



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KUDEPUOLIIN LIITTYVÄN UUDEN TOIMINTAMALLIN SUUNNITTELU JA KEHITYS

Jaakko Kolstela

Opinnäytetyö
Syyskuu 2018
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys



SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TEORIA	7
2.1	Työntutkimus	7
2.1.1	Keskeisiä työntutkimuksen käsitteitä.....	7
2.1.2	Työprosessi	8
2.2	Työturvallisuus ja työsuojelu.....	8
2.2.1	Työnantajan velvollisuudet työturvallisuuden toteuttamiseksi.....	10
2.2.2	Työntekijän velvollisuudet työturvallisuuden toteuttamiseksi	11
2.2.3	Työhyvinvointi.....	11
2.3	Työergonomia.....	12
2.3.1	Ergonomian hyödyt ja kustannukset	13
2.3.2	Työtilat ja kulkutiet.....	15
2.3.3	Taakkojen käsittely ja nostotyön raja-arvot.....	16
2.4	Tutkimukseen liittyvää taustatietoa	17
2.4.1	Valmet Technologies	17
2.4.2	Puristinhuovat	18
3	KUDEPUOLIEN NYKYINEN TOIMINTAMALLI	21
3.1	Kutomossa käytettävät puolalangat	21
3.2	Kutojien tehtävät.....	22
3.3	Puolaajien tehtävät.....	23
3.4	Nykyisen toimintamallin ongelmakohdat	24
3.5	Kutomakone 44: kehitys- ja ongelmakohdat	25
4	KUDEPUOLIEN UUSI TOIMINTAMALLI.....	27
4.1	Kanban- työkalu kutomossa.....	27
4.2	Uudet keskusvarastomallit.....	28
4.3	Kutojien tehtävät uudessa toimintamallissa.....	32
4.4	Puolaajien tehtävät uudessa toimintamallissa.....	35
4.5	Kutojien ja puolaajien askel- sekä nostomäärät toimintamalleissa	37
4.5.1	Keskimääräinen puolien kulutus yhdellä kutomakoneella.....	37
4.5.2	Tyhjien puolien määrä.....	38
4.5.3	Askelmäärät.....	39
4.5.4	Puolaajien askelmäärät.....	39
4.5.5	Kutojien askelmäärät.....	40
4.5.6	Nostomäärät	41
4.5.7	Puolaajien nostomäärät	41
4.5.8	Kutojien nostomäärät	43

4.6	Arvio puolaajien työajan vähenemisestä	43
4.7	Puolahissien muutokset.....	47
4.7.1	Puolahissin turvakaide	51
4.8	Pinoamisvaunujen käyttö uudessa toimintamallissa.....	52
4.8.1	Ehdotus pinoamisvaunutyyppistä	53
4.8.2	Pinoamisvaunujen sijoittaminen kutomossa ja puolaamossa.....	55
4.9	Kutomakone 44.....	56
4.10	Uuden toimintamallin hyödyt	59
5	VAIHTOEHTOISIA RATKAISUJA.....	61
5.1	Puolan pudotussukka	61
5.1.1	Testi 1.....	61
5.1.2	Testi 2.....	64
5.1.3	Testi 3.....	65
5.1.4	Pudotussukan käyttökelpoisuus	66
5.2	Teline tyhjien puolien laatikolle	67
5.3	Toinen puolahissi.....	68
6	POHDINTA.....	70
	LÄHTEET.....	71

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys

KOLSTELA, JAAKKO:

Kudepuoliin liittyvän uuden toimintamallin suunnittelu ja kehitys

Opinnäytetyö 72 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Syyskuu 2018

Opinnäytetyö tehtiin Valmet Technologies Oy:lle tehtaan kutomoon tavoitteena parantaa nykyistä kudepuoliin liittyvää toimintamallia. Toimintamallia haluttiin parantaa työn tehokkuuden, työergonomian ja työturvallisuuden kannalta. Työ keskittyi tutkimaan parannusmahdollisuuksia muutamilla tietyillä kutomakoneilla. Lähes kaikki saadut tulokset on mitattu tai tutkittu näillä kutomakoneilla.

Tutkimustyö suoritettiin tutustumalla kutomon nykyiseen kudepuoliin liittyvään toimintamalliin ja haastatteleamalla eri työntekijöitä, jotka tietävät kudepuolista ja ovat tekemisissä niiden kanssa. Näiden avulla pystyttiin luomaan useita ratkaisuvaihtoehtoja kudepuolien työvaiheissa ja kasaamaan uusi toimintamalli.

Kudepuolien toimintamallin parantamisen voidaan sanoa onnistuneen teoreettisella tasolla. Uuden toimintamallin avulla saadaan hyötyä työn yksinkertaistamiseksi, työergonomian ja työturvallisuuden kannalta. Mitään uuden toimintamallin osia ei ehditty ottamaan käyttöön työn aikana.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Product Development

KOLSTELA, JAAKKO:

Engineering a new procedure for Work Phases Involving Cops

Bachelor's thesis 72 pages, appendices 0 pages
September 2018

This thesis was created for Valmet Technologies Oy. Thesis was created to improve the procedure concerning the cops used in the factory's weaving mill. The reason to improve the procedure was to improve work efficiency, ergonomics and safety. This thesis concentrates on a number of selected weaving machines on which the procedures were measured and studied.

This thesis was done by studying the weaving mill's current procedure and interviewing employees with the experience in cops, and working with them. Using these methods it was possible to create multiple possible solutions to improve the individual steps of the work procedure and to develop the entire process into a new one.

Improving the cop-related work procedure was achieved on theoretical level, since none of the actual solutions were implemented during the making of this thesis. By using the new procedure, it is possible to improve work efficiency, ergonomics and safety.

Key words: procedure, ergonomics, safety, cop, weaving machine

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilasi Valmet Technologies Oy. Työ toteutettiin Valmetin tehtaalla Tampereen Kaukajärvellä, joka valmistaa puristinhuopia, kuivatusviiroja sekä kenkäpuristimien beltit paperikoneisiin ja toimittavat niitä eri puolille maailmaa. Tehdas valmistaa myös suodatinkankaita.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa nykyistä kudepuoliin liittyvää toimintamallia tehtaan kutomossa. Toimintamallia haluttiin parantaa työn tehokkuuden, työergonomian ja työturvallisuuden kannalta. Tämä työ keskittyi tutkimaan parannusmahdollisuuksia kutomakoneilla 35, 36, 44, 54 ja 55. Lähes kaikki saadut tulokset ovat mitattu tai tutkittu näillä kutomakoneilla.

Kudepuola on puola, jonka ympärillä on lankaa. Kudepuola laitetaan kutomakoneessa syöstävään, joka vetää poikkilangan kudottavaan kappaleeseen. Kudelanka on olennainen kulutusmateriaali kutomakoneen toiminnassa.

Tutkimustyö suoritettiin tutustumalla kutomon nykyiseen kudepuoliin liittyvään toimintamalliin ja haastatteleamalla eri työntekijöitä, jotka tietävät kudepuolista ja ovat tekemisissä niiden kanssa. Näiden avulla pystyttiin luomaan useita ratkaisuvaihtoehtoja kudepuoliin liittyvissä työvaiheissa ja kasaamaan uusi toimintamalli kudepuoliin liittyen.

2 TEORIA

2.1 Työntutkimus

2.1.1 Keskeisiä työntutkimuksen käsitteitä

Työntutkimus voidaan nähdä kehittämistyön ja koulutuksen yhteensovittamisena. Nykyisin työntutkimusta käytetään työhön liittyvien muutosten tekemisessä. Tämän lisäksi toinen tärkeä osa-alue työntutkimuksessa liittyy aikuiskoulutukseen ja työssä oppimisen kehittämiseen. Työntutkimuksen kehitystyyppien käsitteet voidaan jakaa neljään eri pääosaan: käsityömäinen, rationalisoitu, humanisoitu sekä ekspansiivisesti hallittu työ ja organisaatio. (Engeström 2002, 11-24)

Käsin tehty eli fyysinen työ katsotaan yksinkertaiseksi suoritukseksi, joka kehittyy nopeasti toiston ja kokemuksen kautta. Ominaista tälle on yksinkertainen teknologia ja viestintä sekä vähäinen työnjako. Toiminta perustuu kokemukseen ja säännöt ovat tyyppillisesti ammatillisia sääntöjä. Korkeasti koulutetuilla aloilla tätä on ylläpidetty pidempään ammatillisuuden avulla. (Engeström 2002, 21-22)

Rationalisoidussa työssä nähdään työn kasvava monimutkaisuus ja työn vaativa keskittyminen. Työn rationalisointi liittyy byrokraattiseen malliin, jonka kehittäjänä pidetään Max Weberiä. Tähän kuuluu myös selkeästi omiksi toimialoikseen liittyvät kokonaisuudet. (Engeström 2002, 22-23)

Humanisoitu työ pyrkii selvittämään työntekijöiden motivaatiota ja lievittämään työn aiheuttamaa kuormitusta. Tässä mallissa työntekijät otetaan mukaan kehittämään omaa työtä. (Engeström 2002, 23)

Ekspansiivisesti hallittu työ pohjautuu edellisten työtyyppien ristiriitojen selvittämiseen. Monimutkainen työ aiheuttaa sen, että haetaan joustavia ratkaisuja ja uudenlaista organisointia. Tämä voidaan nähdä hajautettuna mallina. (Engeström 2002, 23)

Tehdastyö on ollut perinteinen työntutkimuksen kohde, jossa on keskitytty lähinnä tuotantotyöhön. Työntutkimus on myöhemmin levinnyt laajasti logistiikka-alalle,

kunnossapitotoimintoon ja nykyisin toimistotyöhön. Perinteisen työtutkimuksen menetelmien käyttö on nykyään vähentynyt. Muun muassa nykyiset tulokseen sidottu palkkaus on vähentänyt urakkapalkan käyttöä. Työntutkimus on nykyisin siirtynyt yksilön suorituksen seuraamisesta laajempaan tulosyksikön seuraamiseen. (Vartiainen 1994, 24-25)

Tässä työssä on pyritty helpottamaan fyysistä työtä kehittämällä kudepuolien siirtämistä ja nostelua sekä niihin liittyvää toimintamallia. Työtapojen kehittämällä on tarkoitus yksinkertaistaa työprosessia ja vähentämään fyysisen työn rasittavuutta.

2.1.2 Työprosessi

Tuotantolaitoksissa käytetään prosessiajattelua toiminnan ohjaamisessa ja työn tekemisessä. Prosessiajattelun lähtökohtana teollisuudessa on aina asiakas, jonka tarpeiden mukaan määritellään tuotannon lopputulos. Kokonaisvaltaisuus on keskeistä prosessiajattelussa ja siinä tarkastellaan toimintaa eri näkökulmista. (Hannus 1995, 41-55; Stenlund 1996, 13)

Projekti on määritelty kertaluonteiseksi toimenpiteeksi tai hankkeeksi ja projektilla on omat resurssit ja organisaatio. Projektilla on tavoitteena toteuttaa tietty etukäteen sovittu kokonaisuus määrättyjen kehitysvaiheiden mukaisesti. Projektiohjausta käytetään nykyisin paljon suurissa tuotantolaitoksissa madaltamaan organisaatiota ja täydentämään työprosessia. (Virtanen 2000, 35; Stenlund 1996, 13-18)

Tämä tutkimustyö voidaan nähdä projektina, jonka tarkoitus on tukea tuotantolaitoksen prosessia. Uusi toimintamalli helpottaa osaa isompaa tehtaan kokonaisuutta.

2.2 Työturvallisuus ja työsuojelu

Työntekijöiden terveyttä on alettu suojella lainsäädännössä 1800 -luvun puolivälin jälkeen. Aluksi suojelusäännökset koskivat lähinnä lasten, nuorten ja naisten työaikoja. Ensimmäinen teollisuustyöntekijöitä koskeva työsuojeluasetus säädettiin vuonna 1889. Asetuksessa säänneltiin muun muassa työpaikkojen tapaturman- ja terveyden suojelusta. Työturvallisuutta koskeva lainsäädäntö on seurannut teollistumisen ja elinkeinorakenteen kehitystä ja ajan kuluessa työaikasuojelu ja työturvallisuus ovat

saaneet omat lakinsa. Vuonna 1958 säädettiin työturvallisuuslaki, joka koski työ- ja virkasuhteessa tehtävää työtä. Tämä laki oli yli 40 vuotta voimassa ja tänä aikana siihen tehtiin lukuisia uudistuksia. Lain ongelmana oli se, että se oli hyvin yksityiskohtainen säännöksiin perustuva säädös toisin kuin eurooppalainen lainsäädäntö, joka on perustunut työympäristön parantamiseen joustavasti ja tehokkaasti. Edellä mainitut tekijät olivat pohjana sille, että vuonna 2002 säädettiin kokonaan uusi työturvallisuuslaki. Lain sisällössä on otettu huomioon EU-sääntely sekä kansallisia tarpeita, kuten sääntelyn selkeyttäminen ja uusien ongelmien huomioiminen. (Saloheimo 2006, 17-18)

Työturvallisuuden tavoitteena on luoda työympäristöön osana työkyvyn ylläpitoa olosuhteet, jossa työntekijöiden turvallisuus tai terveys eivät ole vaarassa. Työturvallisuuden yhteydessä kiinnitetään huomiota muun muassa työtiloihin ja työvälineisiin. Työturvallisuus on tärkeä osa työsuojelua. Työsuojelu on toimintaa, jonka tarkoituksena on muun muassa ylläpitää sekä edistää työympäristön ja työolojen turvallisuutta ja terveellisyyttä. Työsuojelun avulla pyritään tunnistamaan ja ennalta ehkäisemään sekä poistamaan työhön liittyviä haittoja ja riskejä. Työsuojelun näkökulmasta hyvällä työympäristöllä tarkoitetaan tilaa, jossa työskentely sujuu ja siellä voi tehdä töitä ja liikkua turvallisesti. (TTK 2010, 3; Mertanen 2015, 12)

Työsuojelu perustuu työturvallisuuslakiin (738/2002), jossa määritellään työnantajan ja työntekijän velvollisuudet työsuojelussa ja yhteistoiminnassa. Lain 1 §:n mukaan sen tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteista työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia fyysisen tai henkisen terveyden haittoja. Lisäksi laissa määritellään työnantajan ja työntekijöiden velvollisuudet työsuojelun toteuttamiseksi. (TTK 2010, 4; Työturvallisuuslaki 738/2002)

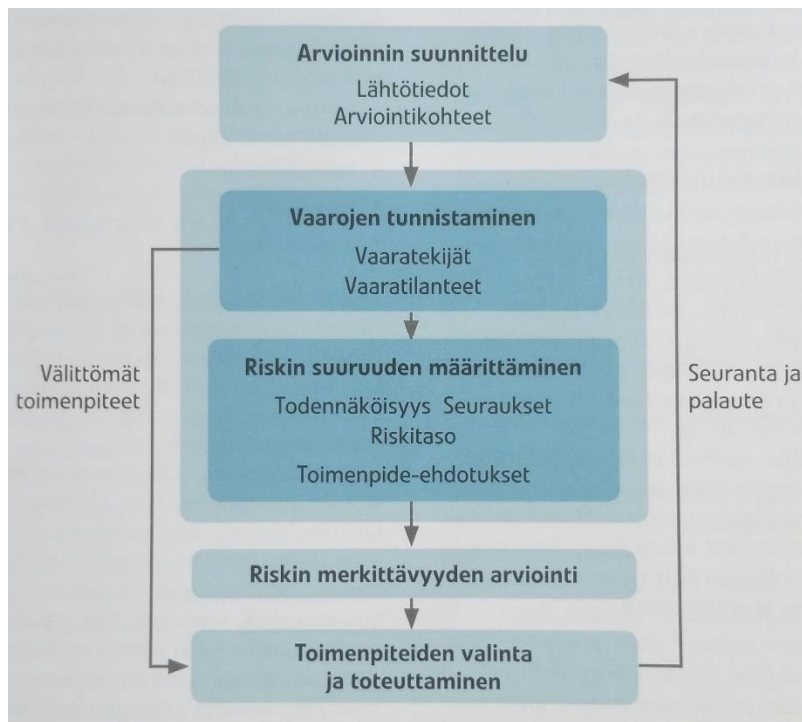
2.2.1 Työnantajan velvollisuudet työturvallisuuden toteuttamiseksi

Työturvallisuuslaki lähtee liikkeelle siitä, että työpaikoilla kehitetään työturvallisuutta oma-aloitteisesti. Työturvallisuuslain (738/2002) 2 luvun 8 §:n mukaan työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava työolosuhteiden parantamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Työnantajan on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavia periaatteita:

- 1) vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään
- 2) vaara- ja haittatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla
- 3) yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä ja
- 4) tekniikan ja muiden käytettävissä keinojen kehittyminen otetaan huomioon.

Saman pykälän 4 momentin mukaan työnantajan on jatkuvasti tarkkailtava työympäristöä ja työtapojen turvallisuutta. Samoin työnantajan on huolehdittava siitä, että toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta työn turvallisuuteen ja terveellisyteen. (Työturvallisuuslaki 738/2002)

Työturvallisuuslaki korostaa systemaattista tapaa lähestyä työturvallisuuteen vaikuttavia asioita: työnantajan toiminnan lähtökohtana on oltava työntekijöiden turvallisuus ja terveys ja se, että näiden tavoitteiden toteuttamiseksi toimitaan suunnitelmallisesti ja pitkäjänteisesti. Tämä edellyttää työn ja työolojen haitta- ja vaaratekijöiden tunnistamista sekä niihin liittyvien riskien arviointia ja toimenpiteitä niiden poistamiseksi tai hallitsemiseksi (kts. kuva 1). Riskien arvioinnilla kartoitetaan työpaikan terveys- tai työturvallisuusvaarat ja tehdään sen pohjalta tarvittavat työturvallisuutta parantavat toimenpiteet. Vaaratekijöitä ovat sellaiset tekijät tai ilmiöt, jotka voivat aiheuttaa haitallisen tapaturman. Vaaratekijä voi olla esimerkiksi huono työasento. Riskillä tarkoitetaan vaaratekijän aiheuttaman haitallisen tapahtuman todennäköisyyden ja vakavuuden yhdistelmää. Riskienhallinnalla tarkoitetaan prosessia, joka sisältää vaaran tunnistamisen ja sen suuruuden määrittämisen ja merkittävyyden arvioinnin sekä toimenpiteet sen poistamiseksi tai pienentämiseksi. (Kuikko 2006, 48; TTK 2010, 21-22)



KUVA 1. Riskienhallinnan osa-alueet (TTK 2010, 21)

2.2.2 Työntekijän velvollisuudet työturvallisuuden toteuttamiseksi

Työturvallisuuslain (738/2002) 4 luvun 18 §:n mukaan työntekijän on noudatettava työnantajan antamia määräyksiä ja ohjeita sekä noudatettava työnsä ja työolosuhteiden edellyttämää turvallisuuden ja terveellisuuden ylläpitämiseksi tarvittavaa järjestystä ja siisteyttä sekä huolellisuutta ja varovaisuutta. Tämän lisäksi työntekijä on velvollinen huolehtimaan omasta ja toisten turvallisuudesta, poistamaan huomaansa viat ja ilmoittamaan niistä viipymättä. Edelleen työsuojelun toteuttamiseksi työntekijän velvollisuuksiin kuuluu käyttää koneita ja laitteita sekä henkilösuojaimia ja turvalaitteita asianmukaisesti. Työntekijällä on oikeus olla suorittamatta työtä, josta aiheutuu vakavaa vaaraa hänelle tai muille työntekijöille. (Mertanen 2015, 20)

2.2.3 Työhyvinvointi

Työhyvinvoinnin merkitys on muuttuvassa työelämässä kasvanut merkittävästi. Työhyvinvointi nähdään eräänlaisena aineettomana pääomana, josta hyötyvät sekä työnantajat että työntekijät. Työnantajat pystyvät vaikuttamaan työhyvinvointiin hyvällä johtamisella ja henkilöstön mukaan ottamisella. Työnantajan keinoina parantaa työhyvinvointia nähdään osallistuva esimiestyö, työntekijöiden vaikuttamismahdollisuudet, osaamisen kehittäminen ja urasuunnittelu. Työnantajan on

myös hyvä kiinnittää huomiota henkilöstön ikään sekä elämänvaiheeseen. Tässä yhteydessä on otettava huomioon työelämän joustot ja työterveysyhteistyö. Työntekijöiden näkökulmasta kasvaa yksilön vastuu omasta hyvinvoinnista ja osaamisesta sekä sen kehittamisestä. Työntekijän työyhteisötaidot lisääntyvät, joka lisää työntekijöiden välistä tukemista. (Manka & Manka 2016, 52-56)

Työhyvinvointiin panostamisen on havaittu vaikuttavan työelämän kustannusvaikutuksiin positiivisesti. Tutkimusten mukaan työhyvinvoinnilla on taloudellisia vaikutuksia organisaation toimintaan. Kustannukset pienentyvät esimerkiksi alenevien sairauslomien, työtapaturmien ja ennenaikaisen eläköitymisen vähenemisenä. Työhyvinvoinnin suunnittelu ja toteuttaminen työterveyshuollon kanssa motivoi työntekijöitä huolehtimaan itsestään sekä työkyvystään. Tämän on havaittu alentavan työnantajan kustannuksia. (Manka & Manka 2016, 56-61)

2.3 Työergonomia

Ergonomia tiivistettynä tarkoittaa tekniikan ja toiminnan sovittamista ihmisille. Se ilmenee järjestelmien, laitteiden, työtehtävien, työjärjestelyiden ja ympäristöiden suunnittelussa sekä kehittämisessä käyttäjilleen sopivaksi. Ergonomian avulla saadaan nämä sopeutettua vastaamaan ihmisen ominaisuuksia ja tarpeita. Sen avulla ihmisten turvallisuus, terveys ja hyvinvointi sekä järjestelmän toiminta parantuu. (Launis & Lehtelä 2011, 19)

Ergonomian toteuttaminen työpaikalla kuuluu myös työterveyshuoltoon. Työterveyshuoltolain mukaan ergonomiasta huolehtiminen työoloissa kuuluu työterveyshuollon tehtäviin. Työterveyshuollon järjestäminen kuuluu työnantajan velvollisuuksiin. (Launis & Lehtelä 2006, 9-10)

Ensisijaisesti ergonomian kehittämiskohteina ovat työprosessit ja tekniset ratkaisut. Tähän kuuluvat esimerkiksi työtehtävät, -järjestelyt, -laitteet ja -tilat. Ergonomiia eivät ole pelkästään ihmiseen kohdistuvat toimet, kuten fyysisestä kunnosta huolehtiminen tai kouluttaminen. Myös pelkkä työorganisaatioon liittyvä kehitys ei ole ergonomiiaa, jos siihen ei samalla liity järjestelmien ja työtapojen kehittämistä. Ergonomian tavoitteena ei ole mitata ja arvioida yksittäisen työntekijän suorituskykyä sinänsä, vaan arvioimaan

laitteen käytettävyyttä tai toimintatilanteen kuormittavuutta ja huomata niissä korjaus- ja kehitystarpeita. (Launis & Lehtelä 2011, 21)

Tavoitteena ergonomiassa on myös, että kenellekään ei aiheutuisi haittaa tai rajaisi tehokkuutta laitteen käyttämisestä tai ympäristössä toimimisesta. Tätä ajatusta voi kohtuullisen hyvin soveltaa fyysiseen toimintaan ja ympäristöön. Tietotyöhön ja monimutkaisiin järjestelmiin voidaan soveltaa ergonomian perusajatusta tekemällä niistä käyttäjäystävällisempiä. Ergonomiassa tavoitellaan yleisesti myös toimintarajoitteisten toimintaedellytyksiä mahdollisimman hyvin. (Launis & Lehtelä 2011, 21-22)

2.3.1 Ergonomian hyödyt ja kustannukset

Ergonomian soveltamisen hyödyllisyys työssä on selvä asia, mutta voi tulla tilanteita, joissa ergonomian avulla saavutettavia hyötyjä tulee arvioida suhteessa sen kustannuksiin. Jos ergonomiset seikat huomioidaan mahdollisimman aikaisin suunnitteluvaiheessa, siitä ei tule välttämättä ylimääräisiä kuluja. Liian myöhäisessä vaiheessa ergonomisten seikkojen huomioon ottaminen tai muutoksien tekeminen voi aiheuttaa suuriakin kustannuksia. (Launis & Lehtelä 2011, 35)

Ergonomian myönteiset vaikutukset voidaan havaita välittömästi ja parannuksina ihmisten työssä ja työn sujuvuudessa. Nämä aiheuttavat työpaikalla parempaa hyvinvointia, tuotannon tehostumista. Koko organisaation toiminta voi parantua ergonomian avulla. Ergonomisille seikoille on myös laskettavissa olevia taloudellisia vaikutuksia. Ergonomian aiheuttamia myönteisiä vaikutuksia on vaikea mitata ja arvioida. Niitä ei välttämättä havaitse, jos vaikutukset ilmenevät vain ongelmien puuttumisena. Vaikutukset voivat levitä organisaatiossa laajaksi ja moneen muotoon. Ergonomian soveltamisen vaikutuksia tiivistettynä taulukossa 1. (Launis & Lehtelä 2011, 35-37)

TAULUKKO 1. Ergonomian soveltamisen vaikutuksia (Launis & Lehtelä 2011, 36)

Vaikutuksia työn ja työympäristön kokemiseen, terveyteen ja hyvinvointiin	=>	Taloudelliset vaikutukset
<ul style="list-style-type: none"> • työ on kevyttä ja sujuvaa • työ on mielekästä ja haastavaa • työssä voi käyttää kykyjään ja taitojaan • työ on tuloksellista ja merkityksellistä • työympäristö on miellyttävä • parempi viihtyvyys, motivaatio ja työssä jaksaminen • vähemmän haitallista fyysistä ja psyykkistä kuormitusta 		<ul style="list-style-type: none"> • vähemmän poissaoloja • vähemmän poissaoloista johtuvia tuotannon häiriöitä • vähemmän työperäisiä sairauksia • vähemmän työkyvyttömyyseläkkeitä • vähemmän tapaturmia • helpompi työvoiman saanti ja pienempi vaihtuvuus
Vaikutuksia työntekoon ja tuotantoon	=>	Taloudelliset vaikutukset
<ul style="list-style-type: none"> • parempi työn hyötysuhde • kehittyneempi ihmisen ja tekniikan yhteistoiminta • parempi teknisen järjestelmän hallinta • parempi työprosessin ja laatutekijöiden hallinta • vähemmän virheitä, parempi tuotantohäiriöiden hallinta 		<ul style="list-style-type: none"> • tehokkaampi tuotanto • vähemmän tuotannon häiriöitä ja katkoksia • parempi tuotannon laatu • joustavampi tuotanto • parempi asiakkaan palvelu • parempi kilpailukyky
Vaikutuksia organisaation toimintaan	=>	Taloudelliset vaikutukset
<ul style="list-style-type: none"> • tehokas yhteistyö työolojen kehittämisessä • laaja kokemuksen ja tiedon käyttö suunnittelussa • tiedot ovat käytettävissä oikea-aikaisesti • suurempia kokonaisuuksia ratkaistaan kerrallaan • organisaation osaaminen kasvaa ja tietoa kerääntyy • suunnittelussa mukana olevien sitoutuneisuus kasvaa • organisaation toimintatavat kehittyvät 		<ul style="list-style-type: none"> • suunnittelu tehostuu ja nopeutuu • järjestelmien käyttöönotto helpottuu ja nopeutuu

Ergonomian puuttuminen tai laiminlyönti voi aiheuttaa yllättäviä kustannuksia, esimerkiksi sairauspoissaoloja. ergonomiset puutteet saattavat aiheuttaa tehottomuutta tuotannossa. Ergonomialla vähennetään onnettomuusriskejä ja tämän kautta estetään tuotantoon tulevia yllättäviä viiveitä sekä toimintahäiriöitä. Nykyään ergonomiaa käytetään markkinoinnissa myynnin edistämiskeinona. Nykyään valmistajat voivat käyttää suuriakin summia tuotteen ergonomiaan ja käytettävyyteen. (Launis & Lehtelä 2011, 37-38)

2.3.2 Työtilat ja kulkutiet

Työtilojen suunnittelussa tavoitteena on luoda toiminnan vaatimat fyysiset puitteet siten, että ne soveltuvat tuotantoprosessiin. Tilojen suunnittelussa on huomioitava tilan käyttö, laitteiden huolto ja siivous. Tuotantolaitteiden sijoittelussa on huomioitava toimintaketjun mukaiset tarpeet siten, että kuljetustarve on vähäinen, millä vältetään turhat edestakaiset liikkeet. (Launis & Lehtelä 2011, 133-134)

Tilasuunnittelu kulkee käsi kädessä toiminnan muutosten kanssa esimerkiksi, jos tuotanto laajenee, supistuu, vaihdetaan teknologiaa tai uudistetaan organisaatiota. Työtilojen suunnittelussa tulee huomioida toiminnan tulevaisuus. Uusiin tiloihin mentäessä on huomioitava toiminnan vaatimukset, tilasuunnittelu ja tilojen hankinta. Jos toiminnan muutokset tapahtuvat vanhassa rakennuksessa, tällöin on huomioitava toiminnan vaatimusten ja tilasuunnittelun lisäksi rakennuksen rajoitteet. Tilasuunnittelussa on joka tapauksessa varauduttava aina toiminnan muutoksiin. (Launis & Lehtelä 2011, 129-131)

Työpisteen fyysisen ympäristön suunnittelussa on otettava useita asioita huomioon. Hyvän työpisteen tavoitteena on olla työtehtävää tukeva ja kaikille työntekijöille sopiva, turvallinen, terveellinen sekä toimiva. Työasennon on oltava tasapainoinen tai hyvin tuettu sekä liikkuminen työpisteellä pitää olla vapaata. Työntekijä voi itse valita, tekeekö työt seisten vai istuen ja vaihdella sitä. Laitteet työpisteellä ei saa vaatia liikaa voimankäyttöä ja niiden käyttäminen tulee olla helppoa ja turvallista. Työpisteellä työntekoon liittyvät tiedot ovat helposti saatavilla sekä kommunikointi työntekijöiden kesken tulee olla esteetöntä. Työpisteen siistiminen ja siistinä pitäminen tulee olla helppoa. (Launis & Lehtelä 2011, 25)

Teollisuuden työtilojen suunnittelu vaatii erityistä huomiota ja poikkeaa esimerkiksi toimistotilojen suunnittelusta merkittävästi. Teollisuuslaitoksen sisäisen liikenteen suunnittelu on tehtävä huolellisesti, koska koneet vaativat runsaasti tilaa ja ihmiset liikkuvat eri aikoihin eri järjestyksessä tuotantotiloissa. Työntekijöiden kulkumatkat ja risteävän liikenteen suunnittelu on tärkeä asia, jotta vältetään riskitekijöiltä ja sen myötä mahdollisilta työtaturmilta tai onnettomuuksilta. Tilojen puhdistaminen vaatii myös oman suunnitelman, jotta siivoaminen ja huoltotyöt eivät haittaa varsinaista tuotantoa. Koneiden ja työpisteiden sijoittelussa on huomioitava henkilöiden välinen viestinnän

mahdollisuus, joka on tärkeää mahdollisissa hätätapauksissa poikkeavan tilanteen havaitsemisessa. (Launis & Lehtelä 2011, 133-134)

Kuljetukset ja varastointi on osa tuotantolaitosten työtilojen suunnittelua. Kuljetusjärjestelmien tulee olla sellaisia, ettei kuljetustapa vaihdu kesken tavarann siirron. Kuljetusten on oltava mieluummin yhtäjaksoisia, jotta turhalta välivarastoinnilta vältytään. Joissain tapauksissa tarvitaan kuitenkin prosessin etenemisen edistämiseksi suunnittelemaan erillistä puskurivarastointia. Raskaat kuljetukset pitää tehdä koneellisesti ja välttää ihmisvoiman käyttöä kaikissa raskaissa tavarann siirroissa. Varastointi on suunniteltava huolellisesti siten, että vähän käytettävät tavarann siirretään sivummalle ja paljon tarvittavat tavarann ovat helposti saatavilla. Näillä kaikilla toimilla pyritään katkeamattomaan tuotantoon ja vähentämään työturvallisuusriskejä. (Launis & Lehtelä 2011, 135-137)

2.3.3 Taakkojen käsittely ja nostotyön raja-arvot

Ihmistä ei ole tarkoitettu nostamaan raskaita taakkoja toistuvasti. Suomessa on havaittu työpaikoilla raskaiden taakkojen vaikuttavan työterveyteen ja aiheuttavan työtapaturmia. Jatkuvassa nostotyössä myös väsymys lisää tapaturmariskiä. Lihasvoimin tehtävän nostotyön vaarojen vähentämiseksi on tehty Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä (1409/1993). Päätöksen mukaan työnantajat velvoitetaan käyttämään kolmivaiheista toimintatapaa. Ensimmäiseksi työ ja tuotanto on muutettava tai suunniteltava sellaiseksi, ettei käsin nostoja ja siirtoja tarvita. Toiseksi nostojen helpottamiseksi on hankittava apuvälineitä. Kolmanneksi nostotyöpaikat sekä opastus on järjestettävä mahdollisimman toimivaksi ja kuormituksen tulee pysyä kohtuullisena työntekijän ominaisuudet huomioon ottaen. (Launis & Lehtelä 2011, 185-187)

Nostopäätöksen (1409/1993) periaatteiden mukaisesti tuotanto, varastointi ja muut prosessit on suunniteltava siten, että fyysistä nostotyötä on mahdollisimman vähän tai ei ollenkaan. Nostotyön apuvälineet on oltava toimivia, turvallisia sekä henkilöstö on koulutettava niiden käyttöön. Jos fyysistä nostamista ei voi välttää suunnittelun avulla, on nostotilanne järjestettävä mahdollisimman hyväksi ja turvalliseksi. Tässä on huomioitava, ettei räsitus tule liikaa yksittäiselle työntekijälle. (Launis & Lehtelä 2011, 187-188)

Hyvän nostoympäristön järjestämisessä on tiettyjä kriteerejä. Esimerkiksi ideaalinen nostokorkeus 75 senttimetriä (cm), nostoetäisyys on mahdollisimman pieni, nostossa on vähän korkeuseroa, nostoa ei sisällä kiertoa sekä siihen ei liity kantamista. Näiden kriteerien lisäksi nostoalustan on hyvä olla tasainen ja pitävä sekä nostoympäristössä on oltava riittävästi tilaa. Taakan muotoilu liittyy olennaisesti nostotilanteeseen. Taakasta pitää pystyä tarttumaan hyvin ja otekohdan käteen sopiva. Taakan koko ei saa olla liian suuri ja siinä tulee olla mahdollisuuksien mukaan merkittynä paino sekä muuta informaatiota noston helpottamiseksi. (Launis & Lehtelä 2011, 188-189)

Nostotyöhön vaikuttavat useat tekijät, esimerkiksi nostoasento, taakan paino, nostojen toistuvuus sekä työntekijän henkilökohtaiset ominaisuudet. Tämän vuoksi taakan painolle on vaikea asettaa selkeitä rajoja. Kansainvälinen työjärjestö ILO on vuonna 1967 määritellyt suositukset taakan maksimirajoista sekä miehille että naisille. Työterveyslaitos on tämän pohjalta laatinut taakan maksimiarvot fyysisesti normaalikuntoisille henkilöille ja nostotilanteen ollessa hyvä. Tilapäisten taakkojen maksimiarvot miehille ovat 55 kg ja naisille 30 kg. Toistuvissa nostoissa maksimiarvot ovat miehille 35 kg ja naisille 20 kg. (Launis & Lehtelä 2011, 190)

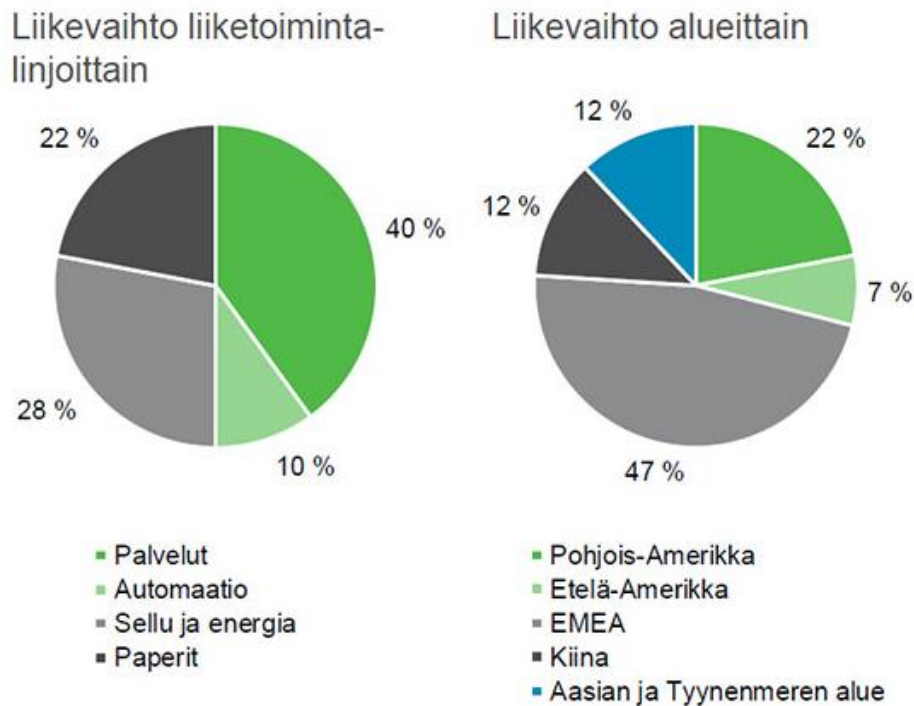
2.4 Tutkimukseen liittyvää taustatietoa

2.4.1 Valmet Technologies

Valmet Technologies Oy on maailman johtava teknologian, automaation ja palveluiden toimittaja sekä kehittäjä paperi-, sellu- ja energiateollisuudelle. Valmetilla työskentelee noin 12 000 työntekijää yli 30 maassa ympäri maailmaa. Valmetin palvelut kattavat kunnossapidosta voimalaitosten parannuksiin ja varaosiin. Palvelutarjonnan lisäksi Valmetilta löytyy teknologiatarjonnastaan esimerkiksi sellutehtaita, kartongin- ja paperinvalmistuslinjoja sekä bioenergiaa tuottavia voimalaitoksia. Näiden lisäksi tuotevalikoimaan kuuluu myös yksittäiset mittaukset ja koko tehdasalueen kattavat automaatioratkaisut. Valmetin pääkonttori sijaitsee Espoossa. (Valmet lyhyesti 2017)

Valmetin toiminta jakautuu neljään eri liiketoimintalinjaan. Liiketoimintalinjoja ovat palvelut, automaatio, paperi sekä sellu ja energia. Liikevaihto vuonna 2016 oli noin 2,9 miljardia euroa. Valmetin liikevaihto liiketoimintalinjoittain ja alueittain näkyvät kuvassa 2. Suurin liikevaihto toimintalinjoista tulee palveluista, joiden osuus

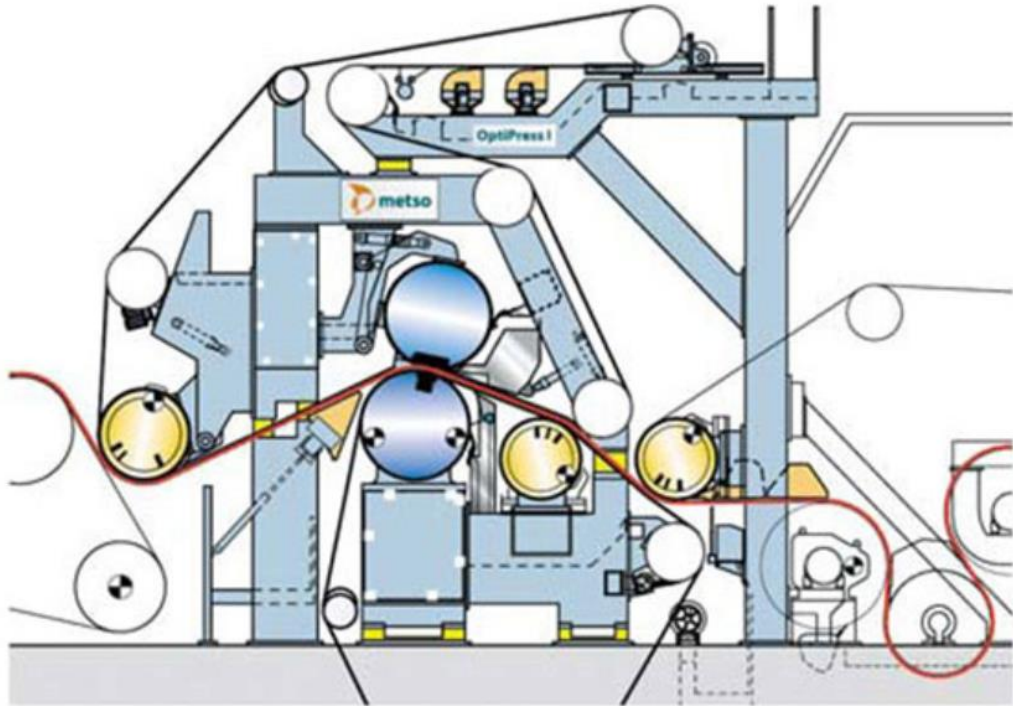
liikevaihdosta on 40 %. Lähes puolet (47 %) yhtiön liikevaihdosta tulee EMEA-alueelta, joka koostuu Euroopasta, Lähi-idästä ja Afrikasta. (Valmet lyhyesti 2017)



KUVA 2. Liikevaihto liiketoimintalinjoittain ja alueittain (Valmet lyhyesti 2017)

2.4.2 Puristinhuovat

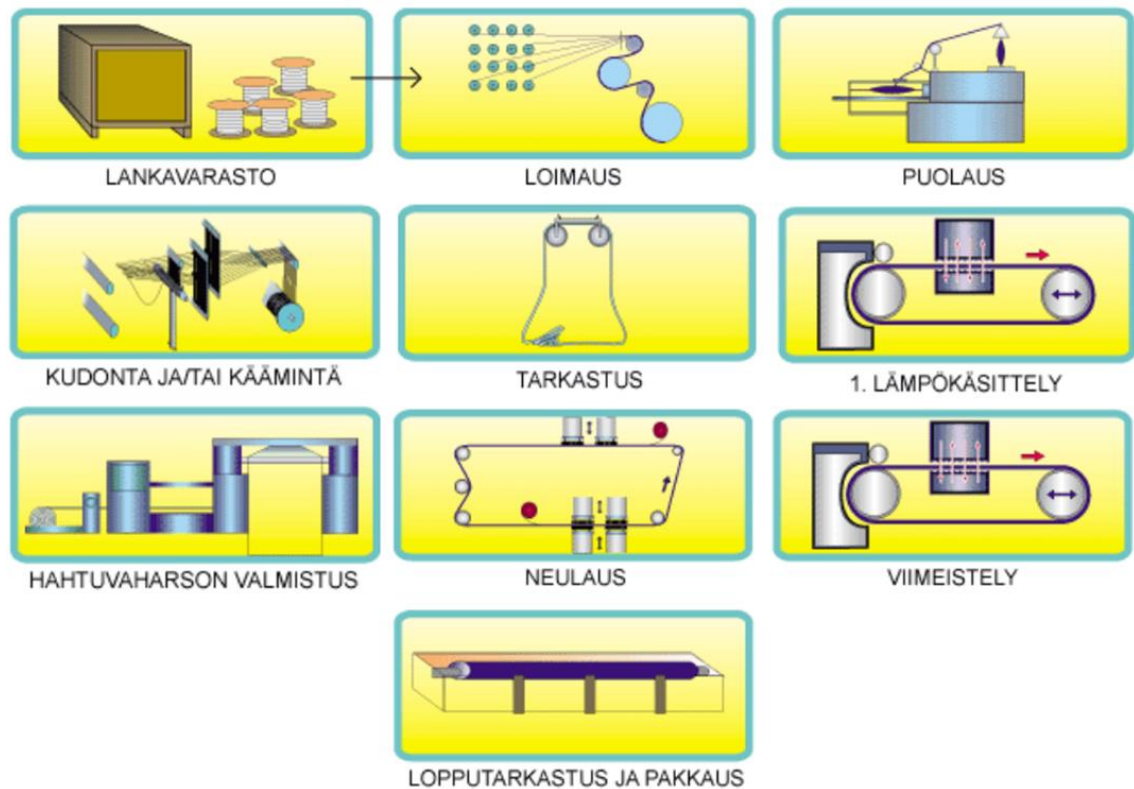
Puristinhuopia käytetään paperi- ja kartonkikoneiden puristinosassa. Puristinosalla poistetaan vettä puristamalla paperia kahden telan muodostamassa nipissä puristinhuopaa vasten. Osa vedestä poistuu puristinhuovan läpi kaukaloon ja osa vedestä jää huopaan, josta vettä poistetaan huopaimulaatikolla. Näitä kutsutaan kaukalovedenpoistoksi ja imulaatikkovedenpoistoksi. Kuvassa 3 on perinteinen yhden puristinhuovan puristinosaratkaisu. Yleisimmin puristinhuovat valmistetaan kudonta- ja neulaustekniikalla synteettisestä kuitumateriaalista. Ennen puristinosaa rainan eli paperin kuiva-ainepitoisuus on 15-20 %. Puristinosan avulla saadaan rainan kuiva-ainepitoisuudeksi riippuen valmistettavasta lajista, koneesta ja huovista 35-52 %. (KnowPap 2017).



KUVA 3. Yksinkertainen yhden puristimen puristinosaratkaisu (KnowPap 2017)

Puristinhuovan tärkein tehtävä on vedenpoistokyky. Tähän vaikuttavat monet huovan rakenteeseen liittyvät tekijät. Hyvässä vedenpoistokykyisessä huovassa on riittävän pieni veden virtausvastus. Pienen virtausvastuksen avulla puristunut huopa ottaa riittävästi vettä rainasta nipissä. Hyvä puristinhuopa nostaa rainan kuiva-ainepitoisuutta, mikä vähentää kuivatusosan energiankulutusta. Vedenpoistokyvyn lisäksi tärkeitä ominaisuuksia ovat markkeeraamattomuus, pintaominaisuudet ja hyvä ajettavuus. Huovalla pitää olla myös riittävän pitkä ja tasainen toiminta-ikä sekä mekaaninen kestävyys. (KnowPap 2017).

Puristinhuovan päävalmistusvaiheet ovat kudonta, pohjakankaan tarkastus, pohjakankaan esilämpökäsittely, hahtuvakuitujen neulaus pohjakankaaseen ja huovan viimeistely (kuva 4). Puristinhuovan pohjakangas eli peruskudos kudotaan yleensä päättömänä. Pohjakankaan lakoina käytetään kehrättyjä lankoja, monofilamenteja tai multifilamenteja. Polyamidi on pääasiallinen lankamateriaali huovissa. Nykyisin polyamidista valmistetuissa huovissa käytetään eniten monofilamenttilankaa, koska ne säilyttävät parhaiten lujuuden ja joustavuuden. (KnowPap 2017)



KUVA 4. Puristinhuovan valmistusprosessi yksinkertaistettuna (KnowPap 2017)

Kudonnan ja ensimmäisen lämpökäsittelyn jälkeen pohjakangas menee neulattavaksi. Neulausta voidaan luonnehtia eräänlaiseksi mekaaniseksi vanuttamiseksi, sillä huoparakenne saadaan aikaan pistelemällä hahtuvakuiduista muodostettua harsoa väkäsneuloilla pohjakankaan päälle ja sen sisään. Väkäneuloilla pistellään vain toiselta puolelta tai molemmin puolin pohjakangasta. Neulojen väkäset kuljettavat neulauksessa mukanaan kuituja, jolloin kuidut takertuvat pohjakankaan lankoihin ja harson muihin lankoihin. Tämä muodostaa koossapysyvän huoparakenteen. Puristinhuovassa usein käytetään pinnalla hienompaa hahtuvakuitua, kuin keskikerroksessa tai taustalla. Hahtuvakuidun määrä ja hienous vaikuttavat puristinhuovan ominaisuuksiin huomattavasti. (KnowPap 2017).

Neulauksen jälkeen puristinhuovan rakenne stabiloidaan toisen lämpökäsittelyn avulla. Toinen lämpökäsittely toteutetaan huovan viimeistyksessä. Viimeistyksessä huovat voidaan myös käsitellä kemiallisesti eri ominaisuuksien parantamiseksi. Yleensä huovat esipuristetaan tai kalanteroidaan. Nämä nopeuttavat huovan vedenpoiston käynnistymistä koneeseen asennuksen jälkeen. (KnowPap 2017).

3 KUDEPUOLIIEN NYKYINEN TOIMINTAMALLI

3.1 Kutomossa käytettävät puolalangat

Kutomossa käytetään useaa puolalankatyyppeä. Jokaisella on omat ominaisuutensa ja niitä käytetään tiettyjen puristinhuopien kutomisessa. Taulukosta 2 huomataan eri puolalankatyyppeiden ominaisuudet. Langan määrä metreinä vaihtelee todella paljon riippuen lankamateriaalista. Lankaa voi olla yhdessä puolassa 300 metristä 5200 metriin. Langan määrä puolassa vaikuttaa merkittävästi puolien vaihtomäärään vuoron aikana. Myös tietyille lankatyypille käyteen tietyn värisiä puolia. Täysi kudepuola näkyy kuvassa 5 ja tyhjä puola kuvassa 6.

TAULUKKO 2. Kutomossa käytettävät puolalangat

Materiaali	Langan paino (kg/ltk)	Puolien lukumäärä (kpl/ltk)	Langan pituus (m/puola)	Puolien värit
Lankatyyppi 1 (lt 1)	5,8	28	1330	punainen
Lankatyyppi 2 (lt 2)	5,8	28	900	musta
Lankatyyppi 3 (lt 3)	5,8	35	1500	beige
Lankatyyppi 4 (lt 4)	6,0	35	1200	vihreä
Lankatyyppi 5 (lt 5)	5,9	38	700	sininen
Lankatyyppi 6 (lt 6)	5,9	30	5200	beige
Lankatyyppi 7 (lt 7)	5,7	30	750	vihreä
Lankatyyppi 8 (lt 8)	5,3	36	300	sininen
Lankatyyppi 9 (lt 9)	7,5	36	160	vihreä
Lankatyyppi 10 (lt 10)	5,4	42	760	sininen
Lankatyyppi 11 (lt 11)	5,5	18	410	keltainen
Lankatyyppi 12 (lt 12)	7,4	28	700	keltainen
Lankatyyppi 13 (lt 13)	8,4	42	700	keltainen



KUVA 5. Täysi kudepuola (Lankatyyppi 1) (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)



KUVA 6. Tyhjä kudepuola (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

3.2 Kutojien tehtävät

Kutojien tehtävänä kudepuolien suhteen on siistiä kudepuolat ennen käyttöä, laittaa kudepuolat kutomakoneeseen, putsata käytetyt puolat. Yleisimmät kudepuolat (lt 1 ja lt 2) kutojat hakevat itse keskusvarastolta lankatorneina (5 laatikkoa per torni) kutomakoneelle (kuva 7). Muut lankatyypit puolaajat tuovat suoraan kutomakoneelle vanhoissa puolalaatikoissa. Kutojat siistivät ennen käyttöä kudepuolat eli leikkaavat ylimääräisen lankaosan, joka syntyy puolaamossa kudepuolaan. Puolien putsaus tehdään kutomakoneen omalla työpöydällä. Jos kudepuolat ovat uusissa laatikoissa, vaihdetaan ne siistimisen yhteydessä vanhoihin laatikoihin. Uudet laatikot eivät sovellu puolahisseihin. Kutojat laittavat kudepuolat kutomakoneeseen käyttöä varten.



KUVA 7. Lankatorni (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Käytetyt kudepuolat tippuvat laatikkoon kutomakoneella hoitosillan tasolla. Kutojat putsaavat käytetyt puolat langasta, joka on jäänyt ylijäämäksi. Putsaus tehdään joko käsin tai puolien putsauslaitteella. Putsatut puolat laitetaan toiseen laatikkoon, joka on hoitosillalla (kuva 8).



KUVA 8. Tyhjien puolien laatikko hoitosillalla (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Kutojat palauttavat lankatorneissa käytetyt laatikot ja kärryt takaisin keskusvarastolle, muuten puolaajat hakevat tyhjät laatikot sekä tyhjien puolien laatikot kutomakoneilta.

3.3 Puolaajien tehtävät

Nykyisessä toimintamallissa puolaajien tehtävään kutomossa kuuluu tyhjien puolien laatikoiden kerääminen kutomakoneilta, uusien puolalankojen toimittaminen keskusvarastoon sekä kutomakoneille ja valmistaa puolalankaa tilausten mukaisesti.

Yleisimmät puolalangat (lt 1 ja lt 2) puolaajat kasaavat lankatorneihin, joissa on 5 laatikkoa kudepuolia. Lankatornit siirretään puolaamosta keskusvarastolle. Kaikki muut puolalankatyypit puolaajat toimittavat suoraan kutomakoneille vanhoissa puolalaatikoissa. Keskusvarastolla ei ole mitään määriteltyä rajaa lankamäärälle, mitä siellä säilytetään. Puolaajat täyttävät keskusvarastoa, kun kokevat sen tarpeelliseksi. Suoraan kutomakoneille toimitettaviin kudelankoihin puolaajat saavat kutojilta tilauslapun, jonka mukaan tiettyä lankatyyppiä puolataan lisää.

Puolaajat joutuvat hakemaan jokaiselta kutomakoneelta erikseen tyhjiä puolien laatikot. Tyhjiä puolien laatikot ovat vanhan mallisia laatikoita. Kyseiset laatikot ovat kutomakoneen hoitosillalla poikkeuksia lukuun ottamatta. Puolaajat joutuvat jokaisella koneella kiipeämään hoitosillalle hakemaan tyhjiä puolien laatikon. Tyhjiä puolat kuljetetaan laatikoissa polkumopoilla takaisin puolaamoon. Tyhjiä puolat lajitellaan vasta puolaamossa puolien värien mukaisesti. Tyhjiä laatikot ja käyttämättömät karrut haetaan keskusvarastolta puolaamon eteen uusia lankatorneja varten.

3.4 Nykyisen toimintamallin ongelmakohtat

Nykyisessä toimintamallissa huomattiin useita ongelmakohtia, jotka vaativat parantamista tehokkuuteen ja turvallisuuteen liittyen. Joitakin ongelmakohtia työntekijät eivät pitäneet varsinaisina ongelmina, koska niihin on totuttu tai asiat ovat tehty aina tietyllä tavalla.

Yhtenä suurena ongelmakohtana nähtiin tyhjiä puolien säilytys laatikossa kutomakoneen hoitosillalla. Laatikko on hoitosillalla lähellä puolanvaihtokonetta kutomakoneella, eikä laatikosta ole mitään varoitusmerkkejä. Kompastusriski laatikkoon on suuri varsinkin henkilölle, joka ei ole liikkunut paljon kutomakoneilla. Kutojat eivät pidä ongelmaa suurena, koska he ovat tottuneet puolalaatikon läsnäoloon hoitosillalla. Ongelmaa pidettiin yleisenä turvallisuusasiana ja siihen haluttiin saada ratkaisu.

Yhtenä ongelmakohtana on kahden erilaisen puolalaatikon käyttö kutomossa ja puolaamossa. Uusia puolalaatikoita käytetään yleisimpien kudepuolien tuomisessa kutomon keskusvarastoon lankatorneissa. Erikoisemmat kudepuolat toimitetaan suoraan kutomakoneelle vanhoissa puolalaatikoissa. Uudet puolalaatikat vaihtuvat vanhoihin, kun kudepuolat siistitään ennen kutomakoneeseen laittoa. Uudet puolalaatikat eivät sovellu tällä hetkellä kutomakoneiden puolahisseihin. Puolahissit ovat suunniteltu vanhoille puolalaatikoille. Vanhoja puolalaatikoita ei voi pinota toistensa päälle lankatorneiksi, kuten uudempia puolalaatikoita.

Ongelmakohtana nähtiin myös kudepuolien vienti suoraan kutomakoneille. Jokaiselle kutomakoneelle liikkuminen tuottaa ns. ”turhaa” kävelyä, kun kudepuolien toimituksen voisi hoitaa paremmin. Kudepuolat olisi helpompaa toimittaa yhteen paikkaan

kutomossa ja hakea yhdestä paikasta. Puolaajien liikkuminen kutomakoneilla voi aiheuttaa vaaratilanteita siellä muiden työskentelevien kanssa.

Matalampien lankatornien liikuttaminen, esimerkiksi 2 tai 3 laatikon lankatorni, voi olla vaikeaa ilman apuvälinettä. Tämä ongelma tulee esille, jos kaikki kudepuolat toimitetaan keskusvarastoon. Vähemmän meneviä kudepuolia ei tarvita niin paljon kerralla ja se tuottaa matalampia lankatorneja keskusvarastoon. Myös nykyinen varastointimäärä nähtiin ongelmana ja uudessa keskusvarastossa haluttiin vähentää jokaisen puolalankatyypin varastomäärää.

3.5 Kutomakone 44: kehitys- ja ongelmakohtat

Kutomakone 44 kuului tähän työhön erillisenä koneena muista kutomakoneista. KK 44 haluttiin uusia ratkaisuja puolalaatikoiden säilyttämiseen ja hoitosiltaan. Kutomakoneen työpisteen nykyisen yleisilmeen näkee kuvasta 9.



KUVA 9. KK 44 työpiste (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

KK 44:llä ei ole puolahissiiä ja täysien puolien laatikot säilytetään sillan kaiteessa olevassa telineessä. Täydet puolalaatikot joutuu nostamaan pöydältä portaiden kautta laatikoille tarkoitettulle telineelle. Kutomakoneen portaikko on erittäin ahdas (kuva 10) ja laatikon kantaminen portaissa voi tuottaa hankaluuksia kutojalle. Taakan kantaminen

ahtaassa portaikossa on muutenkin työturvallisuusriski ja ergonomian kannalta huono asia. Tyhjien puolien laatikkoa säilytetään portaikon vieressä olevalla telineellä.



KUVA 10. KK 44 portaikko (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Kutomakoneelle haluttiin tutkia, olisiko sille mahdollista asentaa puolahissiä, kuten muilla koneilla. Puolahissin avulla täysiä puolalaatikoita ei tarvitsisi enää nostella portaikkoa pitkin. Nykyistä portaikkoa haluttiin myös muuttaa paremmaksi, koska sen askelmitat ovat erimittaisia. KK 44 ratkaisuja käydään luvussa 4.9.

4 KUDEPUOLIEN UUSI TOIMINTAMALLI

4.1 Kanban- työkalu kutomossa

Kutomossa on tarkoitus uudistaa kudepuolien varastointia ja toimittamista. Tarkoituksena on toimittaa kaikki lankatyypit keskusvarastoon, paitsi lankatyypin 8 ja 9 sekä KK70 langat. Keskusvarastossa on tavoitteena ottaa kanban-työkalun avulla uudenlainen keskusvarastomalli käyttöön helpottamaan keskusvaraston tavaran hallitsemista. Kanban-työkalun suunnittelua ja kehittämistä ei olla tehty tässä työssä, vaan kutomon johto on sitä tehnyt. Kanban- työkalu on kuitenkin merkittävässä osassa uudessa toimintamallissa, joten sen esittämistä tarvitaan tässä työssä selkeyttämistä varten.

Kanban-korttien avulla pystytään viestimään, milloin puolaajien tarvitsee valmistaa lisää tiettyä lankatyyppiä. Korttien avulla estetään varaston kasvu liian suureksi tai puolaajia tekemästä kudepuolia liikaa varastoon. Keskusvarasto halutaan pitää tietyn kokoisena, eikä haluta liian suuren määrän kudepuolia olevan seisomassa turhaan keskusvarastolla.

Kanban-kortit olisivat magneetteja, joihin olisi merkittynä puolattava materiaali ja sen kuvaus. Yksi magneetti vastaisi yhtä puolalaatikkoa. Eri lankamateriaaleille olisi oman värinen magneetti, esimerkiksi puolien värien mukaiset magneetit. Magneetin mukaisen materiaalin puolaus saadaan aloittaa vasta, kun hälytysraja puolaamon taulussa ylittyy. Puolauksen aloitusraja olisi 70% maksimi varastotasosta. Ensin puolattaisiin eniten hälytysrajan ylittäneet materiaalit ja ne vietäisiin keskusvarastoon.

Kutojat hakisivat keskusvarastolta tarvitsemansa lankamäärän ensimmäisen kahden tunnin aikana. Kutojat laittavat laatikoiden magneetit keskusvarastolla olevaan pussiin puolaajia varten. Tyhjät laatikot, tyhjät puolat ja kärryt palautettaisiin niille merkityille paikoille käytön jälkeen samanlaisina torneina, kuin täysien puolien lankatornit. Jos puolattua materiaalia palautuisi kutomakoneelta takaisin keskusvarastoon, taulusta otetaan vastaava magneetti laatikkoon. Puolaajat noutavat magneetit keskusvaraston taulusta ensimmäisen tauon jälkeen ja toimittavat ne puolaamon tauluun.

Puolaamossa olisi oma magneettitaulu, johon laitettaisiin kanban- magneetit. Tauluun merkattaisiin kunkin lankatyypin hälytysmäärä ja se määritettäisiin taululla magneettien määrällä. Esimerkiksi jonkin lankatyypin varastomääräksi määritettäisiin 100 laatikkoa, olisi sen hälytysraja 70 laatikkoa. Puolaajat tietäisivät aloittaa puolaamaan lisää kyseistä lankatyyppiä, kun keskusvaraston taululla olisi vähintään 30 magneettia.

4.2 Uudet keskusvarastomallit

Uudessa toimintamallissa keskusvarasto uudistuu. Nykyisessä toimintamallissa keskusvarastolla säilytetään vain lankatyyppien 1 ja 2 kudepuolia lankatorneissa. Lankatorneissa käytetyt puolalaatikot ja kärryt palautetaan keskusvarastolle kutomakoneelta tyhjinä. Uudessa toimintamallissa tarkoituksena on säilyttää kaikkia lankatyyppiä keskusvarastossa, paitsi lankatyyppien 8 ja 9 sekä KK70 langat.

Uudessa toimintamallissa kudepuolien varastomäärä pyritään pitämään alhaisempana, kuin nykyisessä toimintamallissa. Tämä onnistuu kanban-työkalulla (kts 3.1). Pienemmällä varastomäärällä pyritään vähentämään kudepuolien turhaa seisomista varastossa. Pienemmät varastomäärät vievät myös vähemmän tilaa. Kunkin kudelangon varastomäärä määräytyy sen mukaan, kuinka paljon sitä menee yleisesti vuoron aikana.

Uudesta keskusvarastosta tehtiin kolme eri malliesimerkkiä, joilla pyritään havainnollistamaan minkälainen tuleva keskusvarasto voisi olla. Malliesimerkit tehtiin opinnäytetyön tekijän toimesta. Jokaisessa esimerkissä kudepuolat ovat sijoitettu eri lailla ja varaston toiminnassa on pieniä erilaisuuksia. Kudepuolien lankatornien tilantarve laskettiin uuden varastokapasiteetin mukaisesti varastoesimerkkeihin (taulukko 3). Yhden lankatornin tilantarve määrittyi niissä käytettävien kärryjen mittojen mukaisesti (kuva 24).

Kaikissa varastomalleissa lankatyyppien alueiden reunat keskusvarastolla merkataan teipeillä lattiaan selvyuden vuoksi. Alueiden noutokohtaan voisi teipata lattiaan kunkin lankatyypin kuvauksen. Keskusvarastosta laitettaisiin pohjakartta keskusvaraston vieressä olevaan tolppaan.

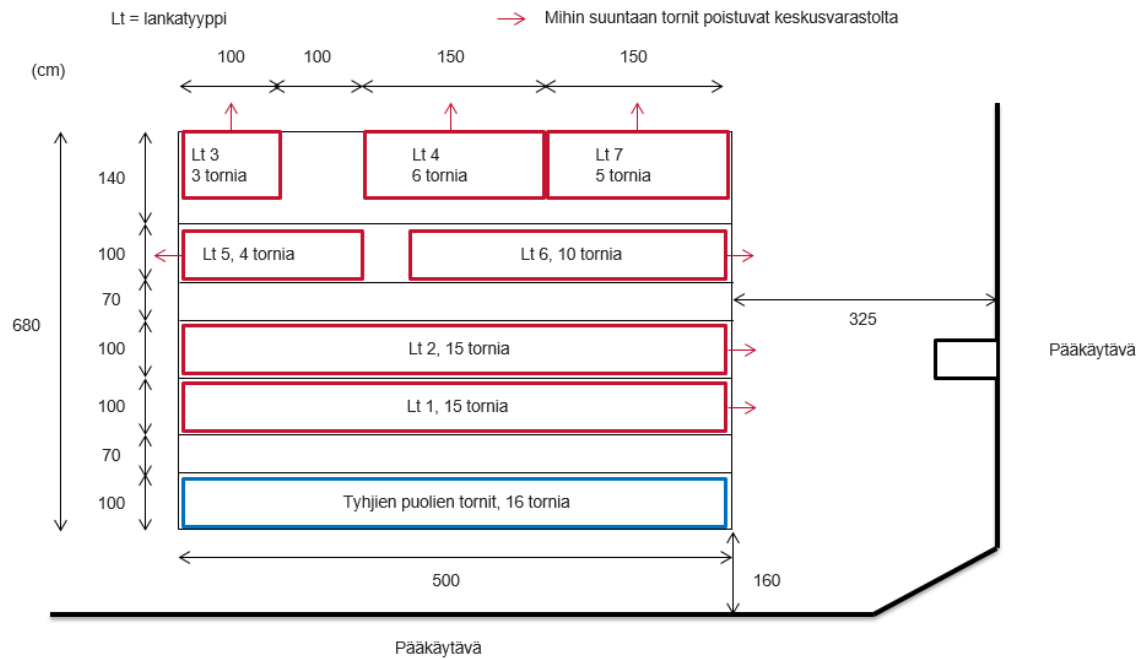
TAULUKKO 3. Kudelankojen varastomäärät

Materiaali	Keskimääräinen varasto ltk	Uusi varasto ltk	Uusi varasto lankatorneja
Lankatyyppi 1	125	72	15
Lankatyyppi 2	119	74	15
Lankatyyppi 3	32	13	3
Lankatyyppi 4	20	29	6
Lankatyyppi 5	33	16	4
Lankatyyppi 6	40	48	10
Lankatyyppi 7	16	25	5
Lankatyyppi 8	13	0	0
Lankatyyppi 9	11	0	0
Yhteensä	410	277	58

Ensimmäinen varastomalli on kaikista yksinkertaisin (kuva 11). Kaikki kudepuolat ovat sijoitettu niiden tilanviennin mukaisesti. Eniten menevät kudepuolat ovat sijoitettu lähelle pääkäytävää, jotta niiden ottaminen keskusvarastolta olisi mahdollisimman helppoa. Myös tyhjen puolien tornit ovat lähellä pääkäytävää, koska siihen kutojien on helppo toimittaa ja puolaajien hakea nämä tornit. Ensimmäisen varastomallin yhtenä etuna on muihin varastomalleihin verrattuna sen tilanvienti. Varastomalli vie kolmesta varastomallista kaikista vähiten tilaa.

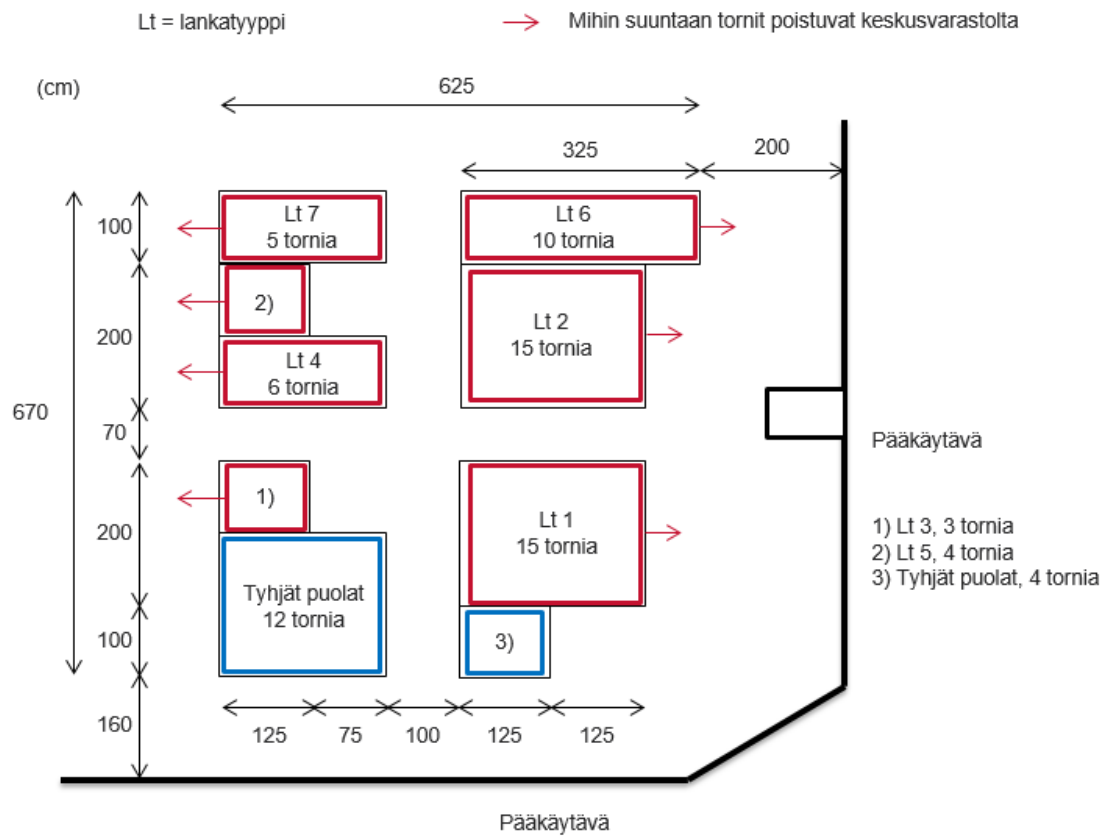
Punaiset nuolet kuvissa 14-16 tarkoittavat lankatornien poistumissuuntaa keskusvarastolta. Kutojien tulee ottaa oikeassa järjestyksessä lankatornit ja puolaajien täyttää oikealla tavalla varastoa. Kudelangat eivät saa liian kauan olla varastossa (varsinkin lankatyyppit 3-5), koska ne menevät huonoksi ajan myötä. Tämän vuoksi kutojien tulee ottaa ns. vanhimmat lankatornit ensimmäisenä keskusvarastolta. Varaston täyttämistä varten varastossa pitää olla tyhjiä välitiloja, jotta puolaajat pystyvät täyttämään varastoa oikeasta paikasta ilman ylimääräistä siirtelyä.

Ensimmäisessä varastomallissa suurin ongelma voi tulla lankatornien poistumissuunnista. Poistumissuuntia lankatorneilla on yhteensä kolme ja ne voivat tuottaa päänvaivaa työntekijöille toimia oikein. Myös siimalangat (lt 3-lt 5) eivät ole loogisessa järjestyksessä kokojen mukaisesti.



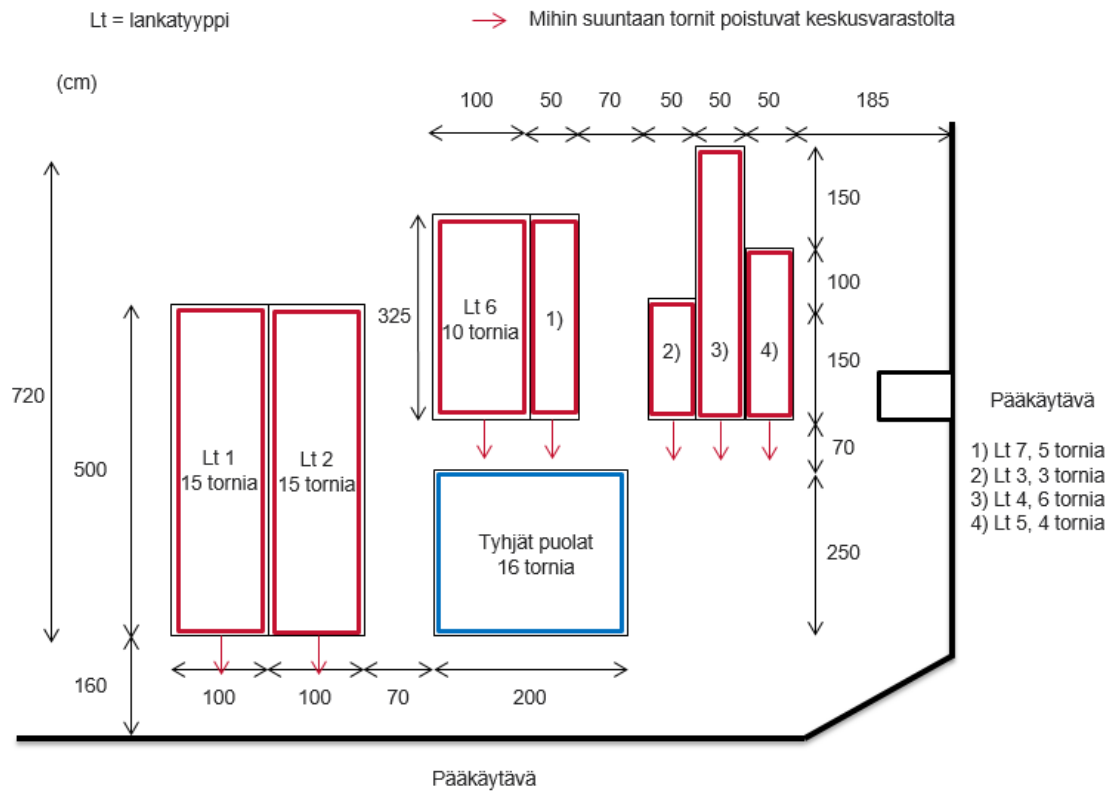
KUVA 11. Varastomalli 1 (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Toisessa varastomallissa (kuva 12) on pyritty toteuttamaan siten, että kaikki puolalankatyypit täytetään keskusvaraston keskikäytävältä ja poistuvat keskusvarastolta kahdelta puolelta. Kutojat hakevat lankatornit keskusvaraston ulkoreunojen kautta. Tämä helpottaa työntekijöiden oppimista uuden keskusvaraston toiminnassa. Tämänlainen varastotyyppi ei ole myöskään sekalainen. Keskusvarasto on halkaistu kahtia metrin levyisellä käytävällä, joka helpottaa puolaajien lankatornien siirtelyä keskusvarastolla. Varastomallissa eniten menevät puolalankatyypit ovat sijoitettu siten, että niitä on kaikista helpoin ottaa keskusvarastolta. Kaikki lankatyypit ovat loogisessa järjestyksessä keskusvarastossa, kuten siimalangat (lt 3-lt 5). Tyhjien puolien tornien paikka on sijoitettu lähelle pääkäytävää, jotta siihen on helppo toimittaa ne ja puolaajien hakea tornit keskusvarastolta.



KUVA 12. Varastomalli 2 (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Kolmannen varastomallin (kuva 13) toimintaperiaate on, että kaikki puolalankatyypit täytetään keskusvarastoon samasta suunnasta ja lankatornit otetaan keskusvarastolta toiselta puolelta. Lankatornit poistuvat keskusvarastolta pääkäytävän suuntaan. Samansuuntainen keskusvaraston täyttäminen ja tyhjentäminen pitävät sen toiminnan yksinkertaisena. Yleisimmät puolalankatyypit ovat helposti otettavissa ja ne ovat loogisessa järjestyksessä. Siimalangat (lt 3-lt 5) ovat samalla alueella ja kokojen mukaisesti järjestyksessä. Tyhjien puolien torneille varattu alue on lähellä pääkäytävää, joka helpottaa kutojien tornien toimittamista ja puolaajien tornien hakemista.



KUVA 13. Varastomalli 3 (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

4.3 Kutojien tehtävät uudessa toimintamallissa

Uudessa toimintamallissa kutojien tehtävät muuttuvat jonkin verran. Suurimmat muutokset kutojilla tulee olemaan puolalangojen haussa sekä tyhjien puolien toimittamisessa pois.

Uudessa toimintamallissa kutojat hakevat kaikki puolalangat keskusvarastolta, paitsi lankatyyppiin 8 ja 9 sekä KK70 langat. Kutojat hakevat kaikki puolalangat lankatorneina ja kuljettavat ne kutomakoneelle. Matalampiin lankatorneihin (alle 5 laatikkoa) voi käyttää apuna pinoamisvaunuja (kappale 3.7), jos kutoja kokee sen tarpeelliseksi.

Kutojat hakevat tarvitsemansa kudepuolat keskusvarastolta silloin, kun he tarvitsevat niitä lisää. Kutoja voi hakea kudepuolia useamman kerran vuorossa, jos niitä tarvitsee suunniteltua enemmän. Lankatorneja haettaessa kutojien täytyy laittaa kyseisen lankatornin magneetit (kanban-työkalu) niille merkitylle paikalle keskusvarastolla. Kutoja laittaa niin monta magneettia ”pussiin”, kuin ottaa puolalaatikoita keskusvarastolta. Esimerkiksi kutoja ottaa 5 puolalaatikon lankatornin keskusvarastolta, laittaa kutoja 5 magneettia pussiin. Lankatornien magneetit ovat lankatornin ylimmän

laatikon päällä näkyvillä. Puolaajat hakevat aina välillä käytetyt magneetit takaisin puolaamoon.

KK70 langat tilataan puolaajilta fyysisillä tilauslapuilla. Kutoja arvioi vuoron alussa, kuinka paljon tarvitsee lankaa vuoron aikana ja tekee siitä tilauslapun. Tilauslappu laitetaan kutomakoneella olevaan taskuun, josta puolaaja sen hakee. Kutomakoneella säilytetään tilauspapereita sekä muuta tavaraa kaiteessa olevissa kangastaskuissa. Puolaajat hakevat tilauslaput vuoron alussa. Jos kutoja ei ole valmis tilauksen kanssa, toimittaa kutoja tilauslapun myöhemmin puolaamoon. Lankatyyppeiden 8 ja 9 materiaaleista kutojat vievät tilauslaput puolaajille.

Kutojat vievät lankatornit kutomakoneelle, jonka työtasolla puolien siistiminen tapahtuu. Puolien siistimispaikka on sama, kuin nykyisessä toimintamallissa. Kutojan tulee varata yksi ylimääräinen tyhjä puolalaatikko puolien siistimistä varten. Uudessa toimintamallissa ei ole käytössä enää vanhoja puolalaatikoita, johon vaihdettaisiin siistityt puolat. Puolat pidetään uusissa laatikoissa ja laitetaan puolahissiin niissä. Lankatornit säilytetään kutomakoneella työtason läheisyydessä.

Kun kutomakone on käyttänyt puolat loppuun, tiputtaa puolanvaihtokone tyhjät puolat koneen alapuolella olevaan laatikkoon. Laatikosta kutoja siirtää tyhjät puolat tyhjien puolien laatikoihin puolahississä. Kutoja putsaa ylimääräiset langat tyhjistä puolista pois ennen kuin ne palautetaan takaisin keskusvarastoon.

Puolien putsaus suoritetaan joko käsin tai puolien keräilijälaitteella (kuva 14). Käsin putsattaessa kutojen tulisi käyttää ”lypsäysmenetelmää”. Puolat putsattaisiin laittamalla langat puolista hississä kutomakoneen kaiteen yli ja vetämällä lankoja alaspäin tämän jälkeen. Kaide toimisi niin sanotusti telana. Rasitus käsille on pienempi kun lankoja vedetään alaspäin, kuin niitä vedettäisiin suoraa ylöspäin puolahissistä laatikosta.



KUVA 14. Puolien keräilijälaitte (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Putsatut tyhjät puolat kasataan samanlaisiksi torneiksi, kuin täysien puolien lankatornit. Tyhjiä puolien torneja säilytettäisiin kutomakoneen puolahissin läheisyydessä. Tyhjiä puolia mahtuu puolalaatikkoon enemmän, kuin täysiä puolia. Tyhjiä puolia tulisi laittaa yhteen puolalaatikkoon vähintään saman verran, kuin täysiä puolia eli noin 30 kappaletta. Yhteen puolalaatikkoon mahtuu maksimissaan 80 tyhjää puolaa limittäin. Tyhjät puolat tulisi kasata laatikkoon limittäin, koska puolan toinen pää on paksumpi, kuin toisen. Puolalaatikot täyttyvät tällöin tasaisemmin. Laatikot asetetaan päällekkäin samalla tavalla, kuin ennenkin.

Tyhjät puolat toimitetaan kerran vuorossa keskusvarastoon kutomakoneilta. Tyhjät puolat eivät lopu kesken vuoron aikana puolaamosta (kts. 4.5.2). Halutessaan kutoja voi viedä useammin, kuin yhden kerran tyhjät puolat keskusvarastolle vuoron aikana. Tyhjiä puolien toimittaminen keskusvarastoon ei toisi lisätyötä kutojille lähes ollenkaan, koska nykyisessä toimintamallissa kutojat toimittavat tyhjät puolalaatikot sekä kärryt takaisin keskusvarastoon. Keskusvarasto on matkan varrella taukotilaan, joten ylimääräistä kävelyä ei synny tyhjiä puolien toimittamisessa keskusvarastoon.

Kutojat vievät tyhjiä puolien tornit keskusvarastossa niille merkityille paikalle. Jos lankaa jää käyttämättä tuotetilauksesta, palautetaan ne omalle paikalleen keskusvarastolle. Keskusvarastolle palautettuihin puolalankojen laatikoihin laitetaan niille kuuluvat magneetit takaisin.

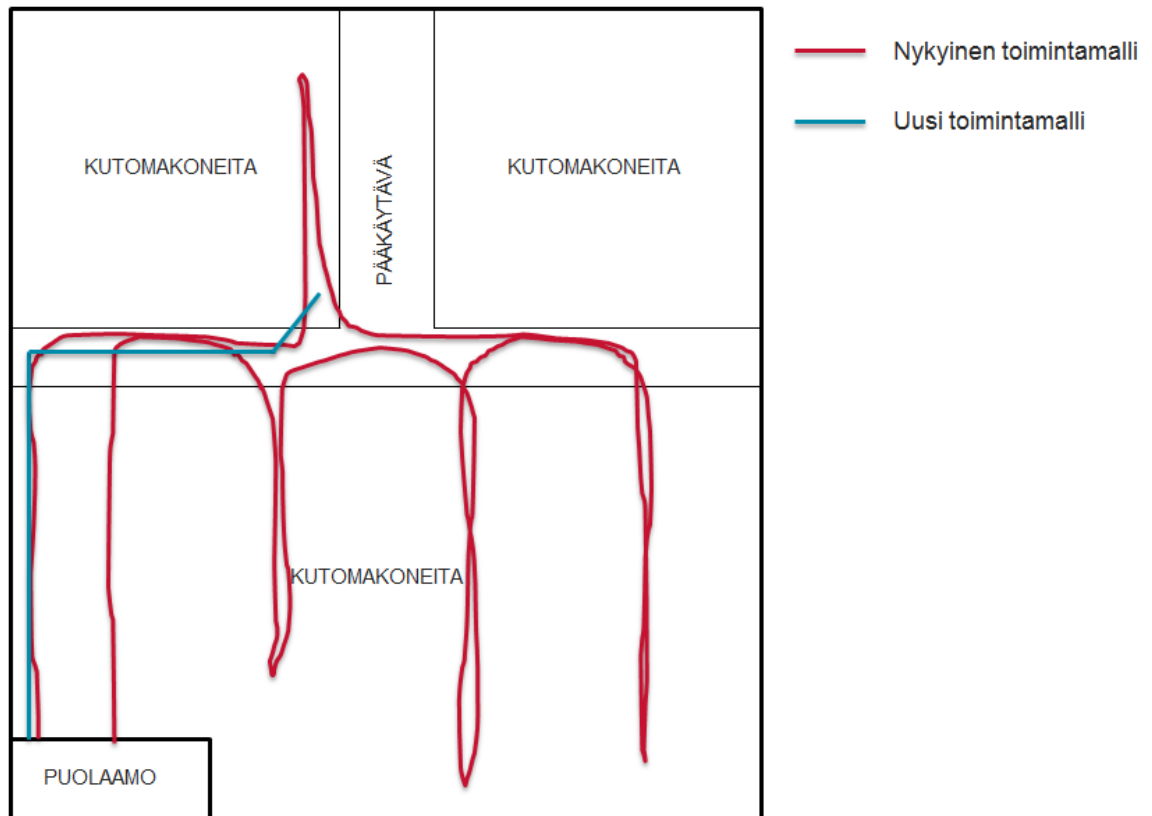
4.4 Puolaajien tehtävät uudessa toimintamallissa

Uusi toimintamalli vähentää puolaajien liikkumista kutomossa. Puolaajat liikkuvat vain keskusvaraston ja puolaamon väliä. Puolaajilla vähenevät nostojen sekä liikkumisen määrät vuoron aikana uudessa toimintamallissa.

Puolaajat toimittavat kaikki langat lankatorneina keskusvarastoon, paitsi lankatyypin 8 ja 9 sekä KK70 langat. Nämä langat puolaajat toimittavat ainoastaan suoraan kutomakoneille uudessa toimintamallissa. Puolaajat voivat käyttää tarvittaessa pinoamisvaunuja matalampien lankatornien siirtämiseen keskusvarastoon.

KK70:llä puolaajat hakevat kutojien tekemän tilauslapun kutomakoneelta vuoron alussa. Jos kutoja ei ole valmis tilauslapun kanssa, kutoja toimittaa tilauslapun myöhemmin puolaamoon. Tilauslaput säilytetään kutomakoneen hoitosillan kaiteessa olevassa kangastaskussa.

Puolaajat hakevat tyhjien puolien tornit keskusvarastolta, kun he tarvitsevat tyhjiä puolia tai keskusvarastossa niille varattu alue on täynnä. Kutojat ovat toimittaneet tyhjien puolien tornit ennen ruokataukoa ja vuoron loppua keskusvarastolle. Puolaajat saavat samalla toimitettua tyhjät puolat, kärryt ja laatikot takaisin puolaamoon. Puolaajat toimittavat tyhjät puolat samoissa torneissa takaisin puolaamoon, kuin ne ovat keskusvarastolla. Kuvassa 15 havainnollistetaan hyvin, kuinka paljon yksinkertaisemmaksi puolaajien tyhjien puolien haku muuttuu uudessa toimintamallissa.



KUVA 15. Puolaajien reitti kutomossa tyhjiä puolien haussa (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Puolaajat hakevat myös käytetyt magneetit tietyin väliajoin keskusvarastolta. Puolaajat voivat ottaa käytetyt magneetit mukaansa samalla, kun he toimittavat uusia lankatorneja keskusvarastoon tai hakevat tyhjiä puolien torneja keskusvarastolta. Puolaajat toimittavat magneetit puolaamossa olevaan kanban-magneettitauluun värien mukaan merkityille paikoille. Magneettitaulun päivityksen jälkeen puolaajat näkevät sen hetkisen keskusvaraston tilanteen ja toimivat tilanteen mukaisesti. Puolaajat puolaavat lisää lankaa vasta, kun hälytysraja ylittyy keskusvarastolla. Hälytysraja on 70% tietylle lankatyypille määritetystä maksimi varastotasosta. Jos mikään lankatyyppi ei ylitä hälytysrajaa, eivät puolaajat puolaa lisää lankaa. Vaikka jokin lankatyyppi olisi kahden laatikon eli magneetin päässä hälytysrajasta, eivät puolaajat puolaa sitä. Jos hälytysraja jollain lankatyypillä ylittyy, silloin sitä puolataan vähintään sen verran, että puolaa on yli hälytysrajan. Puolaajien ei ole pakko vuoron aikana puolata lankaa niin paljon, että varastotaso olisi aina maksimitasolla. Tärkeintä on, että lankamäärä pysyy keskusvarastolla yli hälytysrajan.

4.5 Kutojien ja puolaajien askel- sekä nostomäärät toimintamalleissa

4.5.1 Keskimääräinen puolien kulutus yhdellä kutomakoneella

Puolaajien ja kutojien askel- sekä nostomäärien laskemiseksi tarvitsi laskea yhden kutomakoneen keskimääräinen puolien käyttömäärä yhden vuoron aikana. Tämän avulla saadaan laskettua, kuinka paljon kutojilla syntyy tyhjien puolien laatikoita yhden vuoron aikana.

Puolien kulutuksen laskemiseksi vuoron aikana valittiin KK 59, jossa tuolloin kappaleen kaideleveys oli 14,20 metriä ja käytettiin lankatyyppeä 1 kudelankaa. Yhdessä puolassa oli 1330 metriä kudelankaa ja yksi puola meni syöstävässä 88 kertaa kappaleen läpi ennen vaihtoa. Kun 1330 metriä jaetaan 14,20 metrillä, saadaan tulokseksi noin 93,7. Puola vaihdetaan kutomakoneen puolanvaihtoon liittyvien asioiden vuoksi jo 88 kerran jälkeen, koska lanka ei riittäisi seuraaviin kappaleen läpimenoihin. Kutomakoneesta otettiin sen vuoron aikana käyttämä käyntiaste, joka oli 39,3 iskua minuutissa. Laskuissa tuli ottaa myös huomioon puolan vaihtoajat ja yksi vaihtoaika oli keskimäärin 35 sekuntia. Vaihtoaika alkoi, kun kone pysähtyi vaihtamaan puola ja päättyi, kun kone alkoi taas käymään uudelleen. Kutomakoneen hyötysuhteeksi valittiin 80 %. Hyötysuhdeprosentti oli johdon ilmoittama luku, jota tuli käyttää laskuissa.

Ensiksi laskettiin, kuinka kauan aikaa menee 88 lyönnin kanssa. Se laskettiin kaavan 1 mukaisesti ja tulos saatiin ristiinkertomalla. Tulokseksi saatiin 134,351 sekuntia.

$$\frac{39,3}{60 \text{ s}} = \frac{88}{X} \rightarrow X = 134,351 \text{ s} \quad (1)$$

Yllä olevaan laskuun lisättiin vielä 35 sekunnin vaihtoaika, joten yksi puola kestää vaihtoineen yhteensä 169,351 sekuntia. Puolien kulutus vuoron aikana saatiin laskettua jakamalla yhden vuoron kesto puolan kestolla vaihtoineen. Yksi vuoro kestää 8 tuntia ja se on sekunteina 28 800 sekuntia. Tämä laskettiin kaavan 2 mukaisesti ja tulokseksi saatiin 170,061. Tämä tulos kerrottiin vielä hyötysuhteella (kaava 3), jotta saatiin oikea puolien kulutusmäärä. Lopputulokseksi tuli 136,049 eli noin 136 vaihtoa.

$$\frac{28800 \text{ s}}{169,351 \text{ s}} = 170,061 \quad (2)$$

$$0,8 \times 170,061 = 136,049 \quad (3)$$

Vuoron aikana yhdellä kutomakoneella kuluu noin 136 puolaa. Jos tyhjiä puolia laitetaan 30 kappaletta yhteen laatikkoon, tyhjien puolien laatikoita tulee 5 kappaletta yhden vuoron aikana.

4.5.2 Tyhjien puolien määrä

Uudessa keskusvarastossa eri kudepuolien varastotaso tulee olemaan pienempi, kuin niiden nykyinen varastotaso. Nykyisen ja uuden varaston puolamäärät löytyvät taulukosta 4.

TAULUKKO 4. Kudepuolien varastotasot

Materiaali	Nykyinen määrä kudepuolia varastossa	Uusi määrä kudepuolia varastossa	Tyhjiä puolia lisää
Lankatyyppe 1	3500	2016	1484
Lankatyyppe 2	3332	2072	1260
Lankatyyppe 3	1120	455	665
Lankatyyppe 4	700	1015	-315
Lankatyyppe 5	1254	608	646
Lankatyyppe 6	1200	1440	-240
Lankatyyppe 7	480	750	-270
Yhteensä	11586	8356	3230

Uuden varastotason ja keskusvarastomallin avulla tyhjiä puolien varastomäärä puolaamossa nousee 3230 puolalla. Yhdeltä kutomakoneelta tulee vuoron aikana noin 150 tyhjiä puolaa (4.5.1). Tyhjiä puolia syntyy vuoron aikana kaikilta kutomakoneilta noin 2700. Jos nämä kaikki kutomakoneilta tulevat tyhjät puolat olisivat joko kutomakoneilla tai keskusvarastolla, puolaamoon jäisi silti vielä reilu 500 tyhjiä puolaa. Nämä ovat pelkästään uudesta varastomallista lisääntyvä tyhjien puolien määrä. Puolaamossa on nykyisessäkin varastotasossa ylimääräisiä tyhjiä puolia, mutta niitä ei otettu laskuissa huomioon. Tämän vuoksi riittää, että kutojat voivat viedä vain kerran vuorossa tyhjät puolat keskusvarastolle. Tyhjät puolat eivät lopu puolaamosta vuoron aikana uuden keskusvaraston vuoksi.

4.5.3 Askelmäärät

Työssä laskettiin suurpiirteiset kutojen ja puolaajien askelmäärät kudepuolien kuljettamiseen, hakuihin sekä siirtelyihin liittyen vuoron aikana. Askelmäärät laskettiin yksinkertaisesti liikkumalla kutomossa ja laskemalla päässä askelmäärät kävellessä. Tähän päädyttiin, koska matkan tarkka pituus metreinä tai määrä askeleina ei ole olennaista lopputuloksen kannalta. Matkojen pituuksilla haluttiin näyttää suuntaa antavia määriä kävelyn vähenemisessä vuoron aikana uudessa toimintamallissa verrattuna vanhaan. Askelmäärät laskettiin sekä nykyisestä että uudesta toimintamallista. Tässä työssä käytettiin yhden askeleen mittana 75 cm:iä. Opinnäytetyön tekijä on mitannut oman askelpituutensa ja tätä mittaa käytetään työssä.

4.5.4 Puolaajien askelmäärät

Nykyisessä toimintamallissa puolaajille kertyy askelia vuoron aikana kudepuoliin liittyen tyhjen puolien hakemisesta, lankatornien viennistä keskusvarastoon ja täysien puolien viennistä kutomakoneille. Puolaajat hakevat tyhjiä puolia keskimääräisesti neljä kertaa vuorossa ja yhdestä hakukerrasta kertyy askelia 637. Puolaajat käyvät jokaisen kutomakoneen läpi tyhjen puolien hakukerralla. Lankatorneja puolaajat vievät puolaamosta keskusvarastoon keskimääräisesti neljä kertaa vuorossa, joista yhdestä kerrasta kertyy 190 askelta. Kudepuolia viedään suoraan kutomakoneille noin 3 kertaa vuoron aikana ja yhdellä kerralla mukana on 4-6 laatikkoa. Kudepuolien vientiä suoraan kutomakoneille työtehtävän tarkkaa askelmäärää oli vaikea laskea, koska askelmäärä vaihtelee koneiden mukaan. Tähän työhön laskettiin kyseisen työtehtävän askelmäärä siten, että puolaaja vei kuusi puolalaatikkoa kolmelle kutomakoneelle. Kutomakoneet valittiin siten, että matkasta tulisi suunnilleen keskimääräinen matkamäärä yhdellä vientikerralla. Yhdellä tällaisella kerralla kertyi 354 askelta. Yhteensä nykyisessä toimintamallissa askelia yhden vuoron aikana puolaajilla kertyi noin 4370 askelta eli noin 3277 metriä kävelyä. Puolaajat liikkuvat suurimman osan matkoista potkulaudoilla nykyisessä toimintamallissa.

Uudessa toimintamallissa puolaajien tarvitsee liikkua vain puolaamon ja keskusvaraston väliä. Puolaajien tarvitsee toimittaa lankatornit kutomoon ja hakea tyhjen puolien tornit keskusvarastolta. Tyhjen puolien torneja puolaaja hakisi keskimääräisesti noin 10 kertaa vuorossa ja yhdestä kerrasta kertyy askelia 190. Lankatorneja vietäisiin

keskusvarastoon keskimääräisesti 5 kertaa vuorossa ja tästäkin kertyy yhdestä kerrasta 190 askelta. Lankatornien viennissä ja tyhjien puolien tornien haussa otettiin huomioon uuden toimintamallin varastomäärä, joka tulisi pieneneään reilusti nykyisestä. Tämän vuoksi lankaa ei tarvitsisi toimittaa keskusvarastoon niin paljon, kuin nykyisessä toimintamallissa. Uudessa toimintamallissa puolaajilla kertyisi yhden vuoron aikana noin 2850 askelta eli noin 2137 metriä kävelyä.

TAULUKKO 5. Puolaajien askelmäärät kudepuolien siirtelyihin liittyen

Puolaajat	Nykyinen toimintamalli	Uusi toimintamalli	Eromäärä
Askelmäärä	4370	2850	-1520
Askelmäärä metreinä	3277	2137	-1140

Huomataan (kts. taulukko 5), että uudella toimintamallilla voidaan vähentää puolaajien kävelymatkaa vuoron aikana noin kilometrin verran eli yhden kolmanneksen entisestä. Tämä on huomattava vähennys tarvittavaan kävelymäärään. Kymmenessä vuorossa kävelyä tulisi puolaajille kymmenen kilometriä vähemmän verrattuna nykyiseen toimintamalliin. Vaikka askelmäärät ovat suurpiirteisiä, saadaan niillä osviittaa askelmäärien vertailuun nykyisen ja uuden toimintamallin välillä.

4.5.5 Kutojien askelmäärät

Kutojilla ei askelmäärät muutu lähes ollenkaan toimintamallien välillä. Kutojat hakevat nykyisessä toimintamallissa keskusvarastolta lankatyypin 1 ja 2 puolalangat ja uudessa toimintamallissa lähes kaikki puolalangat. Käytännössä siis lisää kävelyä ei tule vuoron aikana kutojille. Tyhjien puolien tornien toimittamisessa keskusvarastoon ei synny lisää kävelyä, koska keskusvarasto sijaitsee matkan varrella taukahuoneeseen. Myös tyhjät puolalaatikot ja kärryt toimitetaan nykyisessä toimintamallissa jo keskusvarastolle. Kutojat hakevat noin kerran vuorossa lankatornin keskusvarastolta. Hakukerran askelmäärä riippuu siitä, millä kutomakoneella kutoja työskentelee. Lyhimmillään kutojalla kertyy yhdestä hakukerrasta noin 40 askelta eli noin 30 metriä ja suurimmillaan noin 206 askelta eli noin 155 metriä (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Yhden kutojan askelmäärä kudepuolien siirtelyihin liittyen

Kutoja	Nykyinen toimintamalli	Uusi toimintamalli	Eromäärä
Askelmäärä	40-206	40-206	0
Askelmäärä metreinä	30-155	30-155	0

4.5.6 Nostomäärät

Työssä laskettiin suurpiirteiset nostojen määrät kudepuoliin liittyen yhden vuoron aikana puolaajilla ja kutojilla. Yhdeksi nostoksi määriteltiin puolalaatikon nostamista tasolta toiselle. Nostettavan paino riippui siitä, oliko laatikossa täysiiä vai tyhjiä puolia. Täysien puolien laatikon paino otettiin lankatyypin 1 täydestä puolalaatikosta (noin 30 kudepuolaa), joka painoi 12,4 kg. Puolamäärät laatikoissa vaihtelevat lankatyypin mukaan, mutta tässä työssä käytettiin vain yhtä lankatyyppiä (lt 1) nostomäärien laskemiseen selvyuden vuoksi. Tyhjiä puolien laatikko (laatikossa 30 tyhjää puolaa) painoi 6,6 kg.

4.5.7 Puolaajien nostomäärät

Nykyisessä toimintamallissa puolaajilla syntyy nostoja tyhjiä puolien haussa, lankatornien pinoamisessa ja puolien viennissä kutomakoneille. Tyhjiä puolia haetaan keskimäärin 4 kertaa vuorossa ja yhdellä kertaa nostoja tulee 16. Puolaaja käy jokaisella kutomakoneella ja nostaa hoitosillalla olevan tyhjiä puolien laatikon polkumopon kyytiin. Aina ei jokaiselta koneelta tule tyhjiä puolia, mutta pahimmillaan voi. Nämä nostot laskettiin painavan 6,6 kg. Puolaajat vievät keskimäärin neljä kertaa vuorossa lankatorneja keskusvarastoon ja yhdellä kertaa nostoja tulee viisi. Puolaajat pinoavat täydet puolalaatikat lankatorneiksi puolaamossa. Nämä nostot painoivat 12,4 kg. Täysiiä puolia puolaajat vievät myös suoraan kutomakoneille. Näitä tehdään noin kolme kertaa vuorossa ja laatikoita on mukana 4-6 kappaletta. Yhdellä vientikerralla nostoja tulee 12, koska puolalaatikat nostetaan ensin puolaajan polkumopon kyytiin ja sen jälkeen polkumoposta kutomakoneen pöydälle. Nämä nostot painoivat 12,4 kg. Yhdessä vuorossa puolaajille kertyy 120 nostoa ja nostojen painomäärä yhteensä oli noin 1120 kg. Puolaajille keskimääräisesti 6,6 kg nostoja kertyy 64 kertaa ja 12,4 kg nostoja 56 kertaa.

Uudessa toimintamallissa puolaajat liikkuvat vain puolaamon ja keskusvaraston väliä. Puolaajille syntyy nostoja vain lankatornien viennistä keskusvarastoon, koska tyhjiä puolia ei haeta kutomakoneilta tai täysiä puolia toimiteta sinne. Yhdestä lankatornin viennistä syntyy viisi nostoa, kun puolaajat pinoavat täydet puolalaatit lankatorneiksi puolaamossa. Nämä nostot painoivat 12,4 kg. Uudessa toimintamallissa puolaajat vievät noin viisi kertaa vuorossa lankatorneja keskusvarastoon. Tyhjen puolien torneja puolaaja hakisi keskimääräisesti noin 10 kertaa vuorossa. Lankatornien viennissä otettiin huomioon uuden toimintamallin varastomäärä, joka tulisi pienenevään reilusti nykyisestä. Tämän vuoksi lankaa ei tarvitsisi toimittaa keskusvarastoon niin paljon, kuin nykyisessä toimintamallissa. Tyhjen puolien tornit eivät aiheuta nostoja puolaajille, koska puolat laitetaan tornien laatikoista suoraan hyllyissä oleviin laatikoihin. Puolaajat eivät nosta tyhjen puolien laatikoita, vaan laittavat puolat irrallisina hyllyjen laatikoihin. Puolaajat lajittelevat tyhjät puolat puolaamossa ja laittavat laatikot omille paikoilleen nykyisen toimintamallin laskettujen nostojen lisäksi. Tämän vuoksi niitä ei lasketa nostoihin mukaan. Uudessa toimintamallissa nostoja kertyisi puolaajille vuoron aikana yhteensä 25 (taulukko 7). Nostojen painomääräksi tulisi yhteensä noin 160 kg.

TAULUKKO 7. Puolaajien nostomäärät kudepuoliin liittyen

Puolaajat	Nykyinen toimintamalli	Uusi toimintamalli	Eromäärä
Nostomäärä	120	25	-95
Nostomäärä kilogrammoina	1120	160	-960

Havaitaan, että uuden toimintamallin vuoksi nostot vähenevät 120 nostosta 25 nostoon eli nostot vähenevät noin 80 % puolaajilla. Myös nostojen kilomäärä uudessa toimintamallissa laskee nykyisen toimintamallin kilomäärästä vain murto-osaan. Kilomäärä laskee 1120 kg:sta 160 kg:aan. Tämä tarkoittaa 85 % laskua painomäärässä yhdessä vuorossa. Vaikka nostojen määrät ovat suurpiirteisiä, saadaan niillä suuntaa antavaa tietoa toimintamallien välisistä eroista nostoissa. Puolaajien nostomäärät ovat molemmissa toimintamalleissa työterveyslaitoksen määrittämässä taakkojen maksimiarvojen rajojen alapuolella (kappale 2.3.3).

4.5.8 Kutojien nostomäärät

Kutojilla nostomäärät eivät lisääny täysien puolalaatikoiden kohdalla toimintamallien välillä (taulukko 8). Nykyisessä toimintamallissa kutojat hakevat lankatyypin 1 ja 2 kudepuolat lankatorneina keskusvarastolta ja uudessa lähes kaikki puolalankatyypit. Yhdestä lankatornin hausta kertyy 10 nostoa yhdelle kutojalle, kun kutoja nostaa puolalaatikon lankatornista kutomakoneen pöydälle putsattavaksi ja pöydältä puolahissiin. Nämä nostot painavat 12,4 kg. Kutojat hakevat keskimäärin yhden lankatornin vuoron aikana. Kutojille syntyy lisää nostoja vain tyhjien puolien laatikoiden kasaamisesta torneiksi. Tyhjien puolien laatikoiden nostot painavat 6,6 kg. Tyhjien puolien laatikoita tulee vuoron aikana keskimäärin viisi yhdelle kutojalle. Täysien puolien laatikoiden nostoista tulee painomääräksi noin 124 kg ja tyhjien puolien laatikoista noin 33 kg yhdelle kutojalle. Yhteensä painomääräksi tulee 157 kg yhdelle kutojalle. Kutojille keskimäärin 12,4 kg nostoja tulee 5 kertaa ja 6,6 kg nostoja 5 kertaa. Kutojien nostomäärät ovat molemmissa toimintamalleissa työterveyslaitoksen määrittämässä taakkojen maksimiarvojen rajojen alapuolella (kappale 2.3.3).

TAULUKKO 8. Yhden kutojan nostomäärä kudepuoliin liittyen

Kutoja	Nykyinen toimintamalli	Uusi toimintamalli	Eromäärä
Nostomäärä	10	15	+5
Nostomäärä kilogrammoina	124	157	+33

4.6 Arvio puolaajien työajan vähenemisestä

Uuden toimintamallin myötä puolaajilla vähenee puolausmäärä huomattavasti. Tämä johtaa siihen, että puolaajilta mahdollisesti vapautuu tarvittavaa työaikaa muuhun tarvittavaan työhön. Uuden keskusvaraston ja kanban-työkalun vuoksi puolaajien ei tarvitse jatkuvasti tehdä uutta kudepuolaa. Puolaajat tekevät vain silloin kudepuolaa, kun jonkin lankatyypin varastotaso laskee hälytysrajan yli.

Varastointimäärien pieneneminen vaikuttaa suoraan tarvittavaan puolausaikaan varastotason ylläpitämiseksi. Puolausajan suorat muutokset näkyvät taulukossa 9.

Puolien tarve varastolla tulee vähenemään reilu 3000 puolalla. Tämä vähentää suoraan noin 45 tunnilla puolausaikaa tarvittavan varastotason ylläpitämiseksi.

TAULUKKO 9. Suora puolausajan muuttuminen varaston muutoksessa

Materiaali	Varastomäärän muutos puolina	Puolausajan muuttuminen tunteina
Lankatyyppi 1	-1484	-21,2
Lankatyyppi 2	-1260	-28
Lankatyyppi 3	-665	-20,8
Lankatyyppi 4	+315	+7,8
Lankatyyppi 5	-646	-12,5
Lankatyyppi 6	+240	+30
Lankatyyppi 7	+270	-
Yhteensä	-3230	-44,7

Puolaamolla on tietty tuotantokapasiteetti, minkä mukaan se pystyy tuottamaan uutta kudepuolaa. Kutomolla on tietty keskimääräinen kulutusmäärä, jonka se kuluttaa kudepuolia tietyssä ajassa. Taulukossa 10 on esitelty puolaamon maksimi tuotantomäärä ja kutomon keskimääräinen kulutus vuorokauden aikana. Lankatyyppistä 7 ei ollut saatavilla tuotantomääriä, mutta se ei vaikuta merkittävästi saatuihin lopputuloksiin.

TAULUKKO 10. Kudepuolien tuotanto- ja kulutusmäärät

Materiaali	Maksimi tuotantomäärä	Keskimääräinen kulutus kutomossa
Lankatyyppe 1	14,8 kg/h 70 puolaa/h 20 ltk/8h	216 kg/vrk 36 ltk/vrk 12 ltk/8h
Lankatyyppe 2	9,7 kg/h 45 puolaa/h 13 ltk/8h	147 kg/vrk 25 ltk/vrk 8,3 ltk/8h
Lankatyyppe 3	5,3 kg/h 31,9 puolaa/h 7,3 ltk/8h	40 kg/vrk 6,9 ltk/vrk 2,3 ltk/8h
Lankatyyppe 4	6,9 kg/h 40,3 puolaa/h 9,2 ltk/8h	58 kg/vrk 9,7 ltk/vrk 3,2 ltk/8h
Lankatyyppe 5	8 kg/h 51,5 puolaa/h 10,9 ltk/8h	48 kg/vrk 8,1 ltk/vrk 2,7 ltk/8h
Lankatyyppe 6	1,6 kg/h 8 puolaa/h 64 puolaa/8h	147 kg/vrk 25 ltk/vrk 8,3 ltk/8h
Lankatyyppe 7	-	12 kg/vrk 2 ltk/vrk 0,7 ltk/8h

Keskusvarastolla kaikille lankatyypeille on määritelty oma hälytysrajansa, jonka alittuessa sitä aletaan puolaamaan (taulukko 11). Hälytysraja on kaikille lankatyypeille 70 % maksimi varastotasosta. Taulukkoon 11 on laskettu tarvittavat puolausmäärät laatikoina vuorokauden aikana. Pienin puolausmäärä on laskettu sen mukaan, kuinka paljon lankaa kuluu vuorokauden aikana ja kuinka paljon sitä täytyy tuottaa vuorokaudessa, jotta lankamäärä ei laskisi hälytysrajan yli. Esimerkiksi lankatyyppeä 1 kuluu 36 laatikkoa vuorokaudessa ja maksimi varastotaso on 72 laatikkoa, jolloin lankatyyppeä 1 on tuotettava vähintään 14 laatikkoa vuorokauden aikana varastotason pysyäkseen alle hälytysrajan. Maksimi puolausmäärä on laskettu suoraan kulutuksen mukaisesti eli puolia puolataan maksimissaan sen verran, mitä niitä kulututetaan

vuorokauden aikana. Minimi ja maksimi puolausmäärän keskiarvosta saadaan arvioitu keskimääräinen puolausmäärä vuorokauden aikana. Keskiarvot ovat laskettu kaavan 4 mukaisesti

$$M_a = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (4)$$

TAULUKKO 11. Kudepuolien puolausmäärät vuorokauden aikana laatikoina

Materiaali	Hälytysraja keskusvarastolla /ltk	Puolattava vähintään aikana/ltk	vrk	Puolattava maksimissaan vrk aikana/ltk	Puolattava keskiarvo aikana/ltk	vrk
Lt 1	50	14		36	25	
Lt 2	52	3		25	14	
Lt 3	9	0		7	3,5	
Lt 4	20	1		10	5,5	
Lt 5	11	3		8	5,5	
Lt 6	34	0		8	4	
Lt 7	17	0		2	1	

Tarvittavat puolausajat ovat laskettuna taulukossa 12. Puolaukseen tarvittava aika on laskettu kertomalla tuotannon maksimimäärä halutulla puolausmäärällä. Taulukkoon on laskettu ajat eri lankatyypeille, kuinka kauan kestää, että haluttu puolausmäärä on toteutettu. Esimerkiksi lankatyyppiä 1 tuotetaan 70 puolaa tunnissa ja haluttu puolausmäärä on keskimääräinen puolausmäärä eli 25 laatikkoa. Yhdessä laatikossa on 28 puolaa. Puolausaika tälle määrälle saadaan laskettua kaavan 5 mukaisesti.

$$\frac{28 \text{ ltk}}{70 \text{ puolaa/h}} = \frac{700 \text{ puolaa}}{70 \text{ puolaa/h}} = 10 \text{ h} \quad (5)$$

TAULUKKO 12. Tarvittavan puolausmäärän ajankesto tunteina vuorokauden aikana

Materiaali	Puolausaika kulutuksen mukaan vuorokauden aikana	Puolausaika keskimääräisen puolausmäärän mukaan vuorokauden aikana
Lt 1	14,4 h	10 h
Lt 2	15,6 h	8,7 h
Lt 3	7,7 h	3,8 h
Lt 4	8,7 h	4,8 h
Lt 5	5,9 h	4,1 h
Lt 6	30 h	15 h
Lt 7	-	-

Saaduista tuloksista huomataan, että keskimääräisen puolausmäärän mukaan kaikki yhden vuorokauden puolaukset voitaisiin suorittaa 16 tunnin eli kahden vuoron aikana ottaen huomioon tauot, viat ja muut ongelmat. Tästä voidaan tehdä karkea arvio puolaajien työajan vapautumisesta. Tällöin puolaajilta vapautuisi vuorokauden aikana yhden vuoron verran työaikaa eli 8 työtuntia/puolaaja. Koska puolaajia on kaksi yhdessä vuorossa, yhteensä puolaajilla vapautuisi 16 työtuntia yhden vuorokauden aikana. Tarkka aika työajan vapautumisesta tiedetään vasta uuden toimintamallin tullessa käyttöön.

4.7 Puolahissien muutokset

Yhtenä ongelmakohtana oli uusien puolalaatikoiden soveltuvuus puolahisseihin (kuvat 16 ja 17). Nykyisiin puolahisseihin uudet puolalaatikot eivät mahdu, koska ne ovat liian leveitä hissin telineisiin. Uuden toimintamallin myötä siirrytään käyttämään vain uudempia vihreitä laatikoita, jonka vuoksi puolahissit tulee muuttaa niille soveltuviksi.



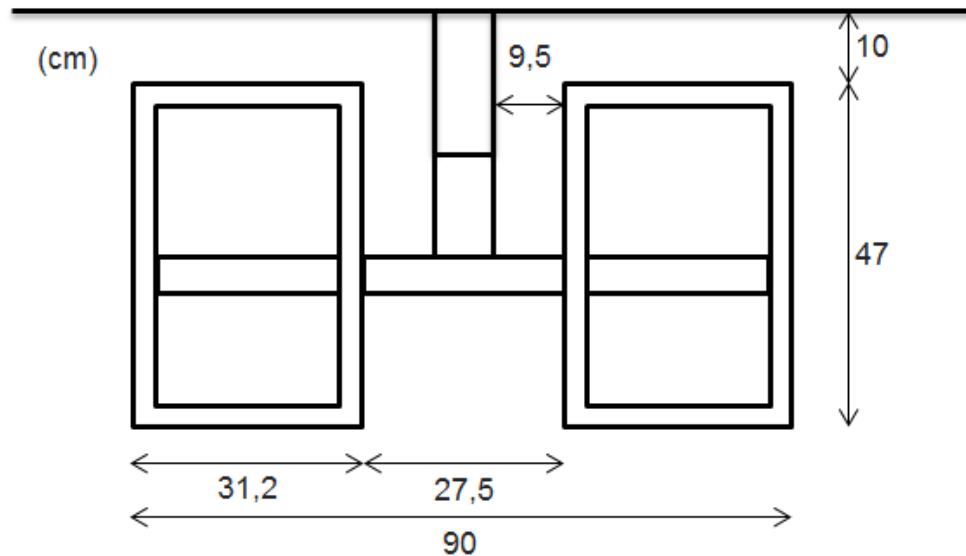
KUVA 16. Puolahissi vanhoilla laatikoilla (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)



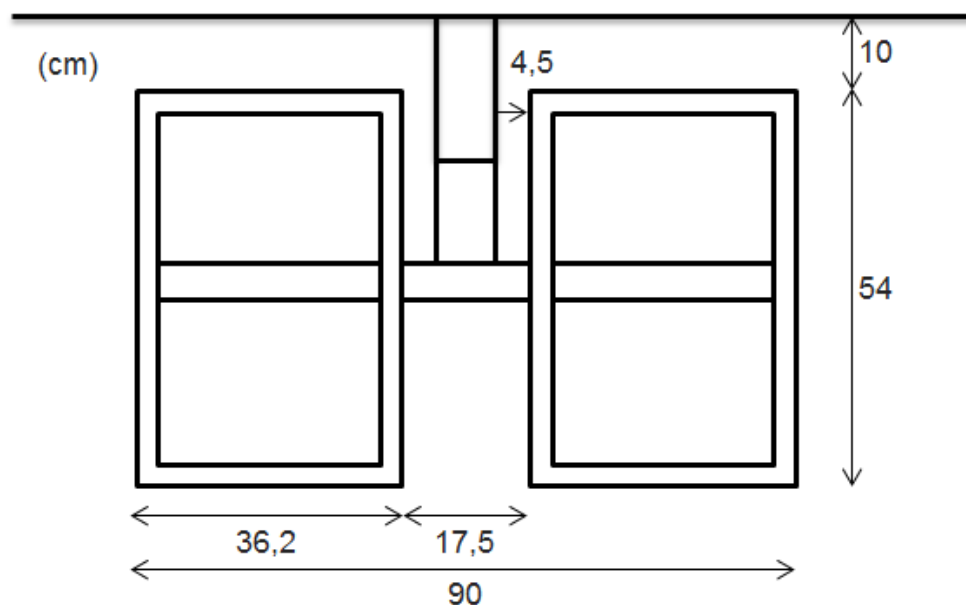
KUVA 17. Nykyinen puolahissi uusien laatikoiden kanssa (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Nykyisen puolahissin laatikkotelineen mitat ovat kuvan 18 mukaiset. Nykyinen teline on leveydeltään 90 cm:iä ja pituudeltaan 47 cm:iä. Puolalaatikko tulee pituussuunnassa hieman telineestä yli. Jotta uudet laatikot sopisivat puolahissin telineeseen, tarvitsisi laatikkotelineitä leventää kumpaakin noin 5 cm:iä. Havaittiin, että puolahissin telinettä olisi mahdollista laajentaa sisäänpäin molemmista suunnista tarvittava määrä uusia laatikoita varten. Uusi puolahissin teline olisi kuvan 19 mukainen. Laatikkotelineen ja

hissipalkin välinen etäisyys nykyisessä telineessä on 9,5 cm:ää, joten 5 cm:in levennys sisäänpäin ei aiheuta ongelmaa. Laatikot eivät ottaisi kiinni hissipalkkiin muutoksien vuoksi. Uusi puolahissin teline veisi saman verran tilaa leveysuunnassa, kuin nykyinen teline. Uusi teline olisi 7 cm:ää pidempi, kuin vanha teline, koska uudet laatikot ovat pidempiä, kuin vanhat. Telineen pidennys ei aiheuta haittaa työntekijöille.



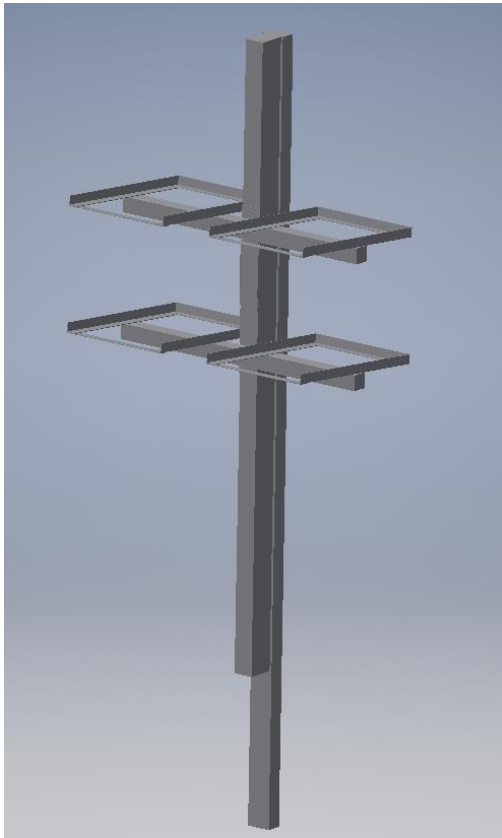
KUVA 18. Nykyisen puolahissin laatikkotelineen mitat (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)



KUVA 19. Uuden puolahissin laatikkotelineen mitat (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Tyhjien puolien laatikon säilytystä hoitosillalla pidettiin suurena ongelmakohtana kutomossa. Tämä ongelman järkevin ratkaisu on tekemällä kaksitasoinen teline puolahissiin (kuva 20). Nykyiseen puolahissiin tulisi kaksi samanlaista telinettä

päällekkäin. Ylempi teline olisi täysien puolien laatikoille ja alempi teline tyhjien puolien laatikoille. Tämä ratkaisu ei vaadi lisätilaa puolahissille, koska alempi teline olisi vastaavanlainen, kuin ylempi. Puolahissin teline tulee uusia uusille laatikoille soveltuvaksi, joten alemman tason uusiminen ei toisi hankaluuksia. Telineiden väliseksi etäisyydeksi tulisi 40 cm:iä. Tämä väli olisi riittävä tila nostaa laatikoita alemmasta telineestä. Uusien laatikoiden korkeus on 18 cm:iä.



KUVA 20. Havainnekuva kaksitasoisesta puolahissistä (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Puolahissin voi pysäyttää haluttuun kohtaan, joka mahdollistaa laatikoiden noston puolahissistä tai nostamisen puolahissiin työntekijälle halutulle korkeudelle. Laatikoiden nostamista uuden telineen alemmalta tasolta ei tuo ongelmaa tämän säätömahdollisuuden vuoksi. Tyhjien puolien putsaus onnistuu suoraan puolahissistä laatikosta tai tyhjät puolat putsataan puolien keräilijälaitteella.

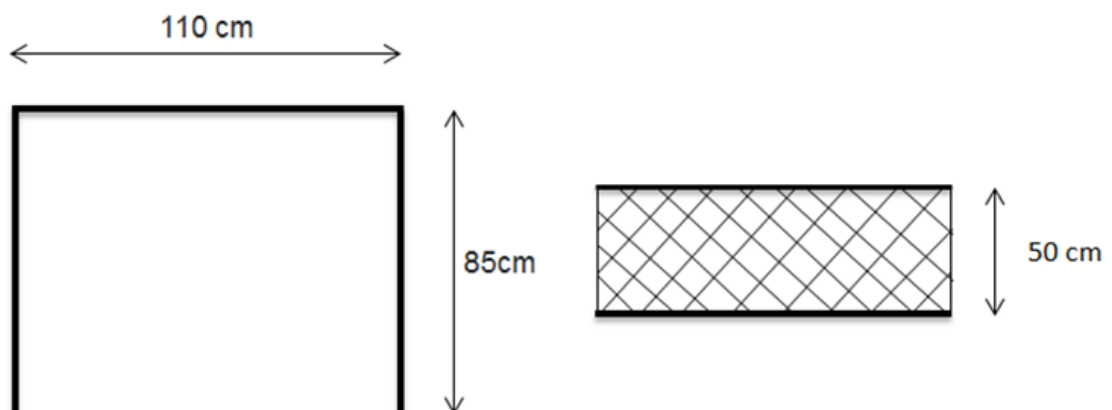
Uusien puolahissien valmistus ei maksaisi paljoa. Kustannukset eivät nousisi liian korkealle, koska ne tehdään tehtaan omalla verstaalla. Karkea arvio 20 puolahissin kustannuksista olisi noin 5000 euroa maksimissaan. Materiaalikustannuksia ei juurikaan tule. Verstaalla käytetyt työtunnit tulevat kattamaan suurimman osan hissien uusimisen menoista (50 e/h).

Nykyisen puolahissin sylinteri kestää telineen tarvittavat muutokset. Sylinteriin tulisi laittaa jokin mekaaninen pysäyttäjä alemman tason vuoksi. Nykyisillä säädöillä puolahissin alempi teline osuisi lattiaan ilman kutojan manuaalista pysäyttämistä. Mekaaninen pysäyttäjä sylinterissä estäisi alemmaa tasoa osumasta lattiaan. Kalliimpi vaihtoehto on hankkia puolahissiin uusi sylinteri, joka soveltuisi uudelle telineelle.

4.7.1 Puolahissin turvakaide

Uudet puolahissien telineet tuovat mukanaan uuden ongelman. Puolahissin laatikkotelineen alemmaan tasoon voi lyödä päänsä, kun teline on ylä-asennossa. Puolahissit ovat suurimman osan ajasta ylä-asennossa, koska kutojat ottavat laatikoista täysiä puolia ja laittavat niitä kutomakoneen puolanvaihtokoneeseen. Tämän ongelman estämiseksi puolahissiä varten tulisi turvakaide. Turvakaide ei saisi haitata nostoja puolahissistä tai -hissiin ja sen alitse pitää pystyä kuljettamaan tavaraa tarvittaessa.

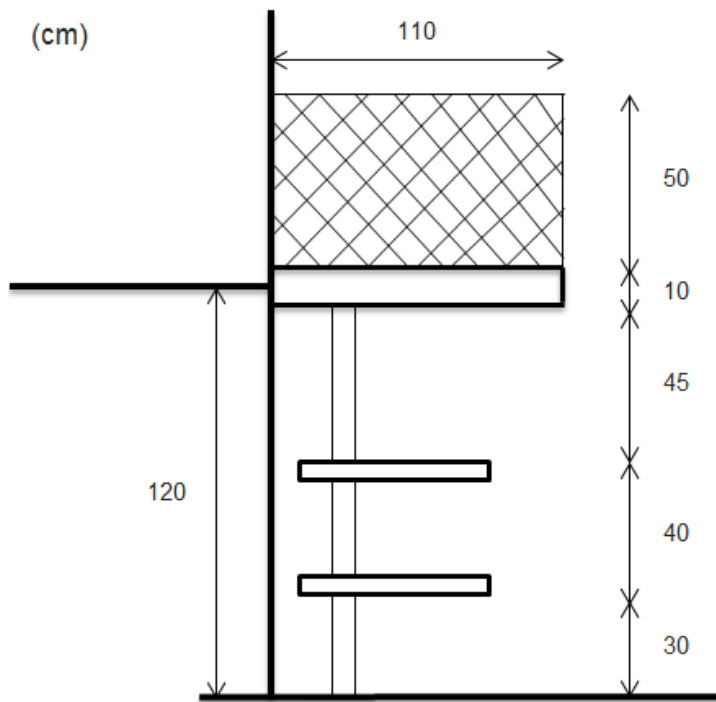
Puolahissin turvakaide olisi yksinkertainen putkipalkki, joka ympäröisi puolahissiä (kuvat 21 ja 22). Turvakaide olisi sisäreunoista leveydeltään 100 cm:iä, pituudeltaan 75 cm:iä ja turvakaide olisi 10 cm:iä paksu putki. Kaide tulisi 120 cm:in korkeudelle, joka olisi noin rinnan korkeudella keskipituusella ihmisellä. Turvakaiteen korkeus ei estä kuljettamasta tarvittaessa puolahissin alitse tavaraa tai haittaa laatikoiden nostamista puolahissistä. Kutomakoneiden hoitosillan kävelytaso on 120 cm:in korkeudella, joten turvakaiteen kiinnitys ei toisi ongelmaa.



KUVA 21. Turvakaiteen ja häkin mitat (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Turvakaiteen suunnittelussa tuli esille luonnollinen ongelma. Turvakaiteen korkeus on juuri sellaisella tasolla, johon ihminen helposti nojaa kädellään. Tämä aiheuttaa vaaran,

että työntekijän sormet jäisivät turvakaiteen ja puolahissin laatikkotelineen väliin. Kutoja voi huomaamattaan nojata turvakaiteeseen samalla, kun säätää puolahissin liikkumaan ylös tai alas. Tämän ongelman vuoksi turvakaiteen yläreunaan tulisi kiinni metallihäkki (kuvat 21 ja 22), joka olisi noin 50 cm:iä korkea. Häkin verkotus tulisi olla niin tiheää, ettei sen läpi työntää sormeja. Häkki turvakaiteen päällä estäisi sormien työntämisen puolahissin ja turvakaiteen väliin.



KUVA 22. Havainnekuva turvakaiteesta ja häkistä (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

4.8 Pinoamisvaunujen käyttö uudessa toimintamallissa

Pinoamisvaunut ovat apuväline, jonka avulla pystytään nostamaan jokin taakka lattialta halutulle nostokorkeudelle. Tämä helpottaa taakan nostamista, koska sitä ei joudu nostamaan lattiatasolta, vaan henkilölle optimaaliselta nostokorkeudelta. Pinoamisvaunut helpottaisivat kutojien ja puolaajien työtä kudepuolien laatikoiden nostoihin sekä siirtämiseen liittyen.

Pinoamisvaunujen avulla kutoja voisi nostaa keskusvarastolta halutun lankatornin mukaan ja kuljettaa sen kutomakoneelle. Kutojan ei tarvitsisi kyyristyä kuljettamaan matalampia lankatorneja. Sama koskisi myös tyhjien puolien laatikoiden siirtämisen ja nostamiseen. Kutoja voisi myös nostaa puolalaatikat pinoamisvaunuista halutulta korkeudelta kutomakoneen pöydälle tai puolahissiin. Puolalaatikon nosto

pinoamisvaunuista aiheuttaa vähemmän rasitusta työntekijälle, kuin laatikon nosto lattiatasolta.

Puolaajilla tulee paljon täysien puolalaatikoiden nostoja vuorossa. Puolaajille olisi työergonomian kannalta hyvä saada vähintään yhdet pinoamisvaunut käyttöön. Puolaajat joutuvat todennäköisesti kuljettamaan matalampia lankatorneja keskusvarastoon uuden toimintamallin myötä (alle 5 laatikon torni). Pinoamisvaunujen avulla matalampien lankatornien kuljettaminen keskusvarastolle onnistuu ilman kyyristelyä.

Uudessa toimintamallissa pinoamisvaunuja tulee olemaan kutomossa ja puolaamossa 5 kappaletta. Jokaiselle konesolulle (4 kutomakonetta) olisi yhdet pinoamisvaunut käytettävissä. Jos pinoamisvaunuja olisi joka koneelle yksi, nousisi kustannukset liian korkeaksi. KK44 ja KK70 työskentelevät voisivat käyttää tarvittaessa muiden konesolujen pinoamisvaunuja. Puolaajat tarvitsevat vähintään yhdet pinoamisvaunut puolalaatikoiden kuljettamista varten. Jos uuden toimintamallin myötä havaitaan tarvetta saada pinoamisvaunut molemmille puolaajille, puolaamoon tarvitaan kahdet pinoamisvaunut.

4.8.1 Ehdotus pinoamisvaunutyypistä

Uuden toimintamallin pinoamisvaunuksi soveltuisi hyvin AJ Tuotteet Oy:n minipinoaja (kuva 23). Sen ominaisuudet olisivat sopivat lankatornien siirtämiseen ja hinta olisi kohtuullinen (505 euroa).

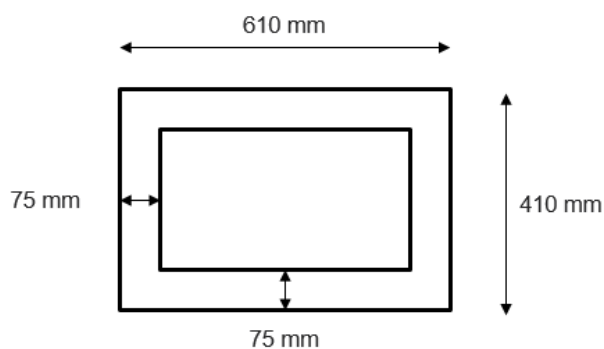
Minipinoajan ominaisuudet:

- Hinta 505 euroa
- Nostokorkeus 95-1050 mm
- Maksimikuormitus 120 kg
- Haarukoiden ulkoreunojen leveys 355-485 mm
- Haarukan pituus 400 mm



KUVA 23. Pinoamisvaunut (Aj-tuotteet)

Minipinoajan maksimikuormitus olisi riittävä, koska viiden laatikon lankatorni painaa noin 65 kg. Lankatorneja kuljetetaan minipinoajassa siten, että puolalaatikoiden pidempi sivu osoittaa minipinoajaa päin, Minipinoajan haarukoiden leveys on sopiva kutomossa käytettäviin kärryihin (kuva 24), koska sen haarukoiden leveyden voi säätää sopivaksi kärryjä varten. Haarukoiden pituus ei tuo ongelmaa, vaikka haarukat ovat 10 mm:iä lyhyemmät, kuin kärryjen leveys. Vaikka kärryt ovat ontoja keskeltä, riittää haarukoiden pituus pitämään lankatornin vakaana minipinoajan kyydissä. (Aj-tuotteet).



KUVA 24. Kärryn mitat (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

4.8.2 Pinoamisvaunujen sijoittaminen kutomossa ja puolaamossa

Pinoamisvaunut ovat sijoitettu siten, että niistä on vähiten haittaa työntekijöille, mutta ne ovat lähellä kutomakoneita. Pinoamisvaunut eivät saa olla liian kaukana kutomakoneista, koska muuten kynnyksellä niitä nousee. Jos pinoamisvaunut ovat muiden työntekijöiden tiellä jossakin työvaiheessa, voidaan pinoamisvaunuja siirtää helposti toiseen paikkaan väliaikaisesti. Vakituiset pinoamisvaunujen säilytyspaikat voitaisiin merkitä esimerkiksi teipeillä lattiaan.

Puolaamon pinoamisvaunu sijoitetaan kuvan 25 mukaisesti. Säilytyspaikka on Puolaamon vieressä kutomon puolella. Pinoamisvaunut eivät aiheuta tällä paikalla kompastumisvaaraa tai haittaa merkittävästi muiden työskentelyä. Kuvissa 28 ja 29 punaiset täplät merkitsevät pinoamisvaunujen sijoittamispaikkaa.



KUVA 25. Puolaamon pinoamisvaunun sijoituspaikka (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

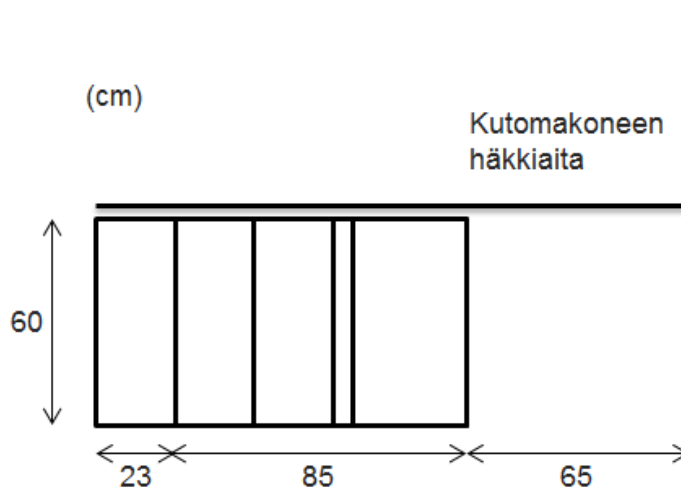
Kutomon pinoamisvaunujen sijoituspaikat ovat kuvan 26 kaltaisissa paikoissa. Ne ovat kutomakoneen päässä takana olevan hoitosillan portaiden juuressa pääkäytävän lähellä. Näissä kohdissa on jokaisella konesolulla riittävä tila pinoamisvaunuja varten.



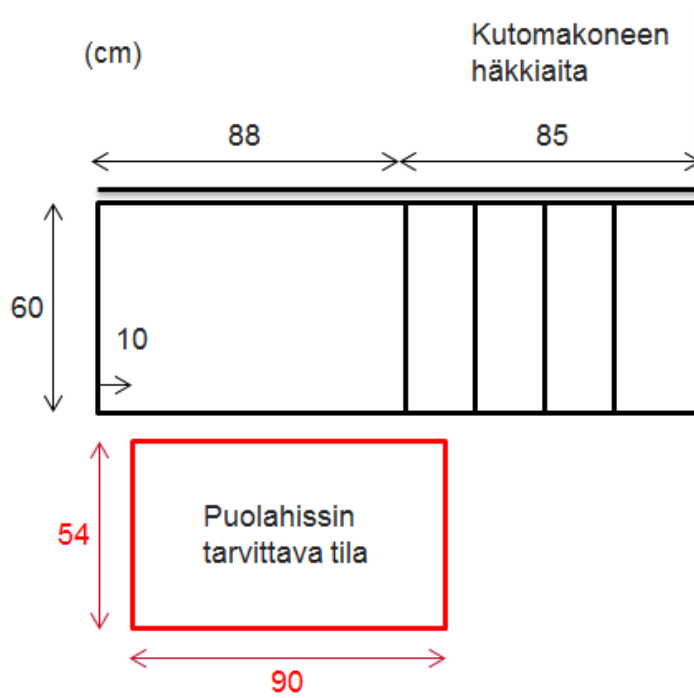
KUVA 26. Pinoamisvaunun sijoituspaikka (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

4.9 Kutomakone 44

Uudessa toimintamallissa kutomakoneen 44 hoitosilta muutettaisiin siten, että koneelle mahtuu puolahissi. Nykyiseen hoitosiltaan ei pystyttäisi asentamaan puolahissiä. Nykyisen hoitosillan portaikon mitat näkyvät kuvassa 27. Mittaamalla paikkoja kutomakoneella havaittiin, että hoitosiltaa olisi mahdollista pidentää ainakin 65 cm (portaikon alareunasta suojahäkin reunaan). Aluksi mietittiin pelkästään pidentää hoitosiltaa samaan suuntaan (kuva 28). Tässä vaihtoehdossa huomattiin, ettei hoitosillan viereen mahtuisi kuin puolahissi, jossa olisi vain yhdelle laatikolle teline. Toinen teline menisi portaikon puolelle, joka ei ole hyvä asia työturvallisuuden kannalta. Kutomakoneelle haluttiin saada molemmat puolalaatikat mahtumaan puolahissiin.

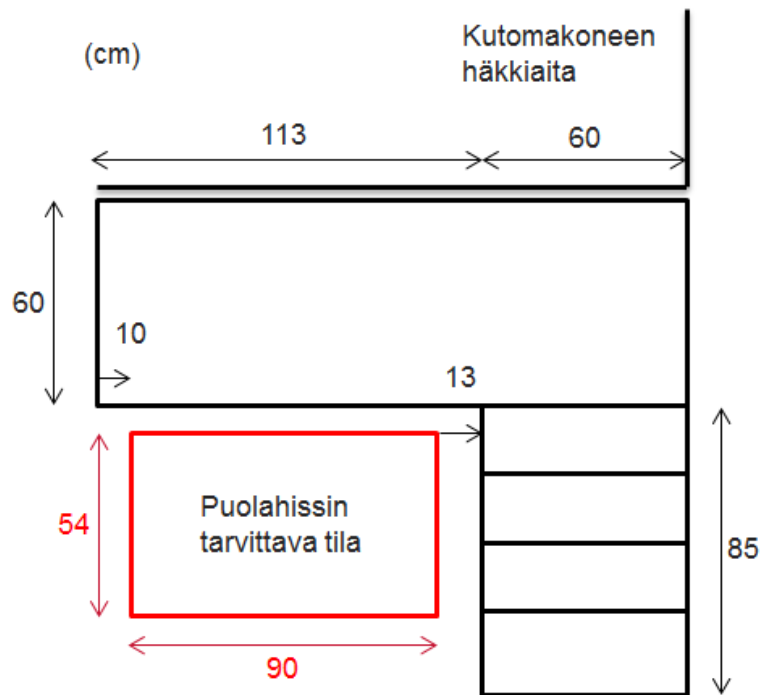


KUVA 27. Nykyisen hoitosillan portaikko (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

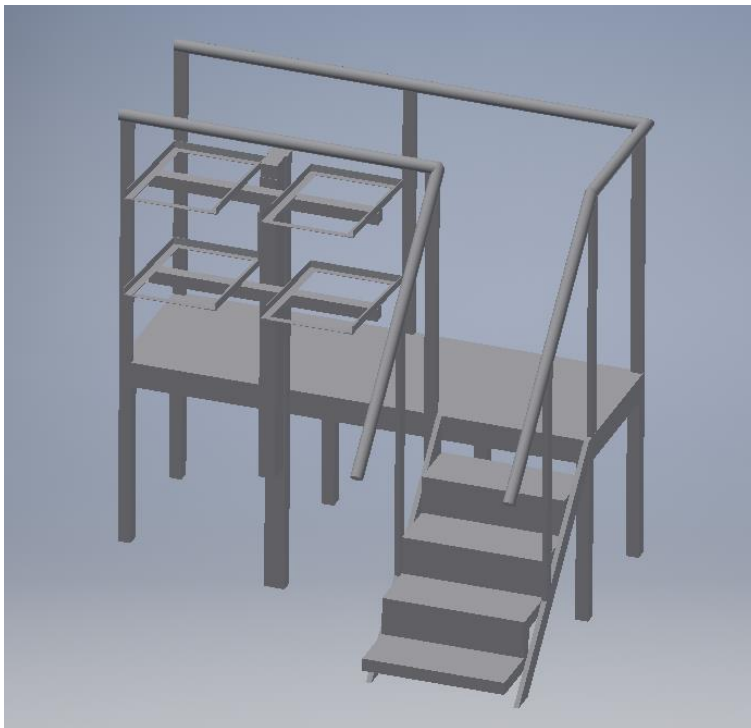


KUVA 28. Uuden hoitosillan ensimmäinen versio (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Toisessa versiossa hoitosillan päädystä tehtiin L-muotoinen pääty (kuva 29). Tämä muoto antaisi enemmän tilaa puolahissille, koska portaat ovat 85 cm pitkät, mutta leveydeltään 60 cm. Käytännössä lisätilaa puolahissia varten tulisi tällä ratkaisulla 25 cm. Yhteensä tilaa puolahissille olisi noin 110 cm ja puolahissin leveys on 90 cm. Puolahissi mahtuisi hyvin tähän hoitosillan ratkaisumalliin. Puolahissi olisi uuden mallinen puolahissi, jossa olisi toinen laatikkoteline alemmalla tasolla. Alemmaan tasoon saadaan KK44 tyhjien puolien laatikot. Puolahissi ei tarvitsisi turvakaidetta, kuten muilla kutomakoneilla. KK44 hoitosilta on sen verran matalalla, että puolahissistä ei aiheudu päänälyönti vaaraa ilman muun ruumiinosan osumista puolahissiin ensiksi. Hoitosiltaratkaisu ja puolahissi näkyvät kuvassa 30. KK44 työpöytä säilytetään puolalaatikoiden säilytystä varten.



KUVA 29. Uuden hoitosillan toinen versio (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)



KUVA 30. Havainnekuva hoitosillan toisesta versiosta puolahissin kanssa (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Kutomakone 44 hoitosillan laajennuksesta ei selvitetty hinta-arviota, mutta puolahissin teline sisältyisi muiden telineiden hintakuluihin. Puolahissistä syntyy lisähintaa muihin koneisiin verrattuna, koska siinä ei ole ollut puolahissää aikaisemmin. Puolahississä

käytettävä sylinteri maksaa 443 euroa kappaleelta. Sylinterin lisäksi puolahissin runko, johon sylinteri tulee kiinni, aiheuttaisi kuluja.

4.10 Uuden toimintamallin hyödyt

Uusi toimintamalli tuo paljon hyötyjä verrattuna nykyiseen toimintamalliin. Nämä hyödyt helpottavat työntekijöiden taakkaa tietyissä työvaiheissa, parantaa työturvallisuutta ja optimoivat tiettyjä työvaiheita.

Tässä toimintamallissa työergonomia paranee merkittävästi nostojen määrän vähentymisen vuoksi. Työsuorituksen kustannukset eivät kuitenkaan kasva. Työntekijöiden työaika voidaan tämän vuoksi hyödyntää jossain muussa tehtävässä. Ergonomian myönteiset vaikutukset ovat välittömiä tämän toimintamallin avulla. Nostojen määrän huomattava väheneminen ehkäisee työtapaturmien riskiä sekä työntekijöiden liiallista väsymistä. Nämä yhdessä lisäävät työturvallisuutta tässä toimintamallissa. Osana tätä työtä tuotantolaitteiden sijoittelu ja kulkutiet paranivat sekä edestakaisten liikkeiden määrä väheni.

Yhtenä suurena ongelmakohtana pidettiin tyhjien puolien laatikon säilyttämistä hoitosillalla. Uudessa toimintamallissa tämä ongelma ratkaistaan sijoittamalla tyhjien puolien laatikot puolahissiin alempaan laatikkotelineeseen. Tämä on iso hyöty ja turvallisuusparannus nykyiseen verrattuna.

Yhtenä isona hyötynä uudessa toimintamallissa on puolaajien työtaakan väheneminen huomattavasti. Puolaajilla vähenee kävelymäärä yhdessä vuorossa noin kilometrin verran ja nostot vähenevät 95 noston verran. Samalla kutojien kävelymäärä ei lisäännä ja nostojen määrä lisääntyy vain 5 nostolla. Puolaajien nostot jakautuvat tasaisesti kutojille. Puolaajien nostot laskevat siis huomattavasti ja kutojien nostot nousevat vain vähän. Tämä on työergonomian kannalta hyvä asia, ettei tietyille työntekijälle tule liikaa nostoja.

Uusi keskusvarastomalli tuo hyötyä kutomon toiminnan tehokkuuteen. Toiminnan kannalta on paljon yksinkertaisempaa, että kaikki kudepuolat säilytetään yhdessä paikassa ja kaikki tyhjat puolat toimitetaan samaan paikkaan. Keskusvarasto pysyy myös kohtuullisen kokoisena kanbanin avulla. Puolalankoja ei säilytetä liian pitkään

varastossa ja turhaa varastointia ei synny. Uusi keskusvarastomalli myös yksinkertaistaa puolaajien liikkumista kutomossa. Puolaajien ei tarvitse enää liikkua kutomakoneiden luona, joka myös parantaa yleistä työturvallisuutta. Puolaajat liikkuvat vain puolaamon ja keskusvaraston väliä paria poikkeusta lukuun ottamatta (luku 4.4).

Pinoamisvaunut tuovat parannusta kutomossa työergonomiaan. Uudessa toimintamallissa syntyy todennäköisesti matalampia lankatorneja (alle 5 laatikkoa), joiden kuljettaminen ilman apuvälinettä ei olisi hyvä asia ergonomian kannalta. Pinoamisvaunujen vuoksi kutojan tai puolaajan ei tarvitse siirtää matalampia lankatorneja selkä kumarassa tai nostaa alimpia lankatorneja lattiatasolta. Pinoamisvaunuja voi myös käyttää normaaleihinkin lankatorneihin (5 ltk), jos työntekijä kokee sen tarpeelliseksi. Pinoamisvaunut estävät työntekijöiden liikarasituksen puolalaatikoiden nostoihin liittyen.

Puolaajien työtaakan väheneminen toi esille uuden mahdollisen hyödyn. Voisiko puolaajilta vapautua johonkin muuhun työhön aikaa? On selvää, että puolaajilta vähenee työmäärä ajallisesti kanbanin ja uuden keskusvarastomallin myötä. Puolattavaa ei tule olemaan niin paljon, kuin tällä hetkellä. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla, että puolaajista tulisi ns. moniosaajia kutomossa. Puolaajat toimisivat kutojina aina silloin, kun puolaamossa ei olisi töitä. Puolaamossa voisi toimia myös vain yksi puolaaja, joka voisi tarvittaessa pyytää apuun tälläisen moniosaajan. Puolaajat voisivat auttaa myös luontia tarvittaessa. Vasta uuden toimintamallin otettua käyttöön tiedetään tarkalleen, kuinka paljon puolaajilla vapautuu työaika muuhun. Kuitenkin tässä vaiheessa voidaan jo tehdä karkea arvio saatujen laskujen perusteella, että puolaajilla tulisi vapautumaan noin 16 työtuntia vuorokauden aikana työaika johonkin muuhun työhön.

5 VAIHTOEHTOISIA RATKAISUJA

5.1 Puolan pudotussukka

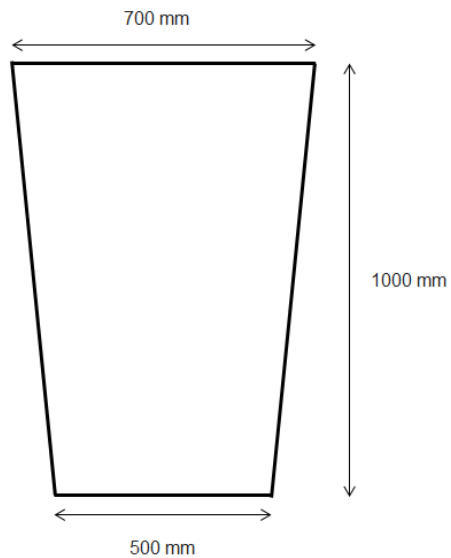
Kutomakoneiden yhtenä suurena turvallisuusriskinä pidettiin puolalaatikoita tyhjille puolille kutomakoneiden hoitosilloilla. Puolalaatikoita pidettiin yleisenä turvallisuusriskinä ja niihin haluttiin saada jokin ratkaisu. Puolalaatikko on hoitosillalla tiellä ja ilman varoituskylttejä. Kompastusriski laatikkoon on suuri varsinkin henkilölle, joka ei ole liikkunut paljon kutomakoneilla. Kutojien mielestä ongelma ei ole suuri, koska he ovat tottuneet puolalaatikon läsnäoloon hoitosillalla.

Tästä ongelmasta syntyi idea puolan pudotussukalle. Puolan pudotussukan avulla tyhjä kudepuola tippuisi kutomakoneelta suoraan lattiatasolle. Tällä hetkellä tyhjä kudepuolat tipputaan kutomakoneella olevaan laatikkoon, josta ne siirretään hoitosillalla olevaan puolalaatikkoon. Pudotussukan avulla puolalaatikko hoitosillalla voitaisiin poistaa.

Pudotussukan jälkeen puolat tippuisivat lattiatasolla olevaan laatikkoon. Laatikossa olisi renkaat tai laatikko olisi kärryn päällä. Kun laatikko olisi tarpeeksi täynnä, se voitaisiin vetää jonkinlaisen tartuntakepin avulla pois kutomakoneen alta. Tämän jälkeen puolat putsattaisiin, vietäisiin pois ja tyhjä laatikko ohjattaisiin paikalleen samalla kepillä. Puolat putsattaisiin käsin tai puolien keräilijälaitteella.

5.1.1 Testi 1

Puolan pudotussukkaa päätettiin testata kk54:llä, koska kyseinen kutomakone vaati vähiten järjestelyjä testaamista varten. Testikappale tehtiin samasta kankaasta, jota käytetään ohijuoksulankapusseihin kutomakoneella. Tämä kangas oli riittävän liukasta, joka auttaisi puolan liukumista sukan läpi. Pudotussukan liitokset kiinnitettiin yksinkertaisesti ilmastointiteipillä. Testikappale tehtiin suppilon muotoiseksi (kuva 31), jotta puola ohjautuisi paremmin alas. Testikappaleen yläreunan halkaisija oli 700 mm, alareunan halkaisija 500 mm ja sen pituus oli 1000 mm.



KUVA 31. Puolan pudotussukan mitat (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Kutomakoneella oleva laatikko, johon tyhjät puolat tippuvat, poistettiin testin ajaksi. Tilalle laitettiin testikappale, joka kiinnitettiin ilmastointiteipillä kutomakoneeseen (kuva 32). Pudotussukan toimivuutta testattiin pudottamalla tyhjiä puolia kohdasta, josta ne oikeasti putoaisivat kutomakoneen puolanvaihtokoneesta. Lattialle laitettiin laatikko kärryn päälle, johon puolat putoaisivat (kuva 33).



KUVA 32. Pudotussukan kiinnitys kutomakoneeseen (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)



KUVA 33. Laatikko ja kärry pudotussukan alla (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Testin aikana huomattiin pudotussukan olevan varteenotettava ratkaisu hoitosillan puolalaatikko-ongelmalle. Testikappale oli kuitenkin liian lyhyt ja osa puolista lensi lattialle. Suurin osa puolista osui laatikkoon, mutta yksikään ei saisi mennä ohi laatikosta. Laatikon ja sukan alareunan välillä oli liian suuri rako (kuva 34).



KUVA 34. Laatikon ja sukan alareunan välinen rako (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Huomattiin myös, että pudotussukkaa olisi hyvä ohjata pois päin kutomakoneelta. Poispäin ohjauksella saataisiin pudotussukka sekä puolat mahdollisimman kauas öljyrateista koneen alla. Se helpottaisi myös kutojien tehtävää vetää laatikko pois koneen alta ja laittaa se takaisin. Pudotussukkaan pitäisi laittaa myös jokin paino tai tuki, ettei se liikkuisi puolan takia niin paljon. Testissä puola saattoi tiputuksessa liikuttaa sen verran pudotussukkaa, että puola lensi ohi laatikosta lattialle.

5.1.2 Testi 2

Puolan pudotussukkaa testattiin toisen kerran samalla koneella (KK54). Toisessa testissä pudotussukkaan lisättiin noin 1300 mm pitkä lisäkappale, jonka halkaisija oli noin 500 mm. Muuten testikappale oli samanlainen, kuin ensimmäisessä testissä (kuva 31). Pudotussukka kiinnitettiin samalla tavalla kiinni kutomakoneeseen, kuin ensimmäisessä testissä (kuva 32).

Pudotussukka havaittiin edelleen toimivaksi puolien pudottamiselle suoraan lattiatasolle. Tällä kertaa pudotussukka oli liian pitkä lisäkappaleen kanssa (kuva 35). Lisäkappaletta jouduttiin kahteen kertaan lyhentämään, jotta testikappale olisi sopivan mittainen. Lisäkappaleen pituudeksi testin lopuksi jäi noin 400 mm.



KUVA 35. Pudotussukan lisäkappale oli liian pitkä (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Testissä huomattiin, että pudotussukan alapää tarvitsee kehikon, joka ohjaisi puolat laatikkoon oikeasta kohdasta. Kehikko pitäisi pudotussukan pään muodossaan ja vähentää pudotussukan heilumista puolan vaikutuksesta. Pudotussukka ei saisi myös ulottua laatikon sisäpuolelle, jotta laatikon saa työnnettyä takaisin paikalleen ilman esteitä.

Testissä kappaletta ohjattiin pois päin koneesta käsin, joka auttoi puolan ohjautumisessa pudotussukassa. Pudotussukan pään yläosaan tarvitaan jokin koukku, minkä avulla se voidaan sitoa narulla kiinni koneen rakenteisiin. Testissä havaittiin myös, että kärryt tarvitsevat jonkin pysäyttäjän sen saamiseksi oikeaan kohtaan. Ilman pysäyttäjää kärryjä

joutuu asettelemaan liikaa oikealle paikalle ja on todennäköistä, että kärret laitettaisiin tällöin väärään kohtaan. Tämä johtaa puolien lentämiseen lattialle.

5.1.3 Testi 3

Kolmannessa testissä käytettiin samaa testikappaletta, kuin toisessa testissä. Pudotussukan testikappaleessa oli jäljellä 400 mm pitkä lisäkappale (kappaleen kokonaispituus 1400 mm). Pudotussukka kiinnitettiin samalla tavalla kutomakoneeseen kiinni, kuin ensimmäisessä testissä (kuva 32). Kolmas testi oli viimeinen testi pudotussukalle tässä työssä.

Testikappaleen päähän lisättiin tarvittava ohjauskehikko (kuva 36) puolien ohjausta varten. Ohjauskehikko tehtiin pienistä metalliputkista, jotka olivat teipattu yhteen ilmastointiteipillä. Ohjauskehikko oli 350 mm leveä ja 250 mm korkea. Kolmanteen testiin vaihettiin kärryllä oleva laatikko toisenlaiseen laatikkoon (kuva 37). Pudotussukan pituus oli sopiva kyseiselle laatikolle. Pudotussukan pää jäi juuri laatikon yläpuolelle. Pudotussukkaan tehtiin pieni reikä narua varten. Naru kiinnitettiin kutomakoneen rakenteisiin kiinni.



KUVA 36. Pudotussukan ohjauskehikko (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)



KUVA 37. Laatikko ja kärry kolmannessa testissä (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Kehikko ja naru autoivat huomattavasti puolien ohjautumisessa laatikkoon. Kehikko oli sopivan mittainen testissä olevalle laatikolle. Pudotussukan pään halkaisija oli taas liian suuri kehikolle. Tämä aiheutti kahden puolan jumiutumisen pudotussukkaan ryppyjen vuoksi. Myös lisäkappaleen ja kehikon välinen teippaus petti kesken testin, jonka vuoksi kaksi puolaa lensi lattialle. Jos kappale olisi optimoitu kehikolle sekä kehikko ommeltu pudotussukkaan kiinni, ei puolien jumiutumisia tai lattialle putomisista olisi tapahtunut. Tällöin myös pudotussukka toimisi, kuten pitäisi.

Kutomakonetta testattiin pitää päällä hetken aikaa, kun pudotussukka oli paikallaan. Pudotussukka ei aiheuttanut haittaa kutomakoneen käymiselle.

5.1.4 Pudotussukan käyttökelpoisuus

Puolien pudotussukan huomattiin olevan varteenotettava vaihtoehto ratkaisuksi, jossa saataisiin tyhjiä puolien laatikko pois hoitosillalta. Pudotussukan toimintavarmuus olisi hyvä oikeanlaisena. Testien aikana huomattiin kuitenkin monta ongelmakohtaa pudotussukan tyyppiselle ratkaisulle.

Puolien pudotussukka olisi hyvä ratkaisu tyhjille puolille KK54:än tyyppiselle koneelle. KK54:llä oli paljon tilaa pudotussukkaa, laatikkoa sekä kärryä varten. Näiden tiellä ei ollut kutomakoneen rakenteita, puolahissiä tai muita esteitä. Muille koneille tällainen järjestely olisi paljon vaikeampi tilanpuutteen vuoksi. Esimerkiksi tässä työssä erityisesti käsiteltäviin kutomakoneisiin KK35, KK36 ja KK55 olisi paljon vaikeampi tehdä puolan pudotussukkaa, kuin KK54. Koneilla on paljon ahtaammat tilat, joiden vuoksi pudotussukista tulisi paljon monimutkaisempia. Jos pudotussukat ovat monimutkaisempia, ovat ne vaikeampi valmistaa ja niiden toimintavarmuus heikkenee. Laatikon ja kärryn sijoittaminen kutomakoneen alle vaikeutuu tilanpuutteen vuoksi. Laatikkoa voi olla vaikeaa saada pois koneen alta tai työntää se uudelleen sinne.

Jokaiselle kutomakoneelle tehtävä pudotussukka olisi omanlaisensa. Pudotussukkaa ei voitaisi valmistaa samoista tai kahdesta erilaisista mitoista. Jokaiselle kutomakoneen pudotussukalle olisi omat mitat. Tämä aiheuttaisi ongelmia kustannuksien ja valmistettavuuden suhteen. Varaosien hankkiminen olisi ongelmallista pudotussukkien erilaisuuden vuoksi. Myös pudotussukkien uusiminen olisi hankalaa, koska uuden samanlaisen sukan saaminen heti olisi vaikeaa. Tällöin varastossa pitäisi olla jokaisen kutomakoneen pudotussukka-mallia.

Yhdeksi ongelmaksi muodostuvat kutomakoneiden mahdolliset öljyvuodot. Öljyvuodot voivat liata pudotussukan, joiden vuoksi myös puolat voivat likaantua. Öljyiset puolat voivat liata muut puolat laatikossa tippuessaan sinne. Jos puolat menevät öljyisiksi, niitä ei voida käyttää, kunnes ne ovat puhdistettu. Jos pudotussukka muuttuisi liian öljyiseksi, täytyisi se vaihtaa uuteen pudotussukkaan.

5.2 Teline tyhjien puolien laatikolle

Yhtenä vaihtoehtona tyhjien puolien säilytyspaikalle olisi kutomakoneen kaiteessa oleva teline. Teline olisi vastaavanlainen, kuin kutomakone 44 puolalaatikoiden teline kutomakoneen kaiteessa tällä hetkellä (kuva 38). Telineet tehtäisiin uusille laatikoille soveltuvaksi.



KUVA 38. KK44 puolalaatikoiden teline (Kuva: Jaakko Kolstela 2017)

Tälläinen teline olisi helppo ratkaisu telineen sijoittamisen kannalta, koska kutomakoneella on kaidetilaa paljon. Teline ei olisi myöskään kutojan työskentelyn tiellä hoitosillalla ja siihen ei ole vaaraa iskeä päätänsä liikkussa lattiatasolla kutomakoneen vieressä. Teline olisi myös halpa ratkaisu saada tyhjien puolien laatikot pois hoitosillan lattialta.

Telineen huonona puolena on sen sijainti hoitosillalla. Kun laatikko olisi täynnä tyhjiä puolista telineessä, laatikon joutuisi kantamaan lattiatasolle käsin. Portaissa liikkuminen laatikon kanssa ei ole työturvallisuuden kannalta hyvä asia. Jos laatikon laskisi hoitosillan lattialle telineestä laatikon ottamista lattiatasolta käsin, aiheuttaisi se turhaa nostelua. Tyhjien puolien laatikko ei olisi myöskään optimaalisella nostokorkeudella hoitosillan lattialla, mutta sillä vältettäisiin portaissa kävely taakan kanssa.

5.3 Toinen puolahissi

Kutomakoneilla voitaisiin tyhjien puolien laatikoille lisätä toinen oma puolahissi. Hissi olisi samanlainen, kuin täysien puolien laatikoille, mutta siinä olisi teline vain yhdelle laatikolle. Hissin teline soveltuisi uusille laatikoille

Toisen puolahissin etuna olisi saada tyhjien puolien laatikko pois hoitosillan lattialta. Hissin avulla kutojan ei tarvitsisi käsin kantaa laatikkoa alas lattiatasolle. Lattiatasolla laatikon saisi haluamalleen nostokorkeudelle hissillä.

Toisen hissin suurimpana ongelmana on sen vaatimukset tilana. Puolahissi yhden laatikon telineellä vaatii noin 0,5 metriä tilaa leveydeltä ja pituudelta 0,6 metriä. Kaikilla kutomakoneilla ei ole tällaista tilaa kaiteiden vieressä olevassa tilassa. Toinen puolahissi saattaisi aiheuttaa muille työntekijöille haittaa heidän työskentelyyn. Kustannukset olisivat myös korkeat, koska jouduttaisiin asentamaan täysin uusi puolahissi ja siirtelemään kutomakoneen tavaroita, kuten tietokoneita ja työkalujen säilytyspaikkoja yms.

6 POHDINTA

Kudepuoliin liittyvän toimintamallin parantaminen voidaan sanoa onnistuneen teoreettisella tasolla. Uuden toimintamallin avulla saadaan paljon hyötyä työn yksinkertaistamiseksi, työergonomian ja työturvallisuuden kannalta.

Esimerkiksi uudessa toimintamallissa kudepuolien varastointi on selkeä ja niiden varastotaso pidetään kohtuullisena. Toimintamallin avulla kudepuolia varastoidaan vain yhdessä paikassa ja varastomäärä laskee huomattavasti. Uusi varastomalli parantaa huomattavasti puolaajien työn tehokkuutta ja antaa lisää työaikaa johonkin muuhun.

Nostojen määrät jakautuvat uudessa toimintamallissa tasaisemmin nykyiseen verrattuna. Puolaajien nostot vähenevät murto-osaan ja kutojilla nostot nousevat vain muutamalla nostolla. Myös puolaajien askelmäärä vähenee selkeästi. Tätä voidaan pitää työergonomian kannalta merkittävänä parannuksena. Työssä onnistuttiin usean muunkin asian kohdalla parantamaan nykyistä toimintamallia.

Opinnäytetyön tekeminen vaati paljon aikaa työpaikalla, mutta se ei haitannut opinnäytetyöntekijää. Aihe oli kiinnostava tekijälle ja liittyi vahvasti omaan erikoistumisalaan tuotekehitykseen. Aihe rajattiin käsittelemään vain tiettyjä kutomakoneita, jotta työ ei paisuisi liian laajaksi. Opinnäytetyön valmistuminen työpaikalle myöhästyi muutaman kuukauden verran. Työn tavoitteisiin kuitenkin päästiin.

Kutomon ja puolaamon työntekijät jaksoivat aina vastata asiallisesti kysymyksiin ja kertoa oman mielipiteensä. Työnjohto ja tuotannonkehitys olivat suurena tukena koko projektin ajan ja auttoivat aina kun opinnäytetyöntekijä sitä tarvitsi. Kutomon johto oli aidosti kiinnostunut uuden toimintamallin toteuttamisesta ja halusivat selkeästi parantaa nykyistä toimintamallia kudepuoliin liittyen.

Mitään uuden toimintamallin osia ei ehditty ottamaan käyttöön työn aikana. Uusi toimintamalli on kuitenkin tarkoitus ottaa käyttöön mahdollisimman pian kutomossa.

LÄHTEET

- AJ-Tuotteet. Käyttöohjeet ja osaluettelo, minipinoaja. Luettu 29.9.2017.
https://www.ajtuotteet.fi/Archive/ASE/Documents/31117/UserManual_0.pdf
- Engeström, Y. 2002. Kehittävä työntutkimus. 3. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Hannus, J. 1995. Prosessijohtaminen. 1. painos. Jyväskylä: Gummerus.
- Kuikko, T. 2006. Työturvallisuus ja sen valvonta. 4. painos. Hämeenlinna: Karisto Oy (Talentum).
- Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta 44/2006.
- Launis, M., Lehtelä, J. & Työterveyslaitos (toimituskunta). 2011. Ergonomia. 1. painos. Tampere: Tammerprint Oy.
- Launis, M., Lehtelä, J. & Työterveyslaitos. 2006. Ergonomiaopas. koneiden ja työvälineiden hankintaan, käyttöön ja tarkastamiseen. 2. painos. Vammala: Vammalan kirjapaino.
- Manka, M. & Manka, M. (2016). Työhyvinvointi. 1. painos. Helsinki: Talentum Pro.
- Mertanen, V. 2015. Työturvallisuuden perusteet. 1. painos. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print.
- PMC-yksikön Intranet. 2017. Valmet. Vain sisäiseen käyttöön. Luettu 10.10.2017.
- Prowledge Oy. 2017. KnowPap – Paperitekniikan ja tehtaan automaation oppimisjärjestelmä. Luettu 2.11.2017
http://www.knowpap.com.elib.tamk.fi/extranet/suomi/knowpap_system/user_interfaces/knowpap.htm
- Saloheimo, J. 2006. Työturvallisuus. Perusteet, vastuu ja oikeusturva. 2. painos. Helsinki: Karisto Oy (Talentum).
- Stenlund, H. 1996. Projektijohtamisen perusteet. 1. painos. Espoo: Promanet Oy.
- Tekniikan kaavasto. 2012. 10. painos. Tampere: Tammertekniikka / Amk-Kustannus Oy.
- Työterveyshuoltolaki 1383/2001.
- Työturvallisuuskeskus, TTK. 2010. Työturvallisuus ja työterveys työpaikalla. 1. painos. Helsinki: Painojussit Oy.
- Työturvallisuuslaki 738/2002.
- Valmet. 2017. Valmet lyhyesti. Luettu 3.11.2017.
<http://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>
- Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista 1409/1993.

Vartiainen, M. 1994. Työn muutoksen työvälineet. 1. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Virtanen, P. 2000. Projektityö. 1. painos. Helsinki: WSOY.