

Ville-Matti Honkanen

KALLIOPORAKONEIDEN TUOTANTOTILOJEN LAYOUT-
SUUNNITTELU

Konetekniikan koulutusohjelma
2022

TUOTANTOTILOJEN LAYOUT-SUUNNITTELU

Honkanen, Ville-Matti
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2022
Sivumäärä: 25
Liitteitä: 4 kpl

Asiasanat: layout-suunnittelu, tuotantotila, materiaalivirta

Opinnäytetyössä suunniteltiin uusi layout tuotantotiloihin, joissa tehdään pääsääntöisesti kolmen kallioporakonemallin kokoonpanoa, mutta lisäksi myös toisinaan vanhojen koneiden korjauksia ja päivityksiä.

Suurimmat haasteet nykyisessä layoutissa ovat kokoonpanopaikkojen riittämätön määrä sekä koko, varastojen vajaa trukkihyllymäärä sekä pinta-ala, edestakaiset ja ristikkäiset materiaalivirrat, piha-alueen päällysteen kesto ja nykyiset ympäristömääräykset täyttävän koneiden pesupaikan puute.

LAYOUT PLANNING OF PRODUCTION PROPERTY

Honkanen, Ville-Matti

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in mechanical engineering

December 2022

Number of pages: 25

Appendices: 4 pcs

Keywords: layout design, production facility, material flow

The purpose of this thesis was to design a new layout for rock drilling robot production facility which main use is to do machine assembly but also repairs and upgrades of robots are carried out occasionally.

Greatest difficulties in present layout are insufficient size and number of assembly places, insufficient amount of forklift shelves and storage area, back and forth and crossing material flows, lack of hardness on yard tarmac and lack of robot washing place fulfilling current environmental regulation.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	1
2	TEORIA	2
2.1	Toiminnan johtaminen	2
2.2	Hankinta, logistiikka ja varasto.....	2
2.3	Tuotantomuoto	4
2.4	Tuotantotilojen layout.....	5
2.5	Kokoonpano	6
3	KALLIOPORAKONE MALLIT, RAKENNE JA KOKOONPANO	8
3.1	Kallioporakoneen mallit ja rakenne	8
3.2	Kallioporakoneen kokoonpanon vaiheet ja komponentit	9
3.2.1	Alavaunu	9
3.2.2	Ylävaunu	10
3.2.3	Puomi ja poralaitteisto	10
3.2.4	Sähköistys ja automaatio	11
3.2.5	Viimeistely ja testaus.....	11
4	TUOTANTOTILAT JA KONEKANTA	12
4.1	Agrihallin 1. jae	12
4.2	Agrihallin 2. jae	13
4.3	Agrihallin 3. jae	13
4.4	Ulkokatos	13
5	TUOTANTO JA TUOTEMATRIISI	14
5.1	Varasto ja materiaalivirrat.....	14
6	TUOTANTOTILOJEN JA VARASTON KEHITTÄMINEN.....	16
6.1	Toivotut ja havaitut kehityskohteet.....	16
6.2	Vaaditut muutokset kehityskohteiden toteuttamiseksi.....	17
6.3	Konekannan kehittäminen	18
6.4	Varastojen kehittäminen	19
6.5	Kokoonpanopaikkojen kehittäminen	22
6.6	Materiaalivirtojen ja kulkureittien kehittäminen	22
6.7	Varastokirjanpidon luominen.....	22
6.8	Piha-alueen kehittäminen.....	23
7	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET	
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Työssä suunnitellaan muutokset olemassa oleviin tuotantotiloihin, jotka sijaitsevat osoitteessa Skaffarinkatu 7, Kokemäki. Tiloissa tehdään pääasiassa kallioporakoneiden kokoonpanoa, mutta sen lisäksi myös satunnaisesti vanhojen koneiden huoltoa ja muutostöitä. Tavoite on saada aikaiseksi tilat, joissa pystytään tekemään samaan aikaan kolmen kallioporakoneen kokoonpanoa sekä neljännen koneen huoltoa tai muutostöitä. Materiaalivirtoihin toivotaan kehitystä ja varastointiin tehostamista. Pihan päällystettä tulee muuttaa paikoissa, joissa ajetaan kallioporakoneilla. Pihalle tarvitaan koneille myös pesupaikka, joka täyttää nykyiset ympäristömääräykset.

Konekannan mahdollistamat työstömenetelmät tulee säilyttää, mutta ei välttämättä nykyisillä paikoilla ja koneilla. Jatkossakin on tarkoitus valmistaa kallioporakoneiden runkoon liitettäviä osia korjattaviin ja päivitettäviin koneisiin. Materiaalivirtoihin halutaan parannusta, koska osa materiaaleista kulkee varastoihin ahtaista väleistä kokoonpanopaikkojen läpi. Teräksien kulku hallissa toimii muuta materiaalia tehokkaammin, koska se kulkee varastoinnin jälkeen hallin pituussuunnan mukaisesti. Kulukuväyliin toivottiin suunnitelmaa, joka ottaa huomioon ja tukee materiaalivirtoja.

Työn päämäärä on tuottaa yksi tai useampi layout-suunnitelma, joka sisältää kokoonpanopisteiden, huoltopisteen, koneiden ja varastojen sijainnin. Suunnitelmassa tulee huomioida materiaalivirrat varastoon ja edelleen jakelu eri työpisteisiin. Layout-suunnitelmalle ei asetettu taloudellisia rajoitteita, joten se voi sisältää esimerkiksi suunnitelman rakennuksen laajennuksesta tai toisen rakennuksen rakentamisesta tontille.

2 TEORIA

2.1 Toiminnan johtaminen

Yrityksen toiminnan johtaminen jaetaan yleensä kolmeen eri tasoon: strategiset kysymykset, tuotantojärjestelmien sekä niitä tukevien toimintojen kehittäminen sekä tuotannon päivittäinen ohjaus. Viimeksi mainittu toimii strategisten valintojen määrittelyssä puitteissa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 349) Tyypillisesti toiminnan johtamisessa tehtävät päätökset liittyvät kone- ja laiteinvestointeihin, layoutin muuttamiseen, toimittajayhteistyön kehittämiseen, tietojärjestelmien hankintaan, laatu- ja ohjausjärjestelmien kehittämiseen sekä työtapojen ja -menetelmien muuttamiseen. Tuotantojärjestelmän ja sitä tukevien toimintojen kehittäminen ovat tärkeimmät osa-alueet yrityksen kilpailukyvyyn ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Tuotantoprosessi on tuotteita valmistavan yrityksen tärkein toiminto. Toiminnan johtamisen merkittävimmät päätökset ja suurimmat ongelmat liittyvät tuotantoprosessien hallintaan ja kehittämiseen. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 350)

2.2 Hankinta, logistiikka ja varasto

Materiaalihallinnalla tarkoitetaan yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun ohjausta. Materiaalihallinnan puitteissa ohjataan yrityksen kaikkia materiaalivirtoja läpi koko valmistusprosessin toimittajista asiakkaille. Hankintatoimen ja materiaalien hallinnan merkitys on korostunut, koska materiaalihankintojen osuus kustannuksista on kasvanut viime vuosikymmenien aikana. Varastojen kokoa on pyritty merkittävästi pienentämään samanaikaisesti, kun tilaus-toimitusprosessien aikajänteitä on lyhennetty huomattavasti. Näiden tavoitteiden toteuttaminen edellyttää materiaalityönteiden tehokasta organisointia ja hallintaa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 443)

Logistisella johtamisella pyritään yhdistämään informaatio- ja materiaalivirrat mahdollisimman tehokkaaksi kokonaisuudeksi. (Hokkanen, Karhunen, & Luukkainen 2011, 50) Mikäli yritys valmistaa yksinkertaisia tuotteita yhdelle asiakkaalle ja on liiketoimialallaan yksin, on materiaalin ja informaation siirto hyvin hallittavissa.

Käytännössä niin yksinkertaista tuotetta tai monopoli-asemassa olevaa yritystä ei ole, että yrityksen logistiikka olisi ilman panostusta tehokasta tai toimisi virheettömästi. (Hokkanen, Karhunen, & Luukkainen 2011, 51) Panostamalla logistiikan toimintoihin ja johtamiseen taloudellisesti, pyrkivät yritykset parantamaan kannattavuuttaan. (Hokkanen, Karhunen, & Luukkainen 2011, 57) Kannattavuutta voi kasvattaa esimerkiksi vähentämällä varastoihin sitoutunutta pääomaa. Panostamalla varaston hallintaan ja sisäiseen logistiikkaan, ei kulu aikaa materiaalien etsimiseen ja noutamiseen, kun sisäinen logistiikka toimittaa materiaalin oikeaan paikkaan ajallaan.

Materiaalien hallinnan merkitys on kasvanut jatkuvasti heti teollisen tuotannon alusta lähtien. Tähän on alettu kiinnittää huomiota koko ajan pienemmissä tuotantoyrityksissä. Varastojen kokoa lasketaan samalla, kun materiaalien läpimenoaikaa tuotannossa nopeutetaan. Tämän seurauksena vaaditaan tilausten, logistiikan, varaston ja jakelun tehokasta hallintaa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 443)

Imuohjatun tuotannon johdosta hankintatoiminnan aikataulussa pysyminen korostuu merkittävästi. Rajallisten tilojen ja sitoutuneen pääoman kasvun vuoksi ei ole mahdollista ja taloudellisesti järkevää pitää välivarastoja. Logistiikan näkökulmasta materiaalien siirtyminen on yhtä tärkeää kuin informaationkin. Kokoonpanon etenemisen kannalta on tärkeää tietää koko ajan ovatko materiaalit jo saapuneet ja mihin ne on varastoitu. Ilman toimivaa informaation kulkua ei ole mahdollista saada materiaalia oikein paikkaan oikeaan aikaan. (Hokkanen, Karhunen, & Luukkainen 2011, 130)

Logistiikalla tarkoitetaan yrityksen materiaalien hankinnan, kuljetusten ja varastoinnin suunnittelua ja ohjausta. Valmistavissa yrityksissä logistiikan piiriin kuuluu myös yrityksen sisäisten materiaalien ja toimitusten hallinta. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 461)

Varastoinnin toimivuus on erittäin tärkeää osa valmistavan yrityksen tuotannossa. Varastohallintaan panostamalla saadaan alennettua kuljetus- ja tuotantokustannuksia sekä mahdollistetaan materiaalien hankintaa suuremmissa erissä, jolloin ne ovat todennäköisesti edullisempia. Kun varastohallinta toimii, on materiaalien varastoinnilla myös mahdollista tasoittaa markkinatilanteiden muutosten vaikutuksia. Lisäksi

työntekijöiden ajankäyttö tehostuu sekä asiakaspalvelu helpottuu. (Hokkanen, Karhunen, & Luukkainen 2011, 125)

2.3 Tuotantomuoto

Tuotannon rakenteen perusteella tehtyä luokittelua kutsutaan tuotantomuodoksi. Tuotantomuodot on jaoteltu niin, että nimeämisestä selviää tuotannon organisoinnin ja ohjauksen tunnuspiirteet.

Tuotteenmukaisella jaolla erotetaan tilaus- ja vakiotuotanto toisistaan. Tilaustuotannossa tuote mukautetaan tilaajan tarpeiden mukaisesti. Tällöin tuote voidaan joutua suunnittelemaan jopa lähes kokonaan uudelleen. Vakiotuotannossa tuote on aina pääpiirteiltään samanlainen. Yleisin muuttujana on suorituskyky, joka aiheuttaa yleensä fyysisen koon muutoksen. Ostajalla ei ole juurikaan mahdollisuuksia vaikuttaa lopputuotteeseen. Tuote valitaan tarpeen mukaan valmiista mallistosta tai laite voidaan muokata ostajan vaatimaan suorituskykyyn.

Valmistusaloitteen mukaisesti voidaan asiakasohjautuva ja varasto-ohjautuvan tuotanto erottaa toisistaan. Imuohjatun tuotannon käynnistää asiakkaan tekemä tilaus. Varasto-ohjautuvaa tuotantoa on valmistus ennen kuin tuotetta on myyty. Valmiit tuotteet varastoidaan ja varastoa käytetään myynnin puskurina. Tällaisia tuotteita ovat mm. kausituotteet ja edulliset kuluttajatarvikkeet.

Valmistusprosessit ovat jaettavissa tuotannon jatkuvuuden mukaan kolmeen ryhmään. Yksittäistuotannossa valmistetaan yksi tai korkeintaan muutama samanlainen tuote kerrallaan. Tuote on usein arvokas, yksilöllinen ja asiakkaan tarpeeseen suunniteltu. Sarjatuotannossa valmistus tehdään erissä. Usein tuotannossa on usean eri tuotteen valmistuseriä. Valmistuserät kiertävät tuotannossa määrätyn ajan välein kokonaan tai lähes kokonaan lähes samanlaisina. Massatuotanto on jatkuvaa tuotantoa, jossa tuotanto jatkuu käynnistyttyään samanlaisena pitkän aikaa. Valmistettava tuotevalikoima on pieni ja valmistus kulkee jatkuvana virtana työvaiheesta toiseen. Massatuotanto jaetaan kahteen eri kategoriaan tuotteen mukaan. Prosessiteollisuudessa tuotetaan aineita

ja muu tuotanto on kappalevarateollisuutta. (Hokkanen, Karhunen, & Luukkainen 2011, 149)

Valmistusprosessiin liittyy tuotteen tyyppin ja valmistuksen jatkuvuuden lisäksi olennaisesti myös tuotannon järjestely käytettäviin tuotantotiloihin eli layout.

2.4 Tuotantotilojen layout

Layout-suunnittelu on vakiintunut termi teollisuudessa, jolla tarkoitetaan tuotantoprosessin koneiden, laitteiden, varastojen, materiaalivirtojen ja kulkureittien suunnittelua ja sijoittelua. Suunnittelutyö on vaativaa ja siinä pitää osata huomioida asiat laaja-alaisesti tekniikan, tuotannon, tuotantotyöntekijän ja talouden näkökulmista. Työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layoutit jaetaan usein kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayouttiin, funktionaaliseen layouttiin ja solulayouttiin. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475)

Layout-suunnittelussa otetaan huomioon monia tuotannon ja ympäristön kannalta tärkeitä tekijöitä, kuten materiaalikulku, pinta-alan tarve ja sen käytön tehokkuus. Jotta layoutia voidaan sanoa tehokkaaksi, tulee sen täyttää ainakin pääosa seuraavaksi mainituista ominaisuuksista. Materiaalivirtojen tulee olla tehokkaita, joka mahdollistaa taloudellisen tuotannon. Taloudellisuuden pitää olla huomioituna rakennusten ja laitteistojen käytössä, ylläpidossa, rakentamisessa ja käyttöönotossa. Rakennettava tila tulee minimoida, jotta lämmityskustannukset, kunnossapidettävä pinta-ala sekä kuljetuksien määrä ja matkat tulevat myös minimoituiksi. Työympäristön tulee 5S:n periaatteiden mukainen ja ergonominen, jotta saavutetaan hyvä työtehokkuus. Häiritsevät ja häiriölle arat toiminnot ovat eristetty toisistaan. Toisiinsa liittyvät toiminnot on sijoitettu vierekkäin tai mahdollisimman lähelle toisiaan. Tuotannon energiatalous on optimoitu sekä kinemaattisen- ja lämpöenergian talteenottojärjestelmät on huomioitu. Joustavuus ja soveltuvuus tuotantoprosessin virhetilanteisiin ja muutoksiin esim. rinnakkaiset linjat tai niiden osat ja tuotantopisteiden modulaarisuus. (Tekninen tiedotus 7/86, 3)

Layout-suunnittelun vaiheita ovat nykytilanteen arviointi, tarpeiden sekä vaatimusten yhteenvedo, suunnitelmaehdotuksien kehittäminen ja arviointi. Edellä mainitut vaiheet pitävät sisällään monien eri osa-alueiden tarkastelua ja suunnittelua, jotta aiemmin mainitut tehokkaan layoutin osat ja toteuttamismahdollisuudet pystytään arviomaan ja mahdollisuuksien mukaan sisällyttämään eri suunnitelmaehdotuksiin. (Tekninen tiedotus 7/86, 5)

Systemaattinen layout-suunnittelu on hyvin käyttökelpoinen menetelmä tuotannossa käytössä olevien laitteistojen ja tuotantomenetelmien uusimisessa. Sitä voidaan käyttää kuvaamaan asteittaisia muutoksia näissä järjestelmissä ja perustana muutosten aiheuttamien taloudellisten, työympäristöllisten ja tuotannollisten tekijöiden arvioinnissa. Lähimpien vuosikymmenien tehdassuunnittelu tulee olemaan pääsääntöisesti käyttösuunnitelmien ja tuotantolayoutien kehittämistä tuotannollisen toiminnan tehostamiseksi. (Tekninen tiedotus 7/86, 6)

2.5 Kokoonpano

Kokoonpanon osuus tuotteen omakustannushinnasta riippuu mm. valmiina ostettavien komponenttien ja osakokoonpanojen määrästä. Tämä osuus ei sisällä komponenttien ja osakokoonpanojen kustannuksia ja vaihtelee yleensä 5-25 % välillä. Kokoonpanoa voivat häiritä tai estää tarvittavien osien ja komponenttien puuttumien, vajaat kokoonpano-ohjeet, käyttötarkoitukseen soveltumattomat työkalut ja välineet, sovitustyön suuri määrä ja työn suorittamisen kannalta huonosti järjestelty työpiste. Kokoonpano vaatii pääosan tuotantotiloista, jotka lisäksi ovat tyyppillisesti käytössä vain yhden vuoron ajan. Siksi kokoonpanon tilakustannukset yhtä tuotetta kohden ovat usein suuremmat, muihin tuotannon vaiheisiin verrattuna. Kokoonpano sitoo monesti suuren määrän pääomaa keskeneräiseen tuotantoon ja varastoihin. Kokoonpanossa työn sisältö on kappaleiden käsittelemistä, siirtämistä paikasta toiseen, varastointia, liittämistä ja sovitusta sekä tarkastamista. Vain liittäminen kohottaa tuotteen jalostusarvoa. Tarkastaminen, siirrot, käsittelyt ja varastoinnit eivät jalosta tuotetta, vaan pitkittävät kokoonpanoa ja lisäävät kustannuksia. Ilman näitä toimintoja ei kokoonpano kuitenkaan ole mahdollista. Niitä joudutaan ottamaan mukaan prosessiin, mutta niiden osuus on syytä pyrkiä pitämään mahdollisimman vähäisenä. (Tekninen tiedotus 7/86, 1)

Kokoonpanoon liittyy edellä mainittujen lisäksi myös muita työvaiheita, kuten pintakäsittelyt, sähkö-, putkityöt ja pakkaus. (Tekninen tiedotus 7/86, 2)

Tutkimuksessa havaitut yleisimmät kokoonpanon ongelmakohdat ovat aikataulun venyminen tai sen puute, osien puute, osavaraston ja komponenttien ajoituksen toimimattomuus, tietojärjestelmien toimivuus tai käyttäjien puutteellinen tietotaito, osavalmistuksen epävarmat läpäisyajat (oma tuotanto ja alihankinta), puutteelliset tai vanhanaikaiset työkalut, työergonomia ja tarve työstää kappaleita. Viimeksi mainittu olisi pitänyt tehdä jo aikaisemmassa työvaiheessa ennen kokoonpanoa. (Tekninen tiedotus 7/86, 7) Huomioimalla kokoonpanovaihe suunnittelussa voidaan sen kustannuksissa säästää merkittävästi. (Tekninen tiedotus 7/86, 9)

Tehokas kokoonpano vaatii monen asian toimivan oikein ja oikea-aikaisesti. Henkilöstön sitouttamisella toimintaan saadaan aikaiseksi jatkuvasti kehittyvä kokoonpanoprosessi. Kokoonpanotyön tehokkuuteen voidaan vaikuttaa monilla asioilla, aina materiaalien saapumisesta toimivaan palautejärjestelmään. Kun saapuvat materiaalit tarkastetaan heti niiden saapuessa ja sijoitetaan oikein niille osoitetuille paikoille, saadaan varmistettua, että ne löytyvät nopeasti, kun niitä tarvitaan. Työskentelystä saadaan tehokkaampaa, kun työn kulku on etukäteen suunniteltu työvaiheittain. Kun suunnitelma on laadittu kirjallisesti ja jokainen työntekijä perehdytetty työn kulkuun, ei kenenkään tarvitse lähteä keksimään pyörää uudestaan. Kun työskentelypisteet on järjestetty niin, että tarvittavat työkalut ja materiaalit ovat helposti saavutettavissa, on ohjeiden noudattaminen helppoa. Laadittua ohjeistusta on hyvä tarkastella aika-ajoin sen toimivuuden varmistamiseksi. Lisäksi on erittäin hyödyllistä, jos työntekijöillä on helppo kanava palautteen antamiseksi, sillä heiltä saatavat havainnot työohjeen toimivuudesta helpottavat ohjeiden ylläpitämistä käytännön työtä vastaavana. Kun kokoonpano on organisoitu kunnolla, on tuotettava jalostavan työn osuus kokoonpanossa mahdollista jopa kaksinkertaistaa. (Tekninen tiedotus 7/86, 12)

3 KALLIOPORAKONE MALLIT, RAKENNE JA KOKOONPANO

3.1 Kallioporakoneen mallit ja rakenne

Kallioporakoneesta valmistetaan kolmea mallia. Näiden suorituskyvyssä tärkeimmät erot ovat porattavan reiän maksimihalkaisija ja puomin ulottuvuus. Nämä erot suorituskyvyssä vaikuttavat huomattavasti eri mallien fyysisiin mittoihin ja massaan. Kallioporakone koostuu kolmesta pääosasta, jotka ovat alarunko, ylärunko ja puomi. Rakenne selviää tarkemmin katsomalla Kuvaa 1, jossa on keskikokoisen koneen erikoismalli. Perusmallista poiketen on tässä mallissa puomin päässä oleva poralaitteisto koeloitu teräslevyillä.



Kuva 1. Kallioporakoneen rakenne

3.2 Kallioporakoneen kokoonpanon vaiheet ja komponentit

Kokoonpanon komponentit, tarvikkeet ja vaiheet tulee tuntea, jotta kokoonpanotyön vaatima tila voidaan määrittää. Layout-suunnitelman tekemiseksi pitää tietää, kuinka paljon ja minkä kokoisia komponentteja ja asennustarvikkeita varastoidaan ja asennetaan. Suuret komponentit ja asennustarvikeryhmät on kuvattu tässä kappaleessa. Tuotantomenetelmiin ja työn suorittamiseen perehdytään sen verran, että nosturit, materiaalien säilytys ja materiaalivirrat sekä työn vaatima vapaa tila saadaan huomioitua.

Suurimman mallin vaunun kokoonpano tehdään alihankinta muualla. Valmis vaunu kuljetaan näihin tiloihin, joissa suoritetaan puomin kokoonpano ja yhdistäminen vaunuun. Tähän ratkaisuun on päädytty, jotta tuotannon määrä ja läpimenoaika on saatu nostettua halutulle tasolle. Suurin vaikutus on tilan käyttöön, jolloin sitä saadaan vapautettua muiden mallien kokoonpanolle. Kolmelle kallioporakoneelle on riittänyt kokoonpanopaikka, mikäli kaksi muuta kokoonpanossa olevaa konetta ovat olleet pienempiä malleja. Ongelmaksi on muodostunut suurimman kallioporakoneen erilaisten komponenttien määrä, koko ja niiden vaatima tila varastosta. Lisäksi komponenttien toimitusaikojen kasvu ja eräkojoja kasvattamalla saatu yksikköhinnan alennus ovat lisänneet entisestään varastoitavan materiaalin määrää ja niiden tarvitsemaa tilaa.

Vaadittavat tilat kallioporakoneen vaunulle ja puomille sekä niiden kokoonpanolle ovat mallikohteisesti vähintään 4x6 m, 4,5x7 m tai 5,5x8 m. Puomin ja vaunun yhdistämisen jälkeen tilan tarve on noin puolitoista kertainen verrattuna vain toisen osakokoonpanon vaatimasta tilasta. Edellä mainitun alueen lisäksi tarvitaan tilaa seuraavaksi asennettaville komponenteille, nostopuomeille ja työkaluvaunuille.

3.2.1 Alavaunu

Alavaunun teräsrungon laserleikkeet, hitsaus ja maalaus on tehty alihankintana. Nämä palvelut on hankittu eri yrityksiltä, joten vastuu logistiikasta ja laadunvarmistuksesta on tilaajalla. Kokoonpano alkaa asentamalla kallistuksen hydraulikkasyylinterit, voimansiirron -moottorit ja -letkut. Telaketjut asennetaan kokoonpanon keskivaiheilla. Osakokoonpano on pukkien päällä tähän työvaiheeseen asti, jotta työskentelykorkeus

on tehokas ja ergonominen. Alavaunun kokoonpano päättyy kääntökehän asentamiseen ja ylärungon liittämiseen.

3.2.2 Ylävaunu

Ylävaunun teräsrunгон toimitusketju on vastaava kuin alavaunussa. Ylävaunun teräs-rakenteet poikkeavat aina hieman toisistaan lisävarusteista johtuen. Lisävarusteet vaativat kannakkeita ja läpivientejä hydraulikalle. Näistä lisättävistä kannakkeista ja toisistaan eroavista läpivientilevyistä on malli- ja lisävarustekohtaiset 3D-mallit. Aluksi nämä kappaleet on polttoleikattu, koneistettu ja hitsattu itse muilta osin valmiiseen runkoon ennen maalausta, mutta nykyään nekin valmistetaan ja hitsataan alihankintana. Kokoonpano alkaa suurimmista komponenteista ja etenee kohti pienempiä. Asennettavat komponentit ovat polttomoottori, säiliöt, sähkökeskus, jäähdyttimet, paineilmakompressori, pölynpoistomuri, voitelulaite, hydraulikan venttiililohko ja akut. Lopuksi asennetaan tarvikkeet, joilla kytketään järjestelmät toisiinsa kuten johtosarja, letkut ja liittimet.

3.2.3 Puomi ja poralaitteisto

Puomi kannattelee poralaitteistoa, joka sisältää poralaitteen, syöttölaitteen, porakasetin, porapään, pölynpoistolaitteen suulakkeen ja pölynpoistoaukon, joka on vain ulkokäyttöön tarkoitetuissa koneissa. Tunneleihin tarkoitetuissa koneissa on erillinen pölysäiliö. Poralaitteita on valittavissa kahdesta eri tehoisesta mallista pienimpään ja suurimpaan kallioporakoneeseen. Keskikokoisessa mallissa on aina sama poralaitteisto. Puomissa kulkevat energian siirtoon tarvittavat hydraulikkaletkut, kaapelit ja pölynpoistotietku. Puomin kokoonpano aloitetaan asentamalla puomin ensimmäinen osa ja sitä liikuttava ja kannatteleva hydraulisylinteri. Samalla tavalla tehdään puomin toisen osan asennus. Poralaitteiston kokoonpano tehdään ensin valmiiksi ennen kuin se liitetään puomin päähän.

3.2.4 Sähköistys ja automaatio

Elektroniikan kokoonpano sähkökeskukseen tehdään omassa työpisteessä, joka on Agrihallin 3. jakeessa toimisto ja sosiaalityöalojen alla. Käytännössä tämä on yhden henkilön työpiste, josta löytyvät kaikki tarvittavat sähkökomponentit ja -tarvikkeet sähköistystä varten. Aiemmin osa johtosarjoista tehtiin itse, mutta nykyään alihankkija toimittaa valmiita johtosarjoja ja sähkökaappeja. Tällä muutoksella on tehostettu toimintaa vähentämällä huomattavasti varastoitavien sähkötarvikkeiden määrää, tarvittavaa varastotilaa ja huollinnan vaatimaa aikaa tilausten sekä varastotapahtumien määrää laskemalla. Tiettyjä tarvikkeita ja komponentteja on silti varastoitava pieni määrä huolto- ja muutostöitä varten. Kallioporakoneen sähköjärjestelmä toimii 24 V jännitteellä, joten sähkö- ja automaatiojärjestelmä on ollut mahdollista sijoittaa samaan laitekaappiin.

3.2.5 Viimeistely ja testaus

Viimeistelyyn kuuluu nesteiden täyttö, hydrauliiikan huuhtelu ja toimintojen testaus. Testaus tehdään ensin pienessä mittakaavassa sisällä niin, että nähdään jokaisen toiminnon ja liikkeen vaste ohjaukseen. Testausta jatketaan tekemällä laajempi testaus pihapiirissä, jotta lähes kaikkien liikkeiden ääriasetukset saadaan testattua. Liikkeiden ääriasetusten täydellinen testaus ei ole tasaisessa pihassa mahdollista, koska kaikissa malleissa kallioporakoneen terä on mahdollista ajaa muutama metri alemmas tasosta, jossa telaketjut ovat. Lopuksi kallioporakone kuljetetaan louhokselle tuotannolliseen testaukseen. Tuotannollisen testauksen jälkeen kone pestään ja voidaan toimittaa asiakkaalle. Mikäli jossakin testauksen vaiheessa todetaan puutteita, tuodaan kallioporakone takaisin kokoonpanopaikalle ja korjataan havaitut puutteet.

4 TUOTANTOTILAT JA KONEKANTA

Agrihalli sijaitsee Kokemäellä osoitteessa Skaffarinkatu 7. Yritys on muuttanut näihin tiloihin vuonna 2014. Heti muuton jälkeen rakennuksesta ja tuotantotilojen layoutista on tehty CAD-kuva. (LIITE 1) Osana opinnäytettäni kävin tekemässä mittauksia paikan päällä laseretäisyysmittarilla, ja näiden mittausten perusteella päivitin alkuperäiset kuvat vastaamaan nykytilannetta. (LIITE 2)

Rakennus on jaettu neljään jakeeseen, joista kadunpuoleinen jae on toisen yrityksen käytössä. Käytössä oleva pohjapinta-ala kolmessa jakeessa on yhteensä 1400 m² ja eristettyä sekä lämmitettyä siitä on 900 m², joka koostuu kahdesta keskimmäisestä jakeesta. Näiden jakeiden välissä on harkoista muurattu väliseinä ja kaksi muuta väliseinää ovat kevyitä eristettyjä seiniä. Näissä jakeissa ovat tuotantotilat, joissa valmistetaan, korjataan ja muokataan kallioporakoneita. Jokaisessa tuotantotilan jakeessa on nosto-ovi, josta mahtuu ajamaan valmiin koneen ulos ja peruuttamaan rekan perän sisään tavaroiden toimittamista varten.

4.1 Agrihallin 1. jae

Tätä ainoaa kylmää ja pinta-alaltaan suurinta jaetta käytetään pääosin varastona. Varastoitavia artikkeleita ovat alihankinnasta toimitetut teräksiset levytyöt, pitkät teräsräaka-aineet, -levyt, polttomoottorit ja poralaitteiston pitkät osat. Suurin osa seinien vierustasta on täytetty trukkihyllyillä. Polttoleikkauskone on sijoitettu tähän tilaan, koska se vie paljon lattiapinta-alaa. Polttoleikkauskoneen vieressä on pieni mankeli poltettujen levykappaleiden taivutusta varten. Tällä sijoittelulla vältetään teräslevyn pitkiltä kuljetusmatkoilta ja kuljettamiselta jakeiden välillä. Pitkän tavaran hyllyn vieressä on syöttöpöytä ja luukku seinässä, josta työnnetään pitkä tavara lämpimälle puolelle suoraan vannesahan syöttöpöydälle. Luukun ja rullaratojen vieressä on kulkuovi, josta päästään kulkemaan sisäkautta jakeiden välillä. Varastoitavaa materiaalia on niin paljon, etteivät kaikki trukkilavat mahdu trukkihyllyihin. Lattiapinta-alasta suurin osa on varastoitavan materiaalin käytössä. Tämän johdosta trukkihyllyihin käsiksi pääseminen vaatii useiden lavojen siirtämistä. Selkeitä kulkuväyliä ei ole, mutta molempien ovien edustat ovat vapaat.

4.2 Agrihallin 2. jae

Neljännestä jakeesta tulevan syöttöpöydän ja vannesahan vieressä on hylly pitkälle tavaralle, johon varastoidaan sahauksesta yli jäänyt materiaali. Jakeessa on teräksen koneistukseen tarvittavat työkoneet ja vakituinen tulityöpaikka. Konekantaan kuuluu vannesahan lisäksi aarporakone, kaksi erikokoista sorvia, jyrsin, pylväsporakone ja prässi. Sahan ja aarporakoneen väliseen puupylvääseen on asennettu 4 metrisen puomin päähän ketjunostin. Suuremman tilan vastakkaisiin kulmiin on sijoitettu lämpökeskus ja paineilmakompressori. Jakeessa on vapaa tila yhden kallioporakoneen kokoonpanolle. Tällä paikalla mahtuu tekemään myös suurimman kallioporakoneen kokoonpanon.

4.3 Agrihallin 3. jae

Jakeessa on vapaata tilaa kahden pienen tai yhden keskikokoisen kallioporakoneen kokoonpanolle. Peräseinän edustalle varastoidaan asennustarvikkeet sähkö- ja hydraulikka-asennuksia varten. Peräseinällä on myös jakeen levyinen ja 6 metriä syvä 2. kerros, jossa ovat toimistot ja sosiaalitilat. Näiden edessä kulkee käytävä, joten huoneiden syvyys on alle 5 m. Asennustarvikkeita on varastoitu portaiden ja jakeiden välisen oven tasalta aina peräseinälle asti. Tämän alueen seinustalla aivan jakeiden välisen oven vieressä varastoidaan kokoonpanon lopussa täytettävät nesteet kuten moottoriöljy, hydraulikkaöljy, polttoaine ja jäähdytysneste. Toisella seinustalla on hyllyjä, joissa varastoidaan pieniä komponentteja ja osia kuten suodattimia ja hydraulikkakäyttöisiä paineilmakompressoreja, jotka on mahdollista siirtää käsin kokoonpanopaikalle. Nämä kaksi varastoaluetta on merkitty päivitettyyn layout kuvaan keskiviivalla rajattuna.

4.4 Ulkokatos

Yrityksen käytössä on tontilla Agrihallin lisäksi kylmä ulkokatos. Katos ei ole lukittava, koska avoimella sivulla on pressuverhot. Tästä syystä katos ei sovi arvokkaan tai sääälle alttiin materiaalin säilytykseen. Ulkovarastossa säilytetään kaasupulloja.

5 TUOTANTO JA TUOTEMATRIISI

Tuotantomuoto on imuohjautuva yksittäisvalmistus, joka tarkoittaa tilauksen laukaisemaa tuotantoa. Imuohjautuvassa tuotannossa materiaalien hankintaa helpottaa huomattavasti, jos saadaan sen kokoinen tilauskanta, että seuraavan koneen kokoonpano päästään aloittamaan heti edellisen valmistuttua. Tuotematriisissa on kolme mallia, joita valmistetaan yhteensä noin kaksikymmentä kappaletta vuodessa. Näiden lisäksi on räätälöityjä konetoimituksia kolmesta viiteen kappaletta vuodessa. Lisäksi tehdään vuosittain muutamaan vanhaan kallioporakoneeseen muutoksia ja päivityksiä.

Kolme erilaista kallioporakonetta ja valinnaiset lisälaitteet sisältävät useita toisistaan eroavia komponentteja. Koska valmistustiloissa pystytään käsittelemään kerrallaan vain keskimäärin kahta konetta rinnakkain ja yhden koneen kokoonpano kestää noin kuukauden, ovat toimitusajat pitkiä ja toimitukset harvassa. Suuret komponentit sitovat pääomaa ja vievät paljon tilaa varastosta. Ei ole taloudellisesti kannattavaa varastoida suuria komponentteja, mutta niitä on pidettävä varastossa ja tilauskannassa niin, että jokaiseen alkavaan kokoonpanoon on aina komponentit valmiina. Ostamalla komponentteja liikaa ja liian aikaisin varastoon, kasvaa sitoutuneen pääoman määrä nopeasti hyvin suureksi. Nämä kaikki tekijät yhdistettynä tekevät hankinnasta huomattavan vaikeaa ja sen oikea-aikaisuudesta hyvin kriittistä. Uuteen myytyyn koneeseen pitää pyrkiä tilaamaan suuret komponentit JiT (Just in Time) periaatteen mukaisesti, jolloin ne eivät makaa turhaan varastossa sitomassa pääomaa.

5.1 Varasto ja materiaaliwirrat

Materiaalien purkupaikat ja varastot ovat ensimmäisessä ja toisessa jakeessa. Käytössä on polttomootorikäyttöinen haarukkatrukki tavaroiden siirtämistä varten. Haarukkatrukin paikka on 1. jakeessa ja sillä voidaan siirtää tavaraa muihin jakeisiin vain nosto-ovista ulkokautta. Materiaalit kulkevat nosto-ovilta kohti peräseinää. Ensimmäinen jae on käytännössä kokonaan paljon tilaa vaativien osien varasto, polttoleikkakoneen viemää tilaa lukuun ottamatta. Kolmannessa jakeessa varastoidaan pienempiä osia ja asennustarvikkeita peräseinällä ja ovelta katsottuna jakeen oikealla seinustalla.

Materiaalit kulkevat ovista kohti peräseinää, ensimmäisestä jakeesta kohti kolmatta ja lopuksi valmis kallioporakone ajetaan ulos ovista. Materiaalivirrat ovat jakeiden välillä samansuuntaisia, mutta jakeiden syvyys suunnassa edestakaisia.

Varaston koko on nykyisissä tiloissa pieni ja sijainti kokoonpanon kannalta huono. Tilauskanta on saatu kasvatettua kolmeen kuukauteen ja komponentteja ostetaan suuremmissa erissä. Näin saadaan osakohtaista hintaa alas, mutta varastoitavaa on enemmän.

6 TUOTANTOTILOJEN JA VARASTON KEHITTÄMINEN

6.1 Toivotut ja havaitut kehityskohteet

Tilojen layoutin suunnittelussa tärkein kehityskohde on suuremman kokoonpanoalueen saaminen. Tavoite on saada neljä kokoonpanopaikkaa, joista yhtä voidaan käyttää tarvittaessa vanhojen kallioporakoneiden korjaukseen ja päivitykseen. Tiloissa ei ole tällä hetkellä selkeitä kulkuväyliä ja kokoonpanopaikalle tuodut materiaalit tukkivat mahdolliset kulkureitit. Materiaalivirtoja on sujuvoitettava suunnittelemalla reitit purkupaikalta varastoihin ja varastoista työpisteisiin. Varastoihin on jouduttu säilömään materiaaleja enemmän kuin sinne mahtuisi, minkä vuoksi säilyttämiseen on jouduttu hyödyntämään myös lattiatilaa. Tämän vuoksi hyllyihin varastoituihin materiaaleihin on työlästä päästä käsiksi.

Kallioporakoneiden ajaminen pihalla pilaa asfaltin, koska se ei kestä telojen teräksistä harjaa. Tämän johdosta se osa pihasta, jossa koneilla ajetaan, tulee päällystää uudelleen kovemmalla materiaalilla. Kalliolouhoksella koeajetut ja huoltoon tulevat koneet tulee pestä ennen toimitusta tai halliin ajamista, minkä vuoksi pihalle on lisättävä koneiden pesupaikka öljynerotuskaivolla.

Havaitsin, että varastopaikkoja hyllykköjä ja hyllyjä ei ole numeroitu tai merkitty. Varastokirjanpito ei ole mahdollista, koska tarkan sijainnin kirjaaminen on käytännössä mahdotonta. Lisäksi käytössä oleva tietojärjestelmä ei taivu varaston kirjanpitoon ja hallintaan. Varastoitujen materiaalien tarkka sijainti on vain varastomiehen muistin varassa. Materiaaleille on ennalta sovittuja varastopaikkoja, mutta niihin ei välttämättä aina pääse helposti käsiksi tai ne voivat olla täynnä, joten materiaalit joudutaan toisinaan varastoimaan totutusta poikkeavaan paikkaan. Töitä tehdään kahdessa vuorossa, mutta varastomies työskentelee vain aamuvuorossa. Edellä mainituista syistä tuotantotyöntekijöillä kuluu turhaan aikaa materiaalien etsimiseen, siirtelyyn toistensa tieltä ja siirtämiseen kokoonpanopaikalle.

6.2 Vaaditut muutokset kehityskohteiden toteuttamiseksi

Konekannan soveltuvuus nykyiseen tuotannon järjestelyyn pitää tutkia ja suunnitella sen pohjalta tarvittavat muutokset. Eri toimintojen käyttämä nykyisessä layoutissa käyttämä pinta-ala prosentteina on esitetty Taulukossa 1. Taulukosta nähdään, että koneet vievät enemmän tilaa kuin mitä on varattu kokoonpanotyölle, joka on tilojen pääasiallinen käyttötarkoitus.

Taulukko 1. Toimintojen osuudet 1400 m² pinta-alasta nykyisessä layoutilla.

Varastot	49 %
Koneet	24 %
Kokoonpano	21 %
Tulityöpaikka	6 %

Koneiden viemä osuus tilojen pinta-alasta on noin neljäsosa. Varastot tulisi keskittää ja varastoinnin tiheyttä kasvattaa. Varaston viemä pinta-ala on lähtötilanteessa lähes puolet kokonaispinta-alasta. Kokoonpanolle tarvitaan lisää tilaa ja riittävä määrä on tarvittavien kokoonpanopaikkojen perusteella lähes puolet lisää. Toimistoja ja sosiaalityötiloja ei ole otettu huomioon kokonaispinta-alassa, koska ne ovat parvella, jonka alaosaa on laskettu varastoksi. Korkeussuunnassa tilaa ei juurikaan käytetä ja tässä on merkittävä potentiaali varaston kehittämiseksi. Varaston lisäksi muutakin tilankäyttöä voi tehostaa käyttämällä hyväksi tilojen korkeutta. Tulityöpaikan koko ja muoto eivät aiheuta haittaa tai vie tilaa muilta toiminnoilta. Sen sijoittelu pitää kuitenkin tarkastella viimeiseksi, koska muut toiminnot menevät etusijalle tilan tarpeen ja suhteen. Nykyisessä sijainnissa tulityöpaikan päälle on rakennettavissa toimisto- ja sosiaalityötilojen kaltainen parvi, jonka avulla voidaan lisätä käytettävissä olevaa pinta-alaa. Varastoja on monessa paikassa, joten määrää vähentämällä saadaan myös kirjanpitoa helpotettua. Varastojen sijoittelulla on mahdollista vähentää materiaalien kulkemaa matkaa rakennuksen sisällä. Kokoonpanopaikalla ja osakokoonpanopaikalla tarvittavat komponentit on syytä varastoida mahdollisimman lähellä niitä. Tämä säästää huomattavasti kokoonpanoon palkattujen henkilöiden työaikaa, kun materiaalien siirtäminen kokoonpanopaikalle vähenee. Alihankinnan jalostusta vaativat osat tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle ovea. Layouttiin pitää suunnitella kulkuväylät, jotka ovat materiaali-
virtoja tukevia.

Lisäksi on suunniteltava pihaan tarvittavat muutokset. Tätä ei kuitenkaan voi tehdä ennen kuin tiedetään, mistä nosto-ovista kallioporakoneita tullaan ajamaan sisään ja ulos. Pihaan on määritettävä pinnoitettava alue sekä valittava telan harjat kestävä pinnoite. Pinnoitettavalla alueella pitää olla myös pesupaikka tarvittavine kaatoineen ja öljynerotuskaivolla.

Varastohallinnan helpottamiseksi kehitetään järjestelmä, jonka avulla saadaan kaikille selkeään kirjalliseen muotoon tarvittavat tiedot säilytyspaikoista ja saatavuuksista. Varastot, hyllyköt ja hyllyt nimetään ja numeroidaan, jonka jälkeen luodaan varastokirjanpito digitaalisessa muodossa.

Suunniteltujen muutosten mukainen layout-suunnitelma on liitteenä (LIITE 3), josta voi tarkastaa miten jokainen muutos on osaltaan vaikuttanut lopputulokseen.

6.3 Konekannan kehittäminen

Suurin yksittäinen tuotantolaite on polttoleikkauskone, joka vie noin puolet koneiden kokonaispinta-alasta. Oma levyleikkeiden tuotanto on vähentynyt, kun alihankintaa on lisätty. Samalla valmistettavien kappaleiden koot ovat pienentyneet. Näin suuren koneen pitäminen ei ole perusteltavaa, joten siitä on luovuttava. Korvaavaksi koneeksi hankitaan siirrettävä polttoleikkauskone, jonka voi nostaa pystyyn seinälle, kun se ei ole käytössä. (Recontech Oy, 2019) Siirrettävän polttoleikkauskoneen lisäksi tarvitaan pöytä, jonka olisi hyvä olla myös seinälle nostettava ja turvallisesti pystyasentoon lukittava. Pöydän pitää olla melko paksu, jotta se kestää leikkauksesta pöydän ristikkoon aiheutuvat lovet, joten se on myös melko painava. Turvalliseksi nosto- ja laskumekanisiksi asennetaan pieni hydrauliiikkakoneikko ja sylinterit, joihin on putkitettu kylkeen kuormanpitoventtiilit. Teräslevyjä saa tilattua esim. maksimissaan 1500 mm leveinä ja 2900 mm pitkinä, joten pöydän ei tarvitse olla fyysisiltä mitoiltaan tätä suurempi. (Rautapuoti.fi, n.d.) Polttoleikkauskone ja pöytä sekä mahdollinen hydrauliiikka vievät yhdessä enintään 1x4 m kokoisen tilan. Tällä muutoksella tilaa vapautuu 90 % nykyisen koneen viemästä pinta-alasta.

Toisiksi suurin laite on aarporakone, joka vie noin viidesosan koneiden viemästä pinta-alasta. Käytetty pinta-ala on käytännössä tuplasti suurempi, koska etuseinään asti ulottuva alue on liian pieni mihinkään muuhun käyttöön. Myös aarporakoneen käyttöaste on laskenut alihankinnan lisäämisen johdosta. Nykyisen pystykaraisen koneen tilalle vaihdetaan uudempi ja pienempi, jonka johdosta koneen viemä tila vähenee viidenneksellä ja kulmaan jäävä tila saadaan kokoonpanon käyttöön. (Mach 4 Metal B.V. Metalworking machinery ,2022)

Muu konekanta on tuotantoon sopivaa, eikä se vie tilaa muilta toiminnoilta. Tilankäyttöä voidaan optimoida siirtämällä tulityöpaikalle koneita, koska puolet nykyisestä tulityöpaikasta riittää hyvin siellä tehtävien töiden suorittamiseen. Laitesijoittelua muutetaan niin, että polttoleikkauskone ja mankeli pysyvät 1.jakeen peräseinällä ja siirtyvät rakennuksen päätyseinän kulmaan. Aarporakone siirretään jyrsimen ja suuremman sorvin tilalle, suurempi sorvi laitetaan pienemmän tilalle jakeiden väliselle seinustalle pylväsporakoneen viereen ja loput koneet laitetaan tulityöpaikan ensimmäiseen puolikkaaseen. Muutoksien johdosta saadaan 1. jakeeseen lisää tilaa varastolle ja 2. jakeeseen toinen kokoonpanopaikka.

6.4 Varastojen kehittäminen

Muutoksia on tehtävä kaikkiin jakeisiin, jotta kaikki uudelle layoutille asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa. Varastojen järjestelyllä saadaan luotua tarvittavat suuremmat kokoonpanopaikat 3. jakeeseen. Käytettävissä olevaa kokonaispinta-alaa lisätään tekemällä tulityöpaikan päälle 2. jakeeseen teräksestä parvi, johon oli tarkoitus siirtää lämpökeskus, paineilmakompressori ja 3. jakeesta etualalla olevat hyllyt. Portaat parvelle alkavat seinän vierestä 2. ja 3. jakeen väliseltä ovelta.

Suurien kallioporakoneiden kokoonpanopaikkojen lisäämisen ja työstökoneiden siirtämisen jälkeen aloitin parven pohjapiirustuksen suunnittelun. Verratessani hahmottelmani parven kokoa 3. jakeen etuseinällä olevaan alueeseen, huomasin niiden olevan yhtä suuret. Tilaan ei mahtunut sovittamaan paineilmakompressoria ja lämpökeskusta, koska muuten varaston hyllymetrejä olisi ollut vähemmän kuin lähtötilanteessa. Oli

siis sijoitettava laitteet muualle ja kasvatettava parvea suuremmaksi, jotta olemassa olevat hyllyt ja lisähyllyt saadaan mahtumaan.

Luonnoksesta voidaan nähdä, että paineilmakompressori ja lämpökeskus on mahdollista säilyttää alkuperäisillä paikoillaan. Parven pinta-ala on kasvatettavissa niissä rajoissa, ettei se tule aarporakoneen päälle tai puominosturin toiminta-alueen sisäpuolelle. Tälle parven tuomalle lisätilalle on tarvetta, jotta 1. jakeesta saadaan nostettua seinään tehtävän nosto-oven kautta trukilla kolme kuormalavaa rinnakkain parvelle. Parvella lavoilla olevat materiaalit hyllytetään ja tyhjät trukkilavat nostetaan takaisin 1. jakeeseen.

Tuotantoa varten materiaalit nostetaan alas pylväsporakoneen edestä 45° kulmassa olevalta sivulta. Nosto ja kokoonpanopaikoille siirtäminen tehdään lämpimiin tiloihin hankittavan sähkökäyttöisen pinoamisvaunun avulla. Tähän käy esimerkiksi Mitsubishin valmistama SBR12N2I malli, joka on seisten ajettava pinoamisvaunu ja pystyy nostamaan 1200 kg massan 3290 mm korkealle. Pinoamisvaunussa on myös käsikäyttöisistä haarukkavaunuista tuttu 110 mm perusnosto, jossa ei tarvitse käyttää sivulle laskeutuvia pyörällisiä tukia. Pinoamisvaunu ei mahdu 2. ja 3. jakeen välisestä ovesta 2310 mm korkeutensa vuoksi, joten väliseinään on vaihdettava korkeampi oviaukko. (Logisnext Finland Oy, 2022) Pinoamisvaunua voidaan käyttää myös haarukkatrukilla ovista tuotujen kuormalavojen siirtämisestä lähemmäs kokoonpanopaikkoja. Pinoamisvaunu on huomattavasti turvallisempi ja ketterämpi fyysisten mittojensa, kääntösäteensä ja näkyvyytensä ansiosta. Parven teräsrakenteisiin voidaan asentaa tarvittaessa palkki, johon kiinnitetään työntövaunu ja sähkötoiminen ketjunostin. Näiden avulla saadaan kuljetettua ja nostettua koneistettavia kappaleita jyrsimelle. Hitsauspaikalle on mahdollista asentaa puominosturi, jolla voidaan helpottaa käsiteltävien kappaleiden siirtämistä ja kääntämistä.

3. jakeen varaston siirrosta vapautunut alue käytetään kokonaan kokoonpanoalueiden laajentamiseen. Jakeessa on hyllyt sosiaali- ja toimistotilojen alla, mutta niiden edessä lattialla ei ole hyllyjä. Lattialla pidetään kuormalavoja, joiden sisältöä ei ole purettu varastoihin. Alueelle asennetaan hyllyt, jotta varastoinnin tiheys kasvaa ja varastoinnista tulee systemaattista. Sivussa olevassa kuormalavahyllyssä ovat kallioporakoneen vaatimat nesteet eikä siihen ole tarvetta tehdä muutoksia. Kuormalavahyllyjen välisen

käytävän vähimmäisleveys määritetään hankittavan Mitsubishi SBR12N2I pinoamisvaunun mukaan. Valmistaja antaa kaavan ja mallikohtaisesti valmiin taulukon käytävän vähimmäisleveyksistä FIN- ja EUR-lavoilla poikittain ja pitkittäin lastattuna. (Turun Kuormalava Oy, n.d.) Suurempien FIN-lavoja pitkittäin lastattaessa käytävän vähimmäisleveyden tulee olla 2552 mm. (Logisnext Finland Oy, 2022) On kannattavaa laittaa kaksi kuormalavahyllyä vastakkain, jotta varastoon pinoamisvaunun vaatima hyllyjen väli voidaan käyttää hyödyksi molemmille hyllylle. Portaiden viereen ei laiteta hyllyä, jotta portaiden alla oleva tila voidaan käyttää hyödyksi. Hyllyjen ja käytävien leveyden puitteissa jää kuormalavahyllyjen väliksi 3480 mm. Väliin jää vain alle metri ylimääräistä, johon ei enää mahdu 500 mm hyllyä ja sen eteen metrin levyistä käytävää. Pinoamisvaunun latauspaikka tulee 3. jakeen kuormalavahyllyn päähän jakeiden välisen oven viereen.

1. jakeeseen sijoitetaan mahdollisimman monta metriä kuormalavahyllyä. Jakeiden välinen ovi vaihdetaan leveämmäksi ja korkeammaksi, jotta pinoamisvaunulla pääsee kulkemaan 1. jakeen puolelle. Hyllyjen välisten käytävien vähimmäisleveys määritetään käytössä olevan Caterpillar DP35N3 haarukkatrukin ja piikeissä pitkittäin siirrettävän EUR-lavan mukaan. Valmistajan tekemästä taulukosta nähdään käytävän vähimmäisleveydeksi tälle yhdistelmälle olevan 4335 mm. (CAT Lift Trucks, 2022) Keskikäytävän leveydeksi jää vain 3700 mm, mutta sillä ei ole merkitystä, koska käytävän molemmin puolin olevia hyllyjä ei kuormata keskikäytävän suunnasta. Haarukkatrukki pystyy nostamaan piikkinsä vain 3340 mm korkeuteen. Ylimmät hyllyt voivat olla maksimissaan korkeudella 3140 mm, jotta kuormalava saadaan nostettua hyllyn päälle ja sitä voidaan tarvittaessa kallistaa. Kuormalavoja ei voida tästä syystä varastoida kuin neljään eri korkeuteen. Kattoa kannattelevat liimapuupalkit ovat sivuseinillä vain 4,3 m korkeudella lattiasta. Hyllyjä kasatessa tulee ylimpään vaakapalkkiin tehdä värikoodaukset, kuinka korkea kuorma ylimmälle hyllylle voidaan missäkin kohtaa varastoida. Hyllyjen vaakapalkit ovat noin 10 cm korkeita ja niitä tulee kolmeen tasoon, joten kahdesta alimmasta hyllystä tehdään 800 mm korkeita ja kolmannesta 1200 mm korkea. Toteutuneet korkeudet määrittyvät käytettyjen trukkihyllyjen vaakapalkkien kiinnityskohtien mukaan.

6.5 Kokoonpanopaikkojen kehittäminen

Siltanosturilla saataisiin helpotettua sekä materiaalien siirtoa jakeen sisällä että kokoonpanotyötä. Näin poistuisi myös tarve saada jakeen sisällä komponentit puominosturien ulottuville, ja komponenttien siirto jakeen sisään riittäisi. Tämä ei ole kuitenkaan mahdollista, koska Agrihallin jakeiden sisällä olevat puiset pilarit rajoittaisivat siltanosturin liikealueen vain etu- tai takapuoleen hallia. Siltanosturista saatava hyöty jäisi tämän aluerajoituksen vuoksi hyvin rajalliseksi. Kokoonpanoon ei ollut tarkoitus syventyä tässä työssä ja kokoonpanopaikkojen määrälle asetetut tavoitteet saavutettiin jo aiemmassa vaiheessa suunnittelua.

6.6 Materiaalivirtojen ja kulkureittien kehittäminen

Materiaalivirtoja varten maalataan 1. jakeen väliovelta 3. jakeen kuormalavahyllyille jakeiden poikki reitti, jota pitkin pinoamisvaunulla ajetaan. Käytävän nosto-ovien puoli varataan jalankulkua varten. Väliovi 2. ja 3. jakeen välissä laajennetaan korkeuden lisäksi myös leveydeltään siten, että aukossa on tilaa pinoamisvaunun ja jalankulun kaistoille. Oviaukon leveyden tulee olla kolme metriä, jotta näkyvyyden kanssa ei tule ongelmia ja saadaan tarpeeksi tilaa molemmille kaistoille.

6.7 Varastokirjanpidon luominen

Varastokirjanpidon luomiseen ei tarvita kallista tietojärjestelmää. Ratkaisuksi riittää esim. internetin pilvessä oleva jaettu taulukko, johon on valmiiksi luotu pohja hyllypaikoista ja hyllypaikkojen koosta. Taulukkoon on helppo lisätä kappalemäärä ja tuotekuvaus. Pilvessä olevaan taulukkoon pitää olla pääsy sekä pinoamisvaunulta että haarukkatrukilta, joten molempiin hankitaan tarkoitukseen sopivat tabletit ja kannakkeet, jotta ne voidaan asentaa kiinteästi ja kytkeä sähköjärjestelmiin. Varastot, hyllyköt ja yksittäiset hyllyt numeroidaan, jotta ne ovat yksilöitävissä ja jokaisen tuotteen sijainti voidaan tämän jälkeen kirjata tarkasti varastokirjanpitoon. Numerointi tehdään muodossa 1-1#1/1, jossa ensimmäinen numero tarkoittaa rakennuksen jaetta, toinen hyllyrivää, kolmas väliä hyllyn pystypilareiden suhteen ja neljäs paikkaa hyllyn korkeuden suhteen. Hyllyt on numeroitu layout-suunnitelmaan vasemmalta oikealle ja

alhaalta ylös, koska myös jakeiden numerointi kulkee poikkeukselliseen suuntaan. Varastokirjanpidon pohjaksi luotu taulukko löytyy tämän työn liitteenä (LIITE 4). Tiedostoon voidaan lisätä taulukoita, joille voidaan tehdä mm. kaavat päätaulussa olevien samannimisten artikkelien määrien yhteenlaskusta ja järjestämisestä esim. aakkosjärjestykseen tai kappalemäärän mukaan.

6.8 Piha-alueen kehittäminen

Hallin edustalle rakennettavalle pesupaikalle kaivetaan öljynerotuskaivo, jonka päälle valetaan betonista kansi. Pihan asfaltti ei ole kestänyt telojen harjan aiheuttamaa kuormitusta. Kannen päällimmäinen kerros valetaan kovabetonista, joka on suunniteltu kestämaan kovaa kulutusta. (Fescon, n.d.) Näin varmistetaan, että kallioporakoneen telaketjun teräksinen harja ei pääse aiheuttamaan päällystevaurioita. Valetun alueen pitää ulottua kokoonpanojakeiden nosto-ovien ulkoreunoille asti, jotta koeajosta palaavat ja huoltoon tulevat koneet voidaan pestä nykyisiä ympäristömääräyksiä noudattaen. Puomi taitetaan kuljetusasennossa ylärungon päälle ja ylärungon ylittävä pituus tulee lähes kokonaan vaunun etupuolelle. Suurin kallioporakone on 2,5 m leveä ja kuljetuspituudeltaan 6,6 m, joten valetun alueen tulee ulottua vähintään 6 m seinästä, jotta telat pysyvät sen päällä.

Öljynerotuskaivo on vaikein osuus toteuttaa tehdyistä suunnitelmista, koska se vaatii ulkopuolisen työvoiman palkkaamista, lisää suunnittelua ja selvitystyötä. Työ alkaa selvittämällä nykyisten viemärien sijainnit sekä muu mahdollisesti maan alla kulkeva kunnallistekniikka. Viemäriinjojen koot, reitit ja kaadot pitää suunnitella. Työlle pitää saada toimenpide- tai rakennuslupa ja todennäköisesti ympäristölupaan pitää hakea muutosta. Kaivaminen ja betonivalumuotin rakennus pitää urakoida, kovabetonibetonivalu pitää suunnitella sekä tilata ja lopuksi betonivalun ulkopuolelle jäävän kaivannon asfaltointi pitää korjata.

Ulkokatoksessa säilytetään nykyään kaasupulloja. Sinne saadaan siirrettyä jatkossa varastoitavaksi sateelta suojaan myös tyhjät kuormalavat. Koneisiin täytettävistä nesteistä osa voidaan siirtää säilytettäväksi ulos, koska sisällä ei tarvita montaa astiaa samaa tuotetta. Uusi täysi astia on syytä olla ulko-varastossa siltä varalta, että sisällä

säilytettävä astia ei riitä kallioporakoneen täyttämiseen. Nesteiden alle laitetaan ympäristömääräyksien vaatimat varastointiin ja vuotosuojaukseen tarkoitetut valuma-altaat tai allastetut varastokontit, jotka voidaan tarvittaessa lukita. (Ikaros Finland Oy, 2020) Nesteet ovat arvokkaita, joten on harkittava näkösuojana olevan pressun vaihtamista lukittaviin liukuoviin.

7 YHTEENVETO

Toimintojen prosentuaaliset osuudet tilojen pinta-alasta on esitetty Taulukossa 2. Ensimmäisessä sarakkeessa ovat osuudet nykyisellä layoutilla 1400 m² pinta-alasta. Toisessa sarakkeessa ovat osuudet uudella layoutilla parven lisäämästä 1513 m² kokonaispinta-alasta. Alussa asetettu tärkein tavoite kokoonpanopaikkojen määrästä saavutettiin ja jokaisella paikalla voidaan työskennellä malliston suurimman koneen parissa samanaikaisesti.

Taulukko 2. Toimintojen osuudet pinta-alasta nykyisellä ja uudella layoutilla.

	Nykyinen	Suunnitelma
Varastot	49 %	55 %
Kokoonpano	21 %	29 %
Koneet	24 %	13 %
Tulityöpaikka	6 %	3 %

Varastoja ei ole mahdollista keskittää paremmin kuin layout-suunnitelmassa on esitetty. Mahdollisia ratkaisuja rajoittavat jakeiden väliset seinät, kokoonpanopaikkojen koko ja määrä. Nämä rajoitukset eivät jätä vaihtoehtoja kokoonpanopaikkojen sijoittelulle, joten niiden on oltava rinnakkain molemmissa lämpimissä jakeissa. 1. jae on osittain varastoa ja laajennetaan melkein täysin varastoksi, jotta saadaan lisää varastotilaa. Jakeen lämmittäminen tulisi öljylämmityksellä kalliiksi ja vaatisi myös seinien ja katon eristämisen.

Varastot on sijoitettu mahdollisimman lähelle kokoonpanopaikkoja. Lähimpänä kokoonpanopaikkoja sijaitseviin varastoihin siirretään 1. jakeesta materiaaleja sen mukaan, minkä mallisia kallioporakoneita valmistetaan varaston viereisillä kokoonpanopaikoilla. 1. jakeen varastossa säilytetään kaikki raaka-aineet, levytyöt ja puolivalmisteet, jotka ovat keskeneräisiä ja menossa vielä vähintään kerran alihankintaan jalostettavaksi kokoonpanoon valmiiksi osaksi. Parvesta saadaan 105 m² lisää kokonaispinta-alaa, kun portaiden käyttämä pinta-ala on vähennetty parven pinta-alasta. Mikäli polttoleikkauskoneesta ja nostettavasta pöydästä päätetään luopua, voidaan vapautunut tila käyttää varastona. Samaa ratkaisua voidaan soveltaa aarporakoneen kanssa.

Materiaalivirrat varastoihin ja varastoista on suunniteltu yhdensuuntaisiksi. Kaikki materiaalit vastaanotetaan 1. jakeessa, josta ne siirretään nosto-oven kautta 2. jakeen parvelle tai 2. jakeen poikki 3. jakeen varastoon. Näistä kokoonpanopaikkojen viereisistä varastoista materiaalit siirretään kokoonpanopaikoille. Kulkuväylät ja materiaalit kulkevat 2. ja 3. jakeessa jakeiden halki 3 m leveänä väylänä, jotta siihen mahtuu kaista materiaalien kuljetukseen ja jalankulkuun.

Piha-alueelle upotetaan öljynerotuskaivo. Alue, jolla ajetaan kallioporakoneilla päällystetään kovabetonilla ja kaadot tehdään kohti öljynerotuskaivoa.

LÄHTEET

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen A. (2009). Tuotantotalous. 6. p. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy

Hokkanen, S., Karhunen, J., & Luukkainen, M. (2011). Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uud. p. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A., Santala, J. (2011). Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärvi Offset Oy

Tekninen tiedotus 7/86. (1986). Layoutsuunnittelun apuvälineet. Lahti: Metalliteollisuuden Kustannus Oy

Malmberg, K. & Kauppinen, V. (1987). Tekninen tiedotus 7/87, Manuaalisen kokoonpanon tehostaminen. Lahti: Metalliteollisuuden Kustannus Oy

Recontech Oy. (2019). Siirrettävä CNC-Plasma- ja Polttoleikkauskone. Haettu 30.6.2022 osoitteesta <https://www.cnc.fi/siirrettava-cnc-plasma-ja-polttoleikkaukone.html>

Rautapuoti.fi. (n.d.). Rautaiset teräslevyt mittojen mukaan. Haettu 30.6.2022 osoitteesta <https://www.rautapuoti.fi/shop/raudasta-valmistettu-13536p.html>

Mach 4 Metal B.V. Metalworking machinery. (2022). Berthiez - TFM 160. Haettu 1.7.2022 osoitteesta <https://mach4metal.com/en/carousel-lathes/vertical-lathes/berthiez-tfm-160>

Logisnext Finland Oy. (2022). SBR12-20N2(I)(S) SARJA PINONTATRUKKI SEISTEN AJETTAVA VAIHTOVIRTA 1,2-2,0 TONNIA. Haettu 16.7.2022 osoitteesta <https://www.mitsubishi-forklift.fi/tuotteet/axia-ex-sbr12-20n2-i-s-sarja-pinontatrukit>

Turun Kuormalava Oy. (n.d.). Kuormalavat. Haettu 16.7.2022 osoitteesta <https://www.kuormalava.com/fin-ja-eur-lavat/>

CAT Lift Trucks. (2022). DP20-35N3 / GP15-35(C)N Downloads. Haettu 16.7.2022 osoitteesta <https://www.catlifttruck.com/downloads/dp20-35n3-gp15-35cn>

Verkkokauppa.com. (2022). Nokia T20 10.4" Wi-Fi -tabletti, sininen. Haettu 19.7.2022 osoitteesta <https://www.verkkokauppa.com/fi/product/790060/Nokia-T20-10-4-Wi-Fi-tabletti-sininen>

Fescon. (n.d.). Fescotop F90K Kovabetoni. Haettu 21.7.2022 osoitteesta <https://www.fescon.fi/tuotteet/fescotop-lattiasirotteet/1470/fescotop-f90k-kovabetoni>

Ikaros Finland Oy. (2020). Vuotosuojaus & varastointi. Haettu 21.7.2022 osoitteesta <https://www.ikaros.fi/fi/ikf/vuotosuojaus-varastointi#productBeginIndex:0&orderBy:0&>

LIITE 1

1. Agrihalli pohjapiirustus 2014
2. Agrihalli pohjapiirustus päivitetty 2022
3. Agrihallin tuotantotilojen uusi layout 2022
4. Varastokirjanpidon pohjaksi tehty taulukko