

## QE- ja QD-telojen kokoonpanon kehittäminen



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäen kampus

Konetekniikka, insinööri (AMK)

Syksy, 2022

Tenho Pitkänen

---

Tämä opinnäytetyö valmistettiin toimeksiantona nostinvalmistajalle Konecranes Finland Oy Hämeenlinnan tehtaalle. Työssä tuotettiin lisätietoa vaihtoehtoisen kokoonpanomenetelmän tehokkuudesta ja työturvallisuudesta. Nykyinen menetelmä QD- ja QE-teloille sisältää paljon telojen nostamista telasolussa. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia vaihtoehtoisia menetelmiä kokoonpanoon sekä selvittää mahdollisuutta vähentää nostotöiden määrää työssä.

Teoriapohja muodostui kokoonpanotyöstä, Lean-johtamisfilosofiasta sekä työturvallisuuteen kuuluvista laeista ja ohjeistuksista. Layout-muutos oli myös yksi iso mahdollinen muutoskohde.

Tavoitteena oli uuden menetelmän avulla parantaa työturvallisuutta ja mahdollisesti nopeuttaa kokoonpanoa. Uuteen kokonaisuuteen sisällettiin uudet työmenetelmät. Tässä käytettiin hyödyksi Lean-ajattelutapaa sekä 5S-menetelmää tukemaan kokonaisuutta. Uusi menetelmä on mahdollista suorittaa vähemmällä nostoilla, nopeammin sekä turvallisemmin.

Opinnäytetyössä selvisi, että nykyinen pystykokoonpanomenetelmä on erittäin tehokas, mutta kehitettävää löytyi. Tuotannon kehitys helpottaisi kokoonpanoa ja vapauttaisi aikaa enemmän muihin työtehtäviin. Kuitenkin työtä helpottavia toimenpiteitä on mahdollista toteuttaa jo nykytilanteessa.

---

This thesis was prepared as an assignment for the crane manufacturer Konecranes Finland Oy at the Hämeenlinna factory. The goal was to produce additional information about the efficiency and work safety of the alternative assembly method. The current method for QD and QE drums involved a lot of lifting of the drums in the work cell. The purpose of the thesis was to investigate alternative methods for assembly, and to find out the possibility of reducing the number of lifting tasks at work.

The theory base consisted of assembly work, lean management philosophy, and laws and guidelines related to occupational safety. The layout change was also one big potential change target.

The purpose was to improve work safety and possibly speed up assembly. The new entity includes new work methods. Here I used the Lean principles and the 5S method were used to support the whole project. The new method can be performed with fewer lifts and also faster and more safely.

The thesis revealed that the current vertical assembly method is very efficient, but there was room for improvement. The development of production would make assembly easier and free up more time for other work tasks. However, it is possible to implement actions to make work easier in the current situation.

Keywords Assembly, Lean thinking, development, safety at work

Pages 33 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Yritysesittely .....	1
2.1	Konecranes Oyj .....	1
2.2	Suomen toimipisteet.....	2
2.3	Tuotteet .....	3
3	Koneistus ja kokoonpanotyö .....	4
3.1	CNC koneistus .....	4
3.2	Valmistusmenetelmät .....	5
3.2.1	Design for manufacturing (DFM) .....	5
3.2.2	Design for Assembly (DFA) .....	5
4	Layout-suunnittelu .....	6
5	Työturvallisuus ja hyvinvointi .....	7
5.1	Työturvallisuus .....	7
5.2	Koneturvallisuus.....	9
5.3	Työhyvinvointi.....	9
5.4	Konecranes sisäinen ohjeistus .....	10
6	Lean tuotanto .....	10
6.1	Lean-ajattelun tärkeimmät periaatteet .....	11
6.2	8 hukan muotoa .....	12
6.3	5S.....	12
6.4	Konecranes sisäinen Lean .....	13
7	Telakokoonpanon kuvaus.....	14
7.1	Nykytilanne opinnäytetyölle .....	14
7.1.1	Putken sahaus .....	15
7.1.2	CNC Koneistus .....	15
7.1.3	Kokoonpano ja siirto säilytykseen.....	17
7.2	Tavoitteet ja rajaus .....	19
7.3	Riskit ja vaaratilanteet .....	20

7.4	Käytetty aika.....	21
8	Telakokoonpanon kehittäminen .....	22
8.1	Kokoonpanoteline.....	22
8.2	Induktiolämmitin.....	23
8.3	Vapaanpään laipan nostotyökalu .....	24
8.4	Hammaskehän päädyn työkalu.....	27
8.5	Layout-muutos .....	28
8.6	Lean-ajattelu .....	29
9	Pohdinta .....	30
	Lähteet.....	32

## 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään köysinostimen telakokoonpanon vaihtoehtoista menetelmää. Olen itse töissä kyseissä telasolussa, joten kokemusta on kokoonpanosta ja sen ongelmista. Nykyinen menetelmä on ollut käytössä lähes 20 vuotta. Nykypäiväiset kokoonpanomenetelmät mahdollisesti voivat helpottaa valmistusta ja lisätä työturvallisuutta. Vaihtoehtoisia kokoonpanomenetelmiä ei ole ennen tutkittu. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kokoonpanoa ja sen kehittämistä.

## 2 Yritysesittely

### 2.1 Konecranes Oyj

Konecranes Oyj:n historia ulottuu vuoteen 1910, kun Helsinkiin perustettiin Kone-liike. Tarmon tiloihin perustettiin osakeyhtiö Kone Oy, joka osti, korjasi sekä myi käytettyjä koneita. Herlinin suku on omistanut Koneen vuodesta 1924 alkaen, kun Harald Herlin osti sen Ab Gottfr. Strömberg Oy:lta. Vuoteen 1990 Kone Oy tuotteina olivat nosturit, satamien käsittelylaitteet, hissit sekä monet muut koneet. Vuonna 1994 syntyi KCI Konecranes International Oy nosturiyksikkö, joka keskittyi täysin teollisuusnostureihin. Kone Oy keskittyi tästä eteenpäin pelkästään hisseihin. Myöhemmin vuonna 2005 erittyi vielä Cargotec Oyj, joka keskittyi lastinkäsittelyratkaisuihin. (Konecranes, 2022)

Vuonna 2006 lopulliseksi nimeksi tuli Konecranes Oy, uuden brändistrategian johdosta. Maailman johtava nosturiyhtiö koostuu kolmesta osa-alueesta: teollisuuslaitteet, satamaratkaisut sekä kunnossapito. Teollisuuslaitteet kattaa nostimet, nosturit sekä materiaalinkäsittelylaitteet eri teollisuuden aloihin. Ketju- sekä köysinostimet ovat Konecranes suosituimpia tuotteita. Uusimpana tuotteena markkinoille on tullut synteettinen köysi vaihtoehto nostimiin. (Konecranes, 2022)

Satamaratkaisut sisältävät nimensä mukaisesti satamanostimia sekä kontin siirtämiseen räätälöityjä laitteita. Tunnetuin nosturi, jota hyödynnetään laivojen kokoonpanossa, on Goliath Gantry pukkinosturi, Meyer Turun laivanrakennustelakalla. (Konecranes Investors, 2022)

Kunnossapito on tärkeä osa nykypäivän liiketoimintamallia. 50 eri maassa toimiva Konecranesin huoltopisteverkosto on yrityksen suurin liiketoiminta-alue. Konecranes tarjoaa kattavat kunnossapito- sekä varaosapalvelut teollisuusnostureille sekä nostimille merkkiä katsomatta. Elinkaarenaikainen kunnossapitopalvelu kattaa tarkastukset, ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon, konsultointipalvelut, modernisointipalvelut sekä uusien laitteiden asennuksen. Vanhoja nostimia voidaan kunnostaa eri tehtäviin ja niiden kriittiset osat voidaan vaihtaa. Vanha nostin voidaan modernisoida erilaisilla uusilla ominaisuuksilla, jotka pidentävät nosturin elinkaarta sekä sen käyttövarmuus nousee. (Konecranes Investors, liiketoimintasegmenttien-kehitys, 2022)

## **2.2 Suomen toimipisteet**

Suomessa Konecranesin toimipisteitä ovat Hyvinkäällä sijaitseva pääkonttori sekä nostintehdas Hämeenlinnassa. Hyvinkäällä valmistetaan satamanostimia ja Hämeenlinnan tehtaalla valmistetaan pienempiä nostureita. Tämä opinnäytetyö kohdentuu Hämeenlinnan tehtaaseen, tarkemmin telasorvaamoon. Hämeenlinnan toimipiste työllistää noin 250 työntekijää. Tehdas alueella valmistetaan Q-tuoteperheen köysinostimia teollisuuden eri tarpeisiin. (Konecranes sisäinen tiedote)

Kuvassa 1 on HH1 kokoonpano linjasto. Kuvassa näkyy telan rakenne sekä tela.

Kuva 1. Hämeenlinna tehdas HH1 kokoonpano linjasto (Hämeen Sanomat, 2014)



### 2.3 Tuotteet

Konecranes Oy:n Hämeenlinnan tehtaan tuotteet koostuvat pääsääntöisesti työpistenostureista, siltanostimista sekä erikoisnostimista. Lisäksi tehtaalla valmistetaan erikoistiloihin suunniteltuja nostimia.

Työpistenosturit sisältävät sähköiset ketjunostimet, kevytnostinjärjestelmät, kääntöpuominosturit, paineilmakeventimet sekä käsikäyttöiset nostimet. Tämän sarjan nostimet soveltuvat hyvin kevyiden kuormien nostamiseen. Nostimet ovat fyysisesti pienempiä ja soveltuvat näin pieniin teollisuushalleihin.

Siltanostin on yhteen tai kahteen palkkiin kiinnitettävä nostin. Nostin liikkuu palkkia pitkin sähkömoottoreiden avulla. Koko siltanostin liikkuu sähkömoottoreiden avulla. Siltanostin koostuu nostoköydestä, joka kiertyy telan ympärillä oleviin uriin. Nostimet ovat rakenteeltaan raskaampia sekä soveltuvat erittäin raskaiden kappaleiden nostamiseen turvallisesti.

Räjähdysvaaralliset nosturit ja erikoisnostimet ovat tiettyihin tehtäviin räätälöityjä.

Räjähdysvaaralliset nosturit ovat räjähdysvaarallisiin tiloihin suunniteltuja ja täyttävät näin toimintaympäristön vaatimukset. Tyypillisiä aloja ovat esimerkiksi öljynjalostamot, kaasuvoimalat sekä kemiantehtaat. Erikoisnostimet ovat valmistettu asiakkaan toiveiden ja tarpeiden mukaisesti.

### **3 Koneistus ja kokoonpanotyö**

#### **3.1 CNC koneistus**

CNC-koneistus tarkoittaa tietokoneistettua numeerista ohjausta. Ohjelmoituja koneita käytetään kaikilla metalliteollisuuden aloilla. Hitsaus- sekä kokoonpanorobotit sekä leikkuu koneet luokitellaan ohjelmoitaviksi koneiksi. Tietokoneella ohjattava- ja manuaalisesti käyttäjän ohjattava kone eivät eroa toisistaan lastuamisteknisesti. NC-työstökoneen liikkeitä ohjaa koneen ohjausyksikkö. Ohjausyksikkö lukee ohjelmaa, joka sisältää liikkeitä ja tiedot kappaleen valmistamiseen. (Keinänen & Kärkkäinen, 2009, s. 185)

Ensimmäiset CNC-koneet kehitettiin 1940-luvulla ja niiden tekniikka perustui reikäkortteihin sekä nauhoihin. Tietokone ohjatut koneet tulivat markkinoille 1960-luvulla. Seuraava iso muutos tekniikassa oli 1970-luvulla, kun CAD/CAM teknologiaa alettiin hyödyntämään valmistuksessa. Tietokoneen avulla tehokkuus kasvoi, kappaleiden valmistukseen kehitettiin ohjelmat, sekä toistotarkkuus oli korkea. Koneet koteloitiin ja niihin lisättiin turvakytkimiä, jotka lisäsivät koneen työturvallisuutta. (Heinonen & Kalliolahti, 2020, s. 87)

## 3.2 Valmistusmenetelmät

### 3.2.1 Design for manufacturing (DFM)

DFM eli Design for manufacturing tarkoittaa sitä, että tuote on suunniteltu helposti valmistettavaksi. Tämä ideologia perustuu kappaleen parempaan muotoiluun, joka vähentää valmistuksen haasteita sekä turhia aikaa vieviä osuuksia. Tärkeimmät valmistukseen vaikuttavaa tekijät ovat valmistusprosessi, tuotesuunnittelu, tuotteen materiaali, palveluympäristö sekä testaus ja erilaisten standardien noudattaminen. (Sild, 2021)

Hyvin suunniteltu kappale, joka noudattaa näitä tekijöitä mahdollistaa kustannusten alentamisen, tuotteen nopeamman prosessoinnin sekä helpomman valmistuksen. (Sild, 2021)

### 3.2.2 Design for Assembly (DFA)

DFA eli design for assembly tarkoittaa sitä, että tuote on suunniteltu helposti kokoonpantavaksi. Kappaleen helppo kokoonpano nopeuttaa tuotantoa. Pienempi määrä kappaleen osia kokoonpanossa vähentää osien kokonaissummaa. (Velling, 2021)

Design for factory perustuu kolmen pääkysymyksen ympärille:

1. Pitääkö osan liikkua suhteessa muihin kokoonpanon osiin?
2. Onko osa valmistettu eri materiaalista esteettisistä tai toiminnallisista syistä?
3. Pitääkö osien olla erillisiä, jotta muihin osiin on mahdollinen pääsy tai jotta voidaan suorittaa korjaus ja huolto?

Tuotteen suunnittelu kokoonpanoystävälliseksi alentaa kappaleen kokonaisvalmistus kustannuksia, joka vastaisuudessaan mahdollisesti lisää tuloja. Myös tuotteen suunnittelu helposti kokoonpantavaksi tai purettavaksi lisää sen huoltomahdollisuutta loppuasiakkaalla. (Velling, 2021)

Päätekijät helppoon kokoonpanoon ovat osien määrän minimointi, modulaarisuus, sisäänrakennetut kiinnikkeet, osien symmetria, virheidensuojaus, vakio-osien käyttö sekä kohtuullisten toleranssien käyttö. (Velling, 2021)

### **3.2.3 Design For Manufacturing and Assembly (DFMA)**

Kun tarkastellaan kahta ylempää valmistusideologiaa, huomataan, että jotkin menetelmät risteävät keskenään. Kummankin ideologian tarkoitus on helpottaa tuotteen valmistusta. Pääideana on vähentää materiaalivaatimuksia sekä -kuluja. Tarkoituksena on hyödyntää molempien ideologioiden menetelmiä siten, että kummastakaan ei synny haittoja. Yksinkertainen muotoilu sekä modulaarisuus ovat tärkeitä tekijöitä, kun tarkastellaan näiden kahden yhdistettyä ideologiaa. Osien mahdollinen vähentäminen ja osien standardisointi lisäävät tuotteen jouhevaa valmistusta. (Sild, 2021, Fractory)

DFMA-menetelmässä täytyy ottaa huomioon tuotteen valmistus sekä kokoonpano. Kun kummatkin otetaan huomioon tasaisesti ja ristiriitoja ei synny, voidaan tuote valmistaa mahdollisimman edullisesti, nopeasti sekä helposti. (Sild, 2021, Fractory)

## **4 Layout-suunnittelu**

Tuotannon layoutilla on suuri merkitys työn sujuvuuteen sekä tehokkuuteen. Layout koostuu työpisteistä, varastoista, kulkureiteistä sekä niiden sijoittelusta tehdasalueella. Yhdessä kaikki tarvittavat osat muodostavat tuotantotilan. Hyvä tuotantotila edesauttaa työntekijää ja helpottaa tuotteenvalmistusta. Hyvä layout edistää työturvallisuutta, vähentää tuotteen läpäisyäikää sekä

työntekijän turhaa liikettä. Tuotteen laatu paranee, materiaalivirta on tehokkaimmillaan ja tehdas tila käytetään tehokkaasti hyödyksi. (Logistiikan maailma, 2022)

Tuotantotilat voidaan jakaa kahteen erilaiseen tyyppiin: Prosessilähtöinen-layout sekä tuotelähtöinen-layout. Prosessilähtöinen layout on funktionaalinen järjestelmä eli eri vaiheet on jaoteltu omiksi osastoiksi. Moniosastoinen tila sallii laajan tuotekirjon, mutta materiaalivirta on monimutkaisempi ja läpäisy aika on pidempi. (Logistiikan maailma, 2022)

Tuotelähtöinen-layout on lopullisen tuotteen mukaan jaoteltu omiin vaiheisiin valmistusjärjestyksen mukaan. Valmistusjärjestys voidaan jakaa soluihin, jossa jokainen valmistaa osan lopullisesta tuotteesta. Tuotantolinjassa kaikki valmistusvaiheet ovat toistensa perässä. Pakkotahtisessa linjassa, kuten autotehtaissa tai pienkoonpanolinjoilla, työ kiertää jatkuvasti. Vapaatahtisessa linjassa seuraavaan työvaiheeseen ei ole tarkkaa pakonomaista siirtymää. (Logistiikan maailma, 2022)

Virtautettu-layout on joustavampi tapa, jossa voidaan yhdistää helposti eri variaatioita lopulliseksi tuotteeksi. Myös erilaisten tuotteiden valmistaminen on joustavampaa, kun linja ei ole kiinteä. (Logistiikan maailma, 2022)

## **5 Työturvallisuus ja hyvinvointi**

### **5.1 Työturvallisuus**

Työturvallisuus koostuu fyysisestä, psyykkisestä ja sosiaalisista tekijöistä. Hyvä työturvallisuus on työnantajan sekä työntekijän vastuulla. Työnantajalla on yleinen huolehtimisvelvoite, mikä tarkoittaa sitä, että "Työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä." (Verkkokoulu työturvallisuus, 2022)

Työntekijä on velvollinen noudattamaan työnantajan määräämiä ohjeistuksia ja huolehtimaan työpaikan turvallisuudesta. Työntekijä noudattaa työnantajan määräyksiä ja ohjeita. Työssä on

noudatettava työolosuhteiden vaatimaa turvallisuutta huomioiden varovaisuuden ja järjestyksen. (Työturvallisuuslaki 738/2002 § 18)

Työntekijällä on myös oikeus pidättäytyä työstä, jos hän kokee, että siitä aiheutuu vaara hengelle tai terveydelle. Tämä perustuu työturvallisuuslakiin. Pidättäytyminen on vain silloin relevanttia, kun työtä ei voida suorittaa millään välittömällä korjaus toimenpiteillä. (Työturvallisuuslaki 738/2002 § 23)

Työympäristön turvallisuus on myös tärkeässä asemassa osana kokonaisuutta. Siisteys ja järjestys parantavat liikkumista työtiloissa sekä vähentävät tapaturman riskiä. Riittävä valaistus on jokaiselle työntekijälle yksilöllinen. Yksilöiden tarpeet sekä ikä vaikuttavat valaistuksen riittävyteen. Työturvallisuuslain mukaan työpisteellä pitää olla kelvollinen määrä hengitysilmaa. Ilmanvaihdon pitää olla tarpeeksi tehokas suhteutettuna työntekijä määrään työtiloissa. Mahdolliset epäpuhtaudet pitää poistaa tehokkaasti kohde- tai paikallispoistolla. (Työturvallisuuslaki 738/2002 § 24, § 33, § 34)

Työturvallisuuden sosiaalinen osuus koostuu työyhteisöstä. Tasa-arvo, oikeudenmukaisuus sekä toimiva vuorovaikutus ovat hyvän työyhteisön piirteitä. Jokaisella on osuus hyvän työilmapiirin ja työyhteisön luomisessa ja ylläpitämisessä. Hyvät vuorovaikutustaidot rakentavat hyvän pohjan terveelliselle työpaikalle. Monimuotoisuus, yhdenvertaisuus ja tasa-arvo ovat tärkeitä voimavaroja työympäristössä. (TTK, n.d.)

Työnkuormitus voi koitua haitalliseksi psyykkisesti, fyysisesti sekä sosiaalisesti. Kun työ on olosuhteisiin sekä työntekijöihin nähden liian kuormittavaa, vaikuttaa se haitallisesti työssä jaksamiseen. Psykososiaalisia kuormitustekijöitä pyritään ennalta ehkäisemään ennen kuin niistä koituu pitkäaikaisia seurauksia. Työntekijä ja työnantaja ovat veloitettuja ylläpitämään turvallista työympäristöä. Tyypillisiä kuormittumisen hälytysmerkkejä ovat lisääntyneet sairauslomat, työnlaadun heikkeneminen, käytöksen muuttuminen sekä vetäytyminen sosiaalisista kontakteista. (Työsuojelu, 2022)

## 5.2 Koneturvallisuus

Koneturvallisuus tarkoittaa sitä, että kone on suunniteltu turvallisesti käyttää ja että se täyttää turvavaatimukset. Työnantaja on vastuussa koneturvallisuudesta. Hyvä koneturvallisuus vähentää työntekijöiden onnettomuuksia sekä sairauksia. Myös turvallinen työskentely koneen kanssa lisää tuottavuutta. (HSE, n.d.)

Euroopan unioni on säätänyt konedirektiivin, joka tarkoittaa koneturvallisuus-säännösten yhtenäistämistä. Valmistaja vastaa siitä, että konetta on turvallista käyttää ja että laite vastaa koneturvallisuuslainsäädännön vaatimuksia koneturvallisuudesta. CE-merkintää käytetään nykyään merkinä siitä, että kone on turvallinen ja valmistaja kattaa vaatimusten mukaisuusvakuutuksen. Konedirektiivi tuli vuonna 1994 voimaan Suomessa sen liittyessä Euroopan unioniin. (Euroopan konedirektiivi 2006/42/EY)

## 5.3 Työhyvinvointi

Työhyvinvointi koostuu monesta eri tekijästä kuten, fyysiset työolosuhteet, työn fyysinen kuormitus ja ergonomiset ratkaisut. Jotkin teollisuuden tehtävät ovat rutiininomaisia, jotka voivat olla fyysisesti rasittavia. Työergonomia sekä työtilan siisteys, lämpötila, melu sekä työvälineet vaikuttavat fyysiseen rasitukseen. (Virolainen, 2012, s. 17)

Turvallinen sekä miellyttävä työ on tärkeä osa ihmisen terveyden sekä hyvinvoinnin kokonaisuutta. Työympäristö voi vaikuttaa myös haitallisesti fyysisesti sekä psyykkisesti, usein tämä johtaa sairauksiin ja vammoihin. (Järvinen, 1986, s. 9)

Nostotyöt nostimella pitää olla suunniteltuja sekä harkittuja. Käyttäjän täytyy tuntea hallittavan nostimen nostokyky ja tietää nostettavan kappaleen paino. Eri nostotöihin vaaditaan omat apuvälineet, kuten liinat ja ketjut, kappaleen kiinnittämistä varten. Nostotyötä tehtäessä on hyvä pitää turvaetäisyys ja rajata nostoalue, ettei kukaan päädy riskialueelle. Työntekijä saa keskeyttää työn, jos kokee, että nostoa ei voida tehdä turvallisesti tai nostossa havaitaan ongelma. Tilanne on

ratkaistava ennen töiden jatkamista. Työntekijällä pitää olla jatkuva näköyhteys nostettavaan kappaleeseen. (Työturvallisuuspakki, n.d.)

#### **5.4 Konecranes sisäinen ohjeistus**

Konecranesilla työntekijältä vaaditaan nostotyöperehdytys ja nosturikortti, kun hän suorittaa nostotöitä työssään silta- tai työpistenostureilla. Nosturikortti uusitaan viiden vuoden välein, näin voidaan ennakoida nostotyön vaaratilanteet ja kehittyä paremmaksi nostimen käyttäjäksi. Nosturikortin avulla tiedetään, että käyttäjä osaa nostaa kappaleen oikeaoppisesti sekä havainnoida mahdolliset riskitekijät tapauskohtaisesti. Konecranes Oy kouluttaa tehtaan sisäisesti työntekijät käyttämään nostureita. Nostotöitä ei saa tehdä, jos ei ole tätä kurssia käynyt. (Konecranes sisäinen tiedote, 2022)

Työturvallisuuskortti vaaditaan kaikilta henkilöiltä, jotka työskentelevät tuotannon työpisteillä. Kortti on merkki suoritetusta työturvallisuuskurssista. Kurssi sisältää tietoa työsuojelusta, vähentää tapaturmien riskejä sekä parantaa työntekijän turvallisuusosaamista työpaikalla. (Konecranes sisäinen tiedote, 2022)

## **6 Lean tuotanto**

Lean-tuotanto on Japanissa kehitetty tuotantomenetelmäfilosofia. Toyota-autotehdas otti Lean-ajattelun käyttöön ensimmäisenä ja on kehittänyt sitä lähes 100 vuotta. Lean-ajattelu mullisti sen aikaisen autoteollisuuden ja on yksi tekijöistä, miksi Toyota on yksi maailman suurimmista autovalmistajista. (Six Sigma, n.d)

Lean-kehittämisfilosofian pohjana on asiakkaan arvo. Ensimmäiseksi tarkastellaan ja määritellään arvo mitä tuotetaan sekä mitä halutaan asiakkaalle tuottaa. Kaikki kokonaisuuden osat voidaan jakaa arvoa tuottaviin, tukitoimintoihin sekä hukkaan. Arvoa tuottavat toimenpiteet edistävät

materiaalia, tietoa sekä asiakasta haluttuun suuntaan. Tukitoimet eivät anna suoraa arvoa asiakkaalle mutta ovat kokonaisuudessa välttämättömiä. Hukka on turha osuus, joka ei tuota arvoa eikä ole välttämätön. Kun nämä toimenpiteet määritellään tuotannossa, niistä voidaan poistaa hukat. Toyotan 7 hukkaa eli toiminnalliset hukat ovat ylituotanto, varastot, odottaminen ja etsiminen, siirtymiset, siirrot ja käsittelyt sekä korjaustyö sekä turha työ. (Logistiikan Maailma, n.d)

Pahin hukka on ihmisten osaamisen käyttämättä jättäminen. Toiminnallisten hukkien lisäksi on kaksi hukkatyyppiä: hajonta ja ylikuormitus. Lean-ajattelun tärkeimpänä tehtävänä on hukkien eliminointi ja jatkuva parantaminen. (Logistiikan Maailma, n.d)

## **6.1 Lean-ajattelun tärkeimmät periaatteet**

Lean-ajattelu voidaan jakaa neljään tärkeimpään periaatteeseen. Ensimmäinen periaate on pitkän aikajänteen ajattelutapa. Siihen kuuluvat tavoitteiden asettaminen pidemmälle, työntekijöiden kouluttaminen sekä tuotantojärjestelmien kehittäminen. (Liker, 2004)

Toisena periaatteena on prosessien avulla saadut oikeat tulokset. Toimintamallit kuten 5S sekä tuotantovirtojen nopeuttaminen ovat keskeisiä prosesseja Lean-periaatteessa. (Liker, 2004)

Kolmantena periaatteena on ihmisten kehittäminen. Jokaisen työntekijän kehittäminen ja kouluttaminen lisää työhyvinvointia sekä sitoutuneisuutta työhön. Yritysten kumppanuusverkostojen vahvistaminen lisää tilaus-toimitusketjun kaikkia osia. (Liker, 2004)

Neljäs ja tärkein periaate on jatkuva parantaminen. Koko organisaation kattava jatkuvan parantamisen ajatus koskee jokaista työntekijää yritysjohtajasta kokoonpanijaan. Itseohjautuva oppiva organisaatio vaatii vahvan strategian sekä lyhyen että pitkän aikajänteen tavoitteet, joihin jokainen on sitoutunut. (Liker, 2004)

## 6.2 8 hukun muotoa

Hukka voidaan jakaa kahdeksaan erilaiseen muotoon. Hukkaa minimoimalla voidaan parantaa sekä nopeuttaa tuotteen valmistusta. (Mflow, n.d)

Varastointi eli osien, materiaalien sekä valmiiden tuotteiden liika varastointi. Siirtyminen sisältää työpisteellä liikkumisen, vie aikaa sekä lisää työturvallisuusriskiä. Yliprosessointi on tuotteen tai osan liiallinen prosessointi mistä asiakas ei välttämättä maksa. Virheet ovat tuotannossa koituvia virheitä. Siihen kuuluu myös niiden selvittäminen ja korjaaminen. Hyödyntämätön potentiaali on se että, ihmisten kyky ei tule täysin hyödynnettäväksi. Ylituotanto on tuotteen tai osan liika tuotantoa. Tuotetaan enemmän mitä tarve vaatii. Odottaminen on tuotannon odotusta, joka ei lisää lopullisen tuotteen arvoa. Kuljetukset eli ylimääräiset kuljetukset eri työpisteiden välillä. (Mflow, n.d)

## 6.3 5S

5S on Lean-työkalu, jota voidaan hyödyntää jokaisessa työpisteessä. 5S vaiheet ovat:

1. Sortteeraus

Lajitellaan kaikki työkalut niiden tyyppien ja ominaisuuksien perusteella.

2. Systematisointi

Merkitään työkalut niiden tarpeiden mukaan sekä missä niitä tarvitaan.

3. Siivous

Siivotaan työpiste sekä poistetaan turhat työkalut.

4. Standardisointi

Opastetaan kaikille uusi käytäntö sekä tehdään uudesta käytännöstä vakio tila.

## 5. Seuranta

Seurataan toimenpiteen vaikutuksia sekä pysytäänkö ohjeistuksissa.

(Six Sigma, n.d)

## 6.4 Konecranes sisäinen Lean

Konecranes käyttää 6s-järjestelmää, jossa kuudes vaihe on safety eli turvallisuus. Valvotaan työturvallisuutta ja viidennen vaiheen kanssa yhteistyössä pidetään työpiste turvallisena ja tunnistetaan vaaratekijät. (Konecranes sisäinen tiedote, 2022)

Työntekijäkin osallistuu aktiivisesti Lean-ajatteluun Konecranesin tehdastiloissa. Uusia menetelmiä sekä keksintöjä saa ehdottaa ja niistä voidaan säätää uusi vakio. (Konecranes sisäinen tiedote, 2022)

Kuvassa 2 on 6S ympyrä, joka kuvastaa Lean kiertoa.

Kuva 2. 6S ympyrä (Visual Paradigm online, n.d.).



## 7 Telakokoonpanon kuvaus

### 7.1 Nykytilanne opinnäytetyölle

Raskaan teollisuusnosturin yksi tärkeimmistä osista on köysitela. Telan ympärille asennetaan teräsköyttä, joka nostaa sähkömoottorin avulla nosturin taakan ilmaan. Eri telan pituudet sekä leveydet vaikuttavat lopullisen nostimen nostokapasiteettiin.

Nykyinen kokoonpano menetelmä on ollut toiminnassa lähes 20 vuotta. Kokoonpano on kehitetty sen aikaisilla menetelmillä sekä päivitetty vuosien varrella.

### 7.1.1 Putken sahaus

Putki mitataan ja sahataan vaadittavaan pituuteen jättäen työstövaran putken kumpaankin päähän. Behringer-vannesahalla sahaus tapahtuu automaattisesti ja operaatio onnistuu hyvin muun työn ohessa. Kuvassa 3 on kyseinen saha sekä valmiiksi sahattuja kappaleita.

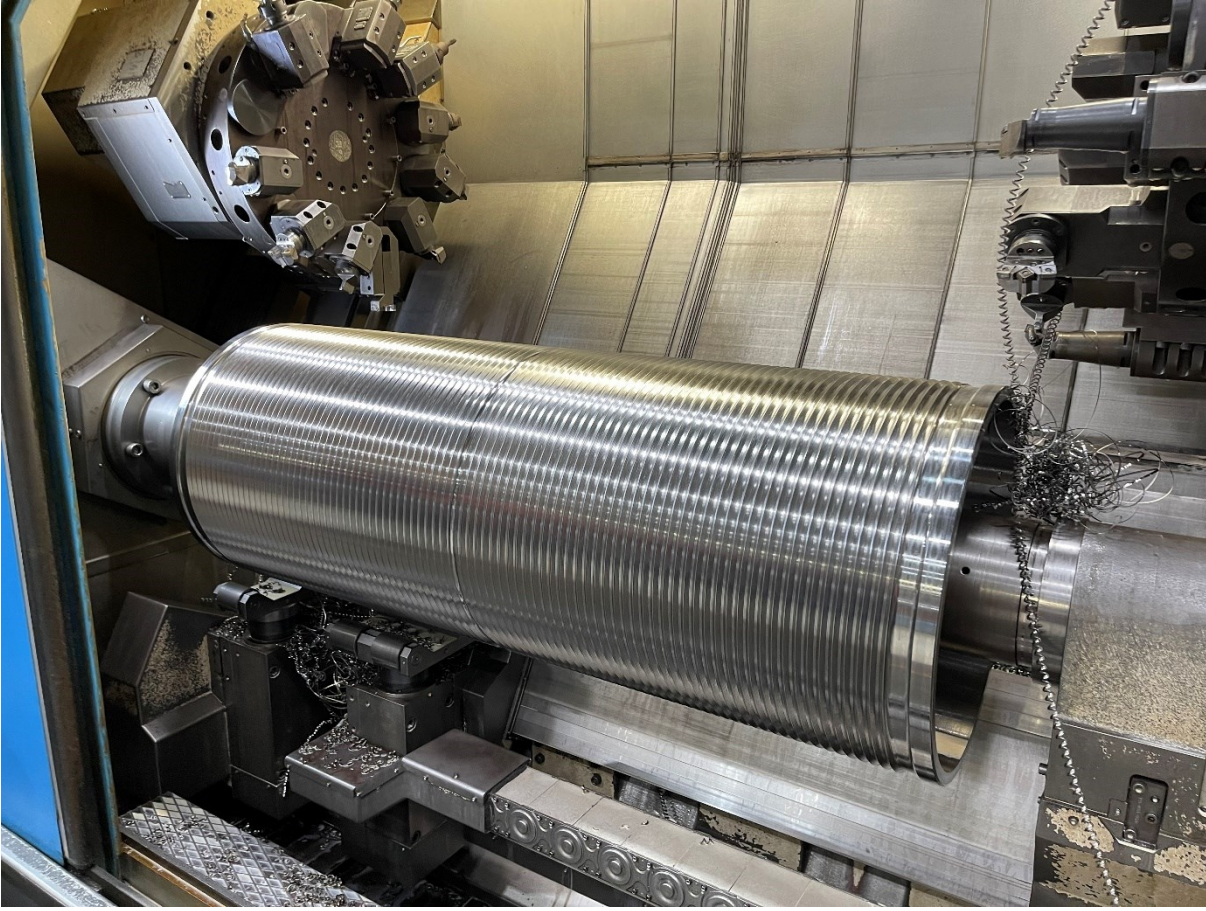
Kuva 3. Behringer-vannesaha HH2 hallissa.



### 7.1.2 CNC Koneistus

Oikeaan mittaan sahattu putki nostetaan siltanostimella Heynumat-sorviin. Heynumat on Saksalaisen Heyligenstaedt työstökonevalmistajan vinopohjainen sorvauskone. Koneessa on modulaarinen rakennejärjestelmä. Hämeenlinnan tehtaan kone on varustettu kahdella työkalurevolverilla työstämisen tehostamiseksi. Nämä näkyvät kuvassa 4 työstettävän kappaleen vieressä. Lisävarusteena löytyy myös kaksi tukilaakeria, jotka ovat käytössä silloin kun telan pituus ylittää 2250 millimetriä. Tukilaakerit vähentävät merkittävästi telan värähtelyä ja työstöjälki on tasalaatuista koko matkalta. Tukilaakerien käyttö näkyy kuvassa 5. Kone saapui Hämeenlinnan tehtaaseen 2019 ja on toiminut siitä saakka kolmessa vuorossa tähän päivään saakka.

Kuva 4. Heynumat sorvissa keskeneräinen tela.



Kuva 5 QD-tela asetettuna tukilaakerien kanssa. (Heyligenstaedt, n.d.)



Teloja valmistetaan pituudesta 440mm aina 4300mm saakka. Telan koneistusaika riippuu telan pituudesta sekä valmistettavan nostimen lopullisesta tyypistä ja nostokapasiteetistä. Koneeseen syötetään parametrinen CNC-ohjelma, jonka avulla voidaan helposti arvoja vaihdellen saavuttaa erityyppisiä ja pituisia teloja. Ohjelmaan vaihdetaan tarvittavat parametrit. Työstöaika vaihtelee puolesta tunnista aina neljään tuntiin saakka. Valmis tela tarkastetaan sorvissa ja siihen voidaan vielä tehdä lopullisia korjauksia. Telan uria on kahta erikokoista: D11 sekä D15. Tämä on uran ympyrän sädemitta.

### **7.1.3 Kokoonpano ja siirto säilytykseen**

Valmis sorvattu ja tarkastettu tela nostetaan siltanostimella pois sorvista kehityspaikalle. Kehityspaikalla tela asetetaan toinen pää astinlaudan päälle, jolloin telan alta saadaan pujotettua nostoliina telan ympärille. Nostimella nostamalla sekä vaunua liikuttamalla saadaan tela nousemaan pysty asentoon suorassa ja hallitusti. Kyseinen nostotekniikka vaatii harjoittelua sekä kahden liikkeen yhtenäistä tasaista liikettä nostimelta. Liian nopea liike voi kaataa telan väärään suuntaan tai tela lähtee heilahdusliikkeellä eteenpäin. Kun tela on saatu pystyyn kehitysalustalle, putsataan paineilmalla vapaanpään kehä. Vapaanpään puoli on se mihin ei kohdistu suoraa vetoa, kun taas hammaskehä puoli on se, joka pyörittää telaa.

Vapaanpään laippa asetetaan telan päälle ketjunostimella. Induktiolämmittimellä lämmitetään telan pää, jolloin kehä mahtuu telan sisällä olevaan loveen. Telan lämpölaajentuessa telan pää hieman laajentuu, jolloin laippa putoaa uralle telan sisälle. Telan jäähtyttyä noin kymmenen minuuttia on lovi jäähtynyt ja laippa on puristusliitoksella kiinni telassa. Tämä voidaan todentaa kuminuijalla taputtamalla kehään. Erillisinä kappaleina telasta kuuluu kirkas ääni ja kun tela on jäähtynyt, kuuluu selkeästi matalampi ääni, joka on merkki siitä, että tela ja laippa ovat liitoksessa toisiinsa.

Tela nostetaan jälleen astinlaudan päälle vaaka-asentoon. Nostin liinat siirretään telan toiseen päähän. Tela nostetaan samalla tekniikalla kuin edellisessä vaiheessa pystyyn. Telan hammaskehän pääty puhdistetaan paineilmaa hyödyntäen. Induktiolämmittimellä lämmitetään pääty yhden

lämmitys kierroksen verran. Lähemmäksi 4000 millimetriset telat lämmitetään kaksi kierrosta, jolloin kokoonpano aikaa on reilusti enemmän. Ketjunostimella nostetaan hammaskehä kokonaisuus paikalleen. Asettelu tapahtuu kokoonpanijan toimesta käsin. Kuvassa 6 näkyy hammaskehän asentaminen lämmitettyyn telaan. Hammaskehää koputellaan muutamasta kohdasta, jolloin varmistutaan, ettei telan ja hammaskehän väliin jää välystä. Jäähtyminen kestää pidempään, pahimmillaan kolme varttia riippuen lämmityksen kestosta. Telaarä ei voi nostaa ilmaan noin kolmeen varttiin, koska liitos ei välttämättä ole vielä täysin valmis ja hammaskehä sekä tela voivat irrota toisistaan nostotyön aikana. Hyvä muistisääntö on, että tela on nostovalmis, kun telan pinta on tarpeeksi viileä käsikosketukselle. Telan pinta pitää olla alle 100 celsius asetta, koska nostoliinaa ei saa käyttää sitä korkeammissa lämpötiloissa. Kutistusliitoksessa kehä jää telaan kiinni. Isojen nostokapasiteetti eli QE nostimien teloissa, telaan porataan lukitusokat, jotka estävät kehän pyörähtämisen erittäin suurten kuormien nostoissa. Näissä tapauksissa tela nostetaan jälleen astinlaudalle ja se nostetaan vaaka-asennossa telan keskeltä suoraan porausasemaan. Telaarä porataan 90 asteen kulmiin reiät, joihin asetetaan neljä kappaletta lukitus tappeja. Lukitustapit ovat varmistus siitä, että jos kutistusliitos pettää, neljä lukitustappia on vielä telassa kiinni.

Kuva 6. Hammaskehän asettaminen lämmitettyyn telaan.



Telaan tehdään vielä viimeinen visuaalinen tarkastus. Valmis kokoonpantu tela nostetaan siltanostimella pystyyn kuljetinalustalle, jonka avulla se siirretään varastoon alkukokoonpanon tuntumaan. Tela säilytetään pystyasennossa rajoitetun tilan vuoksi ja näin varastossa on maksimikapasiteetti teloja.

## 7.2 Tavoitteet ja rajaus

Koko telan kokoonpanon aikana joudutaan tekemään sokitettavassa telassa kuusitoista nostotyötä. Tela joudutaan nostamaan pystyyn neljä kertaa sekä siirtämään viisi kertaa. Kahdeksan tunnin työpäivän aikana nostotöitä voi olla lähes viisikymmentä kertaa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia vaihtoehtoisia menetelmiä kokoonpanoon sekä selvittää mahdollisuutta vähentää nostotöiden määrää työssä. Vaihtoehtoinen kokoonpano menetelmä mahdollisesti myös parantaa työturvallisuutta sekä nopeuttaa kokoonpanoa.

### 7.3 Riskit ja vaaratilanteet

Pitkien telojen kanssa täytyy olla erityisen tarkkana. Kuvassa 7 on pitkä tela pystyssä. Väärinaseteltuna tela voi kaatua tai osua hallin rakenteisiin tai työntekijöihin. Tapaturmariski on olemassa jokaisella kerralla, kun nostotöitä tehdään. Liinat ovat standardoituja teollisuus nostoliinoja, jotka soveltuvat nostotöihin. Nostoliinoissa on jokavuotiset tarkastusajankohdat, mutta yleensä ne vaihdetaan heti uusiin, kun liinan väri alkaa haalistumaan reilusti tai liinaan tulee rakennevaurioita. Kuvassa 8 näkyvä liina alkaa olemaan erittäin kulunut. Myös työntekijän huolimattomuuden vuoksi liina voi siirtyä pois telasta ja tela pääsee kaatumaan.

Kuva 7. Pitkä QE-tela pysty asennossa.



Kuva 8. Nostoliinan käyttäminen nostaessa teloja.



#### 7.4 Käytetty aika

Telan nostotöihin saa helposti käytettyä paljon aikaa. Neljä metristen telan kanssa täytyy olla erittäin tarkkana ja yleensä kokoonpano vaatii kaksi työntekijää. Neljämetrisen telan valmistus raakaputkesta lopulliseksi telaksi voi kestää jopa kokonaisen työvuoron. Yleensä työvuorossa joutuu tekemään päällekkäisiä työtehtäviä, jolloin eri kokoonpano vaiheissa ei jouduta odottamaan. Esimerkkinä yksi tela on sorvissa koneistuksessa, vannehallalla on yksi raakaputki sahauksessa ja yksi kokoonpano on aloitettu. Yhden työvuoron aikana QD- ja QE-teloja keskimäärin valmistuu yhdestä neljään kappaletta. Nostotöihin menee iso osa ajasta. Tarkkuutta vaativa nosto täytyy tehdä turvallisesti ja kiireelle ei ole sijaa.

Mitä pidempi tela, sen enemmän kuluu aikaa nostotyöhön sekä telan käsittelyyn. Jos tela on pidempi kuin itse kokoonpanija, tarvitaan usein jakkara tai saksinostin. Tämä hidastaa työn kulkua merkittävästi sillä työntekijä joutuu fyysisesti nousemaan ja laskeutumaan kokoonpanon eri vaiheessa. Yleensä toinen työntekijä on alhaalta käsin hammaskehän sekä induktiolämmittimen kanssa, kun samalla kokoonpanija on nostimella telan pään korkeudella. Tällainen kriittinen pituus on yleensä K-mittainen tela (1900mm) ja sitä pidemmät. Lyhyemmissä teloissa nostotyöllä ei ole suurta osuutta, koska ne ovat yleisesti helpompia kääntää sekä työskentely korkeus on optimaalinen lähes kaikille kokoonpanijoille. Pituuksia tuosta K-mittaisesta telasta on yhtä paljon variaatioita lyhempinä sekä pidempinä.

## **8 Telakokoonpanon kehittäminen**

### **8.1 Kokoonpanoteline**

Hämeenlinnan tehdasalueella on monessa paikassa käytössä kokoonpanopöytä. Kyseisiä pöytäratkaisuja löytyy jo muualta kokoonpanosta. Kokoonpanopöydän pituutta voidaan säätää ja telaa voidaan pyörittää sähkömoottoreiden avulla. Kuvassa 9 on siirrettävät nostopöydät. Kyseinen ominaisuus on osoittautunut hyväksi QE-teloja poratessa. Sopiva työskentelykorkeus helpottaa kokoonpanoa sekä vähentää fyysistä kuormitusta. Tukipisteiden sijainti olisi telan pituudesta aina kolmanneksen telan päästä mitattuna. Kokoonpanotelineen porauspääty on kiinteästi kiinni porauspisteessä. Vapaanpään puoli on mahdollista siirtää oikeaan pituuteen helposti pyörien avulla.

Kuva 9. Kokoonpanopöytä teloille.



## 8.2 Induktiolämmitin

Nykyinen induktiolämmitin on suomalaisvalmisteinen järjestelmä. Ennen nykyistä järjestelmää teloja lämmitettiin kaasupolttimella. Induktiolämmitin on nopea ja turvallinen lämmitys keino. TELA lämpenee tasaisesti ja tapaturma riski on pieni.

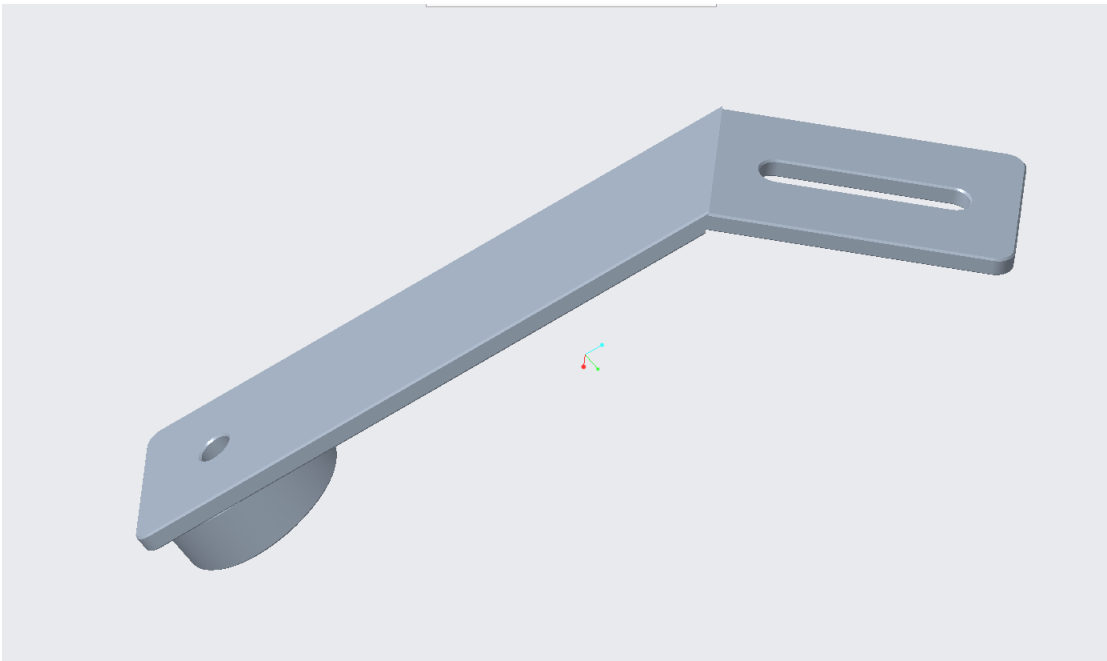
Induktiolämmitin on tarkoitettu käytettäväksi vaakasuorassa asennossa. Lämmitinkammassa on valmiiksi L-raudat, josta saadaan nostimen koukku läpi. Tätä lämmitys tekniikkaa on käytetty pitkien raakatelosten hehkutuksissa. Induktiolämmitinkampa jää pysty asentoon ja näin se voidaan asettaa telan päähän. Lämmittimen muokkaus pystykäyttöön on helppo sekä edullinen muutos.

### 8.3 Vapaanpään laipan nostotyökalu

Laippojen nostamiseen tarvittaisiin oma nostintyökalu. Laipan painopiste on nykyisessä tilanteessa keskellä, joten laippa pysyy vaaka-asennossa. Laippa pitäisi saada pysymään pystyasennossa uudessa kokoonpanotekniikassa. Painopistettä täytyy saada ulommaksi, jotta laippa asettuu pystyyn. Laipan ei tarvitse olla tarkalleen pystyssä, mutta asettaminen on helpompaa, kun laippa on suorassa.

Vapaanpäänlaippaan on tehty joskus työkalu, mutta otin inspiraatiota siitä tähän päivitettyyn versioon. Kuva 10 on havainnekuva vanhasta työkalusta. Asennus onnistuu ketjunostinta hyödyntäen. Täyden kierroksen induktiolla lämmittämällä asentamiseen jää reilusti tilaa. Vapaapää pysyy telan lovessa ilman muuta voimaa. Telan jäähtyessä vapaapää jää loven sisään ja ensimmäinen pääty on kiinnitetty.

Kuva 10. Havainnekuva nostotyökalusta.



3D-piirrustuksesta puuttuu M16-nostosilmukat, jotka kiinnitetään kumpaankin päähän. Kuvassa 11 nykyään käytettävät nostosilmukat. Työkalu kiinnitetään vapaanpäänlaippaan M16-nostosilmukan avulla pois kuljetuslaatikosta. Toisessa päässä on leveämpi väli, koska sillä voidaan säätää laipan

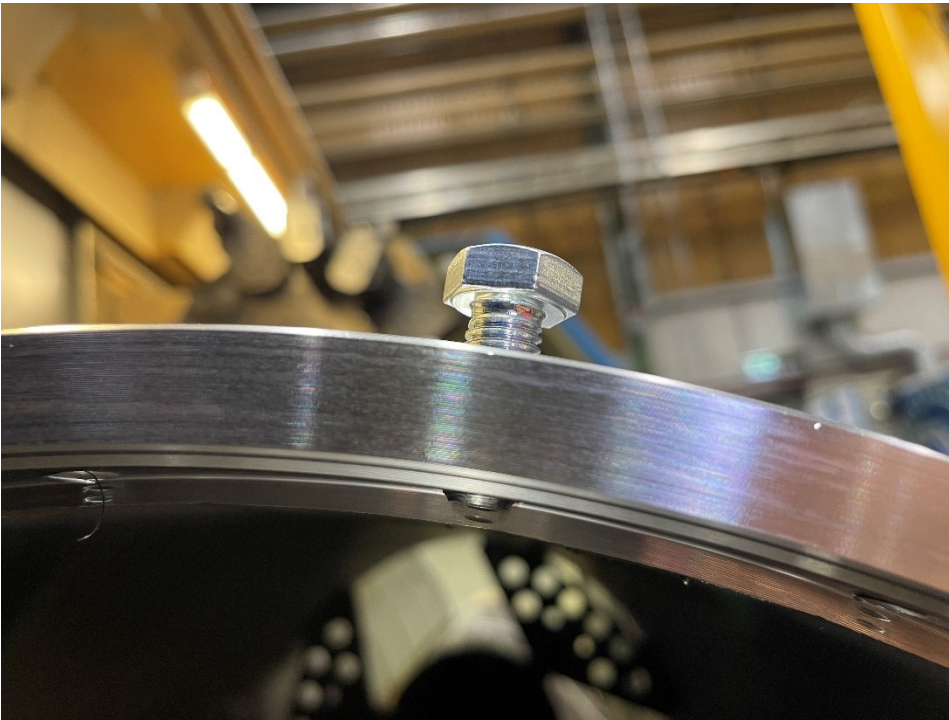
tasapainoa tarkemmin. Toinen nostosilmukka kiinnitetään työkalun toiseen päähän mutterin kanssa. Nostosilmukasta nostaessa kappale jää pystyasentoon.

Kuva 11. Nostosilmukka M16 (IKH tuote V1675A (n.d.))



Lisävarmistukseksi käytetään telan M12-kierrettä hyödyksi ja kiinnitetään löysälle kiristykselle pulkki tukemaan vapaanpään laippaa. Tämä ehkäisee laipan siirtymisen vinoon sekä laipan putoamisen jäähtymisvaiheessa. Kuvassa 12 sekä 13 on kyseinen M12 pulkki kiinnitettynä telaan.

Kuva 12. M12 Pultti keskeneräisessä telassa.



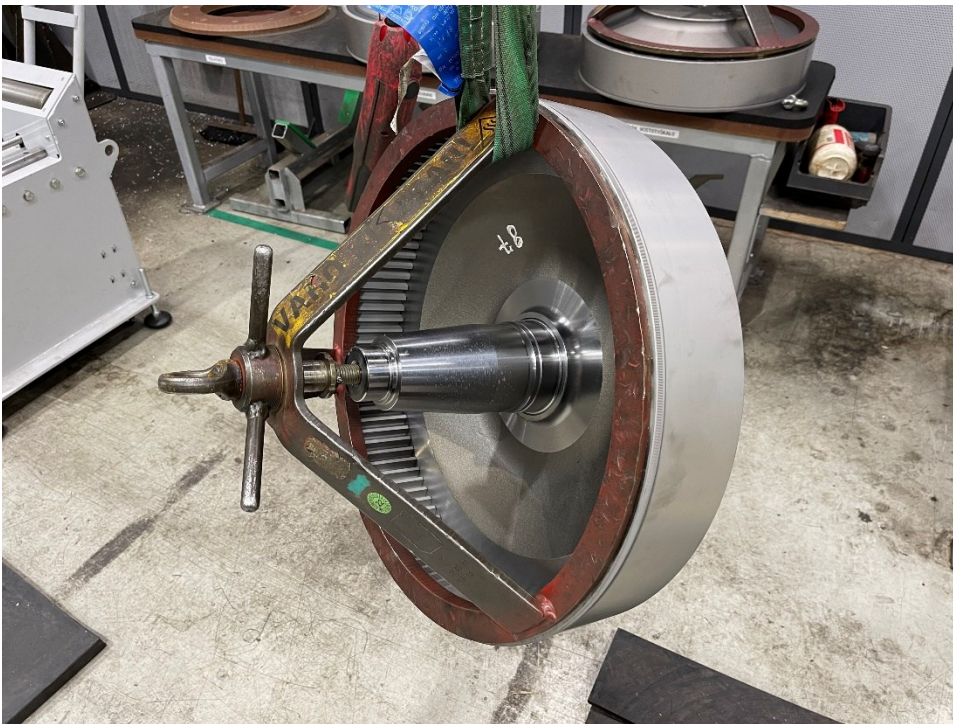
Kuva 13. M12 pultti valmiissa telassa, vapaapää kiinnitettyinä.



## 8.4 Hammaskehän päädyn työkalu

Hammaskehän päädyn työkalu on hieman haastavampi tapaus. Hammaskehä on sen muotoinen, että nostokohta pitäisi olla kauempana, jotta osa jäisi pystysuoraan. Kuten kuvasta 14 voidaan huomata, että nykyisellä työkalulla paketti ei pysy vaakatasossa. Nykyisessä tapauksessa hammaskehä painautuu telan uraan painovoiman avulla. Uudessa kokoonpanossa pitäisi saada lähes sama voima kohdistumaan vaakasuunnassa. Osan painojakautuman vuoksi se ei pysy omin voimin telan päässä kiinni. Hammaskehään pitää kohdistua työntävä voima noin 30 minuuttia, jotta tela jäähtyy ja hammaskehä jää paikoilleen. Työkalun pitää siis pitää hammaskehä pystyasennossa sekä työntää sitä telaa kohden. Tässä voidaan hyödyntää puristimia. Puristimen toinen pää kiinnitettäisiin telan köysiuriin ja salpa kiristettäisiin vääntämään hammaskehää telaa kohden. Tekniikka on halpa toteuttaa sekä helppo huoltaa.

Kuva 14. Hammaskehä paketti nostettuna nykyisellä työkalulla.



Nykyisessä menetelmässä hammaskehän massa on 100kg ja maanvetovoiman ansiosta telan asentamisen aikana siihen kohdistuu 981 newtonin voima kohtisuoraan alaspäin. Tämä helpottaa hammaskehän kohdistamista telaan asentamisen sekä telan jäähtymisen aikana. Samanlaisen

voiman tuottaminen vaaka-asennossa on haastavaa nykyisillä resursseilla. Mahdollisesti prässi vaaka-asennossa, joka työntää hammaskehän sisälle ja pystyy pitämään sen telan sisällä jäähtymisen ajan.

Suurin ongelma on hammaskehän päädyn kohdistaminen telaputkeen. Induktiolämmittimellä tela lämpölaajenee noin millimetrin. Kaksi kierrosta lämmittämällä se nousee noin kahteen millimetriin. Tela jäähtyy näin pidempään mutta asentaminen on helpompaa. Tämä taas vähentää hyödyn, sillä sama aika menee nostotöihin nykytilanteessa. Nykyisellä menetelmällä asentaminen on helppoa koska maan vetovoima pitää hammaskehän lähes pystysuorassa lattiaa kohden. Erittäin harvoin hammaskehä jää telaan vinoon tai jumiin puoliväliin. Yleensä tällaiset ongelmat johtuvat asentajan virheestä tai koneistusvirheestä, jolloin koneistettu reikä on liian pieni.

Yhdellä induktiolämmittinkierroksella hammaskehän vaaka-asennossa asentaminen on mahdollista mutta erittäin haasteellista. Työn vaikeutuminen syö mahdollisen hyödyn kokoonpanosta. Telaa pidempään lämmittämällä saadaan enemmän työskentely tilaa hammaskehän kohdistamiseen. Haittapuolena on pidempi jäähtymisaika. Tehokkaat puhaltimet voisivat nopeuttaa telan jäähtymistä.

## **8.5 Layout-muutos**

Nykyinen kokoonpano alue on suunniteltu telojen pystykokoonpanoa varten. Telan pituudet vaihtelevat 440mm – 4300mm välillä, joten vaakakokoonpano vie paljon enemmän tilaa. Mahdollinen lisätila vaakakokoonpanolle lisää työturvallisuutta sekä nopeuttaa telojen kokoonpanoa vähentyneen nostamisen vuoksi.

Vaakakokoonpano onnistuu nykyisillä tiloilla, joten layout-muutos ei ole välttämätön. Pystykokoonpano onnistuu suhteellisen tehokkaasti nykyisissä tiloissa.

## 8.6 Lean-ajattelu

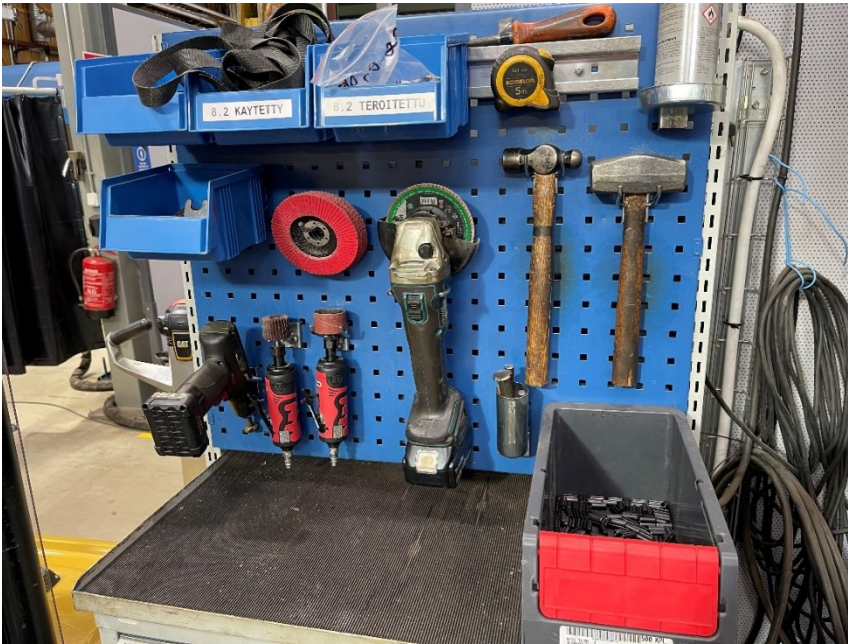
Lean-ajattelun hyödyntäminen on levinnyt lähes jokaiseen pisteeseen Konecranesin toimipisteissä. Pienillä teoilla on saatu suuria vaikutuksia tuotantoon sekä sen kehittämiseen. Pelkästään yleissiivous ja työkalujen uudelleen järjestäminen lisää työturvallisuutta ja tehokkuutta. (Luku 6) 5S-muokkaaminen ja toteuttaminen on helppo toimenpide, joka voitaisiin toteuttaa telasolussa. Työkaluja on joka paikassa ja standardoituja paikkoja ei ole merkattu. Kuvassa 15 on nykytilanne työpisteessä.

Kuva 15. Nykyinen tilanne työkaluille.



5S-menetelmän avulla tilasta saadaan siisti ja organisoitu. Tavarat pysyvät oikealla paikoilla sekä työkalut on standardoitu. Työpäivän päätteeksi työkalut laitetaan paikalleen, jolloin seuraava vuoro saa aloittaa puhtaalta pöydältä. Kuvassa 16 on paranneltu työpiste, johon on käytetty 5S-menetelmää.

Kuva 16. 5S-menetelmä suoritettuna työpisteelle.



## 9 Pohdinta

Kehitystyöt tehtiin yhteistyössä useiden eri asiantuntijan kanssa. Nykyinen telan valmistus on erittäin tehokas, vaikka nostoja tulee paljon. Kun suhteutetaan telojen valmistus ja nostimien alkukokoonpanon tuotanto, on pullonkaulailmiö kehitteillä. Teloja valmistuu sopusuhtaisesti siihen nähden mitä alkukokoonpano ehtii valmistamaan yhdessä vuorossa. Seuraava kehitys kohde voi hyvin olla alkukokoonpanopiste, jos isoja teloja valmistuu merkittävästi enemmän. Paranneltu kokoonpanomenetelmä ei välttämättä suoranaisesti lisäisi valmistuneiden isojen telojen määrää vaan se helpottaisi kokoonpanoa sekä vapauttaisi työaikaa muihin tehtäviin. Vapautunut aika menisi suoraan REX- sekä QC-telojen valmistukseen.

Konecranesin nykyisillä koulutuksilla sekä kone- sekä työturvallisuuden takaamisella telan valmistus on erittäin turvallista. Tapaturmariski on pieni, sillä suurin osa valmistuneista teloista kuukauden aikana on alle 1900 millimetrin pituisia, eli työskentelykorkeus on optimaalinen. Erittäin pitkät telat valmistetaan yleensä ilta- tai yövuorossa, jolloin sivullisen tapaturmien riski on pieni muiden tuotannontyöntekijöiden ollessa poissa. Vapaanpäin laipan työkalulla asennus

onnistuu pitkissä teloissa vaaka-asennossa. Tämä vähentää nostamista jonkin verran per tela. Työpisteiden optimointi sekä Lean-ajattelun laajentaminen varmasti helpottaisivat kokoonpanoa.

Tulevaisuudessa tutkimusta voidaan hyödyntää tuotannon kehittämiseen riippuen senhetkisestä tuotantotilanteesta. Telasolussa löytyy myös muita kehityskohteita kuten robotiikan hyödyntäminen hitsauksessa sekä pienten telojen massauksen helpottaminen. Mikäli tuotantotilanne muuttuu merkittävästi, voi kokoonpanotyökalujen laajempi jatkokehitys olla perustelua. Opinnäytetyö antoi arvokasta tietoa telakokoonpanosta ja tuotannon kehittämiskohteista, joita voidaan jatkossa tutkia tarkemmin ja jatkokehittää.

## Lähteet

- Euroopan konedirektiivi 2006/42/EY. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0042:FI:HTML>
- Heinonen, M. & Kalliolahti, J. (2020). *Koneistustekniikka*. Sanoma Pro.
- Heyligenstaedt. (n.d.). Heynumat sorvi esittely. [kuva 5]. Tarkastettu 6.10.2022. [https://www.heyligenstaedt.de/english/e\\_heynumat.html](https://www.heyligenstaedt.de/english/e_heynumat.html)
- HSE. (n.d.). *Protect your workers*. Iso-Britannian HSE sivusto. <https://www.hse.gov.uk/business/protect-workers.htm>
- Hämeen Sanomat. (2014). Konecranes taas kuurille. [kuva 1]. <https://www.hameensanomat.fi/paikalliset/5174928>
- IKH (n.d.). NOSTOSILMUKKA RUUVI M16 DIN580 1KPL 0,70TON. [kuva11] <https://www.ikh.fi/fi/nostosilmukka-ruuvi-m16-din580-1kpl-0-70ton-v1675a>
- Isixsigma. (n.d.). *A PRACTICAL APPROACH TO THE SUCCESSFUL PRACTICE OF 5S*. <https://www.isixsigma.com/>
- Järvinen, E. (1968). *Työterveyshuolto teollisuusmaissa*. Sosiaali- ja terveysministeriö tutkimusosasto.
- Keinänen, T. & Kärkkäinen, P. (2009). *Koneistustekniikan perusteet*. WSOYpro.
- Konecranes Oyj. (2022). Tietoa yhtiöstä ja tuotteista. <https://www.konecranes.com/fi/tietoa>
- Konecranes Oyj. (2022). Yhtiön historia. <https://www.konecranes.com/about/history#detailed-timeline>
- Konecranes YouTube-kanava. (2022). Meyer Turku Telakka. [https://www.youtube.com/watch?v=HWMZ-6eqS\\_4](https://www.youtube.com/watch?v=HWMZ-6eqS_4)

Konecranes sisäinen tiedote. (2022).

Liker, J K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacture*. McGraw Hill Education.

Logistiikan maailma. (n.d). layout tuotanto

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

Mflow. (n.d). <https://mflow.fi/>

Sild, S. (2021), Fractory. Design for Manufacturing. <https://fractory.com/design-for-manufacturing-dfm/>

Sild, S. (2021), Fractory. Design for Manufacturing and assembly. <https://fractory.com/design-for-manufacturing-and-assembly-dfma/>

Six Sigma. (n.d). *Mitä on lean?*. <https://sixsigma.fi/lean/>

TTK. (n.d.). Työturvallisuus. <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/>

Työsuojelu. (2022). Psykososiaalinen kuormitus.

<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/psykososiaalinen-kuormitus#jump-to-content>

Työturvallisuuslaki 738/2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L4P18>

Työturvallisuuspakki. (n.d). Nostot. <https://xn--tyturvallisuuspakki-r6b.fi/nostot/>

Työturvallisuus verkkokoulu. (2022). <https://verkkokoulu.com/tyoturvallisuus/>

Velling, A. (2021). Fractory. Design for assembly. <https://fractory.com/design-for-assembly-dfa/>

Vesämäki, H. (2014). *Lastuavan työstön nc-ohjelmointi*. Teknologiateollisuus ry.

Virolainen, H. (2012). *Kokonaisvaltainen työhyvinvointi*. Books on demand.

Visual Paradigm online. (n.d.). 6S Tutorial for Lean Approach. [kuva 2] <https://online.visual-paradigm.com/knowledge/six-sigma/6s-tutorial-for-lean>