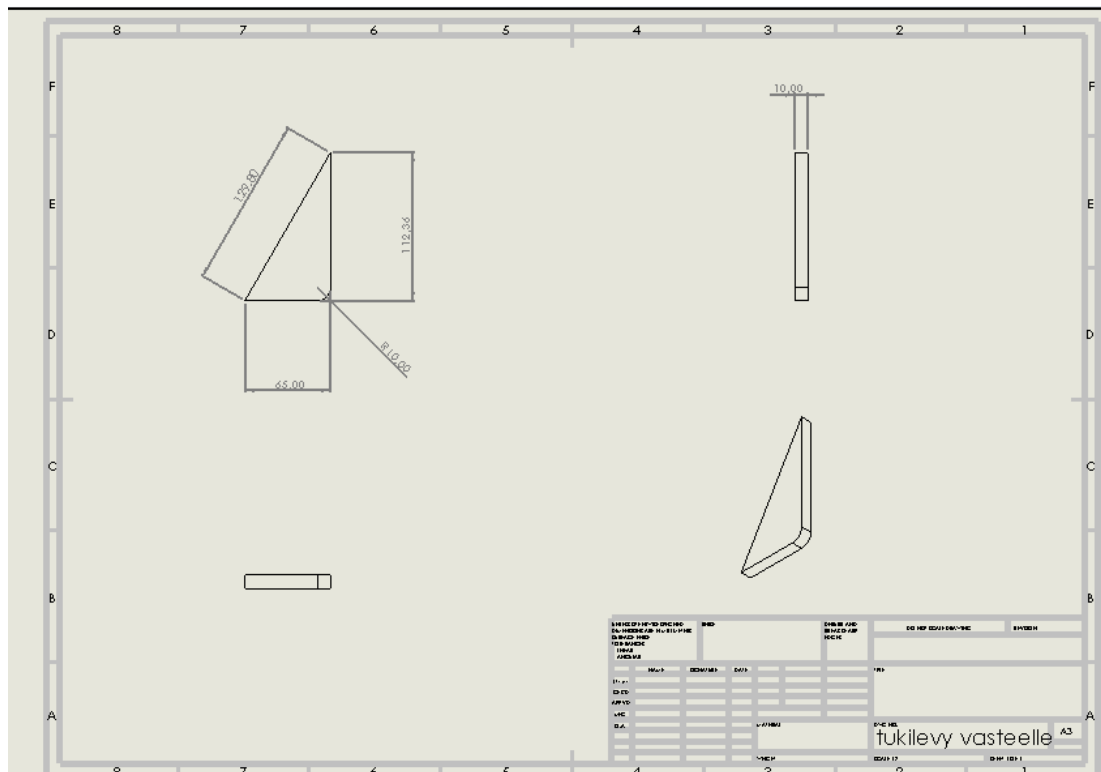
Kuva 18 esittää sivuilla olevien fyysisten vasteiden hitsausmitat. Viisteiden vuoksi fyysinen vaste tarvitsee tukilevyt taatakseen paremman kestävyys. Kuvassa 19 on vasteen valmistuskuvaa. Se valmistetaan yhdestä 15 mm pak-susta teräslevystä taivuttamalla. Taivutusten jälkeen porataan sen pohjaan 15 mm leveät reiät pulttausta varten. Kuva 20 on tukilevyjen valmistuskuvaa. Tukilevyt voidaan valmistaa esimerkiksi laserleikkaamalla 10 mm teräslevystä. Tukilevyyn kun hitsaa fyysiseen vasteeseen, kestää tämä tuotannon käytössä tarkoitetussa tehtävässään.



Kuva 18. Fyysinen vaste sivulle hitsauspiirustus.



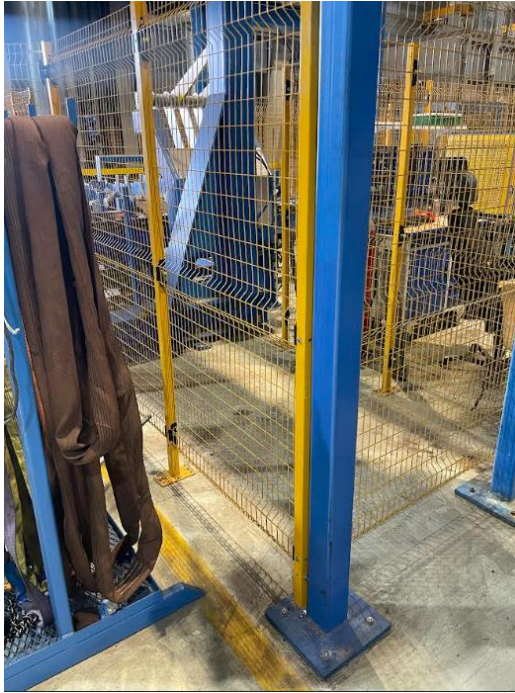
Kuva 19. Fyysisen vasteen valmistuskuva ennen tukilevyä.



Kuva 20. Tukilevyn valmistuskuva.

4.8 Turva-aitojen muutos

Kyseessä on automatisoitu tehdas, joten turvallisuuden takaamiseksi on asetettu turva-aidat liikkuvien linjastojen turvaamiseksi. Alue, johon tämä muutos tulee toteuttaa, on myös ympäröity turva-aidoilla. Alue, johon muutos tulisi toteuttaa näkyy kuvista 21 ja 22. Ilman suurempia muutoksia olemassa olevia kulkureittejä ja turva-aitoja pystytään hyödyntämään. Olemassa oleva aidattu alue on 1550 mm pitkä ja 2290 mm leveä. Nämä mitat ovat juuri sopivat muutoksen tekemistä varten. Näiden mittojen sisälle mahtuu kannuhetkka ja sille suunnitellut fyysiset vasteet.



Kuva 21. Alue johon muutostyöt tehdään. Kuva 22. Tarttuja kuljettamassa kuparikannua alueen yllä johon muutostyöt tehdään.

Turvallisuuden takaamiseksi jatkossa ei riitä vain se, että osa aidasta otetaan irti ja tehtäisiin tarvittavat toimenpiteet. Kun aukaistaan aita kuvassa 22 näkyvästä suunnasta, tarvitsee rakentaa turva-aitaa pidemmälle yhden käytössä olevan turva-aidan palasen verran oikealta puolelta ja vasemmalta puolelta tarvitsee turva-aitoja muokata enemmänkin. Vasemman puolen turva-aidat on pystytetty vinoon tämän alueen hyödyntämisen näkökulmasta. Turva-aita tarvitsee viedä lähemmäksi linjastoa ja tukitolppia, jotta saadaan alueelle enemmän tilaa. Myös vasen puoli tarvitsee tuoda samalle tasolle oikean kanssa.

Kun on tehty tarvittavat turva-aita muutokset alueelle, päästään asentamaan valoverhoja turvallisuuden takaamiseksi, jottei kukaan eksy koneen liikkuesssa alueelle. Valoverhon rikkoutuessa automaatio pysähtyy. Valoverhon kuittamisen jälkeen automaatio saa tiedon, ettei kukaan ole koneen alueella, ja saa näin luvan jatkaa tuotantoa. Näiden uusien valoverhojen asentaminen vaatii ohjelmointia, jotta ne saadaan toimimaan järjestelmän kanssa yhteen. Onneksi tässä pystytään käyttämään samaa tekniikkaa ja koodistoa, mitä on jo muualla tällä tehtaalla käytössä.

Valoverhojen kuittaamiseen kuumapuristinhallin operaattorit osasivat esittää toiveita siitä, kuinka se toteutetaan. Keskustelujen pääpointtina oli helppokäyttöisyys. Tärkeää olisi valoverhojen helppo kuittaus, sekä helppokulkuisuus trukilla vaihtamaan uusi kannuhetekka. Valoverhojen kuittaus on paras toteuttaa kaukosäätimellä, mikä olisi jatkuvasti trukissa. Tämän tekniikan avulla operaattori pääsee kuittaamaan valoverhot pois päältä, kunhan hän on ensiksi turvalisästi poistunut automaattisen linjaston alueelta. Onneksi myös tämä tekniikka ja välineistö on tuttua Luvatalla, sillä myös valoverhojen kaukosäätimiä on jo käytössä muualla hallissa. Riittävän suuri kulkuaukko turva-aitojen välillä luo helppokulkuisuuden trukille. Suunnitelman avulla on mahdollista kasvattaa kulkuaukko 2290 millimetriä leveäksi. Kannuhetkan ollessa 1800 millimetriä leveä trukille jää riittävästi tilaa kulkea sen kanssa alueelle.

4.9 Ohjelmointi

Opinnäytetyön suunnitelman toteutus vaatii ohjelmoinnin osaamista. Luvatalla työskentelee oma ohjelmoija, joka on opetellut kuumapuristinhallissa olevaa ohjelmistoa. Ohjelmoijan osaamistaitoa tarvitsee hyödyntää ohjelmoidessa kannuhetkan paikkaa, tarttujan toimimisessa ja synkronoidessa valoverhot ohjelmistoon. Tarttujan ohjelmiston on tehnyt IAS. Heidän ohjelmoijiansa tarvitsee konsultoida ennen suunnitelman toteuttamista siinä, että onko suunnitelma heidän mielestään mahdollista toteuttaa.

Suunnitelma pitäisi myös ohjelmoinnin puolesta pystyä toteuttamaan. Ohjelman tarvitsee tietää tarkat sijainnit tarttujan oikein toimimiselle, ja tämä suunnitelmassa mahdollistetaan. Turvallisuustekijät ovat myös ohjelmoinnin puolesta huomioitu. Suunnitelmassa käytetään ennestään tuttuja valoverhoja ja näiden ohjelmointi on myös tuttua Luvatalla.

4.10 Taloudellisuus

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä taloudellisesti kannattava suunnitelma. Suunnitelmassa on hyvin päästy toteuttamaan tämän saavuttamista. Suunnitelman toteuttaminen Luvatan puolesta ei vaadi järjestyttävään suuria investointeja. Myös suunnitelman toteuttaminen tuo taloudellista voittoa pitkässä juoksussa.

Investoinnit, joita Luvatan tarvitsee tehdä suunnitelman toteuttamiseksi, on suhteellisen erilaisia ja vaativat työtunteja. Ensimmäinen investointi on kuljetinhetekoihin tehtävä muutostyö. Näihin tarvitsee ostaa terästä ja käyttää joko talon omaa hitsaajaa tai palkata ulkopuolinen hitsaaja tekemään tarvittavat muutostyöt.

Toinen investoinnin kohde joka Luvatan tarvitsee tehdä suunnitelman toteuttamiseksi, liittyy ohjelmointiin. Aiemmin mainitulta Luvatan omalta ohjelmoijalta, joka tuntee kuumapuristinhallin automaatiolinjaston, vaaditaan tähän työtunteja. Näin isossa muutostyössä on syytä pyytää myös laitteen ohjelman toimittajan ohjelmoijien apua. Nämä tarttuvat ovat IAS:n ohjelmoimia. Ohjelmoijien konsultointi tai palkkaus vaatii investointeja.

Kolmas investointi on fyysisten vasteiden tekemiseen ja turvallisuuteen liittyvä. Uusien valoverhojen, turva-aitojen ja fyysisten vasteiden hankkiminen vaatii investointeja. Turva-aitojen ja valoverhojen toimittajana voi käyttää samaa toimittajaa, kuin aikaisemmin, joten Luvatalle on näiden hinta hyvin jo tiedossa. Fyysisten vasteiden investoinnit eivät ole suuria, ja ne pystytään paikallisesti valmistamaan kuvien mukaan.

4.11 Toteutusjärjestys

Suunnitelman pystyy toteuttamaan sellaisessa järjestyksessä, että tuotanto ei häiriinny sen toteuttamisesta. Kun suunnitelmaa lähdetään toteuttamaan Luvata Pori Oy:n toimesta, halutaan muutostöiden tapahtuvan mahdollisimman nopeasti ja kivuttomasti. Toteutusjärjestyksessä ensimmäisenä on

kannuhetekoiden muutostyö. Kannuhetekoiden muutostyön voi aloittaa, vaikka tuotanto on normaalisti käynnissä. Kun muutostyön asentaja aloittaa piirustusten mukaisen muutostyön toteuttamisen, käsitellään vain yksi tai muutama kannuhetekka kerrallaan. Tällöin tuotanto ei häiriinny, vaikka muutama kannuhetekka monista kymmenistä ei olisi juuri sillä hetkellä käytävissä. Myös yksi syy miksi tuotanto ei häiriinny muutostyön aloittamisesta on se, että uusittuja kannuhetkoita voidaan käyttää normaalisti vanhassakin tuotannossa.

Toteutusjärjestyksessä toisena vaiheena on linjaston uudelleen ohjelmointi. Ohjelman muutoksen luomisen voi aloittaa jo samassa vaiheessa kannuhetekoiden muutostyön kanssa, kunhan muutosta aloitetaan hahmottamaan testipohjaan. Itse uuden ohjelman lataaminen linjastolle olisi syytä toteuttaa huoltokatkon aikana. Silloin päästään myös koeajot toteuttamaan ilman tuotannon häiriintymistä.

Viimeisenä vaiheena suunnitelman toteuttamisessa on turvallisuuden liittyvät muutokset ja koeajot. Nämä tulisi toteuttaa suunnitellun huoltokatkon aikana. Jos pystytään toteuttamaan nämä huoltokatkon aikana, suunnitelma ei häiritse tuotantoa lainkaan. Koeajoille on hyvä varata riittävästi aikaa, ettei mahdolliset komplikaatiot ohjelmoinnissa tai muissa muutostöissä vaaranna tuotannon käynnistymistä.

5 POHDINTA

5.1 Tavoitteiden saavuttaminen

Suurin osa asetetuista tavoitteista saavutettiin. Läpimenoaikojen mahdollinen parantaminen oli opinnäytetyön yksi tavoitteista. Läpimenoaikoja ei pystytä suunnitelman avulla kuitenkaan parantamaan. Keskusteluissa Luvatan henkilökunnan kanssa selvisi, että kuparikannujen kuumapuristusprosessi on

Luvata Pori Oy:lla yksi toimivimpia tuotannon prosesseja. Kannujen vesijähdytysaikaa ei haluta lähteä muokkaamaan, mikä tarkoittaa sitä, ettei läpimeinoajatkaan paranisi suunnitelman avulla. Jos jäähdytysaikaa lähdetään muokkaamaan, se vaikuttaisi kuparikannun laatuun, ja Luvata ei halua lähteä tinkimään siitä.

Suunnitelman toteuttamisessa laadittiin piirustuksia tavoitteiden saavuttamiseksi. Piirustukset ovat suunnitelman toteuttamisen avaintekijä. Piirustuksien avulla suunnitelmassa esitetyt muutostyöt pystytään toteuttamaan.

Turvallisuuden parantamisen puolesta suunnitelma onnistui. Kun poistetaan siltanostimen käytön tarve tällä alueella, vältetään turhilta vaaratilanteilta. Siltanostimen käytön lopettamisen mahdollistaa kannuhetekan muutostyö ja kannuhetekan paikoitukseen liittyvät muutostyöt. Valoverhojen käyttö suunnitellulle alueelle on turvallisuutta parantava tekijä. Yhtenä tavoitteena oli turvallisuuden parantaminen, ja suunnitelmassa onnistuttiin osoittamaan millä tavoin suunnitelma parantaa työturvallisuutta.

Henkilöstöressurssien optimointi tavoitteena onnistui suunnitelman myötä. Suunnitelman avulla pystyttiin osoittamaan operaattorien väheneminen kahdesta yhteen kannulastauspaikalla. Toteuttamalla kaikki suunnitelmassa käsitellyt asiat, operaattorin vähentyminen kannulastauspisteellä on mahdollista. Yhden operaattorin vapauduttua toiselle työpisteelle saadaan henkilöstöstä enemmän irti. Samalla myös operaattoreiden työhyvinvoinnin paraneminen suunnitelman avulla pystyttiin osoittamaan. Keskusteluissa heidän kanssaan ilmeni tyytymättömyyttä kannujen käsin nostelemiseen, ja siihen kuinka toisella työpisteellä olisi tarvetta vapautuvalle operaattorille.

Luvata Pori Oy:n toivomat asiat onnistuttiin suunnitelman tekemisessä huomioidaan erittäin hyvin. Luvatan esittämät toiveet saatiin toteutettua. Suunnitelmassa on hyödynnetty jo olemassa olevia resursseja, ja toteutettu mahdolliset muutostyöt mahdollisimman yksinkertaisesti ja taloudellisesti.

Opinnäytetyö on esitetty Luvata Pori Oy:n työn valvojalle. Toimeksiantajan määrittämä valvoja hyväksyi työn. Työ oli hänen mielestään onnistunut asetetuissa tavoitteissa hyvin. Luvata Pori Oy koki suunnitelman olevan toteutuskelpoinen sellaisenaan ja mahdollisesti tulevaisuudessa investoi sen toteuttamiseen.

5.2 Eettisyys ja luotettavuus

Kun tekee kirjallista tuotosta, kuten opinnäytetyötä, tulee huomioida eettisyys, luotettavuus ja uskottavuus. Työtä tehdessä tulee noudattaa huolellisuutta, rehellisyyttä, tarkkuutta ja avoimuutta. Työskennellessä ei saa käyttää vilppiä. Näistä periaatteista tulee pitää huoli koko työn ajan. Työskentelyn tulee olla jokaiselle osapuolelle läpinäkyvää. Työn eteneminen on kuvattu yksityiskohdaisesti vaihe vaiheelta, jotta tämän arviointi olisi helppoa. Työ on tehty yhteistyössä toimeksiantajan kanssa, joten on erityisen tärkeää, ettei heille aiheudu mitään haittaa, sekä heille ollaan jatkuvasti avoimia ja rehellisiä. Toimeksiantajalta saatiin ennen työn aloittamista lupa tehdä työstä julkinen julkaisu. Toimeksiantajalta varmistettiin myös heiltä otettujen kuvien julkaisulupa osana työn sisältöä. Työssä käytetään myös lähteitä, ja lähteisiin viitataan asianmukaisesti kunnioittaen lähteen taustaa. Lähteitä valittiin kriittisesti tarkastellen ja asianmukaisesti. Työn edetessä arvioitiin jatkuvasti omaa työskentelyä sekä tuotettua tekstiä ja suunnitelmaa. Piirustuksia jouduttiin kriittisen arvioinnin ja varman toteutuksen vuoksi useampaan kertaan muokkaamaan, jotta saatiin toimeksiantajalle luvattu paras tuotos. Työn toimivuutta käytiin pohtimassa toimeksiantajan luona, samalla avoimesti toimeksiantajan kanssa keskustellen ja vielä toiveita ja ajatuksia kuunnellen. Varsinkin työn loppuvaiheilla palattiin useasti pohtimaan vastaako tuotos työn tavoitteeseen parhaalla mahdollisella tavalla. (Puusa & Juuti, 2020; Tutkimuseettinen lautakunta, 2012.)

LÄHTEET

Abbadia, J. (24.7.2023). Mitä eroa on: Kvalitatiivinen vs. kvantitatiivinen tutkimus? Mind the Graph. <https://mindthegraph.com/blog/fi/kvalitatiivinen-vs-kvantitatiivinen-tutkimus/>

Delfoi. (4.11.2024). Miksi tuotannon optimointi on tärkeää teollisuudessa? <https://delfoi.com/fi/artikkelit/miten-optimoida-tuotantoa-teollisuudessa/>

Dyme. (N.d.) Tuotannon optimointi ja sen hyödyt. Haettu 2.5.2025 osoitteesta <https://dymesolutions.com/tuotannon-optimointi/>

Finder. (N.d.) Luvata Pori Oy. Haettu 18.1.2025 osoitteesta <https://www.finder.fi/Metallit+ja+metalliseokset/Luvata+Pori+Oy/Pori/yhteystiedot/206239>

Luvata. (N.d.-a.) About Luvata. Haettu 30.1.2025 osoitteesta <https://www.luvata.com/company/about-us#management-team>

Luvata. (N.d.-b.) Luvata Pori Oy. Haettu 3.2.2025 osoitteesta <https://www.luvata.com/locations/pori>

Puusa, A. & Juuti, P. (2020). Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus.

Samk. (N.d.) Kirjallisten töiden ja opinnäytetyön ohjeet. Haettu 6.5.2025 osoitteesta <https://www.samk.fi/opiskelijalle/kirjallisten-toiden-ja-opinnaytetyon-ohjeet/>

Tapaturmavakuutuskeskus. (2021.) Teollisuuden työturvallisuusloikka. Haettu 27.4.2025 osoitteesta <https://www.tvk.fi/uutiset-ja-blogit/uutiset/2021/teollisuuden-tyoturvallisuusloikka/>

Tapaturmavakuutuskeskus. (2022.) Teollisuuden työpaikkatapaturmien lukumäärä ja taajuus ennätysalhainen 2022. Haettu 27.4.2025 osoitteesta <https://www.tyotapaturmatieto.fi/julkaisu/tyotapaturmatietopalvelu/3789>

Tapaturmavakuutuskeskus. (2024.) Työtapaturmatilastot. Haettu 27.4.2025 osoitteesta <https://www.tvk.fi/tilastot/tyotapaturmatilastot/>

Tutkimuseettinen lautakunta. (2012.) Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. PDF-dokumentti. Haettu 30.4.2025 osoitteesta https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Työturvallisuuskeskus. (N.d.) Työtapaturmat ja ammattitaudit. Haettu 27.4.2025 osoitteesta <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/tyoympariston-turvallisuus/tyotapaturmat-ja-ammattitaudit/>

Työturvallisuuslaki 738/2002. https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2002/738#chp_1_heading