

Paperin käsittelyn aikakustannusten arviointi perinteisessä tuotannonohjauksessa

Tapaustutkimus metalliteollisuuden alihankinnan pk-yrityksestä

Konetekniikka
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Diplomityö

Laatija:
Aleksi Mansikka-aho

Ohjaaja:
Jussi Kantola

13.2.2024
Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Diplomityö

Oppiaine: Konetekniikka

Tekijä: Aleksi Mansikka-aho

Otsikko: Paperin käsittelyn aikakustannusten arviointi perinteisessä tuotannonohjauksessa

Ohjaaja: Professori Jussi Kantola

Sivumäärä: 153 sivua

Päivämäärä: 13.2.2024

Tutkimuksessa arvioitiin paperin käsittelyn aikakustannuksia metalliteollisuuden alihankinnan perinteisessä tuotannonohjauksessa. Yksi teollisuusyritys toimi tutkimuksen kohteena, jonka paperin käyttöä ja siihen liittyviä kustannuksia analysoitiin laajasti. Tutkimus vaati mittavaa aineiston käsittelyä ja tarkkaa valikoimista. Päämääränä oli tarjota kattava katsaus paperin käytöstä tuotannonohjauksessa kyseisessä yrityksessä, mikä saavutettiin onnistuneesti. Tulokset osoittavat, että paperin käyttö tuotannonohjauksessa voi aiheuttaa merkittäviä aikakustannuksia erityisesti tiedonhallinnan näkökulmasta. Näiden kustannusten esiintuloon vaikuttavat tiedon liikkuvuus, käsittely ja päivittäminen.

Tutkimuksessa havaittiin myös runsaasti paperiin liittyviä kustannuksia, kuten tulostusmäärien ja tarvikkeiden ostojen suuren määrän. Lisäksi yrityksen tuotannonohjausjärjestelmän ja tuotannon tutkimus antoivat näkemyksiä paperin käytön aiheuttamiin kustannuksiin. Tutkimus esittää suosituksia perinteisen paperisen tuotannonohjauksen kustannusten vähentämiseksi, kuten välimatkojen lyhentämisen ja digitalisoinnin. Tärkeimpänä tuloksena voidaan mainita, että vuotuiset paperin käsittelyn kokonaiskustannukset 54 työntekijälle arvioitiin 419 218,8 euroksi yrityksessä, mikä vastaa noin 7763,3 euroa per työntekijä vuodessa.

Avainsanat: paperin käsittely, aikakustannukset, metalliteollisuus, alihankinta, tuotannonohjaus, kustannusanalyysi

Sisälllys

1	Johdanto.....	10
1.1	Tavoitteet ja rajaus	15
1.2	Tutkimuksen toteutus.....	16
1.3	Raportin rakenne	17
1.4	Tutkimusote	18
2	Teoreettinen viitekehys	19
2.1	Tuotannon valmistusstrategia, suunnittelu ja ohjaaminen.....	19
2.2	Paperin käsittelyn rooli perinteisessä tuotannonohjauksessa	29
2.3	Tuotannonohjauksen aikakustannusten merkitys kustannuslaskennassa.....	36
3	Tutkimuksen kohde, menetelmät ja aineistot.....	43
3.1	Metodologia ja aineisto	45
3.2	Tulostimien tiedot.....	48
3.3	Paperin ja paperitarvikkeiden ostomäärät 2022	53
3.4	Tuotannon eri vaiheiden perustiedot ja prosessikaavio.....	55
3.5	Tuotannonohjauksen läpi menneet rivimäärät 2022	58
3.6	Kysely näytteet	70
3.7	Tuotannonohjaus ja ohjeistukset	77
3.8	Tuotannon layout.....	88
3.9	Ajankäytön aikanäytteet.....	90
3.10	Paperiroskan kertymisen näyte.....	91
3.11	Eri tuotannon vaiheiden näytteet.....	95
3.12	Aineiston validiteetti ja reliabiliteetti.....	107
4	Tutkimustulokset ja niiden arviointi.....	110
4.1	Tutkimuksen rajoitteet.....	113
4.2	Jatkotutkimusehdotukset	114
5	Yhteenveto	115
	LÄHTEET.....	116

LIITTEET	127
Liite 1. Tutkitun yrityksen prosessiketjujen virtaus koottuna yhteen prosessikaavioon	127
Liite 2. Tuotannosta saatu poikkeavan tuotteen punalappu	128
Liite 3. Tulostimen eri toimintojen määrät	129
Liite 4. Ostetut tuotteet per tulostukseen liittyvät toiminnot	130
Liite 5. Vaihekoodit ja työntekijämäärät vaihekokonaisuuksilla	131
Liite 6. Heinosen (2013) työstä lainattu C9000-järjestelmän työmääräin	132
Liite 7. Tuotannonohjauksen vaiheiden 1–3 rivimäärien jakauma vaiheisiin vuonna 2022	133
Liite 8. Tuotannonohjauksen vaiheiden 4–6 rivimäärien jakauma vaiheisiin vuonna 2022	134
Liite 9. Tuotannonohjauksen vaiheiden 7–10 rivimäärien jakauma vaiheisiin vuonna 2022	135
Liite 10. Paperin käsittelyn luokat, niiden sisältämät aktiviteetit ja infot	136
Liite 11. Kyselylomake	139
Liite 12. Työvaiheiden tulostimien perusteella lasketut tulostukset, rivit ja tulostukset per rivit vaiheella toimivaa työntekijää kohden vuodessa	148
Liite 13. Tuotannon layout ja eri toimintojen kuten töiden kuittauksen, tulostimen, paperiroskien, työjonojen, infotaulujen ja paperi tarvikkeiden varaston sijainti	149
Liite 14. Satunnaisia aikatutkimus-näytteitä ohjelmoinnin tapahtumista	150
Liite 15. Perinteisen tuotannonohjauksen paperin käsittelyn informaation arvovirran kuvaus	152
Liite 16. Yrityksen layoutin pohjalle tehty esimerkki päävaiheiden paperivirroista ..	153

Kuvaluettelo

Kuva 1 Opetushallituksen (2023) esitys sivuillaan tieto-opin hierarkiasta siitä, miten käsitteet, kuten "data", "informaatio" ja "tieto" liittyvät toisiinsa.	11
Kuva 2 Tutkimuksen toteutus.	16
Kuva 3 Työni teoriaosuuden rakentuminen.	19
Kuva 4 Dohalen ja muiden (2022) esitys suosituista tuotantostrategioista historiallisesti.	20
Kuva 5 Dohalen ja muiden (2022) esitys nykypäivän tuotantostrategian muodostumisesta ja sen eri osien tuotoksista sekä niiden muodoista.	22
Kuva 6 MESA Internationalin (2023) 2008 vuonna esittelemän ”Strategic Initiatives Model” esitys tuotannon operaatioista ja niiden linkittymisestä strategiaan, toimintojen suunnitteluun, liiketoimintaan ja varsinaisen tuotannon toteuttamiseen. Tuotannon operaatiot ovat keskeisiä tuotannon toteuttavia järjestelmiä, joista puhutaan silloin kun puhutaan MES – järjestelmästä.	25
Kuva 7 Suomenkielisissä tuotannosuunnittelun koulutöissä usein käytetty Logistiikan Maailman (2023) (Lambert ym., 1998; Lehtonen, 2004; Scheer & Nüttgens, 2000; Vollmann ym., 2001) lähteistä muodostama tuotannon suunnittelun kokonaisuuden esimerkki.	26
Kuva 8 Hoppin ja Spearmanin, (2001) esitys organisaation tuotannonohjauksen hierarkkisista tavoitteista.	27
Kuva 9 Epplerin ja Helfertin (2004) esitys datan laadun kustannuksista.	30
Kuva 10 Multasen (2016) esimerkki paperilla toteutetusta Kanban-tyylisen töiden keräilyyn ja ohjauksen menetelmästä.	31
Kuva 11 Tianin ja muiden (2019) esitys adaptiivisen työnohjauksen reaaliaikaisen töiden uudelleen järjestelyn vaikutuksista digitaaliseen työjonoon. Muutokset tuotannossa, kuten tuotantokoneen rikkoutuminen ja korjaus vaikuttavat töiden uudelleenjärjestelyyn ja kokonaiskesto.	35
Kuva 12 Wanin ja Qin (Qiu, Lu ja Zhang, 2023, s. 122) esittelemä uusi malli ERP-järjestelmän kustannustenhallinnan malliksi kolmen moduulin avulla.	38
Kuva 13 Sellenin ja Harperin (2003) esimerkki yhden paperiraportin tuottamisen prosessista, johon liittyy 5 eri henkilöä. Tummat laatikot tietokoneella tehtäviä toimintoja ja katkoviivaiset toiminnot pitävät sisällään kahden ihmisen kasvokkain tapahtuvaa toimintaa. Heidän kuvauksessaan esimerkiksi tulostaminen laskettiin tietokoneeseen liittyväksi toiminnaksi, eikä paperista johtuvaksi toiminnaksi.	40
Kuva 14 Salmisen (2018) esimerkki tuotteen arvovirran kuvauksesta.	41
Kuva 15 Yinin (2018) esitys löytöjen yhteensovittamisesta tapaustutkimuksessa.	43

Kuva 16 Yhden työvaiheen päätyöjono jaettuna paperisiin työjonoihin asiakkaiden, päivämäärien, tarpeen ja kiireellisyyden mukaan. Yhteensä 14 kpl työjonoa, joita tarkkaillaan ja muokataan.	45
Kuva 17 Tutkimuksen kohteen tuotannon kaikki tulostimet, tulostustietojen hakupäivämäärät ja tulostimien ostopäivämäärät.....	49
Kuva 18 Tulostimien toimintojen määrät haku hetkenä työvaiheittain ja toiminnoittain.	50
Kuva 19 Tulostimien toimintojen määrät vuositasolla työvaiheittain ja toiminnoittain.	51
Kuva 20 Tulostettujen riisien määrä vuodessa ja tulostuksen vaatima huoltomäärä paperin lisäyksen, väri- tai rumpukasetin ja paperitukoksien muodossa.....	52
Kuva 21 Tutkimuksen kohteen vuoden 2022 paperiin liittyvien tuotteiden ostomäärät.	53
Kuva 22 Tutkimuksen kohteen 54 työntekijän jakauma eri vaiheisiin.....	55
Kuva 23 Tutkimuksen kohteen ostettujen tuotteiden yksikkömäärä per työntekijä vuonna 2022.....	56
Kuva 24 Työvaiheiden tulostimiin liittyvät toimintomäärät, kuten tulostus ja värikasettien vaihdot per työntekijä vaiheella.	57
Kuva 25 Kokonaisuuden positioiden mukaan liitettävä osaluettelo esimerkki positioista 101–105.....	59
Kuva 26 Isojen positiokokonaisuuksien mukaan ohjelmointivaiheessa tulostettava eri tuoterivien työvaiheiden viivakoodikuittauspaperi.	60
Kuva 27 Tuotannon rivien kokonaismäärä vuonna 2022.	60
Kuva 28 Tuotannon alipositioiden tuotantomäärä per rivi.....	61
Kuva 29 Tuotannon rivien alipositioiden jakauma ja tuotantomäärät keskimäärin ja yhteensä.....	61
Kuva 30 Tuotannon rivien pääpositioiden jakauma.	61
Kuva 31 Yrityksen yksittäiskappaletuotannon määrät eri neljänneksillä ja positiokirjaimittain.....	62
Kuva 32 Yrityksen piensarjatuotannon määrät eri neljänneksillä ja positiokirjaimittain.	62
Kuva 33 Yrityksen sarjatuotannon määrät eri neljänneksillä ja positiokirjaimittain.	63
Kuva 34 Yrityksen yksittäis-, piensarja- ja sarjatuotantomäärien kokonaistuotantomäärien osuudet kokonaistuotannosta.	63
Kuva 35 Liitteen 7 ja Pareton (1896) mukaisesti 76,6 % ensimmäisen vaiheen rivimäärien perusteella muodostetut virtauskuvat ohjelmoinnin ja hitsauksen keräilyvaiheista.	65
Kuva 36 Rivien vaiheiden kokonaismäärä vaiheittain.....	66
Kuva 37 Vaihekokonaisuuksien tulostukset vuodessa per rivien määrät kokonaisuudessa. Massavalmistuksen korkea- ja ohjelmoinnin matalamäärä herätti huomiota.	67

Kuva 38 Kaikkien tulostimien taustatiedot. Massavalmistuksen, levytyökeskuksen ja mittakoppien kyseenalainen ostopäivä.....	67
Kuva 39 TruTops, JETCAM ja NC Express nestipaperien etusivujen erot.....	68
Kuva 40 Power Queryn ja VBA-koodin avulla muodostettu nestin tulostettujen sivujen määrien Excel taulukko.....	69
Kuva 41 Työstökoneille tehtyjen nestien paperimäärät ja lavatunnistemäärät 2022. JETCAMin määriä ei luotettavasti saatu.	69
Kuva 42 Kyselyyn vastanneet ja heidän vapaat kommenttinsa. Yksi vastaaja oli sellainen, jota ei voi kategorisoida mihinkään työvaiheeseen varmuudella. Vastauksia tuli 13 kappaletta 54 mahdollisesta vastaajasta.....	70
Kuva 43 Kyselytuloksien perusteella lasketut paperitoimintoihin menevät sekunnit per tulostus ja rivi, sekä kyselytuloksien vastausjakaumat.....	71
Kuva 44 Eri vaiheiden paperiin liittyviin toimintoihin menevät sekunnit päivässä kyselytuloksien mukaan.....	72
Kuva 45 Paperiin liittyvien toimintojen sekuntia per päivä keskiarvot, mediaanit ja keskihajonnat kyselytuloksista laskettuna.	73
Kuva 46 Tuotannonohjauksen, layoutin ja näyttöiden tutkimuksen analysoinnin kokonaisuus.....	77
Kuva 47 C9000 ERP-ohjelmistosta tulostetaan tuotantoon monipuolisesti erilaisia kokonaisuuksien valmistamista tukevia papereita, kuten osaluetteloita ja tilauksiin liittyviä papereita.	78
Kuva 48 Yrityksen oma työjono-ohjelmisto tukee ERP-järjestelmän käyttöä.....	79
Kuva 49 Tilausrivin työkortteja tulostetaan C9000-järjestelmästä	80
Kuva 50 Materiaalien listauksia ja inventointia tehdään osittain käsin Exceliin ja osittain automaattiseen varastoon. Inventointi ja seuranta vaatii jatkuvaa fyysistä ihmisen toimintaa.....	80
Kuva 51 Laatuun ja lähetyksiin liittyviä eri tulostus- ja merkkausohjeistuksia. Paperisia dokumentteja vaaditaan useita erilaisia.....	81
Kuva 52 Poikkeavien ja puuttuvien tuotteiden raporttien, eli "punalappujen" käyttöohjeet.	82
Kuva 53 Levytyökeskus vaiheen jälkeisen purkuvaiheen työohje esimerkki paperityöjonoista.....	83
Kuva 54 Esimerkki työkortteihin kirjoitettavista asioista tuotannossa.....	84
Kuva 55 Sulatusnumeroita seurataan osassa koneista käsin merkatun, hakien papereita ja kirjaten niistä tietokoneelle sulatusnumeroita. Näyte työohjeesta.....	85
Kuva 56 Ohjelmointi-vaiheen työohjeet papereiden tulostamisesta, merkitsemisestä, viemisestä ja järjestelemisestä, sekä materiaalien menekin seurannasta.	86

Kuva 57 Särmäys-vaiheen työohjeita ja työjonojen esimerkki.	86
Kuva 58 Kokoonpanovaiheen täytettävä tarkastuspöytäkirja.	87
Kuva 59 Saapuvat materiaalit, kuten levytyökeskuksille tulevat materiaalit vaativat dokumenttien säilömistä ja viemistä lähettämöön.	87
Kuva 60 Niittausvaiheessa tulostetaan erätunniste-tulosteita ja etsitään infoja ohjeista, sekä merkkeillä toteutuvia.	88
Kuva 61 Paperiroskan kertymisen näytteen tutkimuksen aloitusvaiheen tulostimen tulostusmäärä. Sivuja 75479 tulostettuna alussa.	92
Kuva 62 Kaikki paperiroskat kerättiin 1-10.11.2023 yhteen ja lopuksi kaikki skannattiin kuvaksi kännykällä laskentaa varten.	92
Kuva 63 Papereiden skannattuja kuvia analysoitiin käsin laskurin avulla. Skannauksia oli kahdessa erässä ja ensimmäisen 105 kuvan erän tulos kuvassa. Seuraavat 169 kuvaa analysoitiin tämän jälkeen.	93
Kuva 64 Paperiroskan kertymisen näytteen tulostimen lopputiedot. Tulostuksia oli tullut kymmenen vuorokauden ja 8 työpäivän aikana 1123, eli noin 140 päivässä.	93
Kuva 65 Paperiroskan kuvien analyysin lopputulokset.	94
Kuva 66 Tuotannon erilaisia info tauluja.	96
Kuva 67 Kokoonpanon, sarjatuotannon ja laadun mittauksen työjonojen kuvia.	96
Kuva 68 Ohjelmointi työvaiheessa olevia paperisia työjonoja.	97
Kuva 69 Hitsauksen keräilyvaiheen työjonot.	98
Kuva 70 Eri työvaiheiden info- ja ohjaustauluja, eli työjonoja. Oikeassa alakulmassa yksi esimerkki tuotannossa käytetyistä paperisista tiedonsäilöntä tavoista.	99
Kuva 71 Yhden levytyökeskuksen ajettujen ja ajossa olevan tilauksen papereita.	100
Kuva 72 Levytyökeskuksien infotaulun luona sijainneet infokansiot.	101
Kuva 73 Valmiiksi tuotantoon tulostettuja materiaalilavojen tunniste papereita.	102
Kuva 74 Tuotteiden lavojen tunnisteita, jotka kertovat tilauksen numeron, seuraavan työvaiheen ja tilaukseen kuuluvien tuotteiden positionumeroita.	102
Kuva 75 Lähettämön pakkauksien papereita ja sarjatuotannon materiaalien pakkauksien tarkistusmerkintöjä.	103
Kuva 76 Infotaulun muistilappu esimerkki.	104
Kuva 77 Tuotannonohjaukseen käytettävät ajopaperi, työkortti ja mapin kansilehtiönä toimiva tilausvahvistus.	105
Kuva 78 Taulukko-ohjelman tulosteen ja käsin kirjoitettujen tekstien, merkkauksien ja muistilappujen yhdistelmä esimerkki. Käytössä erilaisia kyniä ja tapoja.	106
Kuva 79 Yhden mappikokonaisuuden kaksi ensimmäistä sivua esimerkkinä kirjoitusmääristä.	106
Kuva 80 Tuotannon yhden työstökoneen työjono aikana x.	107

Kuva 81 Arvio tutkitun yrityksen paperin käsittelyn ajallisista kustannuksista vuodessa.	112
--	------------

Taulukkoluetelo

Taulukko 1 Sellenin ja Harperin (2003) kirjasta poimittuja erilaisia paperityön toimintoja, eli missä tai miten paperia käytetään.	39
Taulukko 2 Kyselyyn vastaamattomat jaoteltuna lisätietoineen.	74
Taulukko 3 Tehdyt työtunnit, työtunnin kustannus ja työvoimakustannus henkilötyövuotta kohden sektoreittain, 2020 (Tilastokeskus, 2024).	76
Taulukko 4 Paperiroskan kertymisen näytteen lukemat ja suhteet.....	94

1 Johdanto

Datan siirtonopeudesta puhuttaessa ihmiset yleensä liittävät sen tietotekniikan sovelluksiin, kuten kiintolevyn tiedonsiirtonopeuteen tai internet-yhteyden siirtonopeuteen. Näiden molempien osalta ensimmäisenä huomioidaan yleensä siirtonopeuden kustannukset. Kiintolevyjen osalta nopeus vastaa ostohintaa, kun taas internet-yhteydessä kustannukset muodostuvat liitännän tai muiden kulujen sekä kuukausittaisen maksun perusteella. Toisin sanoen siirtonopeuden kustannukset ovat kiinteitä, ja lisäämällä joko aikaa tai kustannuksia voidaan siirtää enemmän dataa.

Kun tarkastellaan datan siirtämisen kustannuksia tuotannonohjauksen kontekstissa, esimerkiksi paperilla vaiheesta toiseen siirrettäessä, tulostettaessa, kirjoitettaessa, tuhottaessa, siirrettäessä, järjesteltäessä, etsittäessä tai arkistoidaessa papereita, huomio kiinnittyy työvoimaan ja muihin materiaali- tai laitteistokustannuksiin. Työvoimakustannukset kasvavat datan siirtomäärän lisääntyessä, sillä tietoa on luotava, käsiteltävä ja siirrettävä enemmän. Lisäksi tarvitaan enemmän materiaalia, kuten paperia, ja laitteistoja. Kuinka paljon datan siirtonopeus paperipohjaisessa tuotannonohjauksessa maksaa, ja ovatko siihen liittyvät kiinteät työvoimakustannukset todellisuudessa kiinteitä kustannuslaskennassa? Voidaanko ajallisten kustannusten vähentäminen nähdä keinona lisätä mahdollista tuotantomäärää samalla kun vähennetään tarvittavia työvoimakustannuksia tuotannonohjauksessa?

Yrityksen arvoa on perinteisesti mitattu sen tuottavuuden, eli tuotoksien ja panoksien suhteen perusteella (Smith, 1776) ja tuotteiden oikea lisäarvo on määrittynyt Saton (1976) mukaan primäärien syötteiden kuten raaka-aineiden, mittakaavaedun ja tuotantoprosessin teknisen muutoksen seurauksena. Nykypäivän tuotannossa lisäarvo ymmärretään koostuvan monista eri komponenteista ja tämä myös osaltaan vaikeuttaa kilpailua nykypäivänä, kun tuotannon perinteiset peruselementit, kuten tuotantolaitteiston uusiminen eivät välttämättä riitä luomaan tarpeeksi kannattavaa kilpailuetua. Tämä toimii yhtenä ajurina tapaustutkimukselleni perinteisen tuotannonohjauksen paperinkäsittelyn aikakustannuksista, jossa tutkitaan merkittävää tuotannonohjauksen teknisen muutoksen vaihetta, joka on lähtenyt muotoutumaan tiedonkäsittelyn kehityksen mukana, kuten Shannonin (1948) työstämästä informaatioteoriasta, joka on yksi nykypäivän tietoliikenteen teknisen muutoksen sekä informaation arvon ymmärtämisen (Howard, 1966) alulle saattajista ja myös nykypäivän yksi tärkeimmistä erilaisista lisäarvon tuottamismenetelmiin (Wood, 1979) keskittyvistä kokonaisuuksista, joihin liittyvät myös Lee, Kao ja Yangin (2014) esittelemä suuren informaation määrän käsittely neljännen teollisuuden vallankumouksessa. (Kletti, 2007)

Tuotannon tuottavuutta voidaan parantaa monin eri tavoin, mukaan lukien lisäarvon tuottaminen toiminnoilla, jotka eivät suoraan liity valmistusprosesseihin (Wood, 1979). Lisäarvoa voi syntyä myös informaation avulla (Howard, 1966; Wendt, 1969), erityisesti sen tarkkuuden (Higgins, 1974), käsittelyn

(Martin, 1957; Lee, Kao ja Yang, 2014), mallien, oppimismallien ja optimaalisten päätöskäytöjen kautta (Sakaguchi, 1963).

Vaikka informaatio voi luoda positiivisia vaikutuksia, sen tarkkuus (Higgins, 1974) ja määrä (Wendt, 1969) sekä muut lisäarvoa tuottavat toimet voivat vähentää muodostuneen informaation arvoa (katso kuva 1). Tämä voi haitata tuotannon kannattavuutta, aiheuttaen erilaisia suorita ja piileviä kustannuksia. Esimerkiksi Haug, Zachariassen ja Liempd (2011) jatkavat Epplerin ja Helfertin (2004) tutkimusta, tuoden esiin erilaisia organisaatioissa ilmeneviä tapoja, joilla data muuttuu huonolaatuiseksi informaatioksi ja tiedoksi. Tämä voi johtaa operatiivisten ja strategisten päätösten virheisiin, mikä heikentää tuottavuutta. Huonolaatuisen datan kustannukset sisältävät Epplerin ja Helfertin (2004) mukaan laadun parantamiseen ja varmistamiseen liittyviä kustannuksia, kuten ehkäisyn, havaitsemisen ja korjaamisen kustannuksia, sekä niitä kustannuksia, joita huonolaatuinen tieto voi aiheuttaa



Kuva 1 Opetushallituksen (2023) esitys sivuillaan tieto-opin hierarkiasta siitä, miten käsitteet, kuten "data", "informaatio" ja "tieto" liittyvät toisiinsa.

Haugin, Zachariassenin ja Liempdin (2011) tutkimuksen mukaan huonolaatuinen data aiheuttaa suorita operationaalisia kustannuksia, kuten konkreettisia tuotantovirheitä ja virheellisiä lähetyksiä, jotka ovat helposti havaittavissa ja mitattavissa. Toisaalta piilevät operationaaliset kustannukset ilmenevät esimerkiksi pitkinä läpimenoaikoina ja toistuvana datan syöttämisenä, jotka ovat vaikeammin mitattavissa, mutta silti merkittäviä tuotantoprosessissa (Haug ja muut, 2011).

Strategiseen päätöksentekoon liittyvät suorat kustannukset voivat johtua tietoisista päätöksistä, joissa käytetään epäluotettavaa dataa ja tiedetään myynnin kärsivän tästä seurauksena. Näihin liittyvät kustannukset voivat sisältää myynnin menetyksiä, tehokkuuden laskua ja vaikeuksia toimitusaikatauluissa (Haug ja muut, 2011).

Strategisiin päätöksiin liittyvät piilokustannukset voivat aiheutua päätöksistä, joissa tunnustetaan datan olevan huonolaatuista, mutta ei täysin ymmärretä päätöksen aiheuttavan laajempia ongelmia yrityksen kokonaistuottavuudelle. Esimerkkejä tällaisista kustannuksista voivat olla väärään asiakassegmenttiin keskittyminen ja puutteelliset kustannuslaskentakäytännöt (Haug ja muut, 2011).

Nykyään tuotannossa koneet muodostavat yhtenäisiä tietojärjestelmäkokonaisuuksia erilaisten sensorien ja tietokoneiden avulla, jotka pystyvät keräämään, käsittelemään ja vaikuttamaan tuotannonohjaukseen. Näiden tietojen perusteella tietokoneet luovat palautekehiä ja tekevät päätöksiä tulevasta tuotannosta ja tuotteiden laadunvalvonnasta (Lee, Kao ja Yang, 2014). Tietokoneet ovat tehokkaita jatkuvasti muuttuvan datan käsittelyssä, minkä ansiosta ne pystyvät antamaan monipuolista ja moniulotteista tietoa päätöksentekoon (Martin, 1957; Wiener, 1961; Sakaguchi, 1963; Howard, 1966; Cyert, Dill & March, 1958; Wendt, 1969).

Kletti (2007) esittelee teoksessaan yhden WN-Consultin kustannuslaskenta arvio esimerkin muoviteollisuudessa perinteisesti toteutetusta informaation keräämisestä ja sen syöttämisestä, jossa hän totesi 25 koneen manuaalisten tiedonsyöttö- ja tiedon hankinta kulujen olevan yhteensä 41 128 euroa ja tuotannon valmistuksen toimintaa ja suorituskykyä hallinnoivan MES (Manufacturing Execution System) järjestelmän käyttöönoton säästöiksi esimerkin tapauksessa 95 548 euroa. Tämä tarkoittaisi sitä, että noin 43 % tuotannonohjauksen päivittämisen mahdollisista säästöistä johtuvat informaation keräämisen ja sen syöttämisen työvoimakustannuksien vähentymisestä. Hän lisäsi myös huoltojen hallinnallisten kustannuksien vähennyksiin 8820 euroa, eli yhteensä työvoimakustannuksien vähennyksiä voisi olla jopa 52,2 %, eli 49 948 euroa. Esimerkin lukemista ei voi vielä vetää isoja johtopäätöksiä, koska jokainen yritys on erilainen, mutta merkittävää on se, että noin puolet oletetuista tuotannonohjauksen kehittämisen säästöistä tulevat hänen mukaansa suoraan tuotannon lähtökohtaisesti kiinteinä pidetyistä aikapalkka kustannuksista. Muut kustannukset koostuvat menetetyistä tuotannon tehokkuudesta ja vältettävistä tuotannollisista viallisista tuotteista.

Kiinnostukseni tutkimukseni aiheeseen paperinkäsittelyn aikakustannuksista heräsi jo vajaa kymmenen vuotta sitten aloittaessani työuraani metallialalla. Ihmettelin jo tuolloin, miksi paperia käytetään tuotannossa asioiden valmistamiseen ja tiedon välittämiseen, kun tietokoneella oli jo silloin ollut merkittävä rooli omassa elämässäni ja monet käytännön tehtävät voitiin suorittaa tietokoneella, jopa kannettavalla sellaisella. Tietokoneet olivat jo silloin suhteellisen edullisia, joten raha itsessään ei vaikuttanut olevan oleellinen este. Kuitenkin, jatkettuani omaa uraani ja perehtyessäni muiden tuotannonohjauksen käytännön kehityshankkeisiin (Pynnönen, 2009; Koski, 2015; Multanen, 2016; Salminen, 2018; Koponen, 2019; Temonen, 2023), tulin siihen johtopäätökseen, että paperi saattaisi olla yksinkertaisesti riski - vaikka se onkin tehokkain tapa vaikuttaa ihmisten manuaalisen toiminnan kautta

tuotteiden läpimenoon arkipäivän työssä, tiedon takaisinkytkentä ja lisäarvon tuottaminen, sekä käytännön työn tehokkuuden arviointi ja mittaaminen ovat erittäin haastavia.

Tiedon visualisointi on historiallisesti ollut keskeisessä roolissa päätöksenteossa erilaisten vaihtoehtojen välillä (Tegarden, 1999), kuten myös Ohno (2008) on painottanut Toyota Production System -järjestelmässään. Hänen järjestelmänsä korostaa visuaalisuuden merkitystä tuotannon suunnittelussa, toteutuksessa ja kehittämisessä, luoden yksinkertaisia järjestelmiä, jotka hyödyntävät tehokkaasti paperia, eri värejä ja muita fyysisiä esitysmuotoja hukan vähentämiseksi ja työn tehokkuuden parantamiseksi. Näiden tapojen käyttö paperin avulla on myös hidastanut tietotekniikan integroitumista tuotantoon verrattuna digitaalisiin vaihtoehtoihin.

Nykyaikaisia tuotannonohjausjärjestelmiä myyvät tahot mainostavat yleistä kannattavuuden kasvua erilaisten asioiden kautta ja avulla kuten paperien poistumisen tuotannosta, koneiden tietämisen avulla optimoituvaa tuotantojärjestystä, tiedon tuomaa laadun parantumista, käyttöasteiden kasvua, varastojen pientymistä ja parantunutta yleistä jäljitettävyyttä erilaisten ratkaisukokonaisuuksien kautta, jotka heidän mukaansa parantavat tehokkuutta yhdistelemällä teknologiaa ja ovat osa muitakin nykypäivän trendejä kuten esimerkiksi erilaisten päästöseurantojen kautta toteutettavaa vastuullisuutta (Sinisalo, 2022; Leanware, 2023; Roima, 2023; SAP, 2023; Visma, 2023). Paperin käyttämistä yleisesti taas ajavat tulostinyritykset, paperinvalmistajat ja muut vaikuttajat esimerkiksi argumenteilla paperin pysyvyydestä sen tulostuksen tai kirjoituksen jälkeisellä tilalla, liikuteltavuudesta ja sen tuomasta sosiaalisesta kanssakäymisestä ja varsinkin paperin fyysisestä arvoa tuottavasta olomuodosta, joka esimerkiksi Dymetmanin ja Coppermanin (1998) Xeroxin tutkimuskeskuksen näkemyksen mukaan kuuluu osana fyysiseen maailmaan verrattuna digitaalisiin dokumentteihin, jotka ovat dynaamisia, immateriaalisia ja pystyvät toimintoihin.

Oma käsitykseni paperin käytön merkityksestä nykypäivänä on se, että paperilla on edelleen tärkeä rooli tuomalla tuttua ja turvallista fyysistä omistamisen tunnetta ihmisille. Lisäksi paperi tarjoaa helposti omaksuttavaa visualisointia, mikä on ollut keskeistä ihmisen ilmaisussa ja kommunikaatiossa jo tuhansien vuosien ajan (André-Salvini, 1995). Kuitenkin on pohdittava, halutaanko työelämässä enemmän paperin tarjoamaa turvallisuutta vai asetetaanko enemmän painoarvoa työn paremmalle tuottavuudelle ja sitä kautta esimerkiksi tasaisemmalle, varmemmalle ja mahdollisesti suuremmalle palkalle (Bryson, Buraimo ja Simmons, 2011).

Toinen näkökulmani liittyy paperittomuuteen siirtymisen koettuun tai laskelmoituun riskiin, joka saattaa yritysten omistajien mielestä olla liian suuri verrattuna mahdollisiin hyötyihin. Useat tutkimukset, kuten Calognero (2000), ovat käsitelleet tätä aihetta. Calogneron mukaan Standish Groupin tutkimustulokset osoittavat, että yritysresurssien hallintaan tarkoitettujen ERP-järjestelmien käyttöönotosta perutaan 35 %

ja vain 10 % projekteista onnistuu budjetissa suunnitellusti. Uudemmassa The Standish Group International Inc:n (2015) julkaisemassa raportissa 2011–2015 välisistä ohjelmistoprojekteista on havaittavissa parannusta epäonnistumisprosentteihin, kun perinteisen vesiputousmallin epäonnistumisprosentti on laskenut 29 %:sta 9 %:iin nykyaikaisen agile-kehitysprosessin ansiosta. Näiden raporttien perusteella ohjelmistoprojektien toteutus nykypäivänä näyttää olevan tehokkaampaa kuin kymmenen vuotta sitten, mikä motivoi minua tutkimaan myös paperin käytön ajallisia kustannuksia enemmän.

Teollisessa tuotannossa paperia on käytetty perinteisesti informaation, tiedon, tietämyksen ja viisauden tallettamiseen, liikuttamiseen ja jakamiseen, mutta nykypäivänä kun vuosikymmeniä on puhuttu paperittomista toimistoista tietokoneiden yleistyessä korvaamaan paperia ja samalla esittäen väitteitä kaupallisessakin tarkoituksessa paperittomuutta vastaan (Sellen ja Harper, 2003), puolesta tuottavuutta ja luonnon säästämistä korostaen (Sarantis, 2002) ja esittäen syitä sille, miksi paperittomuus on vasta lähivuosisikymmenenä alkanut todella kasvamaan tietokoneiden muuttuessa pienempään ja käytettävämpään muotoon (Briscoe, 2022), sekä maailmanlaajuisten trendien painostaessa ja tukiessa luontoa ajattelevaan kestäväan kehitykseen taloudellisesta näkökulmasta, sekä myös ajaen näin digitaalisuuden tutkimisen positiivisten puolien mainetta parempaan suuntaan (Dietz *ym.*, 2023; Arney, Jones ja Wolf, 2009; Baidoshvili *ym.*, 2018).

Yrityksille paperittomuuteen siirtymisen tuottavuuden toteaminen on jo vuosisatojen vanhojen peruseriaatteiden mukaan (Smith, 1776) tärkein asia, mihin tutkimuksessa pitää tähdätä, jos halutaan vaikuttaa positiivisesti sekä luonnon että yrityksen tuottavuuden kannalta. Myös Sarantiksen (2002) tutkimus paperinkäytön määrästä, siitä millaisin tavoin paperin käyttö vaikuttaa yritykseen ja sen luontoon sekä korkeista sijoitetun pääoman tuoton määristä paperin vähentämisen kampanjoissa, vaikutti haluuni lähteä tutkimaan, miten paperin käyttäminen metallialan tuotannossa toimii ja millaisia mitattavia ajallisia sekä fyysisiä tuotteiden kustannuksia se voi aiheuttaa, kun toteutetaan fyysisiä visualisoivia tuotantojärjestelmiä (Ohno, 2008).

Työni yhtenä tavoitteena on myös tukea tuotannollisten yritysten johtoa päätöksenteossa panostamalla enemmän suuriin hallinnollisiin ohjelmistopäivityksiin, kuten toiminnanohjauksen tai tuotannonohjauksen projektinhallintaan ja tukemiseen. Nämä ovat yksiä suurimmista koko yritykseen vaikuttavista investoinneista, ja niiden epäonnistuminen on Coşkunin ja muiden (2022) tutkimuksen mukaan usein seurausta ylimmän johdon ja projektin johdon heikkoudesta. Nykyaikaisessa tuotannossa kilpailuetua pyritään saavuttamaan palvelulla (Wood, 1979), sillä mittakaavaedun ja teknologisen kehityksen tarkoitus on nykypäivänä Hannan, Newmanin ja Sridharanin (1993) mukaan joustavuuden lisääntyminen, informaation ja tiedon liikkumisen sekä muodostumisen automatisoituminen ja ihmisen

roolin muuttuminen tuotannossa tiedon varmistamiseen ja mahdollisuuksien lisäämiseen (Mayer, Mehdiyev ja Fettke, 2021).

Tuottavuuden hakeminen ei enää ole vain perinteisiä strategisia päätöksiä karsia panoksia tai muuttamalla niiden muotoa kiinteistä muuttuviksi kustannuksiksi (Arnold, 2000), sekä tuotoksia lisäten kapasiteetin perinteisten pilareiden, koneiden ja ihmisten avulla (Lee, Kao ja Yang, 2014), koska esimerkiksi ulkoistaminen niin laadun parantamisen tai kannattavuuden parantamisen näkökulmasta vaatii Kaipian ja Turkulaisen (2017) ulkoistamisen tutkimuksen mukaan runsaampaa informaation ja tiedon kulkua niin suunnittelun, kuin toteutuksen osissa. Kaikenlainen tuotannollinen toiminta ja päätökset vaatii tuotannonohjauksessa selkeää ajantasaista dataa ja sitä kautta informaatiota, jotta siitä muodostettu tieto tuottaisi haluttuja, eli positiivisia lopputuloksia (Haug, Zachariassen ja Liempd, 2011).

1.1 Tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen keskeisenä tavoitteena on esitellä ja arvioida paperinkäsittelyn toimintojen aikakustannuksia perinteisessä tuotannonohjauksessa metalliteollisuuden alihankinnan pk-yrityksessä eri näkökulmista. Työn tavoitteena on selvittää paperinkäsittelyn vaikutus tuotannonohjauksen ajallisiin kustannuksiin, erityisesti keskimääräisen vuotuisen kustannuksen selvittämisen näkökulmasta.

Tutkimuksen aihepiiri rajoittuu paperinkäsittelyn toimintojen aikakustannusten arviointiin perinteisessä tuotannonohjauksessa, keskittyen yhden metalliteollisuuden alihankinnan pk-yrityksen tapaustutkimukseen. Tutkimuksessa selvitetään, kuinka paljon ajallisia kustannuksia paperinkäsittely aiheuttaa tuotannonohjauksessa vuosittain ja esitellään, miten ne koostuvat.

Rajaus on tehty tarkastelemaan tapaustutkimuksen yrityksessä tapahtuvaa tuotannonohjaukokonaisuutta, joka sisältää vaiheet tilauksen esikäsittelystä tuotteen lähetykseen. Rajauksen tarkoituksena on keskittää tutkimus tiettyyn osa-alueeseen ja mahdollistaa syvälinen ymmärrys paperinkäsittelyn vaikutuksesta kyseisen yrityksen tuotannonohjauksen ajallisiin kustannuksiin. Tutkimuksessa ei käsitellä toimintoja, kuten tuotettavan kappaleen piirustusten ja ohjeiden lukemista paperilta, jotka eivät poistu tai merkittävästi vähene siirtymällä täysin paperittomaan tuotantoon, jotta saadaan mahdollisimman oleellisia tuloksia eri aineistojen yhdistelmien analysoinnilla.

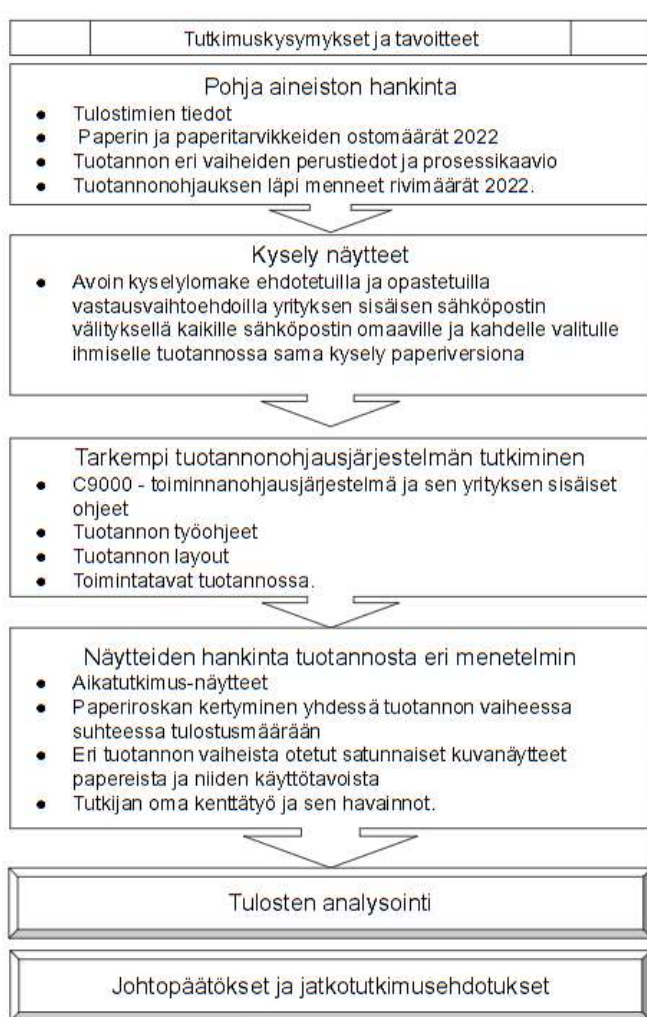
Tutkimuksessani pyrin löytämään vastauksia kahteen tutkimuskysymykseen. Ensimmäinen kysymys on laadullinen ja toinen pyrkii vastaamaan ensimmäiseen kvalitatiivisesta näkökulmasta, tarkastellen kuinka paljon aikaa paperin käyttö vie.:

1. Miten paperia käytetään perinteisessä tuotannonohjauksessa?

2. Kuinka paljon ajallisia kustannuksia arvioidaan aiheutuvan paperin käsittelystä perinteisessä tuotannonohjauksessa vuoden aikana?

1.2 Tutkimuksen toteutus

Esittelen työni toteutuksen kuvassa 2. Tutkimuksessa arvioidaan perinteisessä tuotannonohjauksessa metalliteollisuuden alihankinnan pk-yrityksessä tapahtuvan paperinkäsittelyn aikakustannuksia. Työssäni tutkin, mitkä paperinkäsittelyn toiminnot kuuluvat sellaisiin toimintoihin, jotka voisivat poistua uuden tuotannonohjauksen ohjelmiston avulla. Tavoitteenani on löytää vastauksia tutkimukseni pääkysymyksiin: miten paperia käytetään perinteisessä tuotannonohjauksessa ja arvioida, kuinka paljon aikaa siihen kuluu.



Kuva 2 Tutkimuksen toteutus.

Tutkimuksen aikataulu ja toteutus ovat olleet haastavia, sillä tutkittu tapaus on laaja. Empiirinen osuus toteutettiin noin kolmessa kuukaudessa vuonna 2023, ja tavoitteena oli valmistuminen kaksi kuukautta sen jälkeen, tammikuussa 2024. Tutkimustyö toteutettiin osana työskentelyä, minkä vuoksi otoskoot ovat näytteitä, mutta ne on kerätty monipuolisesti eri menetelmillä. Tapauksen laajuuteen vaikutti

tutkijan oma työkokemus, mikä oli etuna aineiston hankinnassa. Usean vuoden työkokemus antoi tutkijalle valmiudet hankkia tietoa eri lähteistä ja saada uusia näkökulmia epävirallisissa keskusteluissa tuotannon henkilöiden kanssa.

Tutkimuksen toteutusta ohjaa tapaustutkimuksen vaatimus saada näytteitä ja tietoa mahdollisimman monista lähteistä. Tavoitteena on saavuttaa tutkimukselle luotettavuutta monipuolisen aineiston, teorioiden ja menetelmien triangulaation avulla (Yin, 2018). Aineistoa kerättiin ensin kattavasti vuodelta 2022 ja tämän jälkeen tutkimuksen fokus siirtyi nykypäivän tuotannonohjauksen käytäntöihin kyselyn, tutkimuksen ja näytteiden hankinnan avulla.

Kyselyn kysymyksen luomisen pohjana käytetään aikaan perustuvan toimintopohjaisen kustannuslaskennan metodia, jonka Kaplan ja Anderson (2004) esittelivät. Tämä menetelmä mahdollistaa eri toimintojen kestojen monipuolisen hyödyntämisen kustannusten laskennassa erilaisille tuotteille. Tutkimuksen tapauksessa sitä sovelletaan paperiin liittyvien toimintojen kustannuslaskentaan. Tällä lähestymistavalla voidaan analysoida tutkimuksen tuloksia useammasta näkökulmasta ja menetelmästä, tuoden samalla esiin kustannuslaskennan mahdollisuudet tuotannonohjausjärjestelmien toimivuuden rinnalla.

Työn aineistoa kerätään laajasti ensin tutkimalla yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää, tuotannon ohjeistusta ja yleistä toimintaa havainnoimalla. Sen jälkeen pyritään hankkimaan laajasti erilaisia näytteitä paperin käsittelyyn liittyen monista eri lähteistä. Näitä lähteitä ovat muun muassa kuvat, työn kellottamiset, kyselyt, keskustelut kenttätyössä, tietokannat, ohjeistukset ja oppaat. Tällä monipuolisella aineistonkeruulla pyritään luomaan kattava tietokanta erilaisista näkökulmista, jotta aineistoa voidaan analysoida monipuolisesti.

1.3 Raportin rakenne

Työn raportin rakenne koostuu seuraavista osioista. Johdanto, jossa esitellään työn lähtökohdat ja perustellaan sen tekemisen syyt, sekä käydään läpi työn tavoitteiden rajaus, tutkimuksen toteutuksen menetelmät, toimintatavat ja tutkimusote. Tämän jälkeen siirrytään tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen.

Tuotannon strategia, suunnittelu ja ohjaaminen käsittelevät tuotannonohjausta kokonaisuutena ja sitä, miksi sekä miten asioita tuotannossa toteutetaan siirtyen strategiasta suunnittelun kautta tuotannonohjaukseen.

Paperinkäsittelyn rooli perinteisessä tuotannonohjauksessa selvittää, miksi johdannossa esitelty työn aihe on oleellinen puhuttaessa perinteisestä tuotannonohjauksesta. Alaluvuissa esitellään kolmea pääkäsitettä aloittaen perinteisestä tuotannonohjauksesta, kertoen miten paperinkäsittely liittyy siihen ja

seuraavaksi millaisia paperinkäsittelyn ajalliset kustannukset ovat. Lukija saa tässä luvussa käsityksen paperinkäsittelyn roolista perinteisessä tuotannonohjauksessa.

Tuotannonohjauksen ja aikakustannusten merkitys kustannuslaskennassa esittää, miten nykyaikainen tuotannonohjaus ja tuotantotalous muuttaa aikakustannusten merkitystä kustannuslaskennassa. Luku esittelee teoriaa aikatietojen saamisen merkityksestä ja pohjustaa näin seuraavassa luvussa alkavaa tapaustutkimusta metalliteollisuuden alihankinnan pk-yrityksestä.

Tutkimuksen kohteen, menetelmien ja aineiston pääluvussa käsitellään tutkimuksen kohteena olevaa yritystä, josta siirrytään alalukuun työni tapaustutkimuksen metodologiaan. Metodologia kertoo tavoista ja keinoista, miten tavoitellaan ja hankitaan tieteellistä tietoa, sekä miten sitä muodostetaan ja perustellaan reilusti (Yin, 2018). Metodologian esittelyn jälkeen siirrytään aineistoon, sen analysointiin ja lopuksi arvioidaan aineiston validiteettia, jonka tavoitteena on arvioida aineiston monimuotoisuutta, analysointia ja tutkimuksen muotoilua sekä reliabiliteettia, jonka tavoitteena on varmistaa, että myöhemmin toistettava sama tapaustutkimus päätyisi samankaltaisiin löytöihin ja päätelmiin (Yin, 2018).

Tutkimustulosten ja niiden arvioinnin luvussa palataan työn pääasiallisten kysymysten äärelle, jossa tarkastellaan tuloksia ja arvioidaan niiden merkitystä suhteessa tutkimuskysymykseen ja teoriaan. Alaluvuissa käsitellään ensin tutkimuksen rajoitteita ja lopuksi muodostetaan ideoita jatkotutkimuksiin, sekä tehdään yhteenveto.

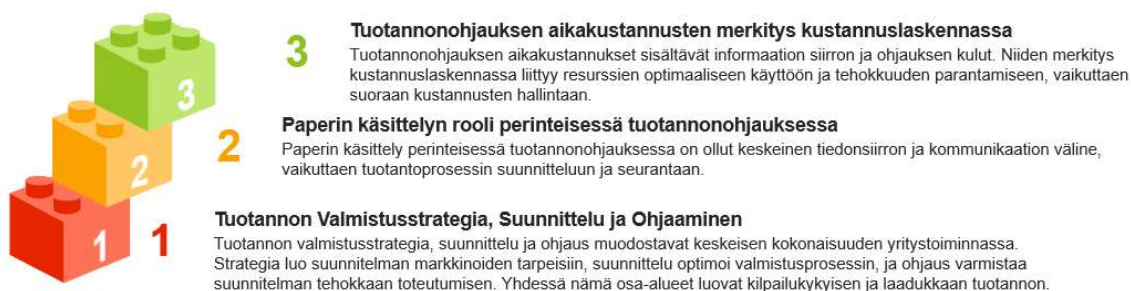
1.4 Tutkimusote

Tapaustutkimuksessani selvitetään paperin käytön ajallisia kustannuksia perinteisessä tuotannonohjauksessa käyttäen selittävää sekventiaalista sekaotemenetelmää. Menetelmässä ensin kerätään kvantitatiivista dataa ja sen jälkeen selitetään tulokset syvällisellä laadullisella datalla. Ensimmäisessä, kvantitatiivisessa vaiheessa kerätään yrityksen tuotannonohjauksen tulostimien, paperiin liittyvien tarvikkeiden ostomääriä vuonna 2022, tuotannon läpi menneiden rivimäärien vuonna 2022, tuotantohenkilöstön ja kyselynäytteiden dataa tuotannon ohjaukseen liittyviltä työntekijöiltä ja tuotantojärjestelmästä tutkimuksen kohteena olevassa metallialan yrityksessä. Tavoitteena on testata paperin käytön kustannuksia tuotannonohjauksessa ja arvioida, liittyvätkö tuotannonohjauksen paperin tulostamiset, tarvikkeiden ostomäärät, kyselynäytteiden ja paperiin liittyvät toiminnot paperin käytön ajallisiin kustannuksiin perinteisessä tuotannonohjauksessa. Toinen, laadullinen vaihe suoritetaan jatkona kvantitatiivisille tuloksille, jotta voidaan paremmin selittää kvantitatiiviset tulokset. Tässä tutkimuksen toisessa vaiheessa suunniteltuna on tutkia paperin käyttötapoja perinteisessä tuotannonohjauksessa tutkittavan yrityksen tuotannossa.

2 Teoreettinen viitekehys

2.1 Tuotannon valmistusstrategia, suunnittelu ja ohjaaminen

Tuotannon valmistusstrategian, suunnittelun ja ohjauksen teoriataustaa tarkastelen alan kehityksen ja johtamisteorioiden näkökulmasta, tarjoten perustan tutkimukselle tuotannonohjauksen, eli informaation siirron eri välineiden, sekä niistä aiheutuvien ajallisten kustannusten teorialle. Lähestyn aihetta tutkimalla tuotannonhallinnan varhaista historiaa ja keskeisiä johtamisteorioita. Käsittelen myös nykytilannetta, tarkastellen tuotantoteorian uusimpia näkökulmia ja käsitteitä, luoden samalla yhteyksiä vanhan ja uuden teorian käyttökohteista sekä tavoista. Tavoitteenani on luoda ymmärrys siitä, miten nämä teorat voivat valottaa tuotannon valmistusstrategian, suunnittelun ja ohjauksen dynamiikkaa organisaatiossa sekä tarjota käytännön näkökulmaa liiketoiminnan tehokkuuden parantamiseen ja kilpailukyvyyn vahvistamiseen ajallisten kustannusten vähentämisen kautta. Työni teoreettinen viitekehys on kuvattu kuvassa 3.

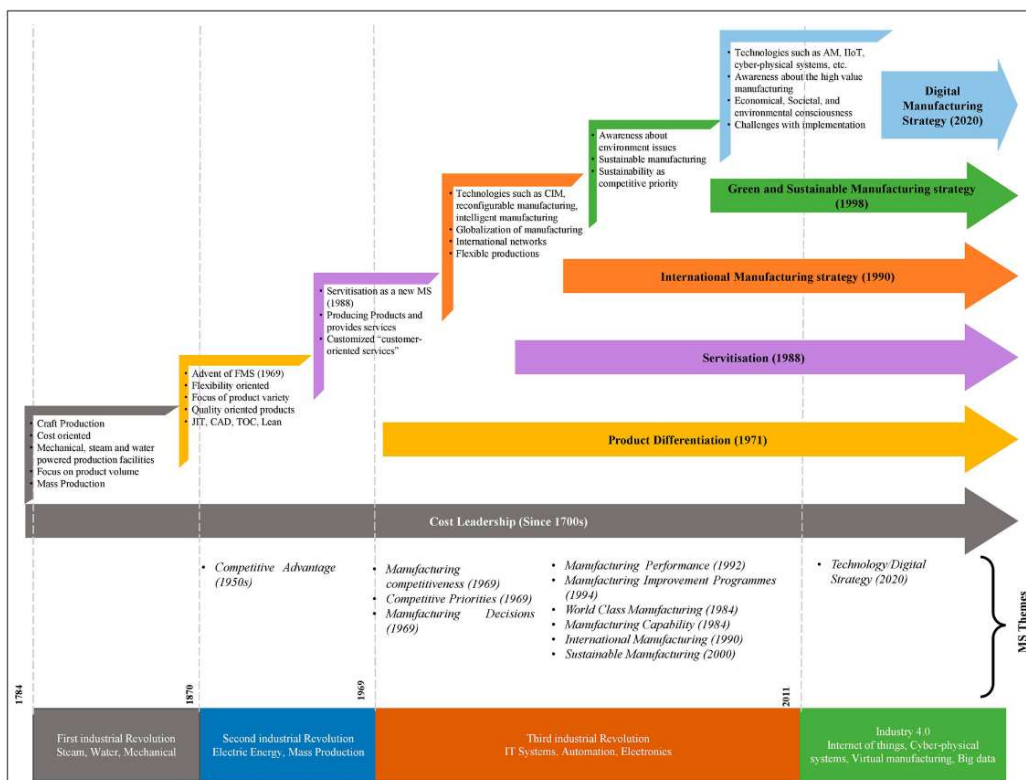


Kuva 3 Työni teoriaosuuden rakentuminen.

Valmistavan tuotannon johtaminen suunnitelmasta maaliin edellyttää yritykseltä selkeää toimintaa, jolla pyritään saavuttamaan kilpailuetua muihin yrityksiin verrattuna. Strategian tavoitteena on luoda edellytykset yrityksen eri osien yhtenäiselle toiminnalle tulevaisuutta kohti. Suunnittelun tehtävänä on jakaa työtehtäviä tasapuolisesti ja mahdollistaa tuotannon sujuva toiminta käytettävissä olevien resurssien puitteissa. Tuotannon ohjauksessa korostuu kyky reagoida muuttuviin tilanteisiin ennakoivasti, ajantasaisesti tai jälkikäteen. (Skinner, 1969; Fayol, 1971)

Tuotantostrategia on kehittynyt läpi kolmen eri aikakauden (Kuva 4) aina ensimmäisestä teollisesta vallankumouksesta 1700-luvulla (Smith, 1776) nykyiseen teollisuus 4.0:aan. Strategian perustana on aina ollut hintajohtajuus, ja eri vuosikymmeninä on kehitetty useita lisäarvoa tuottavia innovaatioita sen

tukemiseksi. (Skinner, 1969; Dohale ja muut, 2022)



Kuva 4 Dohalen ja muiden (2022) esitys suosituista tuotantostrategioista historiallisesti.

Tuotantostrategian roolin pohja on kehittynyt Porterin (1996) mukaan kilpailevan tuotannon strategiasta, joka on yksi kriittisistä komponenteista, jolla luodaan yhtiön kokonaisstrategiaa. Tuotannon strategia auttaa saavuttamaan kustannusetuja, tuotannon tehokkuutta, sekä säilyttämään ainutlaatuisen aseman markkinoilla. Tuotannon strategia huomioi eri osien ja tekijöiden synergia etuja, alan kehityslinjauksia, innovaatioita ja kasvua tuotannon evoluution muodossa. Strategia ei itsessään ota kantaa vain operationaalisiin parannuksiin, vaan sen tehtävä on myös tehdä tarvittavia kompromisseja ja saada niidenkin kautta aikaan yrityksen ominaislaatuisuuden kehittymistä. Strategian tehtävä on luoda edellytykset työntekijöille päätöksien, sekä kompromissien tekoon kaikissa eri työnkuissa ja päivittäisessä työssä, joka antaa mahdollisuuden uniikille ja arvokkaalle asemalle markkinoilla ja sen onnistuminen koostuu monien eri osa-alueiden onnistuneesta integroinnista, sekä toiminnasta. Tuotannon strategian rooli koskettaa, niin yrityksen sisäisiä toimintoja sekä ylemmän tason, että rinnakkaisten toiminnallisten tasojen, kuten HR tai rahoituksen yhdenmukaisen toiminnan kautta, kuin ulkoisia toimijoita yrityksen viestinnän ja operatiivisen kehityksen ja sen tuloksen kautta (Wheelwright, 1984). (Skinner, 1969)

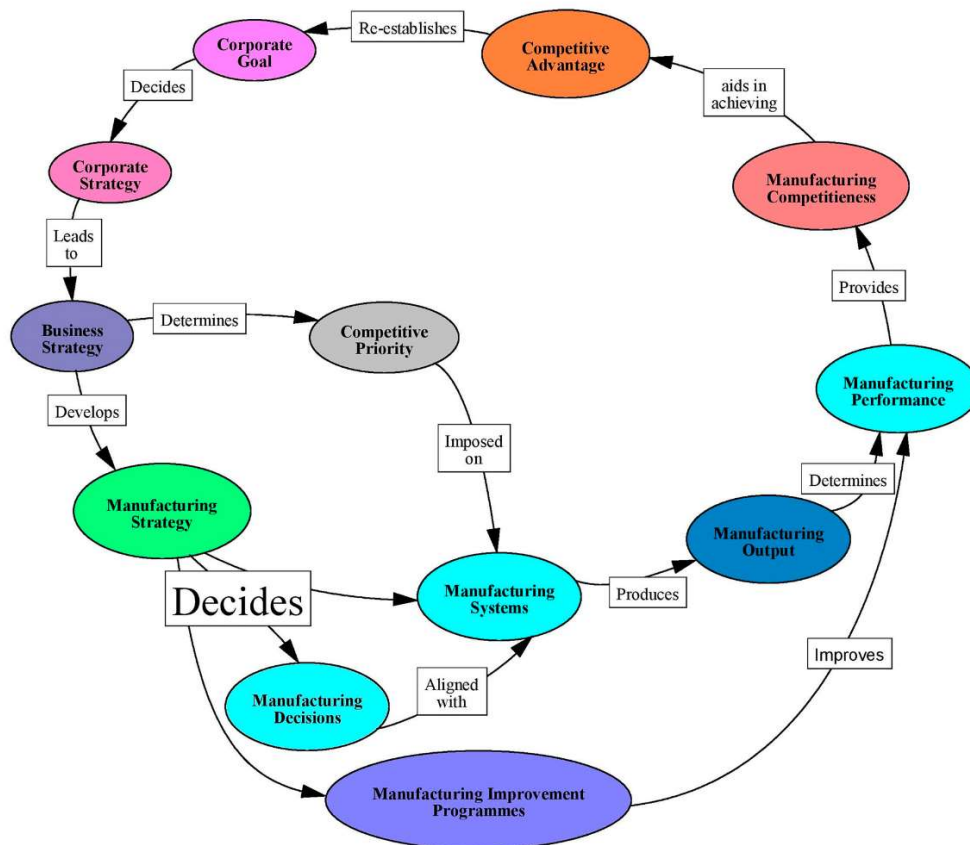
Strategian perimmäisiä tavoitteita Porterin (1996,1985) mukaan ovat:

1. Yhdenmukaisen toiminnan saavuttaminen

2. Toimintojen vahvistaminen kustannusetujen ja operatiivisten etujen saavuttamiseksi
3. Ainutlaatuisen arvokkaan aseman luominen markkinoilla erottuvien toimintojen avulla
4. Toimintojen integroiminen ja toteuttaminen monipuolisesti
5. Päätöksenteon ja kompromissien ohjaaminen organisaatiossa
6. Yrityksen ainutlaatuisen aseman viestintä
7. Kilpailuedun kestävyuden takaaminen
8. Kilpailuedun kasvattaminen

Strategian perimmäinen rooli ei ole muuttunut sen alkuperäisistä tarkoituksista (Porter, 1996), kun puhutaan nykyajasta (Kuva 5), vaan se on täydentynyt kilpailun luomissa isommissa tavoitevaatimuksissa, joita on aiheuttanut esimerkiksi digitalisaatio ja sen tuomat uudet mahdollisuudet tehdä enemmän ja paremmin vähemmällä (Hopp and Spearman, 2001; Kletti, 2007; Ohno, 2008; Dohale *ym.*, 2022). Tämä nykypäivän kehitysaste on saanut alkunsa, kun Skinnerin (1969) aloittaman työn avustuksella on ymmärretty, että yhtiön päämäärien pitää olla yhdenmukaisia tuotannon tavoitteiden kanssa, jotta ei päädyttäisi perinteisiin yleisiin ristiriitoihin, missä yritetään yhdistää matalat kustannukset ja korkea tuotannon tehokkuus tai nopea reagointikyky ja hidas tuotannonohjaus ja tämän seurauksena aloitettiin kehittämään valmistuksen strategisia viitekehyksiä, jotka auttavat saavuttamaan hyvän liiketoiminnallisen suorituskyvyn. (Dohale ja muut, 2022)

Historiallisesti suosittuja strategioita ovat olleet kustannusjohtajuus (Porter, 1985; D. Banker, Mashruwala ja Tripathy, 2014), tuotedifferentiaatio brändin, hinnan, laadun, palvelun, teknologian tai muun ulottuvuuden kautta (Wheelwright, 1984; Porter, 1996; Prasad, 1997; Ohno, 2008; Banker, Mashruwala and Tripathy, 2014; Herzallah, Gutierrez-Gutierrez and Munoz, 2017), palvelullistaminen lisäarvoa tuottavien palveluiden, tuen, tiedon ja itsepalvelun yhdistelmällä tuotteiden rinnalla (Vandermerwe ja Rada, 1988; Neely, 2008; Wilkinson, Dainty ja Neely, 2009), globaali tuotantostrategia kilpailuedun hankkimiseksi kustannuseduilla ja markkinan paikallisella tietämyksellä (Porter, 1990; Scully ja Fawcett, 1993), kestävä valmistusstrategia vastauksena kuluttajien uusiin vaatimuksiin 90-luvulta alkaen ja maailmanlaajuiselle ympäristöliikkeelle parantaen materiaalin kokonaiskäyttöastetta, materiaalitehokkuutta ja hukan vähentämistä (Tipnis, 1993; Ocampo, 2016; Hermundsdottir ja Aspelund, 2022) ja viimeisimpänä digitaalinen tuotantostrategia luomaan ja hyödyntämään tiedon muodostamisen ja välityksen avulla tehtyä lisäarvoa, joka tapahtuu integroimalla järjestelmiä ja toimintoja horisontaalisesti, vertikaalisesti sekä digitaalisen ja oikean maailman yhdistämisellä organisaatiossa ja koneiden välillä tiedon avulla ja välityksellä (Howard, 1966; Wendt, 1969; Lee, Kao and Yang, 2014; Liao ja muut, 2017). (Dohale ja muut, 2022)



Kuva 5 Dohalan ja muiden (2022) esitys nykypäivän tuotantostrategian muodostumisesta ja sen eri osien tuotoksista sekä niiden muodoista.

Tuotantosuunnittelu on keskeinen osa tuotannon itsenäistä ohjaamista. Taylorin (1911) perinteisen tuotantohallinnan teorian mukaan tuotantosuunnittelun on oltava niin laadukasta, että johtajat voivat olla poissa töistä jopa kuukauden kerrallaan ja silti työnkulku jatkuu sujuvasti. Tuotantosuunnittelun päämääränä on vähentää ulkoisen ohjauksen tarvetta tuotannossa ja lisätä itseohjautuvuutta. Tähän pyritään nykyään muun muassa missiopohjaisen johtamisen avulla (Poleac 2023), jonka tavoitteena on luoda yhteinen merkitys yhteisölle ja ratkaista tavoitteiden haasteita arvojen ja merkityksen motivaation avulla. Tämä edistää organisaation tehokasta etenemistä kohti tavoitteitaan. Tuotantosuunnittelun moniulotteisuus heijastaa ihmisten, kulttuurin ja toimintaympäristön vaikutuksia. Nykyaikana tuotantosuunnittelu ei rajoitu pelkästään koneiden kapasiteetin optimointiin vaan sisältää myös ihmisten tuottavuuden suunnittelun. Tämä korostuu erityisesti tiukoilla työmarkkinoilla, missä ammatillinen itseohjautuvuus vaikuttaa yksilön kokemukseen hallinnasta ja kontrollista (Schooler ja muut, 2004). Tämä kokemus edistää sekä henkistä että fyysistä hyvinvointia ja siten joustavuutta tuottavuuden näkökulmasta.

Taylor (1911) loi tuotannonsuunnittelulle 1800-luvulla tieteellisen ja tehokkaan perustan, jonka avulla teollisuuden prosesseja voitiin tehostaa tieteellisellä lähestymistavalla. Lähestymistavan ydinkohtia olivat tuotantoprosessin jakaminen pieniin vaiheisiin, vaiheiden sisäinen erikoistuminen sekä jokaiselle

vaiheelle oikeiden työkalujen ja ohjeiden tarjoaminen. Hänen menetelmänsä tavoitteena oli kokonaisuuden tuottavuuden, prosessin nopeuden ja sisäisen tehokkuuden parantaminen. Taylorin (1911) teoksessa korostettiin myös työntekijöiden valmentamisen ja palkitseamisen merkitystä parhaiden tulosten saavuttamiseksi sekä motivaation yleisen tason kohottamiseksi eli ihmisten tehokkuuden parantamiseksi. Johtajuuden tehtävänä oli hänen mukaansa ohjaaminen ja valvonta sekä tuotannosuunnitelman yhteiskehittämisen ohjaus.

Taylorin (1911) mukaan tuotannosuunnittelun ja hallinnan osaston pääasialliset tehtävät ja ihmisten työnkuvat ovat:

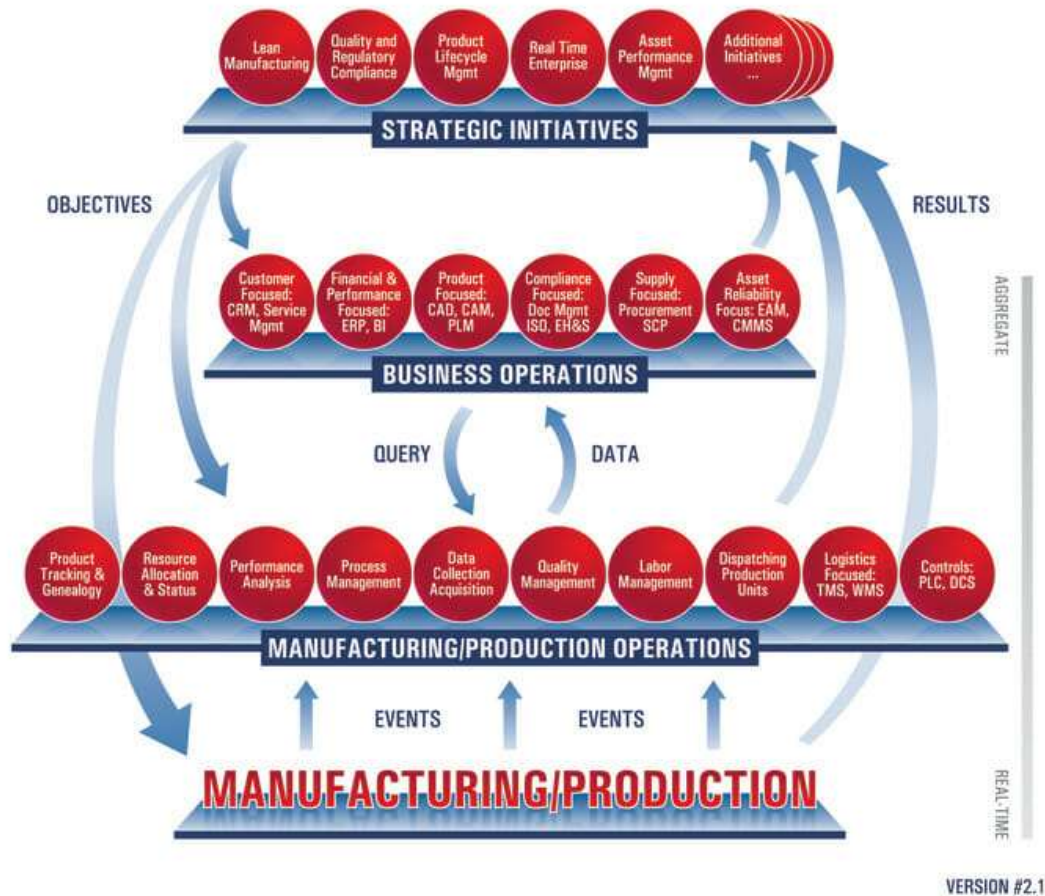
1. Analyysi kaikista koneiden tai työn tilauksista, joita yritys on ottanut, eli töiden esisuunnittelu kokonaisvaltaisesti tarvittavista suunnitelmista työn tarvittavien osavaiheiden suunnitteluun.
2. Aikatutkimus kaikista käsityövaiheista, mukaan lukien työn asettaminen koneisiin, penkki-, ruuvipuristin- ja kuljetustyöt jne.
3. Aikatutkimus kaikista toiminnoista, jotka suoritetaan eri koneilla.
4. Saldotiedot kaikista materiaaleista, raaka-aineista, varastoista ja valmiista osista sekä työn saldosta kullekin koneiden ja työntekijöiden luokalle, eli suunnitteluosaston tasevirkailija, jonka tehtävänä on pitää huolta materiaalien riittävydestä ja koneiden, sekä ihmisten kuormitustilanteesta. Hänen tehtävänsä on raportoida ja pitää johtaja ja myyntiosasto ajan tasalla toiminnan nykytilanteesta.
5. Analyysi kaikista uusista työtilauksista, jotka on saatu myyntiosastolla, ja lupausaikatauluista, eli uusien töiden aikaesisuunnittelu ja aikaisimman toimitusajan laskenta.
6. Kaikkien valmistettujen kohteiden kustannusten täydellinen analyysi ja täydelliset kuukausittaiset vertailevat kustannus- ja kuluesitelmat, eli jälkilaskentaa ja kustannuslaskentaa.
7. Palkkahallinto, eli nykyisin ulkoinen kirjanpito ja tehtyjen tuntien kirjausjärjestelmä.
8. Moniulotteinen kirjaimellinen symbolijärjestelmä osien tunnistamiseen numerollisen järjestelmän sijaan osien kustannuksien seuraamiseen, eli nykyisin töiden seurantajärjestelmä ja kirjaimellinen, jotta kirjoitetun tekstin virheet vähenisivät.
9. Tietokeskus, johon talletetaan järjestelmällisesti piirustukset ja kaikki muu sisäinen informaatio, sekä tieto.
10. Standardit, eli kaikki tavat tehdä asioita päivittäin ja toistuvasti läpi tuotannon. Erittäin tärkeää onnistuneiden päivittäisten toimintojen onnistumiseen luotettavasti.
11. Järjestelmän ja laitoksen ylläpito, sekä muistuttajan käyttö, jonka tarkoitus on muistuttaa vuoden aikana tehtävistä asioista eri osastoilla ja eri työntekijöillä.
12. Lähetysjärjestelmä ja postitoimitukset, tiedon, kuten raporttien ja tiedon välitykseen organisaation sisällä ja ulkoisesti.
13. Työnhakutoimisto, jonka tehtävänä on pitää kirjaa hyvistä työntekijöistä ja potentiaalisista työntekijöistä, sekä muista näihin liittyvistä tiedoista.

14. Työpajan kurinpito, jonka tehtävänä on työntekijöiden esimiesten ja johtajien konsultointi ja näiden perusteella tehtävät kurinpitopäätökset.
15. Vakuutusyhtiönä toimiva keskinäinen tapaturmavakuutusyhdistys, eli nykyisin työterveytenä ja ulkoisena vakuutuksena pidetty kokonaisuus, jossa tarjotaan työntekijöille turvaa sairastumisen ja tapaturman sattuessa.
16. Kiireellisten tilausten osasto, jonka tehtävänä on kiirehtiä viallisia tai korjattavia tuotteita tuotannosta asiakkaille.
17. Järjestelmän tai laitoksen parantaminen, jossa yhden henkilön pitäisi vastata organisaation järjestelmän tai laitoksen kehittämisestä.

Taylorin (1911) tuotannonsuunnittelun osaston esittely on erittäin yksinkertaisesti staattinen kuvaus eri toiminnoista, samoin kuin Wilsonin (1996) esittelemän Henry Fordin standardoinnin ja aikataulutukseen perustuvan massatuotannon suunnittelu. Olhagerin (2013) kuvaus tuotannonsuunnittelun kehityksestä ja nykypäivästä osoittaa, että tuotannonsuunnittelu on vain osa laajempaa toimintojen ohjausta. Siihen sisältyvät myös Taylorin (1911) osat, jotka ovat kehittyneet ja kasvaneet omiksi osikseen erilaisten polkujen kautta, kuten Demingin laatuopit ja järjestelmät SPC ja PDCA (Smith 2021), Goldrattin (1990) rajoitetun teorian, informaation arvon luomisen (Higgins, 1974; Howard, 1966; Shannon, 1948; Wendt, 1969) ja muita oivalluksia arvon luomisesta erilaisilla menetelmillä (Porter, 1985). Olhagerin (2013) kuvaus tuotannonsuunnittelusta korostaa, että nykyaikainen tuotannonsuunnittelu on monimutkainen prosessi, joka pyrkii optimoimaan tuotannon monien osatekijöiden avulla, kuten kysynnän vaihteluiden, toimitusketjun hallinnan, laadunvarmistuksen, ympäristön kestävyuden ja riskienhallinnan avulla. Tarkkojen ennusteiden ja reaaliaikaisten tietojen avulla tuotanto voidaan suunnitella ja toteuttaa siten, että se on nopeaa, tehokasta ja kustannustehokasta.

Muuttuva ja monipuolistuva tuotanto vaatii Olhagerin ja Rudbergin (2002) mukaan eritasoisia suunnittelujärjestelmiä, joiden tarpeeseen vaikuttavat eri markkinoiden, tuotteiden ja prosessien

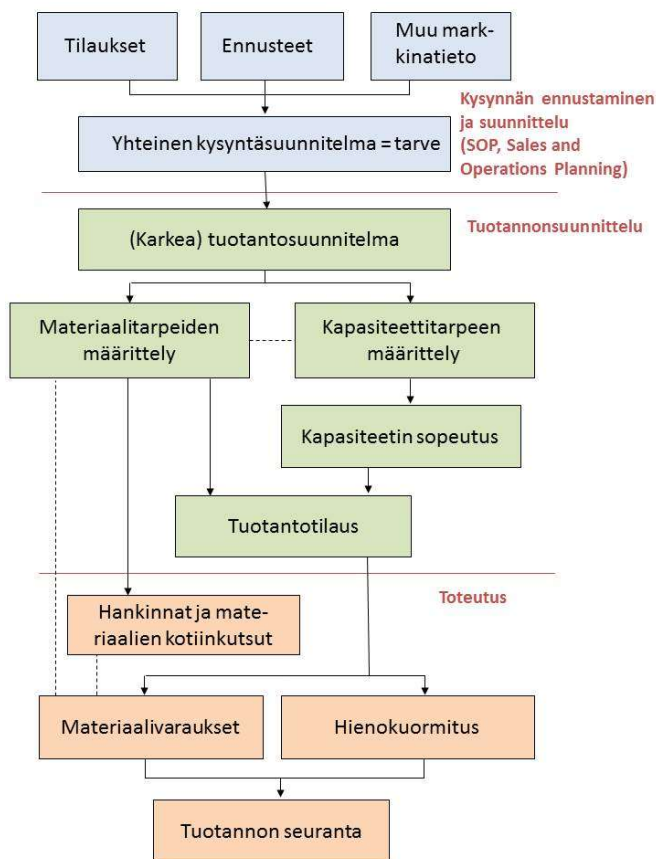
vaativuusasteet. Siksi on tärkeää eriyttää tuotannon suunnittelun tasot selkeästi (ks. Kuva 4).



Kuva 6 MESA Internationalin (2023) 2008 vuonna esittelemän "Strategic Initiatives Model" esitys tuotannon operaatioista ja niiden linkittymisestä strategiaan, toimintojen suunnitteluun, liiketoimintaan ja varsinaisen tuotannon toteuttamiseen. Tuotannon operaatiot ovat keskeisiä tuotannon toteuttavia järjestelmiä, joista puhutaan silloin kun puhutaan MES – järjestelmästä.

Tuotannosuunnittelua (Kuva 7) perinteisesti määritellään Vollmannin ym. (2001) mukaan osana tuotannon hallintaa kokonaisuuksissa. Ensinnä muodostetaan kokonaissuunnitelma, jossa ennustetaan tilausten, ennusteiden ja muun markkinatiedon tarvetta noin kolmen vuoden ajanjaksolle. Seuraavaksi karkeassa tuotannosuunnittelussa määritellään materiaalitardeet ja kapasiteettitarpeet tilauksille viikon – kahden kuukauden ajanjaksolle. Lopuksi tuotannon toteutusvaiheessa tai perinteisesti hienokuormitusvaiheessa tehdään hankinnat, materiaalivaraukset, hienokuormitus ja seurataan tuotantoa viikon sisällä. Suunnittelutoiminta on reaktiivista ja proaktiivista toimintaa varsinkin, mitä lähemmäs

toteutusvaihetta mennään (Hopp ja Spearman, 2001; Martinsuo ym., 2016).

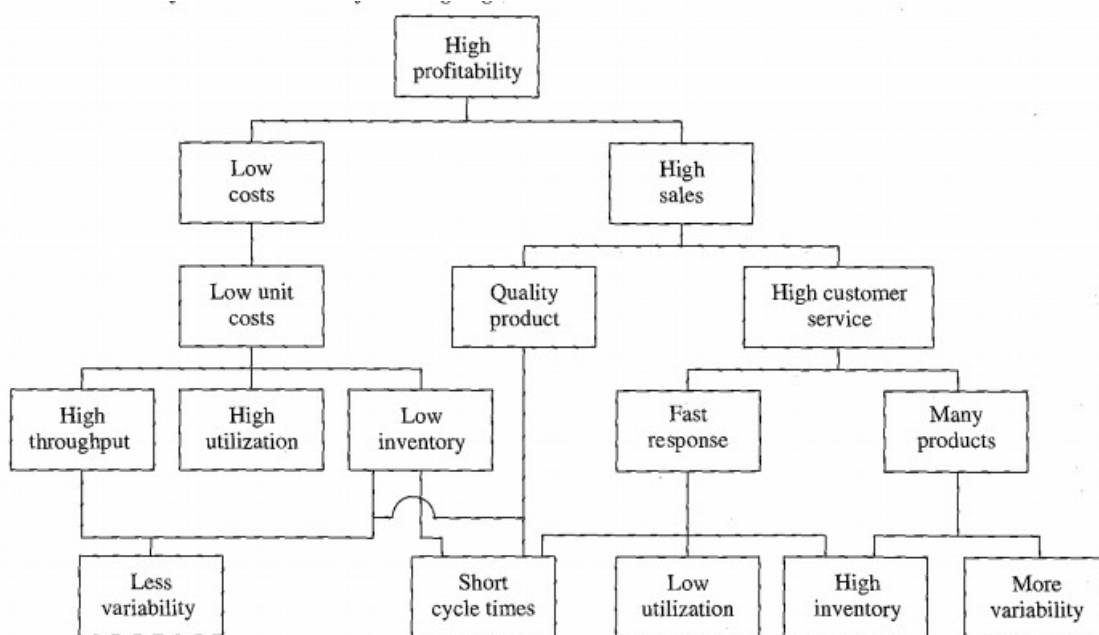


Kuva 7 Suomenkielisissä tuotannosuunnittelun koulutöissä usein käytetty Logistiikan Maailman (2023) (Lambert ym., 1998; Lehtonen, 2004; Scheer & Nüttgens, 2000; Vollmann ym., 2001) lähteistä muodostama tuotannon suunnittelun kokonaisuuden esimerkki.

Tuotannosuunnittelu on Klettin (2007) kirjan mukaan MES(Manufacturing Execution System) – järjestelmän avulla nykypäivänä kykenevämpi reagoimaan muutoksiin ja erilaisiin toiminta tai tuotantotapoihin, sekä niiden yhdistelmiin niin vertikaalisti, kuin horisontaalisti organisaatiossa, kuin esimerkiksi Taylorin (1911), Fordin (Wilson, 1996) tai Ohnon (2008) Toyotan tuotannon järjestelmät, koska nykyaikainen tuotannonohjausjärjestelmä pystyy saamaan, luomaan ja välittämään informaatiota ja tietoa nopeammin, laajemmin ja tehokkaammin tuotannon ympärillä, eli varsinaisessa toiminnassa ja toiminnasta (Kuva 6) (Lefta ym., 2020). Tuotannosuunnittelu on siis kehittynyt Olhagerin (2013) mukaan kattamaan kaikki tuotteen tasot ja muuttunut yhden koneen tai tuotannon osan suunnittelusta kattamaan tuotantoketjut laajempien kytkentöjen avulla, kun tuotannossa kamppaillaan Wacker ja Sheun (2006) mukaan monella rintamalla, kuten toimitusnopeudessa, toimitusvarmuudessa, hinnassa, laadussa, tuotantomäärän joustavuudessa, tuotejoustavuudessa, uuden tuotteen suunnittelussa ja joustavan tuotantoverkoston, kestävä tuotannon, palvelun ja digitalisaation tuomien ison datan käsittelymäärän ja tiedon tuottamisen mahdollisuudet (Dohale ym., 2022).

Tuotannonohjauksen tehtävänä on keskittyä lyhyen aikavälin kokonaisuuden operatiiviseen hallintaan ja päivittäiseen toimintaan. Tässä tehtävässä on mukana viitteitä niin tuotannon työjärjestyksen, aikataulutuksen, varaston, tuotannon toteuman, työvoiman, häiriöiden, toimitusketjun, ympäristöystävällisyyden, jatkuvan parantamisen, monen tehtaan, palvelun, tiedon ja laadun hallinnasta (Dohale ja muut, 2022; Gupta ja Boyd, 2008; Hermundsdottir ja Aspelund, 2022; Hopp ja Spearman, 2001; Kletti, 2007; Lee ja muut, 2014; Lohmer ja Lasch, 2021; Neely, 2008; Ohno, 2008; Olhager, 2013; Smith, 2021; Taylor, 1911; Vollmann ja muut, 2001; Wilson, 1996).

Tuotannonohjaus on laaja kokonaisuus, jonka tavoitteena on toteuttaa suunnitellut työvaiheet ja raportoida niiden tuloksista eri vaiheissa ja koneilla (Taylor, 1911). Tavoitteena on ohjata prosessit läpi tavoitellussa ajassa, pitäen kokonaisaika lyhyenä ja samalla tyydyttäen tuotteen laadun, matalien kustannusten ja korkean asiakaspalvelun tavoitteet (Kuva 8). Nämä ovat tuotannonohjauksen hallinnan eri osa-alueiden vaikutuskohteita.



Kuva 8 Hoppin ja Spearmanin, (2001) esitys organisaation tuotannonohjauksen hierarkkisista tavoitteista.

Tuotannonohjaaminen vaatii Hoppin ja Spearmanin (2001) mukaan monipuolisia informaatio- ja ohjausjärjestelmiä, joiden avulla voidaan tyydyttää organisaation erilaisia vaatimuksia (Kuva 6). Järjestelmien toimintaan kuuluu datan, sekä informaation kerääminen, tiedon luominen, tiedon välittäminen ja tiedon muuttamista tietämykseksi (Sakaguchi, 1963). Tiedon avulla pystytään tekemään perusteltuja päätöksiä ja muutoksia toiminnassa, joka mahdollistaa monialaisesti tuotannon lisäarvon luomisen, mutta tämä vaatii myös tiedon muodostumisen tarkkuutta, jotta informaatio olisi arvokasta toiminnalle, eikä päinvastoin haitallista (Higgins, 1974; Howard, 1966; Wendt, 1969).

Tuotannonohjaus ja sen onnistuminen perustuu esimerkiksi Hoppin ja Spearmanin (2001), Ohnon (2008), Taylorin (1911) ja Wilsonin (1996) mukaan tuotantoon annetun ja tuotannosta saadun informaation muuttuessa positiivisella tavalla ymmärretyksi tiedoksi, jolloin päätös tuottaa positiivisen tuotannollisen kehityksen suunnan. Datasta muodostetulla tiedolla on myös olemassa mitattava arvo tieto-opin hierarkiassa, jota on tutkittu monissa eri tapauksissa ja kohteissa (Epplerin ja Helfertin, 2004; Haugin ym., 2011; Howardin, 1966; Wendtin, 1969), joten siksi informaation esittämiseen panostaminen on myös lisäarvoa tuottavassa mielessä kannattavaa, kuten Tegarden (1999) työssään liiketoiminnan tietojen visualisoinnista esittelee, jotta tieto osattaisiin muodostaa mahdollisimman yksikäsitteisesti ja sitä kautta positiiviseksi tietämykseksi ja viisaudeksi.

Perinteisinä tapoina on koettu tiedon muodostaminen yrityksen johtoasemassa oleville henkilöille mittarien, taulukoiden ja tehdyn työn raporttien avulla, jotta voitaisiin muodostaa mahdollisimman tuottavaa ja yksiselitteistä tietoa. Tämä tieto auttaa tekemään oikeita päätöksiä (Tegarden, 1999). Johdolta työyhteisölle annetaan työn ohjeistuksia, toimintastandardeja, tiedotteita ja suoritettavan työn suunnitelmia, jotka toimivat työn tekemisen informaation lähteenä. Työntekijä muodostaa tarvittavan tiedon ja tietämyksen työn suorittamiseksi, ja tätä kutsutaan myös työntäväksi tuotannoksi (Hopp ja Spearman, 2001). Toisaalta vetävä tuotanto toimii enemmän itseohjautuvana informaation välittämisenä eri menetelmien, kuten esimerkiksi Toyotan kanban-korttien, avulla (Ohno, 2008).

Kanban-korttien tarkoituksena Ohnon (2008) mukaan oli luoda tuotantoprosessien välille tuottaja-asiakassuhteita, joissa asiakkaan toiminta ohjaisi automaattisesti tuottajan toimintaa, luoden luotettavamman informaatiovirran siitä, milloin valmistaa ja mitä. Vaikka informaatiovirta parani ja kustannukset laskivat, vaihtuvuus väheni ja laatu parani, se oli silti vain puoliautomaattista, usein edellyttäen ylläpitoresursseja vaativaa korttien liikuttelua (Koponen, 2019; Koski, 2015; Multanen, 2016; Pynnönen, 2009; Salminen, 2018; Temonen, 2023). Tämä on vertailua automaattisiin ohjausjärjestelmiin tai tietokoneella tapahtuvaan tuotannonmuutokseen ilman suurta fyysistä toimintaa (Hopp & Spearman, 2001; Kletti, 2007; Vollmann ym., 2001).

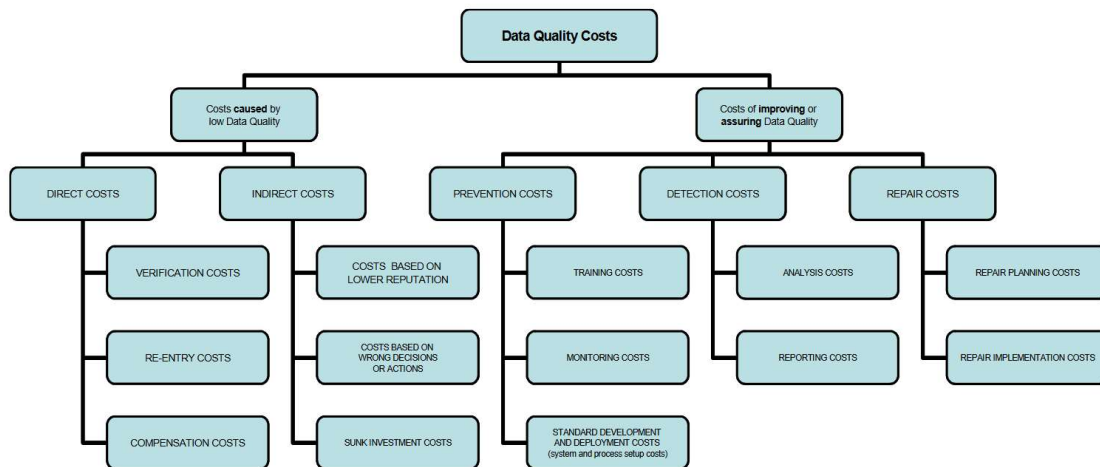
Perinteisten tuotannonohjausjärjestelmien ongelmana on informaation jatkuva muutos ja sen muuttamisen tarve jossain tuotannon osassa. Tämä vaatii aina henkilöresursseja tai nykyaikaisempaa automatisointia, ennen kuin informaatio tai tieto voi muuttua ja muodostua automaattisesti ohjauksessa. Tuotannonohjauksen tarvetta vähentää mahdollisimman onnistunut ja täydellinen tuotannosuunnittelu sekä tiedon ja tietämyksen automaattinen muodostuminen ja muutos. Tätä nykypäivänä edistää tuotannon horisontaalinen ja vertikaalinen integraatio toiminnanohjauksen ja tuotannonohjauksen välillä MES-järjestelmien avulla (Kletti, 2007).

2.2 Paperin käsittelyn rooli perinteisessä tuotannonohjauksessa

Tässä luvussa käsitellään paperin roolia perinteisessä tuotannonohjauksessa ja siirtymistä kohti digitalisaatiota. Alussa tarkastellaan paperin merkitystä viestinnässä ja informaation välityksessä tuotannossa, korostaen sen historiallista ja nykyistä roolia. Seuraavaksi käsitellään perinteisen paperikäytön haasteita, kuten tehottomuutta ja virheitä tiedonsiirrossa. Tämän jälkeen tarkastellaan digitalisaation vaikutuksia tuotannonohjaukseen, esitellen digitaalisten järjestelmien tehokkuutta, reaaliaikaista seuranta ja siirtymistä perinteisestä paperikäytöstä osittain tai täysin sähköisiin järjestelmiin, kuten PLM (Product Lifecycle Management), DMS (Document Management System) ja EDMS (Electronic Document Management System). Seuraavaksi keskitytään digitaalisen tuotannonohjauksen etuihin, kuten välittömään tiedonsiirtoon, tehokkuuteen ja resurssien vähentämiseen. Lopuksi käsitellään nykyaikaisen tuotannonohjauksen automatisoitumista ja digitaalisten järjestelmien integrointia, mikä vähentää perinteisen paperin tarvetta ja tukee päätöksentekoa numeerisen tiedon avulla.

Paperin rooli on moniulotteinen, kuten on kuvattu Sicardin (2014) tutkimuksessa. André-Salvini (1995) kertoo paperin historiallisesta käytöstä, joka ulottuu kirjoitusten tallentamisesta ja esittämisestä taiteeseen ja fyysisten muotojen luomiseen. Sicardin (2014) pohdinnoissa korostetaan paperin ainutlaatuista kykyä säilyttää jälkensä ajan kuluessa, mikä erottaa sen digitaalisista tallennusmuodoista. Vaikka paperin käyttö fyysiseen visuaaliseen toimintaan ja viestintään on itsestäänselvyys, vasta viimeisten 80 vuoden aikana on ymmärretty, että kommunikaatio on mahdollista myös numeroiden avulla (Shannon, 1948). Tätä periaatetta hyödynnetään laajasti myös tuotannonohjauksen viestinnässä. Shannonin (1948) työn myötä informaatiolle ja tiedolle on alettu muodostamaan numeraalista arvoa (Howard, 1966; Wendt, 1969; Higgins, 1974; Eppler ja Helfert, 2004; Haug, Zachariassen ja Liempd, 2011).

Viestintää voidaan Murphyn (1991) mukaan toteuttaa monin eri tavoin, kuten verbaalisesti, sanattomasti, kuvien avulla, äänellä, eleillä, ilmeillä ja käyttäytymisellä. Viestinnän informaation arvoa herkästi aliarvioidaan tai yliarvostetaan (Wendt, 1969). Viestintään liittyy yleensä lähettäjä, viesti, kanava, vastaanottaja ja tulkinta. Viestintä tapahtuu sanallisesti tai sanattomasti vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa, ja sitä havainnoivat ihmiset todellisuutenaan. Siksi inhimillisessä tuotannossa ja sen ohjauksessa on olennaista varmistaa viestinnän mahdollisimman yksiselitteinen tulkinta eli tiedonmuodostus. Tämä on tärkeää sen arvon takaamiseksi mahdollisimman vähäisin kustannuksin (Kuva 9) ja mahdollisimman tuottavin seurauksin organisaation kannalta (Watzlawick ja Jackson, 2010).



Kuva 9 Epplerin ja Helfertin (2004) esitys datan laadun kustannuksista.

Taylorin (1911) opit tuotannon suunnittelusta ja sen paikasta mahdollisimman lähellä tuotannon keskikohtaa antaen syyksi informaation mahdollisimman hyvän kulun ihmisille ja ihmisiltä eri papereilla kertovat oleellisen asian paperin käsittelyn tärkeydestä tuotannonohjaamisessa, informaation ja sitä kautta tiedon edestakainen kulkeminen tuotannossa on tuotannon onnistumisen kannalta oleellista nykypäivänäkin, kun pyritään mahdollisimman itsenäiseen tuotannonohjautuvuuteen ja sitä kautta mahdollisimman skaalattavaan tuotantoon pyrittäessä samaan aikaan mataliin tuotekustannuksiin, laadukkaisiin tuotteisiin ja korkeaan asiakaspalveluun (Hopp ja Spearman, 2001). Kommunikaatio ihmisten välillä on Taylorin mukaan tuotannonohjauksessa avainasemassa sen kokonaisvaltaiselle onnistumiselle, koska informaation on liikuttava mahdollisimman nopeaa, tiedon muodostuttava mahdollisimman selkeästi ja tulkintojen oltava laadukkaita näin tietoa pystytään käyttämään tuotannon prosessien kehittämiseen. Paperin käyttö perinteisessä tuotannonohjauksessa on historiallisesti ja universaalisti ollut kustannustehokas toimiva tapa tyydyttää näitä kommunikaation perustarpeita esimerkiksi Kanban-järjestelmän (kuva 10), muiden Lean-periaatteiden (Ohno, 2008) ja muun perinteisen yleisen tiedon jakamisen avulla (Taylor, 1911; Wilson, 1996).



Kuva 10 Multasen (2016) esimerkki paperilla toteutetusta Kanban-tyylisen töiden keräilyn ja ohjauksen menetelmästä.

Multasen (2016) tutkimuksessa (Kuva 10) esitellään esimerkki paperin käytöstä tuotannonohjauksen kommunikaatiovälineenä. Hänen esittämänsä esimerkki perinteisessä tuotannonohjauksessa osoittaa, että paperia käytetään kirjoittamalla, tulostamalla, merkitsemällä eri tavoin, siirtämällä sitä eri tuotantovaiheiden läpi ja jakamalla sekä säilyttämällä informaatiota. Paperi toimii siten tuotannossa kuin itse valmistettavat tuotteet, tarjoten informatiivisen lisäosan, joka kertoo, mitä tehdään, milloin ja missä. Taylorin (1911) perinteiset opit tieteellisestä tuotannon johtamisesta valaisevat hyvin paperin hyödyllisyyttä valmistusprosessin tärkeiden asioiden kommunikoinnissa. Erityisesti hän suositteli paperilomakkeiden ja ohjeiden käyttöä tiedon välittämiseksi eri osastojen välillä valmistustehtaassa. Taylor ehdotti, että paperilomakkeet ovat hyödyllisiä ohjeiden välittämisessä työntekijöille, jotka suorittavat tehtäviä. Esimerkiksi työkorttia voidaan käyttää tarjoamaan jokaiselle työntekijälle tarvittavat tiedot suorittavasta tehtävästä, mukaan lukien yksityiskohdat, kuten käytettävä työkalu, toimintojen järjestys ja erityisvaatimukset. Nykyaikaisen työkortin esimerkki on liitteessä 6. Lisäksi paperin käyttöä suositeltiin ajan ja kustannustietojen seuraamiseksi valmistusprosessiin liittyen.

Paperi on myös hyödyllinen Taylorin mukaan eri osastojen välisessä koordinoinnissa valmistustehtaassa, kuten suunnitteluosaston, piirustushuoneen ja konepajan välillä. Ohjeiden kirjoittaminen ja nopea toiminta saaduille palautuksille, eli reklamaatioille, sekä tiedon tallentaminen edellyttivät Taylorin mukaan osaston jäsenten tiivistä yhteistyötä. Hänen mukaansa paperi oli hyödyllinen väline kommunikoida informaatiota eri osastojen välillä ja tallentaa valmistukseen liittyvät tärkeät tiedot (Taylor, 1911).

Tilausohjautuvien tuotteiden ohjausta on voitu toteuttaa Haverilan ym. (2009) kirjan ja Taylorin (1911) oppien mukaan paperilla useimmiten työmääräimillä, joista käy ilmi tilauksen valmistettavan tuotteen

määrät, työvaiheet, raaka-aineet ja muut ohjeet tai tiedot. Työmääräimet ovat tavallisesti tulostettu toiminnanohjauksen järjestelmästä ja jaettu työpisteille tai tuotantoprosessin seuraavaan vaiheeseen lajiteltavaksi. Niiden järjestystä on voitu muuttaa aina työvaiheen aloitukseen asti. Työmääräimien mukana on usein myös tulostettu valmistettavan tuotteen piirustus tai muita kokonaisuuden valmistamiseen liittyviä papereita. Näiden paperien avulla on pyritty vastaamaan tilauksesta valmistettavien töiden hienosuunnittelun ja ohjaamisen haasteisiin jatkuvan muutoksen ja tilauksien luvattujen toimituspäivämäärien osalta. Papereiden haasteena onkin numeerisen tiedon antaminen nykykuormituksen oikeasta tilasta päätöksenteon tueksi, jossa muodostetaan odotusarvoa tulevaisuuden tapahtumalle. Päätökset voivat perustua eri tasoisille odotuksille, jotka perustuvat henkilökohtaisiin, ryhmäodotuksiin tai olettamuksiin, mikä voi lisätä kustannuksia esimerkiksi myöhästyneiden asiakastoimitusten, lisääntyneen työmäärän tai muun (Kuva 9) muodossa (Cyert, Dill ja March, 1958; Eppler ja Helfert, 2004).

Informaation arvo on aina ollut mitattavissa sen sisältämän datan kautta (Cyert, Dill ja March, 1958; Sakaguchi, 1963; Howard, 1966; Wendt, 1969; Haug, Zachariassen ja Liempd, 2011). Teknologian ollessa vielä kehitysvaiheessa on edelleen käytetty perinteistä, monipuolista ja fyysistä paperia tiedon välittämiseen (André-Salvini, 1995), erityisesti tuotannonohjauksessa, missä sen pääasiallinen tehtävä on tuottaa lisäarvoa oikeiden ja oikea-aikaisten päätösten muodossa (Wendt, 1969; Higgins, 1974), laadunhallinnassa (Ismail, 1998) sekä tuotannon tehokkuudessa, joustavuudessa ja kustannustavoitteissa (Leong, Snyder ja Ward, 1990; McClellan, 2000).

Paperinkäytön nykyisinä haasteina on havaittu muun muassa sen aiheuttama tehottomuus, tiedon välityksen viiveet, virheherkkyys ja ekologisen kestävyuden näkökulmat (Yousufi, 2023; Shah, Amjed ja Alkathiri, 2019; Shang ym., 2021), erityisesti kun siirrytään kohti paperitonta toimintaa. Vaikka erilaiset kanban-taulut ja muut infotaulut (Pynnönen, 2009; Koski, 2015; Multanen, 2016; Salminen, 2018; Koponen, 2019; Temonen, 2023) toimivatkin hyvin visuaalisena tiedon välittäjänä (Wendt, 1969; Murphy, 1991; Tegarden, 1999) ja edistävät tiedon ymmärrettävyyttä (Herrmann ym., 2018), niiden haasteena on tiedon paikkansapitävyuden varmistaminen, sillä ne ovat ihmisten ylläpitämää toimintaa ja alttiita tietojen vanhentumiselle (Vidyarathi ja Coffey, 2016).

Paperisen tiedonhallinnan kuormituksen ja tarkkuuden ongelmien vähentämiseen on Tarng ja Liun (1994) mukaan otettu käyttöön erilaisia järjestelmiä, kuten DMS (Document Management System), joiden tehtävänä on vähentää ihmisten käyttämää aikaa tiedonkäsittelyyn. Järjestelmän tarkoituksena ei Tarng ja Liun (1994) mukaan ole automatisoida ihmisten toimintoja, vaan luoda tiedon säilyttämiselle ja käsittelylle niitä tukeva selkeä prosessikokonaisuus, jossa tietotekniikka toimii avustajana tuottaen näin lisäarvoa. Tuotteiden elinkaaren suunnittelu on Cunninghamin (1969) mukaan strategisesti yrityksen kilpailumielessä tärkeää ja uusien tuotteiden suunnittelun hinta on hänen mukaansa kasvanut uusien

tuotteiden suunnittelun monimutkaistuessaa. Uusien tuotteiden suunnittelua ja tuotteiden elinkaaren hallintaa tukemaan luodut tuotteiden informaation hallintajärjestelmät, kuten PLM (Product Lifecycle Management) tukevat Tain (2017) mukaan hyvin tuotteiden suunnittelua tiedon jakamisen ja päivityksen ajantasaisuuden takia, tietoa ei tarvitse lähteä fyysisesti etsimään ja hakemaan eri paikoista, joka vähentää työaikaa. Tuotteiden valmistukseen ja hallintaan tietojärjestelmät Morshedzadeh ym. (2021) mukaan tuovat mahdollisuuden rakentaa organisaatiossa tuotannon eri vaiheissa päivityvä kokonaisuus, joka korvaa täysin eri tuotannon prosesseissa ja vaiheissa tarvittavia paperillisia tai muita tapoja säilöä sekä muokata tuotteen tai kokonaisuuden valmistamiseen käytettyjä ohjeita ja tietoa.

Paperille tiedon kirjoittaminen tai visualisointi on nopeampaa useimmiten, kuin näppäimistöllä kirjoittaminen useiden tutkimuksien mukaan (Connelly, Gee ja Walsh, 2007; Kiefer *ym.*, 2015; Weigelt-Marom ja Weintraub, 2018), mutta opettelulla siitä voi tulla Gossen, Parmentierin ja Van Reybroeckin (2021) mukaan nopeampaa kuin käsin kirjoittaminen ja isompi ongelma paperille tiedon kirjoittamisessa on sen laadullinen käytettävyys tiedon välittäjänä, jota voi parantaa hidastamalla kirjoitusnopeutta tai huonontaa kiirehtimällä kirjoitusta. Näppäilemällä kirjoitettu tieto on aina joko oikeaa tai väärää, eikä se jätä tulkinnanvaraa kirjaimien ja kokonaisuuden muodosta, kunhan teksti on luettavassa muodossa. Grahamin *ym.* (1998) sekä Gossen, Parmentierin ja Van Reybroeckin (2021) tutkimukset osoittavat löydöksiä siitä, että käsin kirjoittamisen laatu kehittyy ihmisellä nuoruudessa aikaisessa vaiheessa ja vain kirjoitusnopeus pääasiassa kehittyy ensimmäisten luokkien jälkeen. Ihmisen käsin kirjoittama teksti on laadullisesti aina kyseenalaista ja ihmisestä toiseen vaihteleva tekstin ymmärrettävyys luo ongelmia paperin käytössä tuotannonohjaukseen verrattuna näppäilemällä kirjoitettuihin ohjeisiin ja selostuksiin, josta kertoo esimerkiksi Britsin *ym.* (2017) tutkimus lääkärin käsin kirjoituksen ymmärtämisestä hoitajien tai apteekkarien suhteen, jossa todettiin heidän ymmärtävän käsin kirjoitetut reseptit 18 % kerroista jossain määrin väärin, eikä 35 % kerroista ymmärretty reseptin kirjoittaneen lääkärin nimeä. Kirjoitusnopeudella ei ole väliä hyödyllisyyttä tai datan laadun arvoa (Haug, Zachariassen ja Liempd, 2011) ajatellessa, jos siitä ei saa selvää, niin kirjoitettu data on arvotonta tai Haugin, Zachariassen ja Liempdin (2011) mukaan negatiivista arvoa tuottavaa väärin tulkintojen tai ylimääräisen työn muodossa.

Taylorin (1911) mukaan paperi olisi käytännöllinen tapa siirtää informaatiota ja tallettaa sitä, mutta sen käyttämistä varten varsinaisen tuotannon pitäisi toimia ohjaus ympärillä, jotta papereiden liikuttaminen olisi tehokasta. Nykyaikaisten tuotannon vaatimuksien mukana, joita esimerkiksi Kuvassa 4 esitellään erilaisten uusien tuotantostrategioiden muodossa, on kasvanut suurentunut tarve kestäväälle toiminnalle, monipuolistumiselle ja paikkariippumattomuudelle erilaisten uusien arvonluonti kilpailumuotojen kautta. Jos informaation kuljettamiseen ja tallettamiseen käytetään manuaalisia ja fyysisiä resursseja yhdessä paikassa, niin jäädään kilpailussa jälkeen, vaikka paperittomuudessakin on aina omat hyvät ja huonot puolensa kuten Prasetyo, Damaraji ja Kusumawardani (2020) tutkimuksessaan toteavat. Starkin

ym. (2023) esitys nykyaikaisesta hybridi mallisesta digitaalisesta valmistuksesta kertoo myös vanhan aikaisen tiedonsiirron haasteista nykypäivänä. Perinteisessä mallissa informaatiojärjestelmät ovat heidän mukaansa erillisiä järjestelmiä fyysisistä prosesseista, jossa fyysiset prosessit voivat toimia ilman digitaalista järjestelmää vasta, kun prosessi on valmisteltu ja työtilaus on jaettu. Starkin ja muiden (2023) mukaan fyysinen toiminta vaatii informaation käsittelyä, joka vaatii työaika, kuin myös toiminnan erittäin tarkkoja toimintamenetelmiä, joiden avulla saadaan fyysinen toiminta tuotannossa toteutettua. Digitaalinen tuotannonohjaus vaatii huomattavasti vähemmän ihmisresursseja (Stark ym., 2023).

Tuotannonohjauksen järjestelmien eniten referoiduiksi päätoiminnoiksi Teollisuus 4.0-ajassa nykypäivänä mielletään Da Costa Diasin ym. (2021) mukaan resurssien hallinnan ja tilanteen päivittämisen, laadunhallinnan sekä prosessien hallinnan. Kun haetaan Googlen kautta tietoa suomalaisista eri opintoasteen käytännön toteutuksia tuotannonohjauksen kehittämistä, voidaan havaita, että tuotannon ongelmat liittyvät samoihin päätoimintoihin, jotka ovat nykyaikaisen tuotannonohjauksen järjestelmien päätoimintoja. Nämä päätoiminnot kuuluvat hienokuormitukseen, jonka vaihtelevuuden haasteita perinteisessä tuotannossa pyritään korjaamaan fyysisellä useiden ihmisten työllä ja useimmissa tapauksissa käyttäen paperia ja jonkin asteista työjonojen visualisointia (Pynnönen, 2009; Koski, 2015; Multanen, 2016; Salminen, 2018; Koponen, 2019; Temonen, 2023).

Tuotannonohjauksen digitalisaatiossa informaatiota voidaan siirtää ja käsitellä käytännössä välittömästi (Kuva 11) ja se voi Starkin ym. (2023) mukaan toimia osana fyysisistä prosessia, jossa fyysisillä tavaroilla ja prosesseilla on digitaalinen vastapari, eli ne toimivat osana informaation siirtoa ja päinvastoin, kun taas paperin tiedonsiirtoketjut voivat olla hyvinkin monimutkaiset, sekä aikaa vievät erilaisissa prosessiketjuissa, joista yhden esimerkin esittelee Sellen ja Harperin (1997) Xeroxin tutkimuksessaan, joka esittelee toimistoympäristön dokumentin tuotannon prosessiketjun. Heidän tutkimuksensa korostaa paperin käytön pääasiallisia hyötyjä tiedon luomisessa, kuten asioiden päivitetävyyttä, muiden omien dokumenttien tarkistamista, paperin luomaa yhteisöllisyyttä fyysisen ominaisuuden kautta, paperidokumenttien kuljettamisen hyötyjä ja paperilta lukemisen etuja. Vaikka paperia pidetäänkin tärkeänä elementtinä informaation ja tiedon välittämisessä, on ilmeistä, että kaikki paperin hyvät puolet, erityisesti paperin käytön suhteen esitetyt, perustuvat paperiin liittyviin ihmisen suorittamiin fyysisiin toimintoihin, kuten kirjoittamiseen, lukemiseen, muokkaamiseen, kirjoitetun informaation selventämiseen, useamman dokumentin samanaikaiseen tarkasteluun sekä dokumenttien helpompaan tarkkaan tarkasteluun. (O'Hara ja Sellen, 1997; Sellen ja Harper, 1997; Dymetman ja Copperman, 1998)

McClellanin (2000) mukaan tietokonejärjestelmien käyttöä tuotannossa on usein kritisoitu tiedon tarkkuuden ja reaaliaikaisuuden puutteista. Perinteiset tuotteiden tuotannonohjausmenetelmät, kuten ERP ja MRP (materiaalien ja resurssien tarvelaskenta), perustuvat vanhempaan lähestymistapaan. Nämä

menetelmät määrittelevät tarvittavien tuotteiden valmistumisajat ja tarvittavat resurssit työntö-mallilla ennen tuotannon erilaisten laadullisten ja tehokkuuden muuttujien, kuten laadullisten virheiden ja koneiden toimintahäiriöiden, huomioimista (Ismail, 1998). Lisäksi uusien ja vanhojen töiden ja tuotteiden valinnan tarve, ohjeistukset ja muut tietoa vaativat päätökset korostavat tarvetta reaaliaikaiselle tuotantotiedolle (Kuva 11), jotta läpimenoaikojen vaihtelut eivät aiheuttaisi kustannusten kasvua (van der Laan, Salomon ja Dekker, 1999). Paperin käyttö voi vastata tähän tarpeeseen, mutta vain ihmisen avustamana ja aikaa käyttäen (Hopp ja Spearman, 2001).

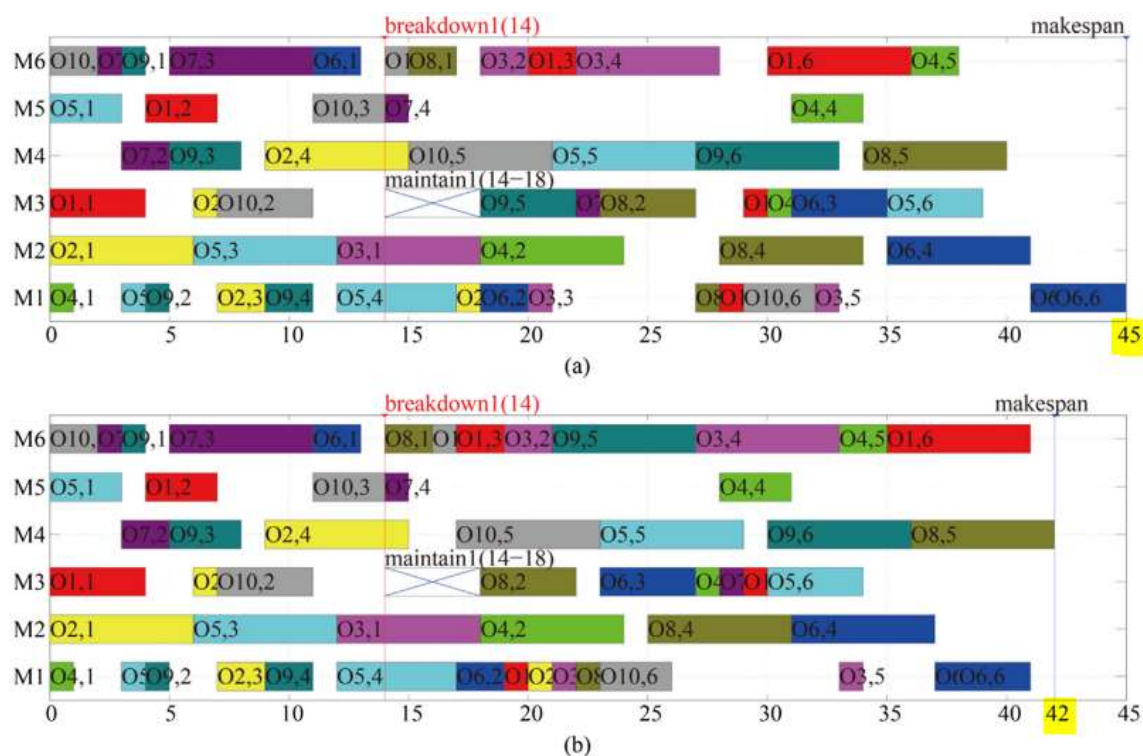


Fig. 2. (a) Result of rescheduling; (b) Result of no rescheduling.

Kuva 11 Tianin ja muiden (2019) esitys adaptiivisen työohjauksen reaaliaikaisen töiden uudelleen järjestelyn vaikutuksista digitaaliseen työjonoon. Muutokset tuotannossa, kuten tuotantokoneen rikkoutuminen ja korjaus vaikuttavat töiden uudelleenjärjestelyyn ja kokonaistekoon.

Digitaalinen tuotanto ja sen osittainen hyödyntäminenkin Stark *ym.* (2023) mukaan tuovat merkittävimmin asioina yritystä ajatellessa huomattavasti vähentyneen tilantarpeen, käyttöpääoman ja vähentyneen työntekijätarpeen. Investoinnit tuotantovälineistöön ovat heidän esityksensä mukaan korkeampia, mutta tuottavuuden parantumisen lisäksi objektiivinen digitalisaatio komponenttien valmistamisessa vähentää varaston tarvetta, lisää kapasiteetin käyttöä ja joustavuutta, ja sitä kautta korkeampaa tuotettua lisäarvoa. Digitaalisessa tuotannossa heidän mukaansa fyysiset resurssit kohtaavat digitaalisesti fyysisten tuotteiden kanssa luoden tuotannosta ja sen ohjauksesta kyberfyysisen järjestelmän, jonka resurssit ja tuotteet ovat aktiivisia esineitä, jotka tarjoavat palveluita muille esineille pyydettyä, eli hoitavat itsellään informaation välitystä.

Digitaalisessa tuotannonohjauksessa (ks. Kuva 6) Da Costa Dias ja hänen työryhmänsä (2021) tutkimuksen mukaan korvataan useita Taylorin (1911) esittelemiä tuotannosuunnittelun ja hallinnan osaston pääasiallisia tehtäviä ja ihmisten työnkuvia. Nämä nykyaikaiset tuotannonohjausjärjestelmät automatisoivat, keskittävät ja yhdistävät monia toimintoja, kuten tiedon jakamista nykyaikaisiin sähköisiin asiakirjojenhallintajärjestelmiin (EDMS), joka keventää asiakirjojen käsittelyä (Tarnig ja Liu, 1994). Järjestelmä antaa tietoihin välittömän pääsyn, joustavan käytön eri paikoista käsin, parantuneen informaatiovirran, prosessien tehokkuuden kasvun, vähentyneen tulostuksen ja tulostimien tarpeen sekä dokumenttien käytön selkeämmän seurannan (Adams, 2007). Sähköisten järjestelmien avulla asiakirjojen prosessointityötä voidaan tehdä helpommin, nopeammin, laadukkaammin ja ne ovat helpommin yksittäisten käyttäjien ja koko organisaation löydettävissä (Johnston ja Bowen, 2005). Digitaalinen tuotannosuunnittelu ja ohjaus automatisoi ja optimoi tilausten analysointia, suunnitteluprosessia ja aikataulutusta (ks. Kuva 11; Tian ym., 2019).

Klettin (2007) mukaan nykyaikainen digitaalinen tuotannonohjausjärjestelmä yhdistää ja automatisoi tuotannon toteutuneiden aikojen keräämisen, työntekijöiden tekemät työtunnit, laadunhallinnan ja hienosuunnittelun, mikä helpottaa päätöksentekoa ja tarjoaa numeraalista tukea päätöksentekoon. Tieto eri tuotannon osa-alueista tulee läpinäkyvämmäksi, ja digitaalisen ohjausjärjestelmän avulla voidaan tehokkaasti vastata muutoksiin tuotannonohjauksessa kustannustehokkaasti. Tämä vähentää paperin tarvetta tuotannon kokonaisvaltaisessa ohjauksessa sekä kehittämisessä ja vähentää paperin tulostamiseen, järjestelyyn, yhdistelyyn, liikutteluun ja muihin paperiin liittyviin toimintoihin, kuten kirjoittamiseen tai muuhun papereihin merkitsemiseen kuluvaan ihmisten työaikaan työn suunnittelussa, työjonojen hallinnassa, tehtävien töiden sisältöjen määrittelyssä, varastojen hallinnassa, työn seurannassa, työajan mittauksissa, sisäisen- ja ulkoisen laadunhallinnassa sekä erilaisten ohjeistusten ja informaation jakamisessa (Deuel, 1994).

2.3 Tuotannonohjauksen aikakustannusten merkitys kustannuslaskennassa

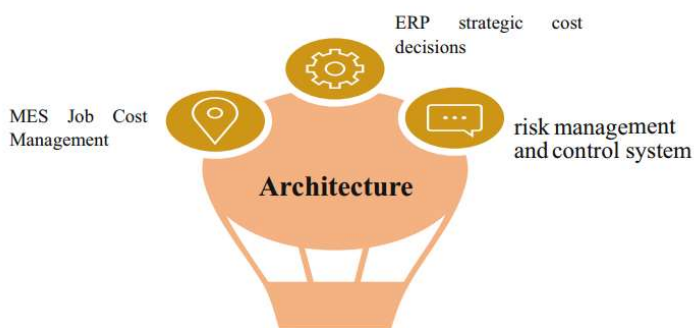
Gibbs (1958) toteaa, että kustannuslaskenta on läheisesti kytköksissä kustannusten hallintaan ja yritystoimintaan. Hänen mukaansa kustannuslaskennasta ovat kiinnostuneita eri ryhmät, kuten ekonomistit, jotka tarkastelevat yritysten erilaisia kilpailu- ja kustannusympäristöjä, tilastotieteilijät, jotka käsittelevät suuria tietomääriä laskennassa ja ymmärtävät sen tekniikoita, sekä insinöörit, jotka tutkivat teknologisen kehityksen, kuten automaation, vaikutuksia kustannusten laskemisessa. Kustannuslaskennan käsitteitä voidaan Gibbsin mukaan hyödyntää laajalti liiketoiminnassa, mukaan lukien tuotteiden jakelu, myynti ja muut yritystoiminnot, sekä hallituksissa että voittoon tavoittelemattomissa yhdistyksissä.

Kustannuslaskennan päätarkoituksina Gibbs (1958) esittelee tulojen määrittelyn, jossa myytyjen tuotteiden kustannukset ja varaston arvon arviointi ovat tärkeitä lopputuloksia. Taseen esittely on myös hänen mukaansa yksi kustannuslaskennan tarkoituksista, jossa esitellään tavaroiden varastotilanne, maksetut kustannukset, kertyneet kustannukset ja käyttöomaisuuden jäännösarvo. Kolmantena tarkoituksena Gibbsin (1958) mukaan on johtajien kustannusten kontrolloinnin mahdollistaminen riittävän asianmukaisen tiedon avulla, jotta suorituskykyä voidaan arvioida nopeasti ja tulevaisuuden suunnittelua on mahdollista tehdä. Larsonin (1952) mukaan toiminnoissa on olemassa erilaisia kustannuksia, ja kustannuksilla on olemassa myös oma aikamuotonsa. Hänen mukaansa kustannuksien aikamuotoja käytetään voiton määrittelyyn menneistä kustannuksista, kustannusten hallintaan nykyisistä kustannuksista ja suunnitteluun käytetään tulevia kustannuksia. Hänen mukaansa näitä tarkoituksia varten kustannustietoa on hankittu työ- ja prosessikustannuksien kautta, ja perinteisesti sitä on hankittu esimerkiksi Taylorin (1911) tieteellisten menetelmien opeilla, käyttäen apuna työn ja prosessien ajan mittauksen menetelmiä, ja näin luoden yhteyden aikaan ja rahallisiin kustannuksiin esimerkiksi työvoimakustannuksien tai koneiden käytön kustannuksien kautta. Gibbsin (1958) mukaan kaikki kustannukset ovat pitkässä juoksussa muuttuvia kustannuksia, koska tehdasta tai muuta toimintaa voidaan sopeuttaa ylöspäin tai alaspäin, ja näin ollen myös kiinteille kustannuksille pystytään määrittelemään aikaan perustuva muuttuva hinta, jonka laskentajärjestelmän Kaplan ja Anderson (2004) ovat esitelleet vastauksena Kaplanin ja Cooperin (2005) luomalle toimintopohjaiselle kustannuslaskentamenetelmälle. He yhdistivät toiminnot vähentäen laskentajärjestelmän päivityskuormaa ja kustannuslaskennassa erottavat erilaiset toiminnot niihin käytetyt ajat, ja ajalle lasketaan kustannus.

Tuotannon tuotteen ohjaaminen suunnitelmasta asiakkaalle on itsenäinen toimiva tuote tai palvelumainen kokonaisuus. Sen avulla tehtaan tai tuotannon johtaja voi varmistaa tuotteiden, palveluiden tai tuotannon saavuttavan tavoitteensa, vaikka hän ei itse olisi läsnä. Tämänkaltaisen tuotteen tai palvelun valmistusprosessit vaativat aikaa, välineitä ja muita resursseja. Tätä itsenäistä kokonaisuutta kutsutaan tuotannonohjaukseksi, joka toimii tuotteen tai palvelun valmistamisen prosessin rinnalla. Tuotannonohjauksen kustannuksia voidaan mitata käyttäen esimerkiksi Taylorin (1911) ajanmittausmenetelmiä. Näiden menetelmien lisäksi voidaan hyödyntää Larsonin (1952) menneeseen, nykyiseen ja tulevaan laskentaan esittelemää aikaperusteista toimintolaskentaa. Nykyaikaisempaa toimintolaskentaa tukee Kaplanin ja Andersonin (2004) esittelemä aikaperusteinen toimintolaskenta. Tämän päivän ohjausjärjestelmät, jotka perustuvat tietotekniikkaan (Kuva 6), mahdollistavat aikadatan luomisen, jakamisen koneille ja työntekijöille sekä tehokkaamman liikkumisen kuin perinteisen paperin tai manuaalisen kellotuksen avulla (Kletti, 2007).

Nykyajan tietotekniset järjestelmät ovat muuttaneet tuotannonohjausta enemmän palveluorientoituneeksi. Ne korvaavat fyysisiä tuotantoprosesseihin liittyviä kuljetusvälineitä, kuten

papereita, virtuaalisilla vastineilla, jotka keräävät, kuljettavat, ja prosessoivat dataa sekä oppivat itsenäisesti ilman merkittävää manuaalista panosta (Pagliosa ym., 2019; Tao & Zhang, 2017; Zhou ym., 2019). Hoozén ja Hansenin (2014) vertaileva tutkimus ABC- ja TDABC-kustannuslaskentajärjestelmistä korostaa prosessien ja resurssien, kuten työajan, selkeää jakamista, jotta toimintopohjainen kustannuslaskenta olisi mahdollisimman tarkkaa. Nykyaikainen tuotannonohjaus koostuu ERP-, MES- ja SCADA-järjestelmien integroinnista (ks. Kuva 12), mikä mahdollistaa suuren datamäärän hyödyntämisen tehokkaaseen ja tarkkaan kustannuslaskentaan (Wan & Qi [Qiu, Lu & Zhang, 2023], ss. 120–130). Tämä integraatio edistää liiketoiminnan tehokkuutta ja säästää kustannuksia, samalla parantaen päätöksentekoprosessien tehokkuutta ja yrityksen kannattavuutta. Se myös vähentää aikaa, joka aiemmin kului tiedon käsittelyyn ja siirtoon, mikä vastaa Taylorin (1911) oppien periaatetta tiedon liikuttelun vähentämisestä ihmisten aikaa säästään.



Kuva 12 Wanin ja Qin (Qiu, Lu ja Zhang, 2023, s. 122) esittelemä uusi malli ERP-järjestelmän kustannustenhallinnan malliksi kolmen moduulin avulla.

Tuotannonohjauksen aikakustannuksia voidaan tarkastella monesta näkökulmasta. Taylor (1911) piti tärkeänä mitata käsintehtyjen ja koneilla suoritettujen operaatioiden ajankäyttöä, jotta voitaisiin jakaa töitä tarkemmin ja paremmin. Porter (1985) korosti kustannuksien ja niiden ajurien merkitystä, joiden avulla voidaan saada ostajilta enemmän vähemmällä ja Marshallin teoksessa (1920) todettiin kustannuksien olevan aikakustannuksia, ”The earnings, or wages, which a person gets in any given time, such as a day, a week, or a year, may be called his time-earnings, or time-wages: and we may then say that Cliffe Leslie's instances of unequal time-wages tend on the whole to support, and not to weaken, the presumption that competition adjusts earnings in occupations of equal difficulty and in neighbouring places to the efficiency of the workers. (Marshall, 1920, s. 315)”.

Kaplan ja Anderson (2004) kehittivät samoja peruseriaatteita johtaan ajan ohjaaman kustannuslaskentamenetelmän, jossa ihmisten toimille ja toiminnoille voidaan siis laskea ja antaa aikaan perustuvia kustannuksia ja Marshallin (1920) mukaan koneiden ja ihmisten toiminnassa aikakustannukset muuttuvat tehokkuuden kasvaessa, joten tuotteiden tai palvelujen valmistuksen ohjauksessa ohjaukselle voidaan myös laskea konehintaa, eli toimintojen automatisoinnin hintaa, joka koostuu kiinteistä kustannuksista, kuten esimerkiksi hankintakustannuksista ja muuttuvia kustannuksia, joita ovat esimerkiksi työvoimakustannukset.

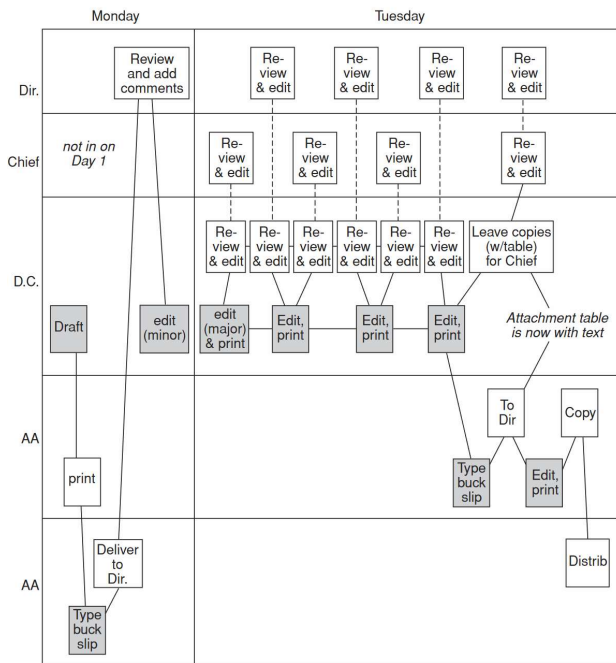
Tuotannonohjauksen perinteiset osat käytiin läpi Taylorin (1911) teoksessa sivulla 19, kun taas nykyaikaisia järjestelmiä ja tarkoituksia kuvattiin kuvassa 6. Useat käytännön kehityksen opinnäytetyöt (Pynnönen, 2009; Koski, 2015; Multanen, 2016; Salminen, 2018; Koponen, 2019; Temonen, 2023) osoittavat, että tuotannonohjaus pyrkii hyödyntämään dataa ja informaatiota, ja sen kehittämisessä lähdetään usein liikkeelle perinteisistä, paperisista järjestelmistä. Esimerkiksi Ohno (2008) esitteli visuaalisia järjestelmiä, joista otettiin oppia. Paperisten järjestelmien ylläpito vaatii usein fyysistä paperien käsittelyä, datan visualisointia (Herrmann et al., 2018) sekä kirjoittamista ja lukemista eri muodoissa (Sellen & Harper, 2003). Sellenin ja Harperin (2003) teos paperittomuuden myytistä kuvaa hyvin paperinkäytön prosessista aiheutuvia aikakustannuksia tuotannonohjauksessa, tuoden esiin heidän näkemyksiään siitä, miten ja miksi paperia käytetään tietotyöläisten työssä. Heidän näkemyksensä esitellään tarkemmin taulukossa 1

Taulukko 1 Sellenin ja Harperin (2003) kirjasta poimittuja erilaisia paperityön toimintoja, eli missä tai miten paperia käytetään.

Kommunikointi ja tiedon tallentaminen	Lukutoiminnot	Toimistotehtävät	Muut toiminnot
<ul style="list-style-type: none"> - Keskustelu - Kuuntelu - Muokkaus/arviointi - Ristiin viittaus - Oppiminen - Itseinformaatio - Etsiminen/vastaa minen - Kysymyksiin - Muistutus - Selailu - Tunnistaminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Paperilla käyttämisen liittyvät toiminnot - Lukeminen - Tekstin kirjoittaminen - Puhelimen käyttö - Kopiointi - Yhteistyö kirjoittamisessa - Yhteistyö datan analysoinnissa - Keskustelut 	<ul style="list-style-type: none"> - Asiakirjojen käsittely - Suurten kuorien täyttö - Kollaatio/lajittelu/tiedostointi - Oikoluku - Kirjoittaminen - Puhelut - Toimistotarvikkeiden käyttö - Kalenterin ylläpito - Paperien nouto - Laitteiden käyttö - Muut 	<ul style="list-style-type: none"> - Asiakirjojen siirto - Taittelu ja rullaus - Kynien käyttö - Merkitsemiseen - Dokumenttien liittäminen - Tekstin korostus - Paperin tulostus - Paperin digitalisointi

	- Kokoukset		
--	-------------	--	--

Sellenin ja Harperin (2003) kirjan esimerkkien ja selityksien perusteella tuotannonohjaukseen liittyy erittäin laaja kirjo toimintoja, joita suoritetaan, jos käytetään paperia ja kaikki nämä toiminnot käyttävät ajureinaan ihmisten työaika toteutuakseen.

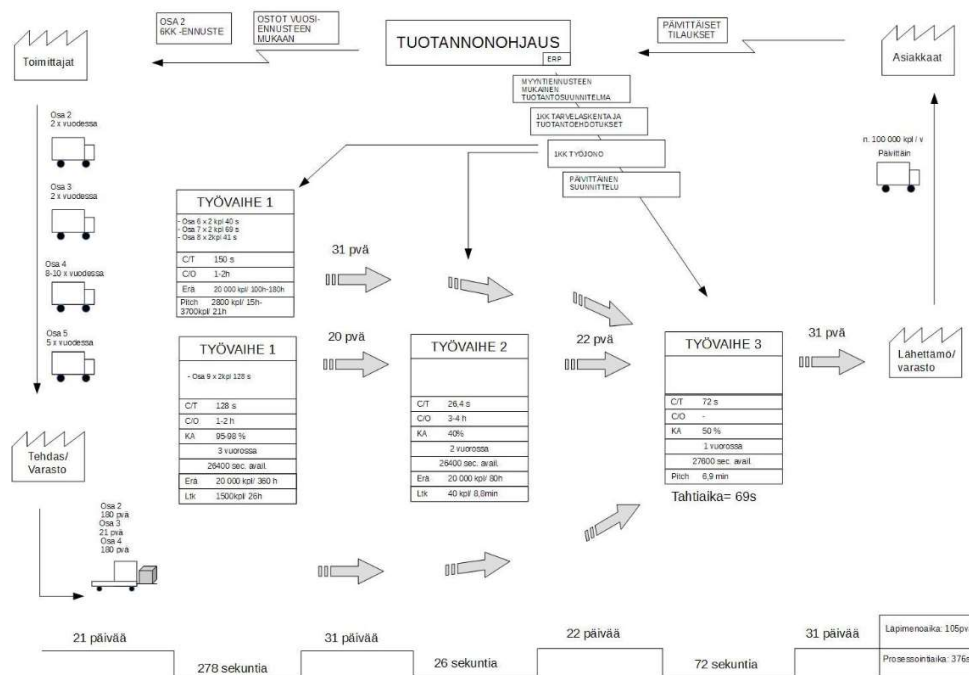


Kuva 13 Sellenin ja Harperin (2003) esimerkki yhden paperiraportin tuottamisen prosessista, johon liittyy 5 eri henkilöä. Tummat laatikot tietokoneella tehtäviä toimintoja ja katkoviivaiset toiminnot pitävät sisällään kahden ihmisen kasvokkain tapahtuvaa toimintaa. Heidän kuvauksessaan esimerkiksi tulostaminen laskettiin tietokoneeseen liittyväksi toiminnaksi, eikä paperista johtavaksi toiminnaksi.

Porterin (1985) mukaan on olemassa kaksi tapaa saada kustannusetua. Joko kontrolloimalla arvoa luovien aktiviteettien kustannusajureita, jotka muodostavat merkittävän osan kokonaiskustannuksista tai

uudelleenjärjestelmällä arvoketjun, eli muokkaamalla tapansa suunnitella, tuottaa, jakaa tai markkinoida tuotettaan. Kustannusjohtajuus vaatii hänen mukaansa kustannuksien vähennysmahdollisuuksien tarkastelua kaikkien mahdollisten yrityksen toimintojen kautta ja Porter (1985) totesi informaatiojärjestelmien olevan yksi tapa saavuttaa parempi aktiviteettien koordinaatio vaikuttaen kustannusyhteyksiin arvoketjuissa alentaen kokonaiskustannuksia, joista hän antoi esimerkiksi tarkempien tuotteiden korkeamman valmistuskustannuksen, joka voidaan kumota esimerkiksi vähentyneiden tarkastus ja viimeistelykustannuksien avulla, jotka muodostuvat tarvittavan ajan vähenemisestä.

Ohno (2008) kuvaa tuotannonohjauksen tehdyn työn aikakustannuksia arvoa tuottavina ja arvoa tuottamattomina, jonka keskiössä on työntekijän liike ja toiminta, eli päämittarina on aika. Kaikki ylimääräinen ja turha ajan kuluttaminen näkyy kuvan 14 perinteisessä arvovirtakuvauksessa, jossa läpimenoaika kasvaa prosessointiajan ja odotusajan seurauksena. Karjalainen, Karjalainen ja Piirainen (2008) kuvaavat informaation ja materiaalien virtaamista omassa myyntiä tukevassa koulutusmateriaalissaan, jossa käydään läpi Toyotan Leanin kautta muodostunutta VSM (Value Stream Mapping) (Kuva 13) järjestelmää, aktiviteettien, odotuksen, kuljetuksen ja tarkastuksen kautta.



Kuva 14 Salmisen (2018) esimerkki tuotteen arvovirran kuvauksesta.

Arvovirtakuvauksen järjestelmässä esitellään tuotannonohjaus alusta loppuun ja aikakustannukset ovat siinä olennaisimmassa osassa läpimenoajan ja prosessointiajan kautta, mutta itse tuotannonohjauksen, eli informaation ohjauksen aikakustannuksia siinä ei erotella vaan esimerkiksi Karjalainen, Karjalainen

ja Piiraisen (2008) mukaan informaatio- ja materiaalivirrat yhdistetään arvovirtakuvauksissa, joten tuotannonohjauksen aikakustannukset sulautuvat odotus- ja siirtoaikoihin.

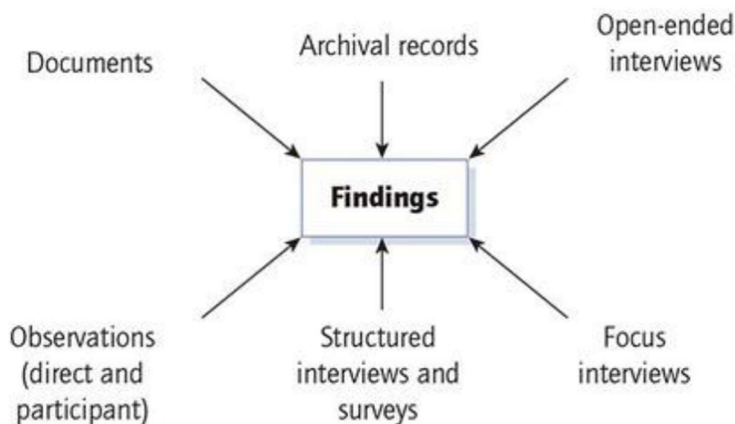
Ohnon (2008) Leanin esityksessä tuotannon aika muodostuu työstä ja hukasta, joten paperin käyttämisen isommat aikakustannukset tuotannonohjauksessa täytyy sisällyttää työvaiheisiin sekä prosessointiaikaan ja näin informaation liikkumisen aikakustannus jää erittelemättä ja mittaamatta, vaikka se kuvan 12 perinteisessä arvovirrassa esitelläänkin ja nykyään esimerkiksi hoitajien työskentelyn Antinaho *ym.* (2015) välttämättömiä toimintoja kuvataan välttämättöminä toimintoina, jotka joko tuovat tai eivät tuo lisäarvoa asiakkaalle.

Välttämättömiä tuotannon tai palvelun ohjauksen toimintoja ovat itse tuotannon tai palvelun ohjaaminen. Antinaho ja kollegat (2015) toteavat, että hoitajien palvelun ohjauksessa välttämättömiä toimia ovat esimerkiksi avun hankkiminen, potilaan kuljetus, muu dokumentointi, työssäoppiminen, työn valvonta ja hoidon järjestelyt. Tuotteita tuottavassa tuotannonohjauksessa, kun käytetään paperia työnkuviin, jotka vaativat ihmisten aikaa, aiheutuu välttämättömiä toimintoja, kuten on esitetty kuvassa 10. Nämä toiminnot on kuvattu myös taulukossa 1. Perinteisessä kuvassa 14 arvovirtakuvauksessa nämä toiminnot jäävät määrittelemättä ja sisällytetään aikakustannuksiin. Aikakustannukset ovat keskeisessä roolissa Kaplanin ja Andersonin (2004) esittelemässä nykyaikaisessa kustannuslaskennan järjestelmässä, joka mahdollistaa tarkan ja laajennettavan kustannuslaskennan. Tällaisella järjestelmällä voidaan vertailla tarkemmin ja laajemmin kannattavia asiakkaita, tuotteita ja toimintoja. Tuotannonohjaus on Taylorin (1911) mukaan ihmisten ohjaamista ihmisten avulla, eli tuotannonohjauksen kustannukset ovat ihmisten ohjaamisen kustannuksia. Nykypäivänä Zhou ja muut (2019) toteavat, että ne ovat ihmisten, kyberjärjestelmien ja fyysisten laitteiden yhdistymisen (HCPS, Human-Cyber-Physical System) ohjaamisen kustannuksia. Näitä kustannuksia voidaan jaotella Antinaho ja kollegoiden (2015) esittämän esimerkin mukaan arvoa tuottaviin ja pakollisiin, arvoa tuottaviin tai hukkaaviin töihin. Ohno (2008) korostaa lisäksi suoraan hukkaa tuottavia, eli negatiivista arvoa tuottavia toimia.

3 Tutkimuksen kohde, menetelmät ja aineistot

Tutkimukseni keskittyy metalliteollisuuden hitsattuihin levyrakenteisiin ja kokoonpanoihin erikoistuneeseen yritykseen, joka on toiminut vuodesta 2016 lähtien. Kyseinen yritys toimii 10–20 miljoonan euron liikevaihtoluokassa ja työllisti vuonna 2022 yhteensä 63 henkilöä. He tarjoavat kokonaisvaltaista valmistuskumppanuutta, joka kattaa toimintoja, kuten valmistettavuussuunnittelun, metallin laserleikkauksen, taivutuksen, koneistuksen, hitsauksen ja laitekokoonpanon. Hitsatut levyrakenteet ovat keskeinen osa tuotantoa, johon kuuluvat niin sarjatuotanto kuin yksittäiset levy- ja kokonaisuustilaukset.

Tuotannonohjauksessa hyödynnetään paperiprosesseja aina tilauksen käsittelystä lähetykseen asti. Tämä prosessi on tarkasti määriteltyjen tuotantovaiheiden läpikäymistä, ja C9000 ERP-järjestelmä tarjoaa kokonaiskuvan yrityksen itse rakentamien ohjelmistojen tukemana tuotannon tilasta ja kuormituksesta. Tuotannossa paperia käytetään laajasti eri tarkoituksiin, kuten työn seurantakortteihin, piirustuksiin, mittatuloksiin, ohjeisiin, tiedon jakamiseen ja ajettaviin tuotteisiin. Nämä käyttötarkoitukset ja niiden määrät tullaan tarkemmin käymään läpi työn edetessä. Tavoitteena on tarkastella paperin käyttöä, sen määriä ja siihen liittyviä ajallisia kustannuksia muodostaen kokonaiskuva, joka esittelee erilaisia löytöjä paperin käytöstä ja siihen liittyvistä ajallisista kustannuksista vastaten alkuperäisiin tutkimuskysymyksiin. Näitä löytöjä hyödyntäen pyritään vastaamaan kysymyksiin siitä, miten paperia käytetään ja millaisia aikakustannuksia sen käytöstä arvioidaan aiheutuvan vuosittain.



Kuva 15 Yinin (2018) esitys löytöjen yhteensovittamisesta tapaustutkimuksessa.

Yrityksen tuotannonohjauksen paperivirtoja voidaan kuvata kolmen eri ohjauksen kokonaisuuden kautta: teräsrakenteet, massavalmistus ja laatutoiminnot. Teräsrakenteiden ja massavalmistuksen paperivirtauksessa on eroja siinä, mihin tuotteet suuntautuvat aihoiden laserleikkauksen jälkeen. Paperivirtojen päätepysäkki voi olla joko roskissa, jossain vaiheessa prosessiketjua tai ne lähetetään asiakkaalle tilauksen yhteydessä, joten suuri osa papereista seuraa jossain muodossa yrityksen tuottamia tuotteita. Liitteessä 1 esitetään yrityksen kahden prosessikaavion perusteella täydennetty yhtenäinen

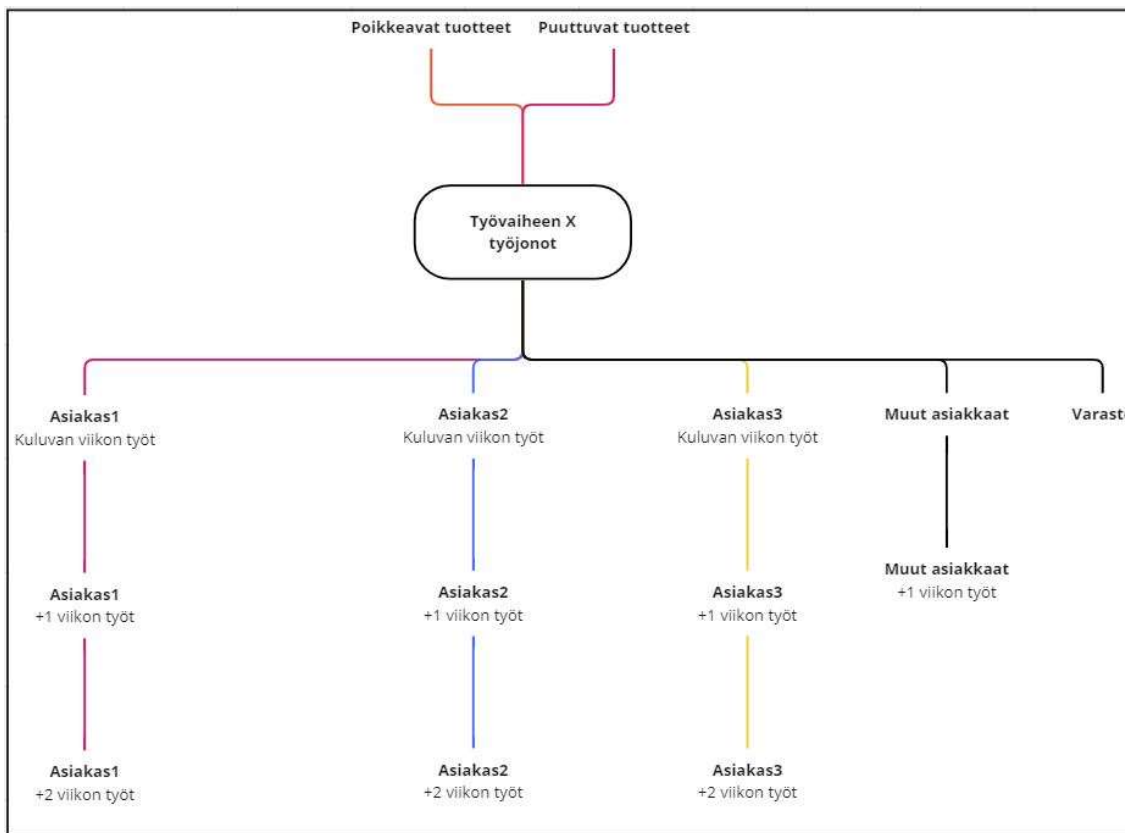
prosessikaavio, jossa teräsrakenteet ja massavalmistus yhdistetään laadun kanssa omien havaintojen pohjalta.

Tuotannonohjaus käynnistyy tilausten käsittelyllä. Ensimmäinen vaihe on tilauksen vastaanottaminen, joka tapahtuu joko sähköpostitse tai asiakkaan järjestelmästä. Tämän jälkeen tarkistetaan tarjous C9000-järjestelmästä. Mikäli tarjous vastaa tilausta ja tekninen suunnittelija/myyjä käy tilauksen läpi ohjeistuksen ja työvaiheiden osalta, tilaus syötetään järjestelmään. Toimitusaika varmistetaan tässä vaiheessa joko tuotantopäälliköltä tai muulta vastaavalta henkilöltä, tai käytetään asiakkaan kanssa sovittua toimitusaikaa. Erilaisten vaiheiden suorituspäivät määritellään toimituspäivän mukaan. Tilausten käsittely ja tekninen tuotannosuunnittelu/myynti toimivat tiiviissä yhteistyössä tässä vaiheessa, minkä seurauksena tilauksen käsittelijä valmistelee tarvittavat paperit, kuten työtilauksen, työmääräimet, piirustukset ja muut asiakirjat. Tilausten käsittelijä kuljettaa paperit sovittuun ohjelmoinnin lokeroon, josta varsinainen tuotannonohjaus käynnistyy. Tilausten seuranta varten käytetään liitteessä 6 esitettyjä työmääriä, joita korostetaan eri värisillä korostuskynillä asiakkaan helpottaakseen tilausten erottelua.

Tuotannonohjaukseen yrityksessä käytetään apuna itse rakennettua työjonoa, joka näyttää C9000-toiminnanohjausohjelmistosta tietoa työvaiheiden tarvepäivämääristä, leimatut ja leimaamattomat vaiheet ja tilauksia pystytään tämän avulla myös etsimään. Isoin panos tuotannon ohjaukseen tehdään ensimmäisessä ohjelmoinnin vaiheessa, koska sinne saapuvat kaikkien valmistettavien tuotteiden paperit ja siellä myös päätetään, mitä tuotteita sekä niiden papereita yhdistellään mihinkin ajettavaan kokonaisuuteen. Tästä lähtee tuotettavien osien ja kokonaisuuksien ohjaaminen eri prosessien läpi paperien mukaan työjonosta toiseen ja jokaisessa vaiheessa työvaiheissa kuitataan C9000-ohjelmistoon työn suoritettut tunnit, sekä lasketaan tuotteet ja tarvittaessa tehdään laaturvirheistä joko liitteen 2 mukainen uusi tilaus ohjelmointiin, sähköpostilla tai työnjohdon kautta varsinainen uusi C9000-tilaus tilausten käsittelyn kautta.

Työjonoja yrityksessä määriteltiin esimerkiksi materiaalin-, materiaalinpaksuuden-, työstökoneen-toimitus-, asiakkaan-, prioriteetin- ja vaiheen tekoajan mukaan värein, lokeroihin, järjestyksin ja muovitaskujen avulla. Tämän lisäksi työjonoja on myös prosessissa taaksepäin palautuville materiaaleille ja papereille, kuten poikkeavien tuotteiden ilmoituksille, muovitaskuille ja ajopapereille, joihin on merkitty sulatusnumeroita. Kuva 16 esittelee yhden työvaiheen työjono määriä ja esimerkiksi ohjelmointivaiheessa näitä löytyi laskelmien mukaan 85 kappaletta, joiden sisällä papereita järjestellään tekoajajärjestyksiin ja kokonaismäärä koostui pääasiassa eri materiaalien, eri koneiden ja erilaisten

kokonaisuuksien työjonoista.



Kuva 16 Yhden työvaiheen päätyöjono jaettuna paperisiin työjonoihin asiakkaiden, päivämäärien, tarpeen ja kiireellisyyden mukaan. Yhteensä 14 kpl työjonoa, joita tarkkaillaan ja muokataan.

Kaikkiin tuotannonvaiheisiin kuuluu olennaisesti paperitarvikkeiden hankkiminen, papereiden roskiin laittamista ja tuotannon informaatiotaulujen sekä paikkojen ylläpitoa, joissa paperisia tietoja päivitetään säännöllisesti joko päivittäin tai viikoittain. Paperin käsittely tuotannossa sisältää tulostamisen, niittaamisen, kirjoittamisen, värikynillä merkitsemisen, rei'ittämisen ja kokonaisuuksien kokoamisen muovikansien sisään. Tiedon palauttamista taaksepäin ohjataan paperimuodossa, sähköpostitse tai Microsoft Teamsin välityksellä, pyytämällä toimenpiteitä, kuten viällisen tuotteen palauttamista alkuvaiheeseen uuden tuotteen aloittamiseksi, kuten kuvassa 2 on esitetty, muodostaen oman työjononsa.

3.1 Metodologia ja aineisto

Tutkimukseni tieteellistä tietoa tavoitellaan ja hankitaan Yinin (2018) oppien mukaisella ajatuksella mahdollisimman laajasta otannasta erilaisia käytettäviä vaihtoehtoja. Tutkimukseni tarkoituksena on analysoida perinteisen tuotannonohjauksen aikakustannuksia yrityksen kontekstissa, erityisesti keskittyen paperin käyttöön ja siihen liittyviin prosesseihin. Tutkimukseni metodologia koostuu useista

vaiheista, jotka kattavat tietojen keräämisen, analysoinnin ja tulkinnan. Tieteellistä tietoa tavoitellaan, muodostetaan ja perustellaan määrällisten- ja laadullisten menetelmien avulla. Tietoa hankitaan kuvan 1 mukaisilla moniulotteisilla eri menetelmillä ja muodostetaan Yinin (2018) kuvan 14 mukaisella ajatuksella. Materiaalien ollessa arkaluonteista, liittyen yrityksen asiakkaisiin ja muuhun toimintaan, loin tutkimukselleni tietokannan, minkä jätän tutkittavan yrityksen haltuun ja työssäni esitetään vain välttämättömiä osia tutkimusmateriaaleista. Vastaan yksin itse tutkimustyöstäni, eikä sitä rahoita kukaan ja aihe on valikoitunut oman mielenkiintoni pohjalta. Tarkasteltava yritys on antanut minulle vapauden tutkia toimintojaan ja sovitusti esittelen tutkimuksen tuloksia.

Suoritin ensin kattavan kirjallisuuskatsauksen perinteiseen tuotannonohjaukseen ja aikakustannuksiin liittyen. Tämä vaihe auttoi minua hahmottamaan alan käsitteitä, teorioita ja aiempia tutkimuksia. Sen jälkeen suoritin pohja-aineiston hankintaa, jossa keräsin tietoja tulostimien määristä, paperien ja tarvikkeiden ostomääristä vuonna 2022, tuotannon eri vaiheiden perustiedoista ja prosessikaaviosta sekä hankin tuotannonohjauksen läpimienomäärät vuonna 2022 määrällisten analyysien tueksi ja saadakseni paremman kokonaiskuvan paperinkäytön laajuudesta tehtaassa. Näiden tietojen avulla muodostin liitteen 1 mukaisen informaation arvovirtakuvauksen. Pohja-aineiston avulla myöhemmissä vaiheissa voidaan vertailla näytteiden määriä ja aikoja vuoden aikana tapahtuneeseen toimintaan ja sen määriin.

Seuraavaksi ryhdyin laatimaan kyselylomaketta paperinkäytöstä, johon sisällytin ehdotetut ja ohjatut vastausvaihtoehdot toimintojen kuluttamaan aikaan ja suhteeseen. Kysely lähetettiin yrityksen sisäisen sähköpostin välityksellä kaikille tuotannonohjaukseen liittyville henkilölle, eli yhteensä 11 henkilölle, joilla oli sähköposti, sekä kahdelle valikoidulle henkilölle paperiversiona. Tuotannossa työskenteli kyselyn aikaan 54 henkilöä. Sähköpostitse jaetut kyselyt olivat anonyymejä, ja vastausaika oli 2.11.2023–10.11.2023. Sähköpostikyselyyn lähetettiin muistutukset 6.11. ja vielä toinen viimeinen muistutus 10.11. Paperiversion kyselyt toteutettiin samana ajanjaksona kahdelle tuotannon alkupäässä työskentelevälle henkilölle, jotka ehtivät vastata kyselyyn. Näiden kyselyjen avulla pyrittiin hankkimaan tietoa ihmisten käsityksistä omasta paperinkäyttöön liittyvästä ajankäytöstä tuotannonohjauksen eri vaiheissa.

Kysymyksiin valittiin toiminnot tutkijan omien havaintojen perusteella sekä taulukossa 1 ja kuvassa 12 esiteltyjen lähteiden koosteiden perusteella. Tavoitteena oli valita kysymyksiin toimintoja, joita voitaisiin sähköistää erilaisten tuotannon- ja toiminnanohjausjärjestelmien avulla. Kyselyn tuloksia voidaan myös vertailla pohja-aineiston eri osiin, kuten tulostusmääriin ja muihin näytteisiin. Verkkokyselyn ulkopuolelle jäi osa tuotannon käytännön työvaiheista, mutta kokonaisuutena pyrittiin kattamaan mahdollisimman moni työvaihe myös paperisilla kyselyillä. Kyselyn virhemarginaali haluttiin pitää mahdollisimman pienenä koko tuotannonohjausketjun osalta, vaikka se ei olekaan tutkimuksen kannalta olennaista, koska kyselyvastaukset perustuvat eri ihmisten omiin arvioihin

toimintojen määristä ja siihen käytetystä ajasta. Kyselyn tulokset voivat vaihdella ihmisen tulkinnan ja arvioinnin seurauksena.

Kyselyiden vastaukset hankittuani tein syvällisempää tutkimusta yrityksen tuotannonohjausjärjestelmästä, johon sisältyi C9000-ohjelmiston ohjeita, työohjeita, tuotannon layoutia ja toimintatapoja. Näiden avulla laajensin liitettä 1 esitettyä arvovirtakuvausta ja keräsin aineistoa laadullista tutkimustani ja analyysiäni varten. Syvällisen tutkimuksen jälkeen keräsin näytteitä paperinkäytöstä tuotannossa erilaisin menetelmin. Näihin menetelmiin kuuluivat esimerkiksi aiemmin kerättyjen satunnaisten aikatutkimusnäytteiden vertailu kyselylomakkeeseen sisältyviin kysymyksiin, paperiroskan kerääminen suhteessa tulostusmääriin tietyssä tuotannon vaiheessa, satunnaiset kuvanäytteet eri vaiheista tuotannossa sekä yleinen kenttätyö, johon sisältyi keskusteluja tuotannonohjaukseen liittyvien työntekijöiden kanssa ja toiminnan havainnointia.

Satunnaisia aikanäytteitä otettiin puhelimen asennetun "Timestudy Stopwatch" -ohjelman avulla. Osa näytteistä oli työntekijöiden satunnaisia kellotuksia eri toimintoja suorittamassa, ja osa näytteistä tehtiin oman kokeilun perusteella. Näiden tuloksia voidaan pitää vain esimerkkejä esittävinä numeroina. Aikanäytteitä otettiin aikavälillä 24.10.–27.10.2023. Paperiroskan kertymistä suhteessa tulostusmääriin lähdin toteuttamaan ottamalla ohjelmointityöpisteen sen hetkisen tulostusmäärän 1.11.2023 ja tyhjentämällä paperiroskakorit. Puolentoistaviikon päästä, 10.11.2023, otin uudestaan tulostimen tulostustiedot ja skannasin kännykälläni kaikki paperiroskiin kertyneet paperit talteen analyysiä varten. Lisäksi otin ylös työjonosta ohjelmoinnissa tehtyjen rivien määrät ja kaikki tehdyt neste määrät tälle aikavälille määrällistä analyysiä varten.

Lopuksi lähdin ottamaan satunnaisia kuvanäytekokonaisuuksia tuotannosta, jossa skannasin kaikki esimerkiksi koneella X, ajetut nestipaperit, joiden avulla voidaan analysoida, että kuinka paljon papereihin keskimäärin kirjoitetaan. Analysoimalla kirjoitus, piirto ja muita merkintämääriä voidaan niitä vertailla esimerkiksi kirjoitusnopeuden tutkimuksien kirjoitusnopeuksiin ja näin saada tietoa siitä, kuinka paljon aikaa tuotannossa ihmiset käyttävät papereihin kirjoittamiseen keskimäärin. Samankaltaista analysoitavaa tietoa saadaan myös paperiroskan näytteestä. Ottamani näytteet koostuvat pääasiassa tuotannon alkuvaiheen työvaiheista ja ne olivat erittäin tekstipitoisia verrattuna muihin työvaiheisiin havaintojeni perusteella ja näin saadaan myös Pareton (1896) lain mukaista mahdollisimman suurta otantaa vaiheista, jossa paperin käyttö on myös toimintojen, kuten kirjoittamisen osalta isossa roolissa. Kuvanäytekokonaisuudet kuvattiin ja eriteltiin omiin kansioihin pääasiassa 3.11.2023 ja muita kuvia otettiin ehtiessä 10/23–2/24 välisenä aikana. Näytteiden kuvamääriä ja muita tietoja avataan tarkemmin aineiston analysoinnin vaiheessa.

Tutkimuksen tavoitteena on käyttää saatavilla olevia aineistoja paperin ajallisten kustannusten arvioimiseksi sekä perustella niiden vaikutusta paperin fyysisenä tuotteena ja liikuteltavana, sekä käsiteltävänä resurssina. Tarkoituksena on esittää lukemia ja tapoja, jotka ovat sellaisia, että tuotannonohjausjärjestelmät pystyisivät aidosti vähentämään niitä ja jättämään huomioimatta ne asiat, jotka eivät poistuisi paperin poistamisen myötä toiminnasta. Aineiston hankinnassa tutkijalla oli käytössään lyhyt, noin kahden kuukauden mittainen aikaväli, minkä vuoksi päätettiin kerätä mahdollisimman kattavasti tietoa niistä osista tuotannossa, joissa paperia käytetään eniten ja monipuolisimmin.

Analyysissä lähden liikkeelle kuvan 2 esittämän järjestyksen mukaan, käyttäen pohjana saatavilla olevaa aineistoa. Tämän pohjalta muodostetaan kuvaa tulostusmääristä, paperin ja paperitarvikkeiden ostoista vuonna 2022, eri vaiheiden perustiedoista ja prosessikaaviosta sekä tuotannonohjauksen läpi käyneiden rivimääristä samana vuonna. Näiden tietojen avulla pyritään hahmottamaan paperinkäytön määrää numeerisesti ja suhteuttamaan sitä tuotannonohjauksen kautta kulkeviin tuotteisiin.

Analysoin seuraavaksi kyselynäytteitä, jotka hankittiin sähköpostitse ja tulostettujen kyselylomakkeiden avulla, ja muodostan niiden perusteella työntekijöiden käsityksiä tuotannonohjaukseen liittyvien toimintojen ajankäytöstä paperin osalta. Lisäksi vertailen näitä tuloksia hankittuihin pohja-aineistoihin.

Tarkemmin tutkiessani tuotannonohjausjärjestelmää tarkastelen yrityksen sisäisten toimintaohjeistusten valossa ja tuotannon layoutin kautta. Analysoin tuotannon layoutia erityisesti paperinkäytön näkökulmasta huomioiden tuotannon toimintatavat. Viimeisessä osassa aineiston analyysissä keskityn erilaisiin tuotannon paperinäytteisiin, esittäen ja tutkien aineistoa paperin käytön ajallisten kustannusten, jätteen määrän ja yleisen kuvauksen osalta.

Aineiston analyysin avulla pyrimme vastaamaan tutkimuskysymyksiin siitä, miten paperia käytetään perinteisessä tuotannonohjauksessa ja kuinka paljon ajallisia kustannuksia voidaan arvioida aiheutuvan paperin käsittelystä perinteisessä tuotannonohjauksessa vuoden aikana. Tavoitteenamme on antaa kattava kuva tuotannonohjauksen paperinkäytön ajallisista kustannuksista kuvailevan ja määrällisen analyysin avulla.

3.2 Tulostimien tiedot

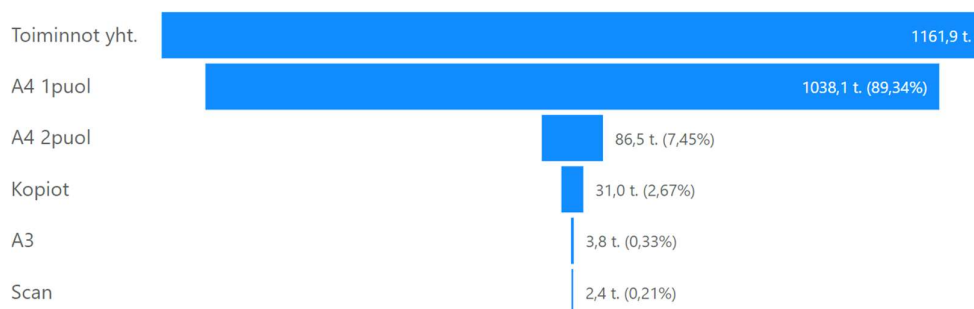
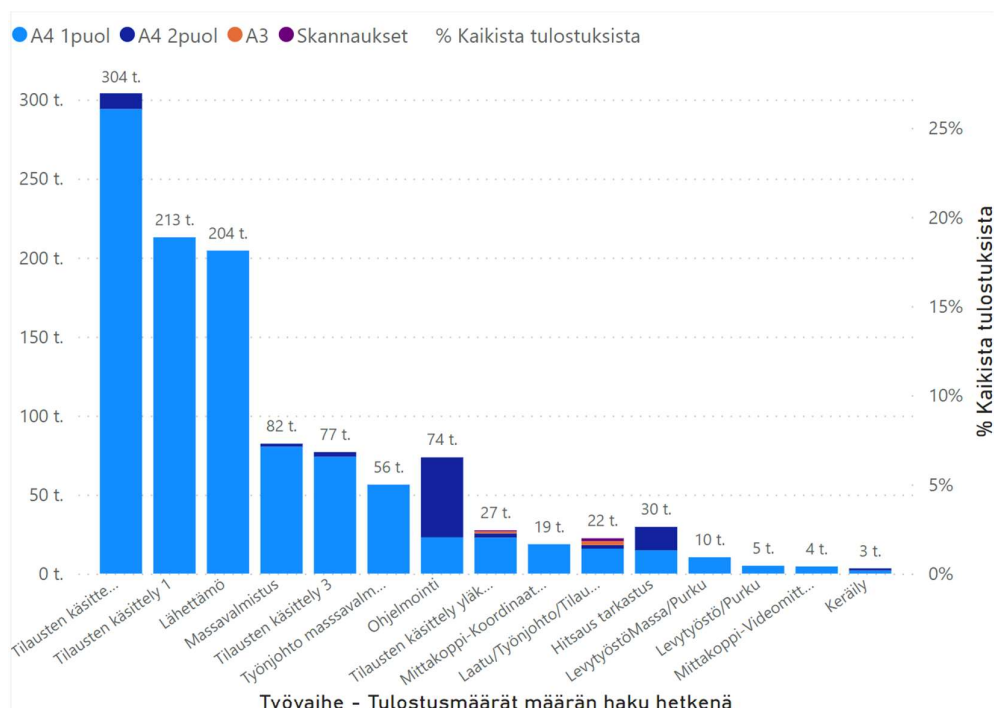
Aineiston kerääminen ja tutkimus aloitettiin hankkimalla tietoja tuotannonohjauksessa käytettävistä tulostimista. Sain tietoja tulostimien määrästä, ostopäivämääristä ja sijainneista yrityksen IT-toiminnasta vastaavalta henkilöltä. Erityisesti sain hyvin tietoa ostopäivämääristä, jotka olivat tarpeen analysoitaessa tulostimilla tapahtuvien toimintojen määriä. Tulostimien asetusraporteissa on kerätty eri tapahtumien määriä käyttöönnotosta lähtien, ja näitä tietoja tarvittiin tutkimuksen aikataulun puitteissa. Vaikka

tulostimien laskurien nollaus olisi ollut yksi vaihtoehto, katsoin tutkimuksen esitysluonteen kannalta tärkeämmäksi tuoda esiin koko nykyisen elinkaaren aikana tapahtuvat tulostus-, kopio-, skannaus-, virhe-, paperitukos- ja korjaustapahtumien määrät eri vaiheissa. Lisäksi on syytä huomioda, että tulostimien ostopäivämäärät tarkoittavat käyttöönottopäivämääriä, ja nämä päivämäärät voivat olla pidemmältä aikaväliltä, kun otetaan huomioon koordinaatiomittauksen, levytyöstön molempien ja massatuotannon tulostimet. Tein Excel-tiedoston ja käytin Power BI-ohjelmistoa visualisointien luomiseen, ja ensimmäisessä visualisoinnissa esitän haettujen tulostimien perustiedot, kuten kuvassa 17 on esitetty.

Työvaihe	Määrät haettu	Malli	Ostopv	Tyyppi	Vuosia käytössä
Työnjohto massavalm./Kokoonpano/Lähet- mö	20.10.2023	BR DCP-8070D	26.4.2010	tulostin monitoimilaite	14
Hitsaus tarkastus	30.10.2023	BR HL-L5100DN	10.10.2018	tulostin	5
Lähetämö	20.10.2023	BR MFC-L6900DW	14.5.2019	tulostin monitoimilaite	4
Mittakoppi-Koordinaatiomittaus	27.10.2023	BR HL-L8260CDW	27.3.2020	tulostin	4
Ohjelmointi	17.10.2023	BR HL-L5100DN	27.3.2020	tulostin	4
Tilausten käsittely 1	20.10.2023	BR HL-L5100DN	26.3.2020	tulostin	4
Tilausten käsittely 2	20.10.2023	BR HL-L6300DW	31.1.2020	tulostin	4
Keräily	20.10.2023	BR HL-L5100DN	15.2.2021	tulostin	3
Levytyöstö/Purku	18.10.2023	BR HL-2140	27.8.2020	tulostin	3
LevytyöstöMassa/Purku	19.10.2023	BR HL-5350DN	21.12.2020	tulostin	3
Massavalmistus	20.10.2023	BR MFC-L5700DN	9.9.2020	Monitoimilaite	3
Tilausten käsittely 3	20.10.2023	BR HL-L5100DN	4.6.2020	tulostin	3
Laatu/Työnjohto/Tilausten käsittely/Ohjelmointi	17.10.2023	Konica-Minolta bizhub C360	16.7.2021	Monitoimilaite	2
Mittakoppi-Videomittaus	18.10.2023	BR HL-L8260CDW	13.4.2022	tulostin	2
Tilausten käsittely yläkerta	20.10.2023	Konica-Minolta bizhub C450i	17.1.2023	Monitoimilaite	1

Kuva 17 Tutkimuksen kohteen tuotannon kaikki tulostimet, tulostustietojen hakupäivämäärät ja tulostimien ostopäivämäärät.

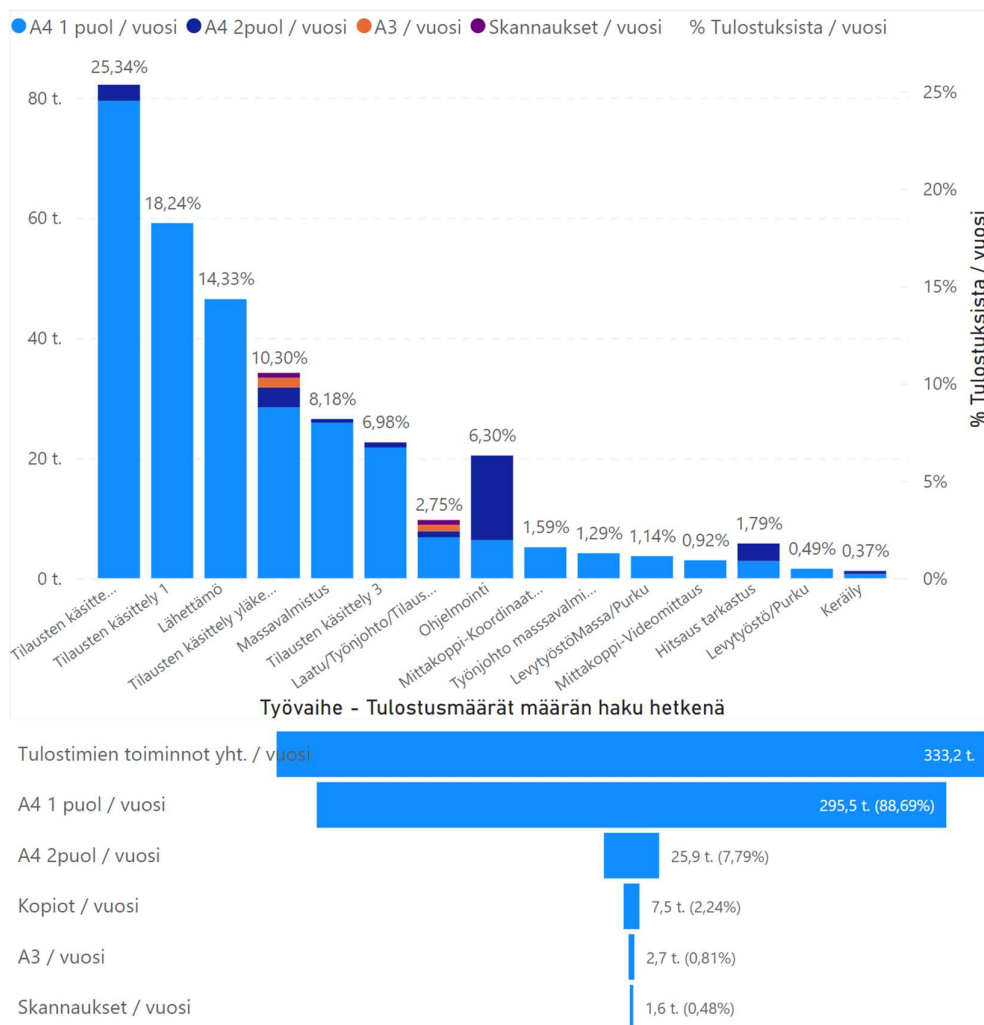
Liite 3 sisältää yhden tuotannon tilausten käsittelyä koskevan paperisen raportin, joka on saatu tulostimelta. Raportit tulostettiin kaikista tulostimista. Näiden tietojen ja IT-henkilön antamien tietojen perusteella olen laatinut aiemmin mainitun taulukon kaikista tuotannossa käytetyistä eri tulostimista. Tulostimia oli yhteensä 20 kappaletta, joista 5 tulostinta suljin pois tuloksista suoraan. Kolmesta tulostimesta en saanut lukemia, ja yhtä niistä ei enää käytetä tuotannossa. Kaksi tulostinta kuuluu työvaiheeseen, joka suoritetaan yrityksen toisessa tehtaassa, joten rajasin ne omaksi osiokseen päätaulukosta. Kokonaisuudessaan päätaulukkoon määritellään siis 15 tulostinta, ja yksi tuotantoon olennaisesti kuuluva tulostin jätettiin pois työstä.



Kuva 18 Tulostimien toimintojen määrät haku hetkenä työvaiheittain ja toiminnoittain.

Kuvassa 18 esitettyjen määrien osalta on tärkeää huomioida, että tulostimet on hankittu eri aikoina, joten tämä taulukko ei vielä tarjoa vertailukelpoista tietoa vuositasolla. Toimintojen vertailu taas antaa viitettä siitä, että tuotannonohjauksessa käytetään paperia erittäin tehottomasti. Esimerkiksi A4-tulosteiden määrä on yhteensä 1125 tuhatta, joista vain 86,5 tuhatta on kaksipuolisia, eli 7,7 %. Kopiomäärät ovat suhteellisen pieniä verrattuna tulostettujen paperien määrään; vain 2,8 % papereista kopioidaan suhteessa A4-tulosteiden kokonaismäärään. A3-tulosteet ja paperien skannaukset muodostavat pienen 0,54 % osuuden yrityksen tulostimien kokonaistoiminnoista. Ohjelmointivaiheessa paperia käytetään tehokkaimmin tulostusvaiheessa, kun kaksipuolisten tulosteiden määrä on selvästi suurempi kuin yksipuolisten tulosteiden.

Kuvassa 19 siirrytään vuositasolle, ja toimintojen määrät jaetaan eri vaiheiden tulostimien iän perusteella, minkä jälkeen ryhdytään analysoimaan toimintojen määriä.



Kuva 19 Tulostimien toimintojen määrät vuositasolla työvaiheittain ja toiminnoittain.

Tulostusmääriä voidaan ensiksi analysoida Pareton (1896) 20/80-periaatteen avulla. Kuvan 19 taulukoista voidaan ensimmäiseksi havaita, että tilausten käsittelyn kolme henkilökohtaista tulostinta (1, 2 ja 3) vastaavat 50,6 prosenttia kaikista tulostuksista. Kun tähän lisätään yläkerran vapaasti käytettävissä olevan monitoimitulostimen osuus (10,3 %), saavutetaan jo 60,86 prosentin osuus vuotuisista tulostusmääristä tuotannonohjauksessa. Tässä tapauksessa siis tilausten käsittelyyn liittyvistä 4/15 tulostimesta eli 26,6 % aiheuttaa 60,86 % tulostuksista. Tämä yksittäinen työvaihe ei siis näytä olevan olennaisin tekijä tulostamisessa, kun tarkastellaan Pareton (1896) menetelmää. Ottaen huomioon kolme suurinta tulostusmäärää, eli tilausten käsittelyn 1 ja 2 tulostimet sekä lähetämön tulostin, havaitaan, että 20 % tulostimista vastaa 57,91 % tulostimien tuotantomääristä. Tämäkään osuus ei vielä yllä 80 %:n kattavuuteen. Kuitenkin, jos tarkastellaan eri vaiheita, joita on yhteensä 9 erilaista, niin silloin tilausten käsittely ja lähetämö kattavat 2/9 eli 22,2 % vaiheista, ja tulostusmääristä nämä kaksi vaihetta aiheuttavat 75,19 %. Näin ollen tulostusmäärällisesti tarkastellen tuotannonohjauksessa merkittävimmät vaiheet ovat tilausten käsittely ja lähetämö.

Kaksipuolista tulostusta käytetään suhteellisen paljon vain ohjelmoinnissa ja hitsauksen tarkastuksessa. Kaksipuolisia tulosteita käytetään vain 8,8 % kaikista A4-kokoisista tulosteista. Sen sijaan A3-kokoisia tulosteita ja skannausta käytetään pääasiassa kahden monitoimilaitteen kautta. Yksipuolisten tulosteiden käyttöä voi selittää tarve yksinkertaistaa tiedon visualisointia, ettei tietoa jäisi huomaamatta vahingossa.

Mielenkiintoista varsinaisten tuotannon vaiheiden suhteen oli havaita, että massavalmistuosaston tulostin käytti eniten paperia vuositasolla. Osittain tämä voi johtua epäselvästä käyttöönottopäivämäärästä, koska päiväyksen varmuudesta ei ole tietoa. Lisäksi ensimmäisenä tuotannon vaiheena ohjelmointi tulostaa eniten, seuraavaksi eniten tulostaa ja reilusti enemmän kuin muut vaiheet.

Työvaihe	Tulostukset / vuosi	A4 paperin lisäys tulostimeen / vuosi	Vaihdot väri / vuosi	Vaihdot rumpu / vuosi	Paperitukokset / vuosi	A4 Paperikap asiteetti	Riisiä paperia / vuosi
Tilausten käsittely 2	82158	164	7,00	1,60	4	500	164
Tilausten käsittely 1	59122	118	6,90	1,10	6	500	118
Lähetämö	46458	93	5,90	0,20	5	500	93
Tilausten käsittely yläkerta	33384	6	0,00	0,00	0	5500	67
Massavalmistus	26512	53	3,50	0,00	11	500	53
Tilausten käsittely 3	22611	45	2,60	0,60	2	500	45
Ohjelmointi	20422	36	2,50	0,30	3	570	41
Laatu/Työnjohto/Tilausten käsittely/Ohjelmointi	8911	2	0,00	0,00	0	5500	18
Hitsaus tarkastus	5788	12	0,60	0,00	15	500	12
Mittakoppi-Koordinaattiomittaus	5158	21	1,90	0,00	3	250	10
Työnjohto massavalm./Kokoonpano/Lähetämö	4168	8	0,00	0,00	0	500	8
Levytyöstö/Massa/Purku	3684	7	1,10	0,40	6	500	7
Mittakoppi-Videomittaus	2993	12	0,70	0,00	1	250	6
Levytyöstö/Purku	1589	6	1,30	0,30	1	250	3
Keräily	1210	2	0,40	0,00	2	500	2
Yhteensä	324168	585	34,40	4,50	59	16820	647

Kuva 20 Tulostettujen riisien määrä vuodessa ja tulostuksen vaatima huoltomäärä paperin lisäyksen, väri- tai rumpukasetin ja paperitukosten muodossa.

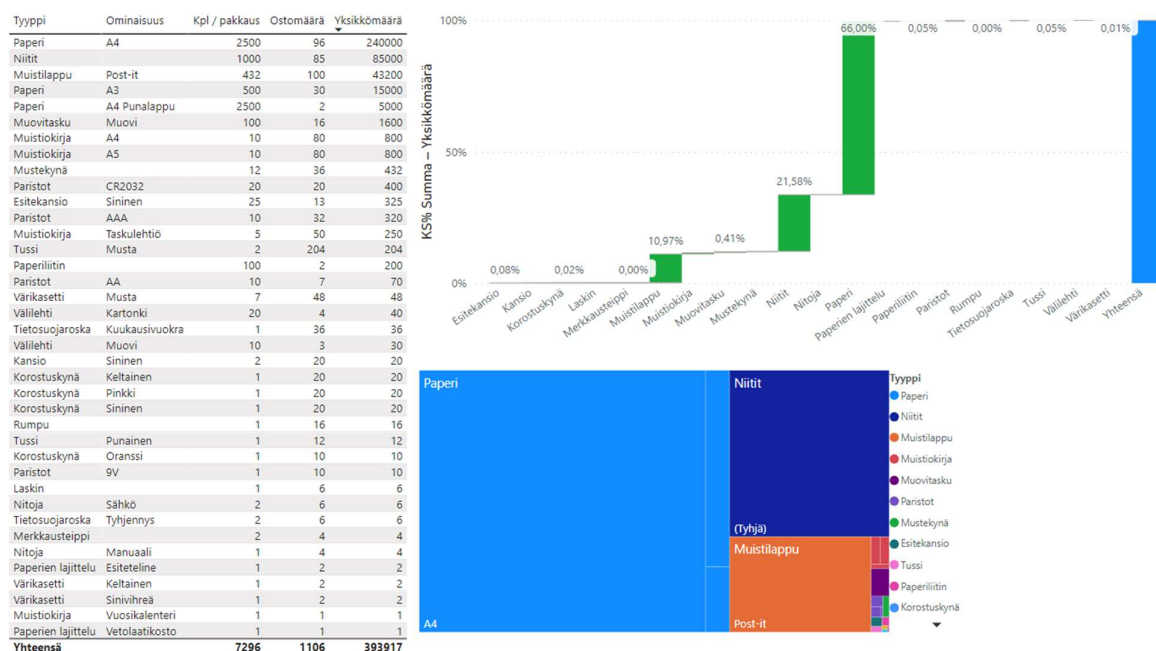
Tulostimet vaativat tuotannonohjauksessa vuodessa 647 riisipaperia, ja tulostimien paperinlisäyskerrat ovat kokonaisuutena vähäisemmät, koska monitoimitulostimien paperikapasiteetti on 5500 arkkiä, eikä näiden tulostimien huoltotarpeista ole saatu tietoa. Eniten paperitukoksia on ollut tuotannossa olevissa tulostimissa, mikä voi johtua esimerkiksi likaisemmasta ympäristöstä ja runsaammasta käytöstä.

Yhdessä pakkauksessa on yleensä viisi riisin arkkipakettia, joten jos kaikki noutavat yhden paketin paperia tarvittaessa yhdestä varastosta, tulisi vuodessa 129 käyntikertaa varastolla per henkilö. Koska 86,6 % tulostimista on hieman yli riisin tai alle kapasiteetiltaan, voidaan olettaa käyntikertojen pitävän paikkansa paperin osalta. Yrityksen värikasetit ja rummut ovat takuuvaihdon alaisia IT-tuen mukaan, joten niitä myös noudetaan ja palautetaan yksi kerrallaan varastosta, ja näin oletettavasti noutokertojen määrä alaspäin pyöristettynä on yhteensä 38 kertaa. Yhteensä siis paperin ja tulostimen tarvikkeiden

noutokertoja voi olla vuodessa 167, laskettuna kuvassa 20 arvioitujen toimintojen per vuosi määrän perusteella.

3.3 Paperin ja paperitarvikkeiden ostomäärät 2022

Seuraavaksi muodostin yrityksen ostot vuodelta 2022 koskevan taulukon paperin ja paperitarvikkeiden määristä yritystalon jälkeen, jotta voimme vertailla näitä numeroita. Hain tietoja ostetuista paperimääristä, muovitaskuista, mappitaskuista, niiteistä, nitojista/paristoista, väritusseista, kynistä, säilytys/järjestelykotelosta, tulostintarvikkeista (värikkaseteista/rummuista jne.), post-it-lapuista/muista muistiinpanotarvikkeista, sekä muista tarvikkeista (rei'ittimistä, viivakoodinlukijoista jne.), sekä muista tarpeellisista asioista, kuten papereiden hävitystilauksista. Sain kattavan listan PDF-muodossa ja muuttin sen tuotteittain tilausmäärien, ostomäärien, yksikköhintojen, ominaisuuksien ja tyyppin osalta, jotta tiedot olisivat vertailukelpoisia ja kattavasti analysoitavissa. Yksikköhintojen osalta tein huomioita muistiinpanotarvikkeiden sivumääristä, jotta voimme verrata käytettyjä muistisivujen määriä esimerkiksi tulostusmääriin tai tuotannossa käytettyihin tuoterivimääriin. Kaikki tuotteet hankittiin yhdeltä toimittajalta, joten tiedot ovat kattavat ja tarkat. Näitä määriä esitellään kuvassa 21.



Kuva 21 Tutkimuksen kohteen vuoden 2022 paperiin liittyvien tuotteiden ostomäärät.

Kuvan 21 määrissä on tärkeää huomioida, että tuotteita käyttävät myös ne henkilöt, jotka eivät kuulu suoraan tuotannonohjauksen piiriin. Niiden vähäisen käytön vuoksi en kuitenkaan kokenut tarpeelliseksi tehdä tarkempaa erottelua. Paperi, niitit ja muistilaput muodostivat yli 90 % yrityksen ostamista tuotteista, kun tarkastellaan yksikkömääriä. Lisäksi yksittäisinä tuotteina myydyt muovitaskut muodostivat merkittävän osuuden muovituotteista. Tulosten perusteella voimme arvioida esimerkiksi käytettyjen niittien, muovitaskujen ja muistiinpanotarvikkeiden suhdetta tuotannonohjaukseen käytettyyn tulostemäärään.

Seuraavaksi liitteessä 4 verrataan ostettujen tuotteiden määriä ja tuotannonohjauksessa toteutuneiden toimintojen määriä, jotta voimme tehdä tarkempia johtopäätöksiä siitä, kuinka paljon tuotteita hankitaan kunkin kuvan 20 mukaisen toiminnon perusteella, kuten esimerkiksi paperin hankinta tulostuksia kohti vuodessa.

Liitteen 4 tarkastelun perusteella voidaan todeta, että vuonna 2022 paperin ostomäärät poikkeavat merkittävästi suhteessa tulostimien ikien ja tulostusmäärien laskennalliseen keskiarvoon. Esimerkiksi A4-kokoisia papereita ostettiin 265 tuhatta kappaletta, kun niitä laskennallisesti tulostetaan keskimäärin 321,4 tuhatta, mikä merkitsee 17,6 prosentin eroa. Toisaalta A3-kokoisia papereita ostettiin 15 tuhatta kappaletta, mikä on 5,55 kertaa enemmän kuin keskimäärin laskettu vuosikulutus, joka on 2,7 tuhatta kappaletta. A4-paperien eroa voidaan osittain selittää vuoden alhaisemmalla tarpeella ja mahdollisesti varastoissa olevien paperien määrällä. Sen sijaan A3-paperien korkea ostomäärä suhteessa keskimääräiseen laskennalliseen tulostusmäärään viittaa kasvaneisiin tarpeisiin tulostaa esimerkiksi tuotteiden kokoonpanokuvia tai muita suuria tulosteita. On kuitenkin tärkeää huomata, että pelkästään näiden kahden luvun perusteella ei voida tehdä suuria johtopäätöksiä ostettujen paperien määrästä.

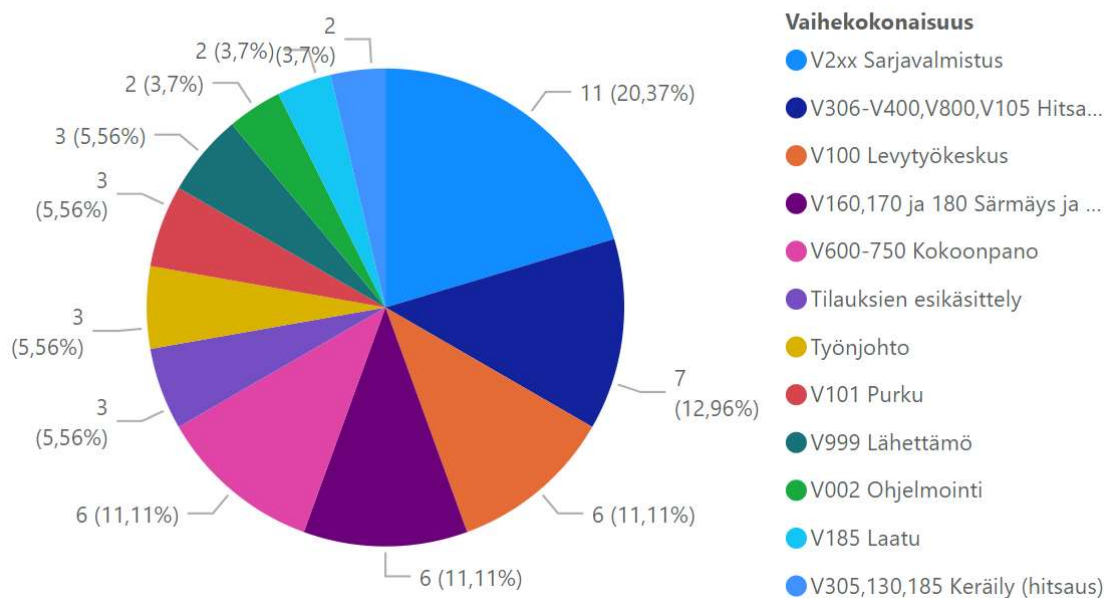
Liitteen 4 perusteella tehdyt muut merkittävät huomiot vuonna 2022 käytettävien tuotteiden ostomäärästä tuotannonohjaukseen ovat:

- Tuotannonohjauksessa niitattiin keskimäärin yksi niitti per 3,8 tulostettua paperia
- Muovitaskuja kuluu yksi per 22 tulostettua paperia
- Liitteen 2 tarpeisiin punalappuja ostettiin yksi per 65 tulostettua paperia kohden
- Post-it lappuja käytetään yksi per 202 tulostettua paperia
- Erilaisia paristoja kuluu esimerkiksi nitojiin yksi per 405 tulostettua paperia
- Niittejä kuluu 423 kertaa enemmän, kuin paperiliittimiä, eli paperit halutaan pysyvän yhdessä
- Mustekyniä kuluu yksi per 750 tulostettua paperia ja tusseja yksi per 1500 tulostettua paperia kohti
- Korostuskyniä kuluu yksi per 4545 tulostettua paperia
- Paperia ostetaan 10 219 kpl per keskimäärin vaihdettua värikasettia vuodessa ja 62 222 kpl per vaihdettua rumpua kohti keskimäärin vuodessa
- Rumpuja ostettiin 3,6 kertaa enemmän, kuin laskennallinen keskimääräinen vaihtomäärä vuodessa
- Värikasetteja ostettiin 52,6 % enemmän, kuin keskimäärin niitä on vaihdettu vuodessa ja 92 % värikaseteista oli mustia
- Yksi tietosuojapaperiroska-astia tyhjennettiin noin 50 000 tulostuksen välein ja astia tyhjennyksiä oli yhteensä 6 vuodessa.

3.4 Tuotannon eri vaiheiden perustiedot ja prosessikaavio

Seuraavaksi hankin tuotantojonosta ja sisäisistä tietolähteistä työvaiheiden koodeja ja selitteitä, joita tarvitaan tuotannonohjauksen eri vaiheiden läpi menevien rivimäärien laskemiseen ja vertailuun. Työvaiheiden välillä vaihtelee työtä tekevien ihmisten määrä, joten kohtuullisena ratkaisuna pidin muodostaa työvaihekokonaisuuksia liitteessä 5, joihin voisi asettaa työntekijämäärät. Työntekijämäärät ja heidän tekemänsä työtehtävät sain vanhasta lomalistasta sekä kysymällä eri henkilöiltä tuotannossa. Listaus elää kuitenkin jatkuvasti työtehtävien ja työntekijöiden suhteen, mutta antaa pohjan laskelmille. Listauksessa on mukana myös vanhoja käyttämättömiä työvaiheita, jotka olen kuitenkin listannut varmistaakseni, että kaikki työvaiheet ovat mukana tuotannonohjauksen läpimenevien rivimäärien analyysiosiossa.

Työntekijämäärä, tekijä Vaihekokonaisuus



Kuva 22 Tutkimuksen kohteen 54 työntekijän jakauma eri vaiheisiin.

Tuotantoon liittyviä töitä teki siis yhteensä 54 henkilöä, ja kuten kuvassa 22 todetaan, sarjavalmistukseen kuuluu isoimpana yksittäisenä vaiheena noin 20 % tuotannon ohjaukseen liittyvästä henkilöstöstä eli 11 henkilöä. Kuvan 20 tulostustietojen perusteella tuotannon ohjauksessa yksi henkilö tulostaa keskimäärin 6003 paperia vuodessa. Tulokset sekä muu paperinkäsittely painottuvat eniten alkuvaiheisiin, kuten tilauksien esikäsittelyyn, ohjelmointiin ja lopuksi tuotteiden lähettämiseen. Lisäksi sarjavalmistus, levytyökeskukset ja hitsaus sekä niiden keräily/tarkastus käyttävät noin 37 % tuotannonohjauksen henkilöstöstä, yhteensä noin 14 % vuotuisesta paperin käytöstä, kuvan 20 määrien mukaan.

Tilausten esikäsittelyssä, teknisessä suunnittelussa ja ohjelmoinnissa luodaan ohjeistuksia tuotannonohjaukselle esimerkiksi liitteen 6 mukaisiin työmääriin. Tämän perusteella voidaan olettaa, että nämä tuotannon toteuttavat vaiheet käyttävät paperia lähtökohtaisesti enemmän informaation hankkimiseen, tallettamiseen ja siirtämiseen. Uusia papereita muodostetaan lähinnä ongelmatilanteissa, esimerkiksi liitteen 2 muodossa tilaten uusia tuotteita viallisten tilalle, kirjoittaen tietoja paperille muiden käyttöön tai muodostaen visualisointeja tuotteista, kuten esimerkiksi lavoilla tai varastohyllyillä olevista tuotteista. Visualisointi on kriittinen osa tuotannon toimivaa ohjaamista paperin avulla silloin, kun tuotteiden sijainnit tai määrät eivät ole minkään tietokoneohjelmiston tai muun takana.

Tyyppi	Yksikkömäärä	per Työntekijä
Paperi	275000	5 092,59
Niitit	85000	1 574,07
Muistilappu	43200	800,00
Punalappu	5000	92,59
Muistikirja	1851	34,28
Muovitasku	1600	29,63
Paristot	800	14,81
Mustekynä	432	8,00
Esitekansio	325	6,02
Tussi	216	4,00
Paperiliitin	200	3,70
Korostuskynä	70	1,30
Välilehti	70	1,30
Värikasetti	52	0,96
Tietosuojaroska	42	0,78
Kansio	20	0,37
Rumpu	16	0,30
Nitoja	10	0,19
Laskin	6	0,11
Merkkausteippi	4	0,07
Paperien lajittelu	3	0,06
Yhteensä	413917	7 665,13

Kuva 23 Tutkimuksen kohteen ostettujen tuotteiden yksikkömäärä per työntekijä vuonna 2022.

Paperien osto vuonna 2022, kuten kuvassa 23 esitetty, tukee aiempaa laskelmaa, jossa oli 6003 tulostusta vuodessa per työntekijä tuotannossa. Paperia ostettiin keskimäärin 5092 kappaletta vuodessa per tuotannossa työskentelevä työntekijä, mikä tarkoittaa 54 työntekijää kohden laskettuna. Niittejä ostettiin keskimäärin 1574 kappaletta per työntekijä. Kun otetaan huomioon aiemmin todettu suhde yhden niitin ja 3,8 tulostetun paperin välillä, saadaan keskimäärin 5981 kappaletta paperia per työntekijä. Tämä luku on myös hyvin realistinen verrattuna tulostus- ja ostomääriin.

Muistilappujen käyttö on ollut keskimäärin yksi lappu 202 paperia kohden verrattuna ostomääriin, mikä antaa yhteensä noin 161 600 paperia. Tämä viittaa siihen, että muistilappuja joko ostetaan vähemmän kuin tarvitaan tai niiden tarve on ollut vähäisempää. Mustekyniä on ostettu kulutuksen mukaan, eli keskimäärin 8 kynää per 750 tulostettua paperia, mikä tarkoittaa yhteensä 6000 paperia.

Vuonna 2023 Teams-järjestelmään kirjattiin 364 laatuun liittyvää huomautusta 7 kuukauden ajanjaksolla. Näitä huomautuksia voitaisiin mahdollisesti käyttää yhden punalapun uuden tilauksen yhteydessä, mikä tarkoittaisi noin 52 punalappua kuukaudessa. Näin ollen 417 punalappua ostetaan kuukaudessa, mikä viittaa siihen, että punalappuja käytetään paljon myös muihin tarkoituksiin tuotannossa kuin vain kirjattuihin huomautuksiin, jotka vaativat yhden paperin. Tämä kuitenkin perustuu vain lyhyen aikavälin näytteeseen ja yhden mahdollisen syyn arviointiin paperin käyttömäärälle. Kokonaisuutena tarkasteltuna kuvan 23 ostot per työntekijä vaikuttavat olevan hyvin suhteessa verrattuna liitteen 4 ostettuihin tuotteisiin per tulostusoperaatioihin ja ilmentävät vuoden aikana tapahtuneita poikkeamia tavoilla, joita voin kuitenkin vain arvailla nykytiedon pohjalta ilman syvällisempää tutkimusta.

Työvaihe / Työntekijämäärä Keskimäärin Per Vuosi	Tulostukset		A4 paperin lisäys tulostimeen /		Vaihdot väri		Vaihdot rumpu		Paperitukokset		Riisiä paperia	
	/ vuosi	Per Työntekijä	vuosi	Per Työntekijä	/ vuosi	Per Työntekijä	/ vuosi	Per Työntekijä	/ vuosi	Per Työntekijä	/ vuosi	Per Työntekijä
Tilausten käsittely 2 / 1	82	158,00	164,00		7,00		1,60		4,00		164,00	
Tilausten käsittely 1 / 1	59	122,00	118,00		6,90		1,10		6,00		118,00	
Tilausten käsittely yht. / 3	58	339,67	109,67		5,50		1,10		4,00		116,44	
Tilausten käsittely 3 / 1	22	611,00	45,00		2,60		0,60		2,00		45,00	
Lähetämö / 3	15	486,00	31,00		1,97		0,07		1,67		31,00	
Tilausten käsittely yläkerta / 3	11	128,00	2,00		0,00		0,00		0,00		22,33	
Ohjelmointi / 2	10	211,00	18,00		1,25		0,15		1,50		20,50	
Mittakoppi-Koordinaattiomittaus / 1	5	158,00	21,00		1,90		0,00		3,00		10,00	
Työnjohto massavalmistus / 1	4	168,00	8,00		0,00		0,00		0,00		8,00	
Hitsaus tarkastus / 2	2	894,00	6,00		0,30		0,00		7,50		6,00	
Massa(sarja)valmistus / 11	2	410,18	4,82		0,32		0,00		1,00		4,82	
LevytyöstöMassa/Purku / 4	9	21,00	1,75		0,28		0,10		1,50		1,75	
Laatu/Työnjohto/Tilausten käsittely/Ohjelmointi / 10	8	91,10	0,20		0,00		0,00		0,00		1,80	
Mittakoppi-Videomittaus / 4	7	48,25	3,00		0,18		0,00		0,25		1,50	
Keräily / 2	6	05,00	1,00		0,20		0,00		1,00		1,00	
Levytyöstö/Purku / 7	2	27,00	0,86		0,19		0,04		0,14		0,43	

Kuva 24 Työvaiheiden tulostimiin liittyvät toimintomäärät, kuten tulostus ja värikasettien vaihdot per työntekijä vaiheella.

Shahin, Amjedin ja Alkathirin (2019) tutkimuksen mukaan yhden henkilön raportoitiin käyttäneen vuodessa 2600 paperia Omanin kolmessa oppilaitoksessa. Tämä viittaa siihen, että ainakin tähän tutkimukseen verrattuna paperin ostomäärät ja käyttömäärät ovat huomattavasti suurempia tuotannonohjauksen näkökulmasta, ainakin noin 22 % henkilöstön osalta. Kun tarkastelemme Kuvaa 24 ja aiempia havaintoja, joissa todettiin keskimääräisten tulostus- tai ostoerien olevan 5000–6000, voidaan havaita, että jotkut yksilöt käyttävät erittäin suuria määriä paperia, kun taas määrät vähenevät selvästi henkilöä kohti. Paperimäärät kuitenkin jatkavat kasvuaan tuotannossa, mikä viittaa siihen, että paperin käsittelyyn ja siihen liittyviin toimintoihin kuluu suhteessa enemmän aikaa per tulostettu paperi, erityisesti vaiheissa, kuten levytyöstökeskuksen purkuvaihe, joka on esitetty Kuvassa 24.

Palatessamme Liitteeseen 1, jossa yrityksen ilmoitettuja prosessiketjujen virtauksia tarkasteltiin, erityisesti purkuvaiheen osalta, huomataan, että tuotanto jakautuu tässä vaiheessa kriittisesti eri osastoille. Tämä korostaa myös tuotannonohjauksellisia toimintoja, kuten työmääräimien liikuttamista ja tuotteiden visualisointia. Purkuvaiheessa myös tarkastetaan ja lasketaan tuotteiden määriä runsaasti, sekä varmistetaan niiden laatu. Tämän perusteella laadunvarmistustoimet vaikuttavat myös uusien tuotteiden tilauksiin ja joissain tapauksissa virallisten mittaraporttien hankintaan. Yrityksen tuotannonohjauksen prosessikaaviot eivät sisältäneet tilausten käsittelyä tai purkuvaihetta valmistuksen tuotannon osaprosesseissa, vaikka ne ovat merkittäviä tuotannonohjauksen vaiheita, jotka on mitattu tulostusmäärissä ja rivimäärissä. Nämä huomiot muodostivat perustan Liitteen 1 yrityksen kokonaisprosessikaavion luomiselle.

3.5 Tuotannonohjauksen läpi menneet rivimäärät 2022

Hain C9000-toiminnanohjausjärjestelmästä kaikki vuonna 2022 tuotannonohjauksen läpi menneet rivimäärät. Rivit haettiin tilauskannasta sen perusteella, joiden vaiheet ovat toteutuneet vuoden 2022 puolella, ja poistin epäolennaisia tietoja, kuten tuotteiden tiedot, tilauspäivät, tilattujen tuotteiden määrän ja tyhjät sarakkeet. Sarakkeina käytettiin rivin tilausnumeroa, positiota, tuotantomäärää, valmistuspäivämäärää ja 11 mahdollista eri vaihetta. Tilausnumero on järjestelmän sisäinen numerointi, mikä voi sisältää useita positiota, kuten kuvan 25 tapauksessa, jossa on viisi eri positiota.

Muodostin kuvan 24 perusteella ja vuoden 2022 rivimäärien perusteella liitteen 12, jossa kerrotaan tulostimittain eli työvaiheittain kohdistuvia tulostuksia ja rivejä per työntekijä, ja verrataan niitä ristiin. Keskimäärin tulostuksia tulee 2,44 per rivi yhdellä vaiheella, eli jos yhden osan rivi menee esimerkiksi viiden työvaiheen läpi, niin sille tulostetaan keskimäärin 12,2 paperia. Taulukosta yleisesti erottuu, kuinka massavalmistuksessa tulostetaan 8,6 tulostusta per rivi, mikä vaatisi tarkempaa tutkimusta. Liitteen 1 perusteella massavalmistukseen kuuluu useita vaiheita, joten on mahdollista, että se kulkee useiden vaiheiden läpi, jossa tulostetaan papereita, tai sitten massavalmistuksen tulostukset per vuosi määrä on väärä. Eniten tulostuksia tekevät tilausten käsittelijät tulostivat vain reilun neljä paperia per rivi, joten yli 8 paperia per rivi kuulostaa liian isolta tähän verrattuna. En saanut tähän vastausta työssäni, joten jatkoin tuotantorivien analysointia.

Positiot	101 - 105	Kpl	Pos kpl	Yhteensä kpl	Yht
3003300 DC01 AM 01 c	1860,0	100,0	1,00	4,00	4
POSITIO 101 YHTEENSÄ					
3003300 DC01 AM 01 c	368,0	120,0	1,00	12,00	12
POSITIO 102 YHTEENSÄ					
1003300 DC01 AM 01 c	82,0	20,0	1,00	8,00	8
POSITIO 103 YHTEENSÄ					
01201 AM 01 c	368,0	107,0	1,00	4,00	4
POSITIO 104 YHTEENSÄ					
E	139,0	80,0	1,00	4,00	4
POSITIO 105 YHTEENSÄ					
AKKI YHTEENSÄ				4	0,02
					0,02

Kuva 25 Kokonaisuuden positioiden mukaan liitettävä osaluettelo esimerkki positiosta 101–105.

Position numero ilmaisee rivin tuotteen tarkoituksen. Esimerkiksi positio 10 on pääpositio, johon voi kuulua positiot 1001–1010, ja näiden alipositioiden yhdistelmällä valmistetaan yksi positio 10 tuote tai kokonaisuus. Tasalukemat, kuten 100 ja 200, ovat myös pääpositioita, ja niiden alipositioiden numerointina käytetään muotoa 1xx. Lisäksi positiolle 120 ovat alipositioina numerot 120xx.

Alipositioiden kokonaisuuksia varten tilausten käsittelyssä tulostetaan työkortin (liite 6) ja osien piirustusten mukaiset osaluettelot tuotantoon. Positiomäärien ollessa yli 10 tai sovittujen ehtojen mukaan kaikki positioiden paperit tulostetaan ja rei'itetään läpinäkyvän kansen omaavaan kansioon. Tämä kansio, esimerkiksi kuvassa 23 oleva, on tyypiltään esitekansio. Näiden avulla isot kokonaisuudet ja niiden paperit saadaan tuotannossa liikkumaan yhtenä kokonaisuutena. Lisäksi ohjelmoinnissa tulostetaan yrityksen omaa tulostusohjelmaa käyttäen levytyöstökeskusten ajopapereille kuvan 26 esittämät viivakoodipaperit kaikille eri materiaaleille, jotka ovat tarpeen levytyökeskuksia ja purkua varten. Tämä vähentää tarvetta käydä läpi suurta määrää papereita työn vaiheita kuitatessa päätteen äärellä.



Kuva 26 Isojen positiokokonaisuuksien mukaan ohjelmointivaiheessa tulostettava eri tuoterivien työvaiheiden viivakoodikuittauspaperi.

Positioiden ensimmäiset vaiheet vaihtelevat paljon. Esimerkiksi tilauksen yksi pääpositio ja sen paperit voivat mennä odottamaan hitsauksen keräilyyn ja alipositiot menevät ohjelmoinnin kautta teräsrakenteiden prosessikaavion kautta keräilypisteelle. Saman kaltaisesti myös positioita voi mennä massatuotannon/kokoonpanon päätyöjonoon työnjohtajalle, jonka kautta työt siirtyvät vaiheidensa työjonoihin. Näitä paperisia työjonoja eri työvaiheet muodostavat omiin tarpeisiin sopivasti, kuten kuvassa 16 todettiin esittämällä yhden työvaiheen sisäisiä jonoja.

Rivien tuotantomäärät kertovat siitä, onko tuote yksittäiskappale tuotettava 1–9, piensarjatuotettava 10–1000 vai sarjatuotettava 1000-1milj vai ei (Stadtler & Kilger, 2008). Seuraavaksi lähdin tarkastelemaan tuotannon rivimääriä vuonna 2022 tarkemmin. Käyn läpi tuotantomääriä per rivi ja alipositioiden määrää, jotta nähdään miten kokonaisuudet muodostuvat tuotannossa.

Vuosineljännes	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä yht.	Tuotantomäärä Per Rivi keskiarvo	Alipositioita kokonaismäärästä
Neljännes 3	10891	591798	54,34	4629
Neljännes 4	10882	539824	49,61	4457
Neljännes 1	9724	594214	61,11	3906
Neljännes 2	9343	705158	75,47	3436
Yhteensä	40840	2430994	59,52	16428

Kuva 27 Tuotannon rivien kokonaismäärä vuonna 2022.

Kokonaistuotantomäärää tarkastellessa kuvassa 27 voidaan todeta, että tuotantomäärä per rivi on keskimäärin 59, eli yrityksen tuotanto voidaan laskea piensarjatuotannoksi ja alipositioita on noin 40 % kokonaisrivimäärästä. Tällöin pääpositioita on 24 412 ja yhtä pääpositiota kohden on keskimäärin siis noin 1,5 alipositiota, joista kokonaisuus koostuu. Tuotantoa on tilausriveihin nähden eniten 3 ja 4 vuosineljänneksellä, mutta toisella neljänneksellä tuotantomäärä on suurin, joka voisi mahdollisesti viitata esimerkiksi ennen kesälomia tehtävään varastotyöhön tai tilaus piikkiin.

Vuosineljännes	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä yht.	Tuotantomäärä Per Rivi keskiarvo	Alipositioita kokonaismäärästä
Neljännes 3	4629	28090	6,07	4629
Neljännes 4	4457	35515	7,97	4457
Neljännes 1	3906	42888	10,98	3906
Neljännes 2	3436	53355	15,53	3436
Yhteensä	16428	159848	9,73	16428

Kuva 28 Tuotannon alipositioiden tuotantomäärä per rivi.

Tuotannon alipositioiden määrä on suhteellisen tasaista vuoden aikana ja aikaisemmin toisella neljänneksellä todettu tuotantopiikki näyttäisi johtuvan tasaisesti sekä pääpositioiden, että alipositioiden kasvamisena. Kokonaistuotantomäärä per rivi kasvoi 2 neljännekselle keskiarvosta 27 % ja alipositioiden määrä kasvoi 60 %, joten pääpositioiden tuotantomäärät per rivi kasvoivat noin 10,8 % ja alipositioiden tuotantomäärä keskimäärin kasvoi noin 16,2 % kokonaismäärästä laskiessa suhteilla. Näiden perusteella voidaan todeta, että alipositioiden tuotantomäärät per rivi kasvoivat enemmän suhteessa rivimääriin, kuin pääpositioiden, joten seuraavaksi tutkittiin tarkemmin alipositioita.

Positiokirjainmäärä	Alipositioita kokonaismäärästä	Tuotantomäärä keskiarvo	Tuotantomäärä yht.
3	10,83%	47,00	83617
4	80,62%	5,09	67474
5	8,55%	6,23	8757
Yhteensä	100,00%	9,73	159848

Kuva 29 Tuotannon rivien alipositioiden jakauma ja tuotantomäärät keskimäärin ja yhteensä

Alipositioita analysoitaessa kuvassa 29 position sisältämien kirjainmäärien mukaan voidaan todeta, että yrityksessä kolme kirjaimiset positiot kattavat toiseksi eniten alipositioita, mutta tuotantomäärä on liki kymmenkertainen keskimäärin per rivi. Tämän perusteella voidaan todeta, että yritys käyttää todennäköisesti kolme kirjaimisia positiota isomman tuotantomäärän omaaviin tuotteisiin. Isompia kokonaisuuksia yritys vaikuttaa tekevän neljän ja viiden kirjaimen positioiden kautta, joista neljä kirjaiminen alipositio on 10 kertaa suositumpi, kuin viisi kirjaiminen, mutta tuotantomäärien keskiarvot ovat samalla tasolla. Tämän perusteella voidaan päätellä, että ensimmäisellä ja toisella neljänneksellä kuvassa 28 on todennäköisesti lisääntyneet kolme kirjaimiset positiot, jotka nostavat tuotantomäärän keskiarvoa ja vähentyvät loppuvuodesta.

Positiokirjainmäärä	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä %	Tuotantomäärä keskiarvo Per rivi	Tuotantomäärä yht.
2	19394	80,56%	94,35	1829740
1	1518	13,40%	200,53	304404
3	3497	6,03%	39,16	136954
4	3	0,00%	16,00	48
Yhteensä	24412	100,00%	93,03	2271146

Kuva 30 Tuotannon rivien pääpositioiden jakauma.

Pääpositioiden rivien jakaumaa tarkastellessa position kirjaimien määrän mukaan voidaan todeta kokonaistuotantomäärästä, että yksi ja kaksi positiokirjainta omaavat pääpositiot koostavat lähes 94 % kaikista tuotantomäärästä. Pääpositioiden tuotantomäärät ovat keskimäärin noin 93 kappaletta per rivi, eli lähes 10 kertainen verrattuna alipositioihin, jotka muodostavatkin kokonaistuotantomäärästä vain

noin 6,6 %. Pääpositioiden tuotantomäärän perusteella varsinkin yhden kirjaimen ja kahden kirjaimen positiot vaikuttavat olevan sarja- tai massatuotantovaiheille meneviä. Yhtiön tuotannonohjauksen tarpeet vaikuttavat siis olevan pääasiassa suurten tuotantoerien valmistuksessa, mahdollisessa varastoinnissa, laadunvarmistuksessa ja lähettämisessä. Näiden toimintojen kautta vaikuttaisi menevän isoin määrä tuotannosta läpi, joten lähdin vielä purkamaan tarkemmin eri tuotantomääriä.

Vuosineljännes	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä yht.	Tuotantomäärä Per Rivi keskiarvo	Tuotantomäärä yht. %	Positiokirjainmäärä	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä %	Tuotantomäärä keskiarvo Per rivi	Tuotantomäärä yht.
Neljännes 1	3468	9292	2,68	24,82%	1	466	3,90%	3,13	1459
Neljännes 2	3002	8438	2,81	22,54%	2	11506	79,84%	2,60	29889
Neljännes 3	3726	10125	2,72	27,05%	3	1730	16,26%	3,52	6087
Neljännes 4	3506	9580	2,73	25,59%					
Yhteensä	13702	37435	2,73	100,00%		13702	100,00%	2,73	37435

Tuotantomäärä

1 9

Kuva 31 Yrityksen yksittäiskappaletuotannon määrät eri neljänneksillä ja positiokirjaimittain.

Yrityksen tilausrivien määrä yksittäiskappaletuotannolle oli tasainen läpi vuoden ja keskiarvoltaan tuotantomäärä oli kuvan 31 mukaan 2,73, eli kappalemäärä oli yksittäiskappaletuotantomääräksi keskiarvoa matalampi, joka tarkoittaa, että useammin tilattiin oikeasti yksittäisiä tuotteita, kuin isompia yksittäisiä määriä. Positiojakauma yksittäiskappaletuotannolle painottui 2 positiokirjaimeseen, jonka kautta meni läpi noin 80 % tuotannosta. Merkittäviä tuotantomäärän poikkeamia eri positiokirjainmäärissä ei ollut nähtävissä. Tilausrivien kokonaismäärä 13 702 oli kuvan 30 kokonaismäärästä noin 56 %, eli yksittäiskappaletuotanto oli tilausrivien suhteessa merkittävin, mutta tuotantomäärällisesti vain noin 1,7 % kokonaismäärästä. Matala kokonaismäärä voi johtua esimerkiksi alipositioiden isosta määrästä, eli kokonaismäärän suhde ei varsinaisesti kerro tuotannollisesta merkitysvyydestä, vaan merkittävämpää on se, että tilausriviä on suhteessa kokonaismäärään eniten. Tämä viittaisi yrityksen tuotannon merkittävästi painottuvan pääpositioiden kokonaisuuksiin, jotka koostuvat aliosista.

Vuosineljännes	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä yht.	Tuotantomäärä Per Rivi keskiarvo	Tuotantomäärä yht. %	Positiokirjainmäärä	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä %	Tuotantomäärä keskiarvo Per rivi	Tuotantomäärä yht.
Neljännes 1	1894	233625	123,35	23,97%	1	980	16,99%	168,95	165574
Neljännes 2	2507	278847	111,23	28,61%	2	6419	72,85%	110,61	709991
Neljännes 3	2087	234727	112,47	24,08%	3	1592	10,16%	62,18	98994
Neljännes 4	2506	227408	90,75	23,33%	4	3	0,00%	16,00	48
Yhteensä	8994	974607	108,36	100,00%		8994	100,00%	108,36	974607

Tuotantomäärä

10 1000

Kuva 32 Yrityksen piensarjatuotannon määrät eri neljänneksillä ja positiokirjaimittain.

Piensarjatuotannossa yrityksellä on ollut eniten tuotantoa kuvan 32 mukaan toisella neljänneksellä, jossa tuotanto on kasvanut reilu 4 % muihin neljänneksiin nähden. Tuotantomäärä per rivi on keskimäärin ollut 108 kappaletta per rivi ja viimeisen neljänneksen keskiarvosta noin 90 tuotantomäärään, sekä ensimmäisen neljänneksen 123 riviä per rivi viittäisi asiakkaiden tai yrityksen tilausmäärien laskevan loppuvuonna, mutta tasaavan varastojaan tai tarpeitaan alkuvuonna. Tähän myös viittaa noin 32 % pienempi tilausrivien määrä alkuvuonna, joka voi aiheuttaa myös tuotannollisia joustavuuden haasteita, kun keskimääräinen tuotantomäärä kasvaa, joka sitoo yrityksen tuotantoa kerralla pidemmäksi aikaa.

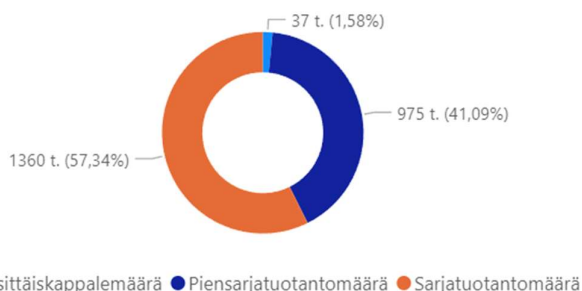
Yksittäiskappaletuotantoon verrattuna yrityksen piensarjatuotannon positiojakauma on saman kaltainen, jossa 2 positiokirjainta edustaa isoimman määrän tuotannosta. Piensarjatuotannossa eri positiokirjaimien välille muodostuu selviä tuotantomääriä per rivi eroja, kun mitä isompi kirjainmäärä positiossa on, sitä pienempi on tuotantomäärä per rivi. Tämä viittaisi erityyppisten tuotteiden jaotteluun eri positio kirjainmäärille riippuen tuotannon määrästä.

Vuosineljännes	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä yht.	Tuotantomäärä Per Rivi keskiarvo	Tuotantomäärä yht. %	Positiokirjainmäärä	Tilausrivien määrä yht.	Tuotantomäärä %	Tuotantomäärä keskiarvo Per rivi	Tuotantomäärä yht.
Neljännes 1	168	333409	1984,58	24,51%	1	74	11,64%	2140,15	158371
Neljännes 2	179	387518	2164,91	28,49%	2	562	85,87%	2078,04	1167860
Neljännes 3	168	347856	2070,57	25,58%	3	24	2,49%	1411,38	33873
Neljännes 4	145	291321	2009,11	21,42%					
Yhteensä	660	1360104	2060,76	100,00%	Yhteensä	660	100,00%	2060,76	1360104

Tuotantomäärä

Kuva 33 Yrityksen sarjatuotannon määrät eri neljänneksillä ja positiokirjaimittain.

Yrityksen sarjatuotannossa viimeisellä neljänneksellä myös tapahtuu muihin neljänneksiin verrattuna noin neljän prosentin lasku ja vilkkaimmillaan sarjatuotanto on toisella neljänneksellä oletettavasti ennen kesälomakautta. Tuotantomäärät pysyvät eri neljänneksillä suhteellisen vakioina per rivi tarkastellessa ja mielenkiintoista on huomata, että keskiarvo on hieman yli 2000, kun tuotantomäärien tarkastelu alkaa jo 1000 kappaleesta, joten tuotantorivit viittaisivat samankaltaisten tuotteiden tai tuotantomäärien suosimiseen.



Kuva 34 Yrityksen yksittäis-, piensarja- ja sarjatuotantomäärien kokonaistuotantomäärien osuudet kokonaistuotannosta.

Kokonaistuotannosta sarjatuotannon tuotantomäärä on 60 %, eli kappalemäärällisesti ajateltuna sarjatuotannon tuotteiden 2,7 % kokonaistilauksivimäärästä, eli 660 riviä vastaavat 60 % tuotannon kappalemäärästä, joka on laatu- ja laadunäkökulmasta ajatellen erittäin kriittistä. Keskittymällä 2,7 %, eli 660 tilausriviin vuodessa saadaan 60 % kattavuus yksittäisille kappaleille, joissa voi mahdollisesti olla virhe, joka aiheuttaisi kustannuksia jossain muodossa. Sarjatuotannon laatuun panostaminen vaikuttaisi olevan kuvan 33 perusteella verrattuna kuvaan 32 merkityksellisin osa-alue. Piensarjatuotannon tuotemäärä on 28,3 % pienempi vuoden aikana, kuin sarjatuotannon määrä, vaikka rivejä on 13,6 kertaa enemmän. Kokonaistuotantoa tarkastellessa kuvassa 34 voidaan todeta sarjatuotantojen haukkaavan 98,43 % osuuden kokonaistuotannosta, joka tukee myös laadullisen tärkeyden esitelyjä näkökulmia.

Seuraavaksi lähden analysoimaan eri vaiheisiin kohdistuvia rivimääriä. Liitteissä 7, 8 ja 9 eri vaiheista eroteltiin rivimäärät alipositioihin ja luokiteltiin sen mukaan, kuinka usein mikäkin vaihe osui esimerkiksi ensimmäiseksi tai toiseksi vaiheeksi. Tämän avulla sain kuvan siitä, mitkä työvaiheet ovat

eniten kuormitettuja riveillä ja missä järjestyksessä, sekä millä suhteella alipositioita käytetään kokonaisrivimäärästä eri vaiheilla.

Liitteen 7 perusteella noin 94 % ajasta ohjelmointi, hitsauksen keräily, lähetys, toinen tehdas ja ostot ovat ensimmäisinä vaiheina. Näistä työni kannalta merkittävimmät ovat siis kolme ensimmäistä, joiden rivimäärät yhteensä kattoivat jo noin 85 % kaikista riveistä, ja suurimpana ohjelmointi, jolla oli 62,58 % kaikista riveistä. Tuotannonohjaus alkaa siis noin 34,4 % ajasta eri vaiheesta kuin ohjelmointi, ja ohjelmointi on ainoa merkittävä paikka, jossa on yli 2 % alipositioita kokonaisrivimäärästä. Tämä viittaa siihen, että muut positiot toimittavat pääasiassa valmiita kokonaisuuksia tai tuotteita eteenpäin, kun taas ohjelmoinnin kautta valmistetaan niin yksittäisiä kuin kokonaisuusien osiakin.

Toisessa vaiheessa hitsauksen keräily vaihtuu lähes suoraan hitsaukseen, ja tyhjän rivin, eli vain yhden työvaiheen rivejä, on yhteensä noin 12 % kaikista riveistä. Tämä on noin 3 % enemmän kuin ensimmäisen vaiheen ohjelmointi, joten yksi vaihe sisältää myös muita töitä. Lähetykseen etenee toisessa vaiheessa noin 8 %, mikä on lähes samalla tasolla kuin ensimmäisessä vaiheessa. Levytyökeskuksen vaiheessa on eniten rivejä, ja sinne ohjelmointi siirtyy aina toisessa vaiheessa, kun taas kolmannessa vaiheessa purku on lähes aina.

Kolmannessa vaiheessa purun jälkeen isoimmaksi nousee tyhjä rivi noin 20 %:n osuudella, eli näin paljon riveistä päättyy jo kahteen vaiheeseen. Ensimmäisen ja toisen vaiheen perusteella useita eri töitä ohjataan maaliin, kuten esimerkiksi varasto tai pintakäsittely, ja näitä on noin 12 % kerroista, kun toisessa vaiheessa lähetyksen osuus oli noin 8 % riveistä.

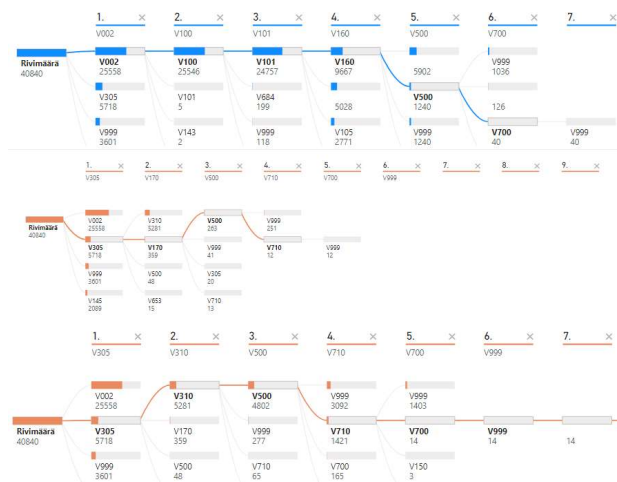
Kolmen ensimmäisen vaiheen perusteella on tärkeää pohtia, mistä ja miten tuotannonohjaus lähtee liikkeelle. Lähettämön suuri tulostusmäärä antaisi olettaa, että esimerkiksi he voisivat tulostaa ison osan omasta työjonostaan tai käsitellä niitä ilman tulostamista suoraan valmiiksi. Kolmannen vaiheen pintakäsittely vaikuttaa olevan suhteessa toisen vaiheen hitausriveihin tärkeä tekijä. Merkityksellisimpinä paperivirtoina voidaan pitää ohjelmointia, hitsauksen liikettä ja lähetystä Liitteen 7 vaiheiden määrien perusteella.

Liitteen 8 perusteella neljännessä vaiheessa tuotteiden purkamisen jälkeen tapahtuu iso muutos. Tyhjä rivit ovat yleisimpiä, eli noin 36 % riveistä, ja sen jälkeen työvaiheet jakautuvat tasaisemmin kuin aiemmin. Purkuvaiheen jälkeen tärkeimmäksi vaiheeksi nousee särmäys, ja muuten rivit jakautuvat täysin erilaisiin vaiheisiin, joten tässä vaiheessa liikutaan eniten ympäri tuotantoa ja samalla myös työmäärät jakautuvat eri tavalla. Alipositioiden määrä jakautuu eri työvaiheille, joista tyhjä merkittävät jopa noin 15 %, ja niistä noin 71 % oli kolmella vaiheella valmistuneita rivejä. Kolmannella vaiheella tyhjien rivien alipositioiden suhde oli 1155 riviä 7009 rivistä, eli noin 16,5 %. Tämä radikaali

kasvuun viittaa siihen, että kolmeen vaiheeseen mennessä valmistuneet olivat pääasiassa pääpositioita, eli jonkinlaisia kokonaisuuksia, ja kolmen vaiheen jälkeen pääpositioiden määrä kasvoi vain 23,2 %, kun alipositiot kasvoivat suhteessa aikaisempaan 531 %. Loput alipositiot jakautuivat neljännessä vaiheessa pääosin särmäykseen, hiontaan, mankelointiin, poraukseen/kierteitykseen/senkkauseseen ja toiseen tehtaaseen, eli pääosin Liitteen 1 mukaisiin teräsrakenteiden vaiheisiin.

Viidennessä vaiheessa Liitteen 8 mukaan 72 % riveistä on jo valmiina, ja noin 91,1 % alipositioden riveistä on valmiita. Tämän perusteella teräsrakenteiden alipositioden vaiheet valmistuvat ja jatkavat seuraavilla työriveillä matkaansa, koska esimerkiksi lähettämisen riveillä on ollut vain kaksi alipositiota ja muut alipositiot ovat eri teräsrakenteiden vaiheissa tai massatuotannon vaiheissa. Kuudennessa vaiheessa noin 86,5 % riveistä on jo tyhjiä, ja lähetykset mukaan lukien noin 94,3 % riveistä on toimitettu tai jatkanut matkaansa uudestaan alusta. Liitteen 9 perusteella täydet 10 tuotannon vaihetta käytettiin vain 7 kertaa vuodessa, ja pääasiassa vain pääpositiot liikkuvat vaiheilla 7–10.

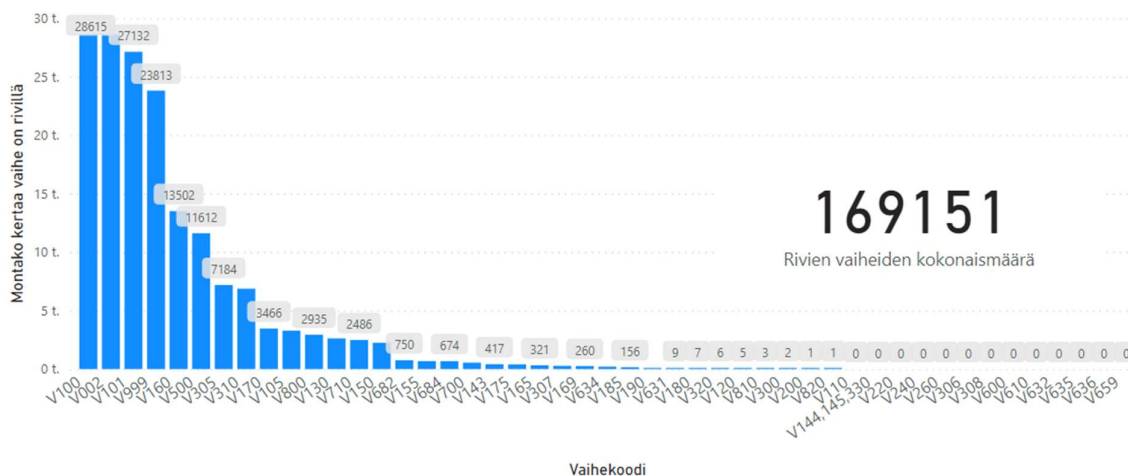
Liitteiden 7–9 eri vaiheiden kokonaisuuden perusteella voidaan todeta, että tuotannonohjaus käynnistyy monissa tapauksissa usein uudelleen ensimmäisestä vaiheesta, eli kokonaisuuksien tuotantoa ohjataan erilaisista lähtökohdista ja eri osista tuotantoa, jotka ovat Liitteen 1 ensimmäisen vaiheen työvaiheet, kuten ohjelmointi, hitsauksen keräily, lähettämö, kokoonpano, eri tehdas, alihankinnat/ostot ja massavalmistuksen eri vaiheet. Tilausten käsittelyn, lähettämön ja massatuotannon tulostuksien määrän taustalla voi siis olla paljon myös samojen tilausten eri työvaiheosien työmääräimien tai muiden paperien tulostamista ja välittämistä tuotantoon useaan kertaan myös samalle tuotteelle tai kokonaisuudelle.



Kuva 35 Liitteen 7 ja Pareton (1896) mukaisesti 76,6 % ensimmäisen vaiheen rivimäärien perusteella muodostetut virtauskuvat ohjelmoinnin ja hitsauksen keräilyn vaiheista.

Muodostin liitteen 7 perusteella kuvan 35 virtauskuvaukset kahdesta isoimmasta työvaiheesta, jotka esittävät yhden rivimääriä saaneista vaihtoehdoista. Ohjelmoinnin kohdalla tuotteet useimmiten

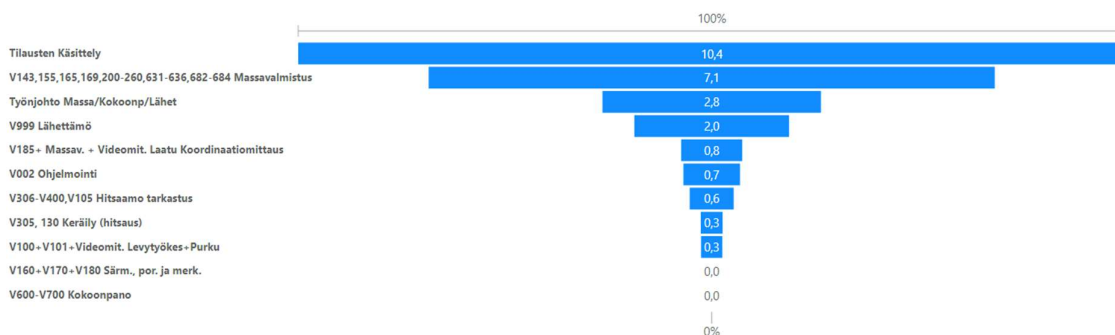
päätyivät särmäyksen ja pintakäsittelyn kautta kokoonpanoon, ja purun jälkeen iso osa tuotteista päätyy tyhjiin. Hitsauksen keräilyvaiheen määrien perusteella yhtenä selityksenä voisi pitää sitä, että tuotteita valmistetaan yhdellä työkortilla ohjelmoinnista purkuun ja eri vaiheisiin asti ja sitten tyhjän vaiheen tullessa jatketaan aloittamalla uusi työriivi hitsauksen keräilyyn. Myös muut liitteen 7 ensimmäisen vaiheen työt ovat mahdollisia tyhjän rivin päätepisteen uusia alkavia töitä varaston tai muun kautta. Tällainen työmalli vaatii todennäköisesti selviä kirjallisia tai muita ohjeistuksia, mihin tuote vietään tai tehdään, kun seuraava työvaihe ei ole lähetys tai muu selkeä vaihe.



Kuva 36 Rivien vaiheiden kokonaismäärä vaiheittain.

Työvaiheita vuodessa on yhteensä kuvan 36 mukaan 169 151 kappaletta, joka vastaisi 221 työpäivän laskelmalla noin 765 vaihetta päivässä ja kun eri aktiivisia vaiheita oli 36, niin se tarkoittaisi noin 21 riviä per vaihe/työpäivä keskiarvoltaan. 80 % vaiheiden kokonaismäärästä olisi noin 135 320 vaihetta, eli siihen mahtuisi v100, v002, v101, v999, v160 ja v500. Näiden vaiheiden rivien toiminta ja paperin liikuttelu yhteen ovat tärkeimmässä asemassa ajatellen tuotannon informaation kulkua. Vielä isompana kysymysmerkkinä pitäisin tilausten käsittelyä, sillä sitä yritys ei määrittele tuotannon tai tuotannonohjauksen prosessiketjuun mukaan, joka kuitenkin on suoraan osallisena tuotannon paperilla ohjaukseen lähtökohtaisesti ajatellen, että vähintään v100 ohjelmoinnin ja muidenkin liitteen 1 ensimmäisten vaiheiden lähtöpaikka on tilausten käsittely, vaikka paperit eivät sieltä aina lähtisikään.

Seuraavaksi tarkastelin tulostuksien määrää per rivit vuodessa muodostaakseni käsitystä siitä, paljonko keskimäärin tuotannon eri vaiheissa tulostetaan papereita jokaista riviä kohden voidakseni vertailla tulevia kysely näyttöiden tuloksia näihin.



Kuva 37 Vaihekokonaisuuksien tulostukset vuodessa per rivien määrät kokonaisuudessa. Massavalmistuksen korkea- ja ohjelmoinnin matalamäärä herätti huomiota.

Massavalmistuksen korkea tulostukset per rivi herätti epäilystä, sillä rivimäärä oli suhteellisen matala ja työnjohdolla tulostusmäärä per rivi oli 2,8 paperia per hänen kauttansa mennyt rivi. Ensimmäisenä minulle tuli mieleen, että miten tulostimen ostopäivä oli merkitty ja tarkastuksen perusteella olin tälle tulostimelle valinnut ”ostopäiväksi” tietokoneelta löytyneen asennuspäiväyksen 9.9.2020.

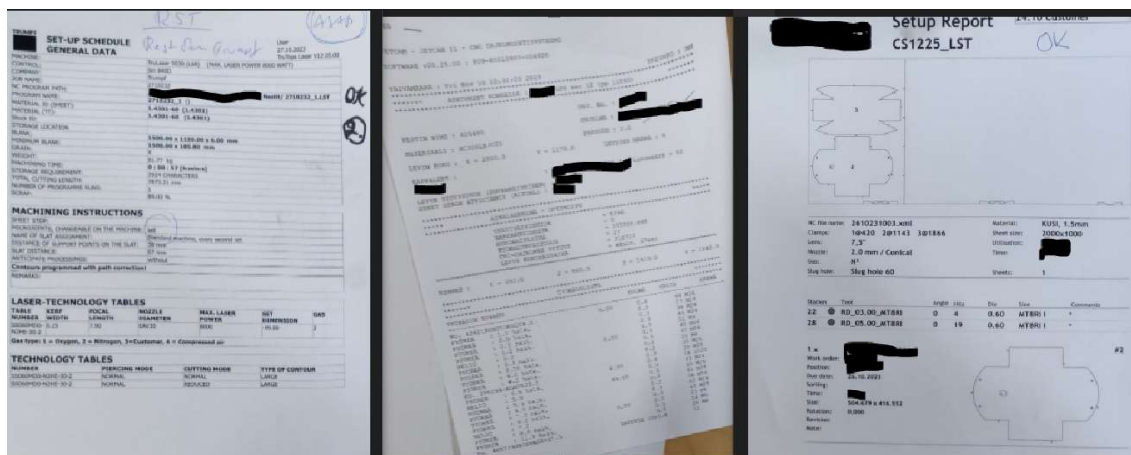
Asennuspäiväyksistä IT-henkilö totesi ostotietoja antaessaan aikaisemmin, että päiväys voi olla täysin paikkansapitämätön, koska työsolut ovat viime vuosina muuttuneet. Kuvan 37 perusteella voidaan olettaa, että ainakin tulostimen iäksi käytetty aika ei pidä siis paikkansa. Ja tutkin tulostimen tietoja, joka paljasti, että vaiheen tulostin malli julkaistu 2016 vuonna (Brother, 2024) ja päivämääräksi asetettiin 9.9.2020 kuvassa 17, joten on mahdollista, että tulostin onkin jopa 4 vuotta vanhempi. Työn suorituksen kannalta jätin aikaisemmin ulkopuolelle tulostimia ja lähdin tutkimaan taulukkoa, josta kuvan 17 tulostimien tiedot muodostettiin.

Nimi	IP	Tyyppi	Malli	Ostopv	Määrät haettu
[REDACTED]	.89	tulostin	BR HL-L5100DN	3/26/2020	20.10.2023
Lähettämön monitoimilaite	.96	tulostin monitoimilaite	BR MFC-L6900DW	5/14/2019	20.10.2023
[REDACTED] ex.Yläkoppi monitoimilaite.	.97	tulostin monitoimilaite	BR DCP-L6600DW	10/11/2019	x
[REDACTED] Brother	.98	tulostin	BR HL-L6300DW	1/31/2020	20.10.2023
Kopioikone ylakerta 2023	.99	Kopioikone	Konica-Minolta bizhub C450i	1/17/2023	20.10.2023
BR5500 alakoppi	.100	tulostin monitoimilaite	BR DCP-L5500DN	7/1/2021	x
BR5100Ylakoppi ([REDACTED]) (OHJELMOINTI)	.101	tulostin	BR HL-L5100DN	3/27/2020	17.10.2023
Kopioikone alakerta	.102	Kopioikone	Konica-Minolta bizhub C360	7/16/2021	17.10.2023
BR5100 [REDACTED]	.103	tulostin	BR HL-L5100DN	4/6/2020	20.10.2023
[REDACTED] monitoimitulostin	.104	tulostin	BR MFC-5700DN	5/14/2019	x
Hitsaus tarkastaja	usb	tulostin	BR HL-L5100DN	10/10/2018	30.10.2023
Särmäyksen lähellä oleva hitsaus tarkastajan kone (KERÄIL)	usb	tulostin	BR HL-L5100DN	2/15/2021	20.10.2023
[REDACTED] monitoimilaite(Työnjohto)	usb	tulostin monitoimilaite	BR DCP-8070D	26/04/2010	20.10.2023
Mittakoppi-Videomittaus	usb	tulostin	BR HL-L8260CDW	??(asennus 13.4.2022	18.10.23
Mittakoppi- Koordinaatiomittaus	usb	tulostin	BR HL-L8260CDW	??	27.10.23
Levari Leimaus CS1225	usb	tulostin	BR HL-2140	??(27.8.2020 määritys)	18.10.2023
Koneistus = alakerran konica minolta muu kok. ei mtm					
[REDACTED]/prässit/koneistus	???	???	BR MFC-L5700DN	??(9.9.2020 määritys)	20.10.2023
4-halli Levari			BR HL-5350DN	??(21.12.2020 määritys)	19.10.2023

Kuva 38 Kaikkien tulostimien taustatiedot. Massavalmistuksen, levytyökeskuksen ja mittakoppien kyseenalainen ostopäivä.

Massavalmistuksen tulostin on voitu todennäköisesti hankkia samaan aikaan kuvan 38 listauksen perusteella 104-osoitteen omaavan tulostimen kanssa, joka jätettiin tuotantoon suoraan liittymättömänä ulkopuolelle. Tällöin massavalmistuksen vaiheiden tulostin olisikin ostettu ja otettu käyttöön jo 5/2019. Mittakoppien osalta IT-tukihenkilön mukaan määritys-/asennuspäiväys pitää todennäköisesti paikkansa, koska ne ovat uusia paikkoja näille tulostimille ja ne on ostettu samaan aikaan. En löytänyt massavalmistuksen työohjeista tai yleisellä alueen tarkastelulla selityksiä sille, miksi tulostusmäärät per rivimäärä on iso, joten voidaan olettaa sen olevan väärä tai tarkemman selvityksen kautta selitettävissä.

Toinen merkittävä havainto kuvasta 37 oli ohjelmoinnin matala 0,7 tulostusta per työvaiheen rivi, vaikka kuvan 36 perusteella rivimäärä on tuotantovaiheista eniten, eli yli 28 tuhatta vuodessa ja liitteen 7 perusteella 62,6 % kaikista ensimmäisen vaiheen riveistä. Vähäinen tulostusmäärä suhteessa isoimpaan rivimäärään oli selvitettävä. Selvitin työvaiheessa eniten tulostetut asiat ohjelmoinnissa työskentelevältä henkilöltä ja hänen mukaansa pääasiassa tulostetaan nesti-, eli ajo-, työvaiheiden kuittaus- ja purkuvaiheeseen tuotteiden varastointia varten tunniste-papereita. Seuraavaksi lähdin hakemaan tuotantokoneilta nestien määrää tietoja ja tunniste-paperien määrän määrittystä varten tuotannon historiasta tuotteiden listausta, johon vaiheessa tulostetaan tunnistepaperi.



Kuva 39 TruTops, JETCAM ja NC Express nestipaperien etusivujen erot.

Tuotantokoneille tuotetaan nestejä pääasiassa Prima Powerin NC Expressin, Trumpfin TruTopsin ja JETCAM:in avulla ja näiden etusivujen erot näkyvät kuvassa 39. Ohjelmistojen tulostetut nestit eroavat toisistaan paperimäärällisesti, sekä tiedoiltaan. Ohjelmoinnin mukaan TruTopsin ja JETCAMin tapauksissa pyritään siihen, että levyn kuva on paperin kääntöpuolella. TruTops tekee tämän automaattisesti viimeiseksi raporttiin, mutta JETCAMissa tulostetaan erillinen levyn kuva ja käännetään taaksepäin näkyviin, jotta tuotannossa olisi helpompi ja nopeampi tarkistaa levyn kuva. NC Expressin tapauksessa levyjen kuva on ensimmäisenä raportissa.

Ensin hain Excelin Power Query:llä listauksen eri työstökoneiden nesti kansioista suodattaen tietoja 2022 vuodelle ja totesin yhden työstökoneen luotettavan tiedonsaamisen mahdottomaksi, koska sille koneelle korvataan aina edellinen tehty työ, eikä historiaan jäänyt tietoa tehdystä työstä tai tietoja pdf, eikä muussakaan muodossa. En keksinyt, miten saisin luotettavasti kohdistettua rivimääriä, joten todettakoon vain, että työstökoneelle yksi ajorivi aiheutti 2 paperin tulostamisen, ajon infolapun ja ajatun levyn kuvan, koska kyseessä oli JETCAMin avulla pääasiassa ajettava kone. Rivimääriä olisi voinut kokeilla toteutuneiden töiden kautta selvittää, mutta samoja tuotteita ajetaan tarpeen vaatiessa eri koneilla, joten luotettava tämä tapa ei olisi ollut. Kokeilin kahden päätuotteen määriä tilausrivistä

suodattaa ja määrä oli 231 riviä, eli 462 tulostettua paperia, mutta varma tästä määrästä ei voinut olla ja muihin koneisiin verrattuna vaikutti erittäin vähäiseltä.

Kahdelle vanhemmalle työstökoneelle sain haettua nestirivien ja uniikkien nestien määrän, mutta tulostettuja paperimääriä ei pystynyt luotettavasti muodostamaan tässä mittakaavassa. Yksi rivi tässäkin tapauksessa tarkoittaa vähintään yhtä paperia, joka kertoo ajon tiedot ja kuvan ajettavasta levystä. L6 kohdalla nestit tulivat NC Expressin kautta ja LP6 JETCAMin ja kautta NC Expressin, joten voidaan olettaa, että vähintään rivien mukainen määrä 6964 paperia tulostettiin.

Name	Date created	Pages	Folder Path	Tulostettavia sivuja
1401222_2.HTML	14.1.2022 9:47	7	[REDACTED]	4
1401222_1.HTML	14.1.2022 9:37	5	[REDACTED]	3
2911222_1.HTML	29.11.2022 14:07	4	[REDACTED]	2
2907224_1.HTML	29.7.2022 11:10	4	[REDACTED]	2

Kuva 40 Power Queryn ja VBA-koodin avulla muodostettu nestin tulostettujen sivujen määrien Excel taulukko.

Yhdellä työstökoneella oli nestejä pdf ja html muodossa TruTopsilla tehtynä, joten tein niistä Power Queryn avulla kansioiden tiedostolistaukset erikseen ja Kumarin (2023) VBA-vinkkien, sekä ChatGPT:n VBA-oppien avulla sain laskettua Excelissä molempien tiedostomuotojen sivumäärät ja jaoin ne kahdella, jotta saatiin tulostettujen paperien määrät, josta esimerkki kuvassa 40. Tein myös saman tempun tuotannon viimeiselle uudelle tuotantokoneelle, jolle oli tallentunut vain pdf-tiedostoja ja sain näin loppujen työstökoneille tulostettujen paperien määrät vuodelle 2022. Lavatunnisteiden osalta hain ohjelmoinnin kertoman tiettyjen varastotuotteiden nimikkeet 2022 vuodelta ja laskin näiden rivimäärän.

Ohjelma	2022 Vuosineljännes	Tulostetut sivut	Sivuja Per	Nestien rivimäärä	Ohjelmointi Tulostukset / Vuosi	Ohjelmointi rivit 2022	Nestien rivimäärä Per Rivit 2022	Lavatunniste tulosteet 2022
NC Express	1	2 382,00	1,01	2366	20422	28614	0,48	301
NC Express	2	2 694,00	1,00	2695	20422	28614	0,48	301
NC Express	3	3 133,00	1,01	3115	20422	28614	0,48	301
NC Express	4	2 736,00	0,99	2754	20422	28614	0,48	301
TruTops	1	202,00	0,33	605	20422	28614	0,48	301
TruTops	2	201,00	0,30	675	20422	28614	0,48	301
TruTops	3	320,00	0,50	639	20422	28614	0,48	301
TruTops	4	396,00	0,48	818	20422	28614	0,48	301
Yhteensä		12 064,00	0,88	13667	20422	28614	0,48	301

Kuva 41 Työstökoneille tehtyjen nestien paperimäärät ja lavatunnistemäärät 2022. JETCAMin määriä ei luotettavasti saatu.

Työstökoneille tehtyjen nestien paperimäärät olivat erittäin vaihtelevia. Eri ohjelmistoilla tulostaessa tarvittavia tulosteita oli keskimäärin joko yksi tai kaksi kuvan 41 mukaan ja aiemmin mainittiin JETCAMin 2 paperia. Kuvan 41 perusteella laskettuna tulostettiin noin 59 % ohjelmoinnin laskennallisista vuositulostuksista, eli muita tulostuksia jäi 40 %, johon kuuluvat aikaisemmin mainitut ohjelmistot ja muut nestit, joiden määriä ei voitu todeta.

Kuvan 41 nestien rivimäärät ovat 47 % ohjelmoinnin kokonaisrivimäärästä ja ohjelmointi rivit 2022 vähennettynä nestien rivimäärästä kerrottuna sivuja per nestien rivimäärä saadaan tulokseksi pyöristettynä 13 153 sivua, eli yhteensä sivumäärät olisivat 25 217 sivua 0,88 sivuja per nestien rivimäärä kerrottuna, kun laskennallinen vuositulostusmäärä oli 20 422. Tulos olisi näin arvioituna on

noin 25 % isompi kuin laskennallinen arvioitu toteuma. Näin arvioituna ei voida vetää isoja johtopäätöksiä ohjelmoinnin vuosittaisesta arvioidusta tulostusmäärästä tai puuttuvien nestien rivi- sekä tulostusmääristä.

Kokonaisuutena pohja-aineiston katsauksessa saavutettiin laajasti informaatiota yrityksen tuotannonohjauksen toiminnasta ja paperisuhteiden muodostuksesta, jonka perusteella on hyvä jatkaa työn kysely näytteiden analysointiin.

3.6 Kysely näytteet

Kyselyjen muodostamista varten lähdin rakentamaan yrityksen toimintaan soveltuva toimintojen kokonaisuutta hyödyntäen Sellenin ja Harperin (2003) esittelemää taulukkoa 2 ja kuvaa 13, jotka tarjosivat käyttökelpoisen mallin paperin käsittelymuodoille. Lisäksi hyödynsin Kaplanin ja Andersonin (2004) kehittämää toimintopohjaista kustannuslaskentaa. Tavoitteenani oli luoda eri luokkia paperin käsittelylle, jotka jaettaisiin paperiin liittyviin toimintoihin. Nämä toiminnot olisi mahdollista korvata tietoteknisillä vaihtoehdoilla. Aluksi laadin laajan kyselyn toimintojen ajankäytöstä jokaiselle luokalle, kattaen kaikki niihin kuuluvat toiminnot. Tämän tarkoituksena oli arvioida, kuinka paljon aikaa yhden luokan tapahtumiin kuluu, jotta voisin vertailla niitä keskenään. Kuitenkin ensimmäisen testihaastattelun perusteella totesin tämän lähestymistavan epäkäytännölliseksi ja nopeaksi työssäni. Sen sijaan totesin, että toiminnot olivat hyödyllisiä olennaisten asioiden selvittämisessä ja eri toimintojen määrien vertailussa. Näiden pohjalta laadin liitteen 10 mukaisen taulukon. Toimintoja mitataan ajallisesti kaikissa muissa tapauksissa paitsi esimerkiksi kirjoituksen tai väritussilla merkkäämisen osalta, joissa käytännöllisemmäksi vaihtoehdoksi osoittautui sanamäärän käyttö. Sanamäärä muunnetaan ajaksi vertailemalla sitä kirjoitustutkimuksiin ja kyselyyn vastanneiden vastauksiin.

Työvaihe	Muu	Vuosi	Kuukausi	Päivä	Vapaa kommentti
Muu		2023	marraskuu	2	
Ohjelmointi		2023	marraskuu	3	
Tilausten käsittely		2023	marraskuu	3	
Tilausten käsittely		2023	marraskuu	6	Päivät vaihtelee. Toisinaan tulostan/ käsittelen papereita useita kappaleita päivässä. Toisinaan vähemmän.
Tilausten käsittely		2023	marraskuu	7	paperinkäsittely vaihtelee päivittäin
Levytyökeskus		2023	marraskuu	8	
Johto		2023	marraskuu	10	
Laatu/Mittaus		2023	marraskuu	10	
Lähetäminen		2023	marraskuu	10	
Särmäys/Poraus/Kiertely/Senkkaus		2023	marraskuu	10	
Laatu/Mittaus	Mittakopit	2023	marraskuu	20	
Levytyökeskus	Paperikysely	2023	marraskuu	20	Arvio 15 min / päivä paperiin
Purku	Paperikysely	2023	marraskuu	20	Paperityö + lavatunnisteet, työvaiheleimaus, osien laskeminen n 50% työajasta (4h)

Kuva 42 Kyselyyn vastanneet ja heidän vapaat kommenttinsa. Yksi vastaaja oli sellainen, jota ei voi kategorisoida mihinkään työvaiheeseen varmuudella. Vastauksia tuli 13 kappaletta 54 mahdollisesta vastaajasta.

Kyselyyn, joka esitellään liitteessä 11, sain kokonaisuutena hyvin vastauksia, mutta tärkeimpänä on huomata, että vastanneet ovat pääosin sisäisen sähköpostin käyttäjiä ja suomenkielisiä. Tutkimuksen aikaresurssien ja kokonaisuuden kannalta en voinut haastatella ihmisiä erikseen, mutta saimme silti suhteellisen kattavan otoksen. Kuvassa 42 esitetään vastaajien vastausajankohdat ja muut tiedot. Yksi vastaaja jätettiin pois, koska hänen vastauksiaan ei voitu liittää mihinkään tuotannon vaiheeseen puutteellisen vastauksen vuoksi. Kyselyn loppupuolella sain muutamia vapaamuotoisia kommentteja,

jotka kuvasivat paperin käsittelyn vaihtelevuutta. Eräs vastaaja arvioi vapaamuotoisesti purkuvaiheen osuudeksi 50 % työajasta, mikäli osat lasketaan mukaan. Vastausten pohjalta ryhdyin kokoamaan toimintojen tulosten kokonaiskuvaan.

Työvaihe	Yhteensä paperitoimintoihin menevät sekunnit / päivä Per Työntekijä	Tulostukset/työntekijä Per Työpäivä	Rivit Per Työpäivät (227 pv)(Kuva 36)	Paperitoimintojen sekunnit Per Tulostus (Yht=Keskiarvo)	Paperitoimintojen sekunnit Per Rivi(Yht=Keskiarvo)
Lähetämö	14 496,00	68,22	104,90	212,49	138,18
Laatu/Mittaus	10 048,00	12,68	24,07	792,45	417,47
Tilaustenkäsittely	9 379,33	289,68	179,91	32,38	52,13
Purku	4 412,00	0,00	119,52	0,00	36,91
Ohjelmointi	3 883,00	44,98	126,05	86,32	30,80
Levytyökeskus	3 607,50	8,44	119,52	427,21	30,18
Johto	2 530,00	18,36	179,91	137,79	14,06
Särmäys/Poraus/Kierteytys/Senkkaus	936,00	0,00	91,16	0,00	10,27
Yhteensä	49 291,83	442,37	945,06	211,08	91,25



Kuva 43 Kyselytuloksien perusteella lasketut paperitoimintoihin menevät sekunnit per tulostus ja rivi, sekä kyselytuloksien vastausjakaumat.

Liitteen 11 kyselyn vastauksien perusteella laskettiin, paljonko paperitoimintoihin kuluu aikaa yhteensä eri vaiheissa per työntekijä (ks. kuva 43), ja näitä aikoja verrattiin yhteistulostusmääriin ja riveihin. Ajalliset tulokset muokattiin siten, että viikko vastasi viittä päivää, kuukausi 21 päivää ja vuosi 227 työpäivää, mikä helpotti vertailua ja laskentaa. On huomionarvoista, että yleensä mitä enemmän tulostetaan, sitä vähemmän aikaa kuluu per tuloste ja rivi. Kuitenkin havaittiin poikkeuksia; esimerkiksi levytyökeskuksilla paperitoimintoihin kului paljon aikaa per yksi tulostus, mutta keskimääräistä vähemmän aikaa per tuotantorivi. Koska vaiheiden läpi kulkee paljon rivejä, tämä ja muiden vaiheiden suhteet viittaavat siihen, että työvaiheissa käsitellään yleensä suuria määriä papereita kokonaisuuksina. Esimerkiksi ohjelmointiin käytettiin alle kolminkertainen aika per tulostus verrattuna riviin käytettyyn aikaan, kun taas levytyökeskuksessa käytettiin jopa 14-kertainen aika per tulostus, vaikka rivimäärät vaiheissa olivat lähes samat, mutta tulostusmäärä per työntekijä oli paljon suurempi ohjelmoinnissa. Tämä viittaa siihen, että paperin käsittelyyn kuluu paljon aikaa, vaikka työvaiheessa ei tulosteta paljon, mikä ilmenee myös ohjelmoinnin ja levytyökeskuksen kokonaisajan per työntekijä ollessa lähes sama.

Laadun antamat kyselyvastaukset poikkeavat merkittävästi toimintoaika per rivi -osiossa, kun taas muissa tapauksissa sekunnit per rivit kasvoivat tasaisesti. Tästä voidaan päätellä, että joko siellä tehdään erittäin paljon töitä paperin kanssa, kun rivimäärä per työpäivä oli vain noin 24, tai vastauksissa on liioittelua. Myös lähetämön vastaukset osoittavat, että siellä tapahtuu paljon erilaisia toimintoja, jotka eivät suoranaisesti liity tilausrivien tai tulostamisen määrään, sillä vaiheella arvioitiin kuluvan eniten työaikaa paperin kanssa, vaikka tulostusmäärät olivat noin neljäsosan ja rivimäärä noin 58 % tilauksen käsittelyn määräästä, jossa tulostetaan selvästi eniten. Purku- ja särmäysvaiheiden vastaukset olivat

mielenkiintoisia, koska ne ovat rivimäärällisesti erittäin edustettuina (ks. kuva 36), mutta tulostusmäärät ovat käytännössä nolla. Silti näissä työvaiheissa käytettiin runsaasti aikaa paperiin verrattuna muihin vaiheisiin, joissa on myös tulostuksia. Tulosten perusteella paperitoimintojen ajallinen määrä näyttäisi korreloivan enemmän rivimäärien kuin tulostusmäärien kanssa.

Kun kuvan 43 paperitoimintojen aikamääristä per rivi poistetaan laadun suuri ylilyönti verrattuna muihin, keskiarvo laskee noin 91 sekunnista per rivi noin 45 sekuntiin, mikä pienentää vaiheiden ajallista hajontaa merkittävästi. Tämä voi parantaa tulosten tarkkuutta ja tehdä tulkinnasta luotettavampaa.

Kuvassa 43 esitellään myös eri työvaiheiden vastausmäärät, ja kokonaistuloksena noin 20 % tuotannonohjaukseen liittyvistä henkilöistä ja vaihekokonaisuuksista 72 % katettiin kyselyssä, mikä on hyväksyttävä määrä. Kuten aiemmin mainittiin, kuitenkin kokonaisuikojen laskeminen on vaikeaa, koska puuttuvat vastaukset sijaitsevat juuri niillä vaiheilla, mitä särmäysvaihe edustaa, eli joko ei lainkaan tai vain vähän tulostavia vaiheita. Samalla myös vastaukset massavalmistuksen tulostinta käyttäviltä puuttuvat, vaikka heitä on suurin yksittäinen ryhmä (11 henkilöä eli 20 % kaikista mahdollisista vastaajista), ja heille laskettiin esimerkiksi levytyöstöön verrattuna noin kaksinkertainen määrä tulostuksia per henkilö (ks. kuva 24). Tämä on tutkimuksen kannalta myönteistä, koska tulostusmääriä voidaan määritellä kuitenkin näin suurelle joukolle ihmisiä, kun taas esimerkiksi hitsaus- ja kokoonpanovaiheiden osalta tulostamista ei voida olettaa tapahtuvan lainkaan.

Työvaihe	%	Summa - Yhteensä sekunnit / päivä	Summa - Paperin tulosta minen	Summa - Manuaal- inen liedotyö ottotyö Muu	Summa - Paperin nouta- minen tulosti- meta	Summa - Paperin siirtämi- nen toiseen paikkaan - Seuraa va työvaihe	Summa - Uusien tulvien paperin kijittelu omalla paikalla	Summa - Paperin väritys/ merkki- us	Summa - Paperin väritys/ riittäus	Summa - Paperin edon etsiminen	Summa - Tilasp- aperin noutami- nen	Summa - Paperin digitalis- ointi	Summa - Vaihtojen paperie- n kijittelu omalla paikalla	Summa - Paperin noutami- nen ja siirtämi- nen paikka- maa varten	Summa - Manuaal- inen liedotyö ottotyö	Summa - Paperin siirtämi- nen toiseen paikkaan	Summa - Paperin siirtämi- nen mappin laittami- nen	Summa - Paperin siirto roskiin - 15 + 21 - keskiar- vo	Summa - Tekstin kijitoita minen paperin	Summa - Paperin siirto työvaihe- iden kulttu- uksen	Summa - Paperin tarvikke- iden nouto	Summa - Paperin lajittelu muailla- a- ludet	Summa - Paperin liittymien väliseen etsiminen	Summa - Paperin liskämi- nen tulostim- een	Summa - Paperin tarvikke- iden nouto - Tulosti- meen liittyy	Summa - Paperin lajittelu muailla- - Varhat	Summa - Tulosti- men- on- gel- man selvitys- - Virikas- etti tai rumpu
Tilauksen käsittely	24,64 %	17 797,80	4 500,00	1 500,00	4 500,00	45,00	1500	1 500,00	1 500,00	75	1 500,00	7,10	750	7,10	0,00	150,00	7,10	75,00	2,40	0	3,60	7,10	0,00	15,00	2,90	0,00	0,40
Lähetelmä	20,23 %	14 495,90	9 000,00	1 000,00	100,00	500,00	200	300,00	60,00	250	250,00	1 500,00	23	600,00	0,00	40,00	60,00	137,50	25,00	0	57,10	0,00	30,00	22,90	31,70	2,10	31,70
Laatu/Mittaus	13,11 %	9 397,70	150,00	6 000,00	100,00	1 800,00	100	180,00	57,10	100	0,00	28,60	240	0,00	60,00	57,10	85,70	80,00	10,00	0	42,90	0,00	50,00	57,10	28,60	0,00	10,60
Tilauksen käsittely	8,26 %	5 915,90	50,00	2 700,00	100,00	1 440,00	0	15,00	75,00	1200	48,00	30,00	0	0,00	0,00	45,00	12,80	1,00	0	17,10	0,00	0,00	120,00	28,60	0,00	7,90	
Tilauksen käsittely	6,17 %	4 423,90	1 125,00	0,00	600,00	75,00	450	375,00	450,00	75	15,00	150,00	75	1,40	0,00	30,00	75,00	151,10	50,00	60	225,00	15,00	75,00	2,90	1,00	45,00	0,40
Purku	6,16 %	4 412,50	0,00	75,00	0,00	450,00	750	750,00	0,00	75,00	0,00	150	75,00	750,00	0,00	300,00	112,50	100,00	450	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,00	0,00
Ohjelmointi	5,42 %	3 883,20	600,00	25,00	400,00	450,00	600	187,50	300,00	30	200,00	4,00	0	15,00	350,00	0,00	0,00	75,70	300,00	0	2,90	150,00	30,00	6,00	2,90	0,00	2,90
Levytykeskus	5,11 %	3 659,80	40,00	60,00	15,00	480,00	600	20,00	3,00	90	360,00	20,00	240	600,00	20,00	720,00	60,00	45,00	20,00	20	26,40	0,00	100,00	6,60	15,90	0,00	7,90
Levytykeskus	4,96 %	3 554,70	25,00	180,00	0,00	120,00	360	120,00	228,60	600	300,00	24,00	360	5,70	300,00	300,00	114,30	55,00	100,00	90	14,30	120,00	11,40	3,20	9,30	0,00	4,00
Johto	3,53 %	2 529,80	150,00	600,00	300,00	0,00	0	100,00	150,00	200	0,00	225,00	0	12,00	0,00	900,00	200,00	0	5,70	0,00	25,00	0	5,70	0,00	25,00	0,00	1,30
Särmäys/Poraus/ Kiertäisy/Senk- kiä	1,31 %	935,70	20,00	28,60	20,00	20,00	30	10,00	0,00	200	0,20	15,00	2	240,00	14,30	1,30	0,00	68,00	30,00	70	10,00	0,50	15,00	2,90	0,80	0,50	0,30
Laatu/Mittaus	0,91 %	650,40	71,40	357,10	71,40	7,10	0	0,00	21,40	29	0,00	5,30	0	0,00	0,00	0,00	1,30	17,90	23,80	0	2,60	0,00	2,40	1,60	2,60	0,00	0,00
Yhteensä	100,00%	71 657,30	15 731,40	12 525,70	6 206,40	5 387,10	4 590	3 557,50	2 845,10	2 849	2 748,20	2 009,00	1 840	1 556,20	1 494,30	1 388,40	948,40	905,50	862,20	690	407,60	367,60	338,80	241,10	167,20	122,60	67,40

Kuva 44 Eri vaiheiden paperiin liittyviin toimintoihin menevät sekunnit päivässä kyselytuloksien mukaan.

Kuvan 44 taulukointia tarkastellessa on hyvä huomioida, että yhdistin liitteen 11 kyselyn kysymyksiä 15 ja 21 vastaukset paperin roskiin laittamisesta ja otin niiden keskiarvon, sillä analyysivaiheessa huomasi käytännössä saman kysymyksen toistuneen ja en ole varma, miten ihmiset siihen reagoivat vastauksia antaessaan. Sanojen sekuntimäärä oli noin 2 sekuntia per sana kaikkien arvioijien mukaan keskimäärin ja sitä tukee myös Detrick-Janesin ym. (2017) tutkimus kirjoitusnopeudesta, jossa todettiin

24 kirjaimen ja keskimäärin 6 sanan kynällä kopiointin nopeudeksi keskimäärin noin 12 sekuntia 20–69-vuotiailla, joten olisi perusteltua käyttää sanojen aikakertoimena kahta sekuntia per sana. Työn luonteen vuoksi kuvassa 44 käytetään ”Tekstin kirjoittaminen paperiin”-kohdassa määränä sanamääriä, eli aika on 1 sekunti per sana. Tämä vähentää eri työvaiheiden kokonaisaikoja, mutta merkintöjen ja kirjoitusten ollessa myös paljon pieniä merkkauksia, on tämä viisaampi valinta. Sanoja kirjoitettiin yhteensä siis kyselyn mukaan päivässä 862 kappaletta. Sanamääriin liittyviä huomioita kyselyn tuloksien ja vuoden 2022 rivimäärien perusteella:

- 862 sanaa päivässä kyselyn mukaan, eli 1724 sekuntia päivässä
- 47 riviä per yksi kirjoitettu sana
- 4,8 sanaa per yksi tilausrivi (180 riviä päivässä)
- 1,2 sanaa per työvaihe (745 vaihetta päivässä)

Yhteensä siis työvaiheet kyselyn tuloksien mukaan käyttävät paperitoimintoihin 71 657 sekuntia per työpäivä ja per kyselyyn vastannut keskimäärin 5971 sekuntia, eli noin 1,66 tuntia päivässä.

TOIMINTO	Yhteensä sekuntit / päivä	Paperin tulostaminen	Manuaalinen tiedotus - Muu	Paperin noutaminen tulostimesta	Paperin siirtäminen toiseen paikkaan - Seuraa työvaihe	Uusien tulevien paperin laittelu paikoille	Paperin väritys/merkaus	Paperin riittävyys	Paperin edon etsiminen	Tilauksen noutaminen	Paperin digitalisointi	Vaihtojen paperien laittelu omalla paikalla	Paperin noutaminen ja siirtäminen poikkeamaa varten	Manuaalinen tiedotus - Työvaiheen kuittaus	Paperin siirtäminen toiseen paikkaan	Paperin maapinnallinen	Paperin siirtäminen - 15 + 21 keskiarvo	Tekstin kirjoittaminen paperiin	Paperin siirtäminen työväliin kuittauksien	Paperin siirtäminen roudin	Paperin siirtäminen roudin	Paperin laittelu muualle - Uudet	Paperin liittyvien välineiden etsiminen	Paperin lisääminen tulostimeen	Paperin siirtäminen roudin - Tulostimeen liittyvä	Paperin laittelu muualle - Varhat	Tulostimen orjella - Värkas erittämättä - rumpu
KESKIARVO																											
Yhteensä	100,00%	5 971,44	1 310,95	1 043,81	517,20	448,93	383	296,46	237,09	259,00	229,02	167,42	153,33	129,68	124,53	115,70	79,03	75,46	71,85	58	33,97	30,63	28,23	20,09	13,93	10,22	5,62
MEDIAANI																											
Yhteensä	100,00%	4 147,85	1 107,00	268,55	100,00	285,00	280	150,00	67,50	100	61,50	22,00	49	9,55	7,15	35,00	60,00	75,00	27,50	0	12,15	0,25	20,00	4,60	6,10	0,00	2,10
KESKIHAJONTA																											
Yhteensä	100,00%	5 083,95	2 618,97	1 683,16	1 214,01	562,96	424	416,45	403,70	335,17	403,20	407,21	214,83	220,20	222,30	200,86	86,77	40,42	88,10	122	60,02	51,27	30,75	33,77	14,48	23,10	8,61

Kuva 45 Paperiin liittyvien toimintojen sekuntia per päivä keskiarvot, mediaanit ja keskihajonnat kyselytuloksista laskettuna.

Toimintojen keskiarvoja, mediaaneja ja keskihajontaa tarkastellessa voidaan ensimmäisenä todeta, että mediaani on noin 30 % pienempi, kuin keskiarvo, jota voi selittää esimerkiksi aikaisemmin mainittu laatu vaiheen iso aikamäärällinen vastaus, joka nostaa keskiarvoa mediaanin ollessa pienempi. Myös tilausten käsittelyssä yksi ihmisen suhteessa muihin tulosti noin kaksi kertaa enemmän, kuin muut keskimäärin yhteensä. Suuri keskihajonta kertoo kyselyn tuloksien vastauksien hankalasta vertailusta eri työvaiheiden kesken. Työvaiheissa tapahtuu paljon erilaisia paperiin liittyviä toimintoja eri suhteissa.

Yksittäisiä toimintoja tarkastellessa paperin tulostamiseen menee joissain vaiheissa erittäin paljon aikaa ja toisissa ei juuri ollenkaan, mistä kertoo pieni mediaani, kuitenkin pienempi keskihajonta kertoo siitä, että tulostamiseen menevät ajat ovat lähempänä toisiaan vastauksissa verrattuna kokonaismäärän hajontaan. Toimintoja yleisesti tarkasteltaessa vastauksien keskihajonta on useimmiten isompi, kuin keskiarvo, joka kertoo suurista eroista vastauksien kesken, joka osaltaan vahvistaa käsitystä erilaisten toimintojen olevan erilaisissa painoarvoissa eri työvaiheissa, jota tukee myös yleisesti jokaisessa toiminnossa olevat keskiarvoa pienemmät mediaanit.

Kokonaisuutena tulokset ovat erittäin mielenkiintoisia. Seuraavaksi kokeillaan jättää tuloksista pois laatu- ja lähettämövastaukset, jotka vaikuttivat olevan poikkeuksellisen suuria verrattuna muihin

vastauksiin, ja tarkastellaan, miten tämä vaikuttaa keskiarvoon, mediaaniin ja hajontaan. Tulosten odotetaan olevan vähemmän hajontaa omaavia ja mediaanin lähempänä keskiarvoa. Muutoksen jälkeen sekuntimäärä päivässä laski yhteensä 47 113 sekuntiin, keskiarvo oli 5235 sekuntia, mediaani 3883 sekuntia ja keskihajonta 4626 sekuntia. Merkittäviä muutoksia ei siis tapahtunut, kun verrataan keskiarvoa mediaaniin, joka oli aikaisemmin 1,44 ja lähettämön sekä laadun poistamisen jälkeen suhde pieneni vain 9 %:iin, ollen nyt 1,35. Tilausten käsittelyn suurimman aikavasteen ja laadun poistamisen jälkeen keskiarvo ja mediaani suhteessa olivat 1,25, eli 19 % pienempiä kuin kaikkien suhteiden osalta. Lähes samaan tulokseen päästiin myös poistamalla pelkän tilausten käsittelyn suurimman näytteen suhde, joka oli 1,26. Pelkästään lähettämön poistamisen jälkeen suhde oli 1,34. Näiden perusteella tuloksista otettiin pois lähettämön ja tilausten käsittelyn yksi vastaus, ja suhde oli nyt 1,04, eli keskiarvo oli 3936, mediaani 3772 ja hajonta 2371, mikä vaikuttaa tarkimmalta vähäisimmillä muutoksilla. Mediaanilukema vaikuttaa sopivimmalta aikojen vertailuun, sillä vastaamatta jääneet koostuvat sekalaisesta otoksesta, jota käyn seuraavaksi läpi taulukossa 2.

Taulukko 2 Kyselyyn vastaamattomat jaoteltuna lisätietoineen.

Vastaamattomat	Työvaihe	Lisätieto
11	Sarjavalmistus	Tulostin löytyy ja tulostusmäärä
7	Hitsaus	Hitsauksen tarkastuksen tulostin ja sen määrät löytyvät. Oletetaan kuitenkin käytön olevan hitsareilla vähäistä, sillä tarkastusta hoitaa paljon keräily.
2	Hitsauksen keräily	Tulostin ja määrät tiedetään. Noutavat tilauspapereita toimiston puolelta ja vaiheessa työjonoja.
5/6	Särmäys/Poraus/Kierteitys	Ei tulostinta. Työjono yhdessä paikassa hallissa, johon saapuu papereita ja tuotteita lavoilla. Yksi vastaus kyselyssä.
1	Ohjelmointi	Tulostin ja tiedot löytyy, sekä yksi vastaus kyselyssä. Työ koostuu isosti paperityöstä ja sen liikuttelusta tietokoneella työskentelyn ohella.

2/3	Purku	Ei tulostuksia. Vastaus löytyy. Kokooa papereita, merkkeilee ja siirtelee ympäri tehdasta.
2/3	Työnjohto	Yhden tulostimen tiedot löytyvät ja yhden tuloksia ei saatu. Tulostus ja paperien käyttö paljon informaation jakamista ja suunnitteluun liittyvät.
6/6	Kokoonpano	Paperiset työjonot löytyvät, mutta ei omaa tulostinta. Työssä käsitellään kokonaisuuksien ja osien kuvia.
2/3	Lähtämö	Tulostusmäärä iso ja yksi erittäin iso vastaus, joka rajattiin keskiarvosta poikkeaman takia.
1/2	Laatu	Tulostusmäärä tiedossa ja yksi vastaus. Aikamäärä per rivi erittäin korkea vastauksessa.
4/6	Levytyökeskus	2/4 Ei käytä tulostinta, mutta toimivat purun tapaan samalla. Muilla tulostimien määrät ja kaksi vastausta.
Yhteensä 43		Kokonaisuutena arvioin keskimäärin joukon sopivan mediaanilla arvioitavaksi.

Taulukon vastaamattomien arvioinnin perusteella laskettuna 43 henkilölle mediaanin 3772 avulla ajat, saadaan kokonaissekunti määräksi 162 196 sekuntia ja se yhdistettynä 39 364 sekuntiin, joka tulee laskelmaan mukaan otettuihin, pois luettuna isoin tilausten käsittely ja lähtämön ajoista, saadaan kokonaistulokseksi 201 560 sekuntia per työvuorokausi. Tämä vastaa siis noin 56 työtuntia päivässä, eli noin 1 työtuntia per päivä per 54 työntekijää kohden. Tämä on noin 0,66 tuntia vähemmän, kuin aikaisemmin kaikista kuvan 44 perusteella lasketuista työtunneista per päivä ja työn luotettavuuden kannalta oman kokonaisarvioni perusteella relevantimpi.

Teknoliateollisuus ry (2024) mukaan 214,5 työpäivää vuodelle 2024 laskettaessa saataisiin vuotuiseksi työajaksi koko työajan näytteelle lukemaksi mediaanin avulla laskettuna 12 012 tuntia, eli noin 222,4 tuntia per työntekijä, joka vastaa päivätyöläisen 1716 työtunnille vuodessa laskettuna noin 13 % osuutta vuotuisesta työajasta. Määrää voisi arvioida enemmänkin siltä kantilta, kuinka luotettava se on, mutta työn esitysluonteen vuoksi painotetun mediaanin avulla laskettu määrä on tutkijan mielestä sopiva.

Teknoliateollisuuden työnantajat ry & Teollisuusliitto ry (2023) solmiman työehtosopimuksen palkkataulukon korkeimman palkka-asteikon summan 2444 e per kuukausi mukaan Varman (2022) työntekijän kustannuslaskurilla lasketun summan mukaan työntekijän kustannus olisi yhteensä noin 2 942 euroa. Kustannuksiin ei huomioida esimerkiksi Teknoliateollisuus ry:n (2024) työehtosopimuksen mukaisia vuorolisiä, joita tuotannossa enin osa saa, joten oikeat kustannukset sen ja yrityksen omien sopimusten suhteen voivat olla huomattavasti isommat tai vähäisemmät, kuten johtajien palkat, mutta työn esitysluonteen vuoksi laskurin antama määrä sopii analyysiin hyvin.

Kyselyn perusteella ja arvioidun mediaanin avulla lasketun kokonaisaikamäärän 12 012 tunnin jakaessa kuukausittaiseksi 1001 tuntiin, sekä työntekijän keskimääräisen kustannuksen 2942 e jakaessa 1716 vuosittaiseen ja 143 kuukausittaiseen työtuntiin, saadaan ensin tunnin kustannukseksi kuukaudessa noin 20,6 euroa per tunti ja tämän perusteella kuukausittaiseksi paperityöhön meneväksi kustannukseksi 1001 tuntia kertaa 20,6 euroa, eli 20 594 euroa. Tämän perusteella vuosittaiset paperitoimintojen kustannukset olisivat 54 henkilöllä 247 128 euroa, eli 4576,44 euroa.

Jos lasketaan suoraan 2942 euroa kuukaudessa työntekijän kustannukseksi, niin työntekijä maksaisi vuodessa noin 35 304 euroa keskimäärin ja paperitoimintojen 4576,44 kustannus olisi tällöin aikaisemminkin laskettu 13 %.

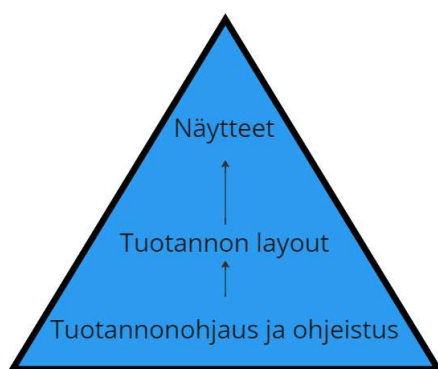
Taulukko 3 Tehdyt työtunnit, työtunnin kustannus ja työvoimakustannus henkilötyövuotta kohden sektoreittain, 2020 (Tilastokeskus, 2024).

	2020
	Työvoimakustannus, euroa/tehty työtunti
Yhteensä	34,4
Yksityinen sektori yhteensä (B-S)	34,9
Kuntasektori yhteensä	31,9
Kunnat	31,3
Kuntayhtymät	33
Valtio	38,8

Tilastokeskuksen taulukon 3 työvoimakustannuksien per tehty työtunti perusteella yksityiselle sektorille laskettuna paperityöhön menevät kustannukset olisivat kuukaudessa 34,9 euroa kertaa 1001 tuntia, eli 34 934,9 euroa ja vuodessa siis 419 218,8 euroa. Kustannukset siis voivat vaihdella paljon riippuen yrityksen kustannuspolitiikasta ja näiden kahden eri laskelman perusteella paperitoimintojen

kustannukset voisivat olla esimerkkien mukaan noin 247–419 tuhatta euroa vuodessa, joiden keskiarvo olisi noin 333 tuhatta euroa. Nämä paperitoimintojen kustannukset ovat siis tuotannonohjauksen kustannus ilman järjestelmien tai tarvikkeiden kustannuksia vuodessa.

Kysely näytteiden analysoinnin ja yhteenvedon jälkeen siirryin tutkimaan, miten paperia käytetään ja mitkä asiat eri aikakustannuksia voi tuoda realistisen analyysin kautta. Kiinnitän pääasiallisesti huomiota tässä vaiheessa tuotannonohjausjärjestelmiin ja eri työvaiheiden ohjeistuksiin. Näiden jälkeen siirryn tarkastelemaan tuotannon pohjakuvaa, eli layoutia, jossa käyn läpi eri paperiin liittyvien toimintojen pisteitä ja pohdin niiden sijaintien merkitystä paperinkäsittelyn suhteen. Näiden avulla muodostan pohjan tuotannosta otetuille näytteille kuvien ja havaintojen muodossa. Työn analysointikokonaisuuden esittelee kuva 46.



Kuva 46 Tuotannonohjauksen, layoutin ja näytteiden tutkimuksen analysoinnin kokonaisuus.

3.7 Tuotannonohjaus ja ohjeistukset

Tutkimuskohteen tuotannonohjaus perustuu C9000-toiminnanohjausjärjestelmään, omiin avustaviin ohjelmiin ja ihmisten paperin käsittelyyn, sekä ihmisten tietotaitoon. Tuotannossa pohja-aineiston perusteella tehdään isoa sarjatutantoa, sekä useita erilaisia kokonaisuuksia, joiden hallinta ja koostaminen vaativat monipuolista selvää tapaa toimia. Paperin avulla toimiminen avaa mahdollisuuksia visualisoinnille värien ja kirjoituksen kautta, joka osaltaan auttaa toimimaan erittäin kompleksisessä tuotannossa tehokkaasti. Yrityksen järjestelmät ovat ISO 9001, ISO 3834-2 ja ISO 14001, mukaan sertifioituja ja tuotannonohjaukseen, sekä ohjeistukseen löytyy hyvin ohjeistukset ja toimintatavat kuvattuna, jotka auttavat tuotannon ohjauksessa.

OSALUETTELO

Sivu 1
10.11.2023

Pos.	Tuotteen nimi	Var.p.	Pituus	Leveys	Kpl	Pos. kpl	Kplyht.	Yhteensä	Paino KG	Pintakäs M2	Työohjeet	
Tilaus 2150748 Työnumero 2150748 Tilaja												
Positiot 1001 - 1004												
POSITIO: 1 001												
1 00	SSCR 1,25x1250x2500 1.4301 2K		1295,0	115,0	1,00	2,00	2,00	0,30	2,98			
							2	0,30	2,98			
POSITIO 1 001 YHTEENSA									2,98			
POSITIO: 1 002												
1 00	SSCR 1,25x1250x2500 1.4301 2K		590,0	590,0	1,00	2,00	2,00	0,70	6,96			
							2	0,70	6,96			
POSITIO 1 002 YHTEENSA									6,96			
POSITIO: 1 003												
1 00	SSCR 1,25x1250x2500 1.4301 2K		300,0	300,0	1,00	2,00	2,00	0,18	1,80			
							2	0,18	1,80			
POSITIO 1 003 YHTEENSA									1,80			
POSITIO: 1 004												
1 00	SSCR 1,25x1250x2500 1.4301 2K		145,0	125,0	1,00	2,00	2,00	0,04	0,36			
							2	0,04	0,36			
POSITIO 1 004 YHTEENSA									0,36			
Yhteensä numerivejä:		4	KAIKKI YHTEENSA						12,10			

Kuva 47 C9000 ERP-ohjelmistosta tulostetaan tuotantoon monipuolisesti erilaisia kokonaisuuksien valmistamista tukevia papereita, kuten osaluetteloita ja tilauksiin liittyviä papereita.

Tutkimuskohteen toiminnanohjausjärjestelmästä saadaan tulosteina monipuolisesti kokonaisuuksien tulosteita ja eri positioiden tietoja ulos, kuten kuva 47 osoittaa. Näitä tulosteita käytetään jatkuvasti kokonaisuuksien tuotannonohjaamiseen ja apuna toimivat eri asiakkaille määritellyt värit ja mapit, kun kokonaisuuden rivimäärät ylittävät 10 tai muuten halutessa valmistaa kokonaisuus yhtenä.

Kokonaisuuksien kasvaessa myös tulostettavien paperien määrä kasvaa, jotta voidaan hallita isompia kokonaisuuksia tuotannonohjauksessa. Myös papereille kirjoitetut lisäohjeet ja muut tiedot pyrkivät auttamaan tuotannon ohjaamista, mutta myös samalla työllistävät ajallisesti työntekijöitä. Paperien virheellisyyksien korjaamiseen tarvitaan usein esimerkiksi sähköposti tai muuten informointi ja paperin tiedot muokataan tietokoneella järjestelmään ja tulostetaan usein uudelleen.

Paperien suhteen tuotannossa myös valikoidaan riippuen tulostettavasta paperista, tulostetaanko paperi yksi- vai kaksipuolisesti. Useasti yksipuolinen tuloste on koettu turvallisemmaksi vaihtoehdoksi, sillä se vähentää riskiä, että paperia ei käännettäisi ja informaatio jäisi saamatta. Työmääräimet ovat tästä hyvä esimerkki.

The screenshot shows a software interface for production planning. The top section displays a summary table with columns: Tilno, Pos, Päärno, Kuvaus, Toimipvm, Määrä, Tuo, Toim, and TR. Below this, there are several rows of data, some highlighted in orange. A section titled 'Päivämäärä 07.11.2023' shows a summary row 'Rivejä 11kpl' with a value of 0.55. Below this, there are more rows of data, some highlighted in orange. The bottom section shows a summary table with columns: Aika, Tuote, Määrä, Tilno, and Positi. Below this, there are several rows of data, some highlighted in orange. The bottom-most section shows a summary table with columns: Tilno, Positi, Tuotento, Kuvaus, Tiln, Toimn, Tuotn, Tiln, Valmis, Tiln, Ostet, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Below this, there are several rows of data, some highlighted in orange.

Kuva 48 Yrityksen oma työjono-ohjelmisto tukee ERP-järjestelmän käyttöä.

Omat ohjelmistot tukevat yrityksessä C9000-järjestelmän tuotannonohjausta, joiden avulla voidaan kuvan 48 mukaisesti tarkastella eri rivien vaiheiden tilannetta ja nämä ovat myös värikoodattuja vaihepäiväyksiä tilanteen mukaan. Ohjelmiston avulla päästään helpommin tarkastelemaan tuotantoa ja sen vaiheiden tilannetta, kuin C9000-ohjelmiston oman tarjonnan kautta.

Myös tilauksien viivakoodikuittauksien tekemiselle on oma ohjelmisto, jonka avulla voidaan tulostaa esimerkiksi isoille mappikokonaisuuksille yksi paperi, josta löytyy kaikki työvaiheisiin tarvittavat kuittaukset työtä nopeuttamaan. Kuvassa 26 oli vaiheiden kuittauksesta esimerkki. Tämäkin tosin lisää myös tulostus ja työmäärää ohjelmointivaiheeseen, kuten myös erilaiset lavatunnisteet yrityksen tiettyihin tuotteisiin, jotka varastoidaan lavalle ja halutaan merkata lavan päähän tuote, sekä määrä.

Kuva 49 Tilausrivin työkortteja tulostetaan C9000-järjestelmästä

C9000-järjestelmästä tulostetaan työmääräimiä tai työkortteja, joihin saadaan erilaisia ominaisuuksia tulostettua. Yleisesti kuvan 49 mukaisesti tulostetaan eri työvaiheiden viivakoodit, rivien tekstitiedot, työohjeet ja muut tiedot. Työkortteihin pyritään saamaan kaikki oleellinen tieto tuotannonohjaukseen, kuten liitteessä 6 esitellään. Näin kortin valmistettavien tuotteiden tiedot ja ohjeet pysyvät järjestelmässä ja siirtyvät tuotantoon. Ongelmallisempaa tässä järjestelmässä on se useiden työntekijöiden mukaan, että ohjeiden lisäämiseen ja tallettamiseen vaaditaan esihenkilölle ilmoittaminen. Useasti siis esimerkiksi työohjeita talletetaan eri työvaiheilla omiin paikkoihin ja myös paperille.

tuotannon työohjeet & toimintatavat

RST KALVO	1,00	1250	560	1	TIB605010		IN STOCK
RST KALVO	1.50	2040	1250	1	UNKNOWN		IN STOCK
RST KALVO	2,00	2040	1500	1	UNKNOWN		IN STOCK
S235 KYYNEL	5,00	1810	1140	1	UNKNOWN		IN STOCK
S355	15,00	2530	1500	1	TIB35460021-13		IN STOCK
S355	3,00	1130	1050	1	UNKNOWN	23102312	IN STOCK
S355	3	1330	1115	1	TIB33169011B	2410237	IN STOCK
S355	3,00	1850	1250	1	TIB33817021B	*0711239	IN STOCK
S355	5,00	1500	1220	1	UNKNOWN	23102315	IN STOCK
S355	5	1500	1400	1	TIB91354421B	2610239	IN STOCK
S355	5,00	3000	845	1	TIB29692021	25102310	IN STOCK

Kuva 50 Materiaalien listauksia ja inventointia tehdään osittain käsin Exceliin ja osittain automaattiseen varastoon. Inventointi ja seuranta vaatii jatkuvaa fyysistä ihmisen toimintaa.

Yrityksessä on olemassa käytössä ja yleistymässä Teams-ohjelmiston käyttäminen, jonka avulla voidaan seurata ja kirjata ylös erilaista tietoa Microsoftin eri ohjelmistoihin, kuten kuvan 50 levymateriaalien listauksia ja tietoja, kuten sulatusnumeroita Excel-taulukossa. Tämän avulla tietoa pystytään näkemään, sekä muokkaamaan tuotannossa ja muualla välittömästi. Järjestelmiä ja tapoja on kirjoitushetkellä

olemassa vielä useita, sillä esimerkiksi yrityksen vaiheiden kirjatut ohjeistukset ovat palvelimella kansioissa erillisinä tiedostoina, eikä Teams-järjestelmässä, mistä kaikki voisivat missä tahansa päästä näkemään tietoa. Myös erilaisten tuotteiden tietojen seuranta ja kirjaus on erilaisten ohjelmistojen varassa ja osittain kappaleisiin ja koneisiin liittyviä informaatioita on mapeissa paperilla.

Tiedon ylläpidon osalta siis yrityksessä ei ole yhtenäistä linjaa olemassa, enkä tästä kirjauksia löytänyt, joten on oletettavaa, että kaikki vaiheet tuotannossa kirjaavat ja toimivat omien tapojensa mukaan.

- Mittapöytäkirja toimitetaan ennen tuotteiden lähetystä s-postilla ostopäällikölle tai laatuinsinöörille ja tulostetaan myös osien mukaan.

Osien pakkaaminen ja merkitseminen

- Proto-osat pakataan erilliseen pahlilaatikkoon tai erilliselle lavalle, joka merkitään selkeästi lapulla, jossa on teksti "Proto" sekä nimikekoodi.

Vaadittavat dokumentit

- Tuotteen vakuusilmoitus allekirjoitettuna (PSW), josta täytettävä vähintään keltaisella merkityt kentät.
- Osan piirustus.
- Mittapöytäkirja, jossa mittaustulokset vähintään kolmesta näyteosasta. Mitatut osat numeroitava vastaamaan mittapöytäkirjaa. Kaikki piirustuksesa olevat mitat mitattava. Myös mittaväline merkittävä mittapöytäkirjaan.
- Materiaalilodistus.
- Pakkausohje, jos osan pintakäsittely, muoto tai muu syy sitä vaatii. Ohje mielellään kuvallinen.
- PPAP osien mukana on toimitettava poikkeavan toimituksen –lomake (kiinnitettävä näkyvälle paikalle) ja lähete.
- Samaan lavaan ei saa laittaa muuta kuin PPAP -osia.

Dokumenttien toimitus

- Paperiversiot näytetoimituksen mukana.
- Sähköisesti dokumentit lähetettävä ennen toimitusta, jonka jälkeen saatte luvan toimittaa osat.

Lähetyksen mukana toimitettavat paperit

- o Lähete
- o Lavatunniste nro 5

Lähetyksen mukana toimitettavat paperit

- o Lähete nro 7
- o Lavatunniste nro 5 lavaan
- o Lavatunniste nro 3 kiinnitetään yhteen tuotteeseen

Tuotekuvia Ei saa lähettää osien mukana

Täytä tarkastuskortti maalatuista tuotteista ja arkistoi raportti

6. Tulosta lähete ja lavatunniste tai asiakaskohtaisten ohjeiden mukaiset läheteet ja lavatunnisteet.

Kuva 51 Laatuun ja lähetyksiin liittyviä eri tulostus- ja merkkausohjeistuksia. Paperisia dokumentteja vaaditaan useita erilaisia.

Tuotannossa paperidokumentteja on paljon työohjeiden ja asiakkaiden ohjeiden mukaan tehtynä, jotka liittyvät useasti laatuun tai lähettämiseen, kuten kuvan 51 tulostus- ja merkkausohjeistukset. Erilaisia tunnisteita, läheteitä ja laatudokumentteja on tulostettava lähetettäväksi ja säilöttäväksi. Nämä ovat usein pakollisia dokumentteja, jotka nostavat paperityön määrää ja ovatkin sellainen asia, mitä ei pelkästään tuotannonohjausjärjestelmän uusimisella saada pois.

Näiden dokumenttien osalta niitä on kehitettävä niin asiakkaiden, kuin muiden sidosryhmien kanssa, jotta voitaisiin luoda erilaisia vaihtoehtoja, millä saadaan tulevaisuudessa paperittomuutta hyödynnettyä tehokkaammin. Lähettämön ja laatutoiminnan paperinkäyttöön menevä ajan voi siis myös luokitella osittain sellaiseksi ajaksi, joka ei uuden tuotannonohjausjärjestelmän avulla välttämättä poistu, vaan vaatii omia lisätutkimuksia ja kehitystä.

POIKKEAMA JA PUUTTUVA RAPORTTIEN KÄYTTÖ

Mikäli tuotannon työvaiheessa havaitaan virheellisiä osia tai osapuutteita, laaditaan havainnosta **POIKKEAMA** -raportti.

POIKKEAMA -raportti täytetään, mikäli havaitaan mitoitetaan virheellinen tuote, valmistuserästä puuttuu tai työvaiheen valmistuttua jää puuttumaan kappaleita työmääräimeen merkittyyn tilaus-/ valmistusmäärään verrattuna tai tuote ei muulla tavoin täytä sille asetettuja vaatimuksia.

Täytetty raportti toimitetaan omalle esimiehelle. Osat viedään työvaiheen poikkeavien tuotteiden alueelle ja työmääräimeen kirjataan poikkeama tehdyksi, pvm ja hlö.

Kuva 52 Poikkeavien ja puuttuvien tuotteiden raporttien, eli "punalappujen" käyttöohjeet.

Tuotannon sisäisten tuotteisiin liittyvien ongelmien hallinnassa yrityksessä käytetään poikkeamaraportteja, joiden esimerkki on esitelty liitteessä 2. Niitä hyödynnetään niiden visuaalisuuden vuoksi, mikä helpottaa päivittäistä uuden tuotteen valmistamisen seuranta. Poikkeamaraporttien käyttö tuotannonohjauksessa on kuitenkin haastavaa visuaalisuudesta huolimatta, sillä näitä tilauksia ei yleensä kirjata järjestelmään, minkä seurauksena niiden valmistumista ei voida seurata esimerkiksi kuvassa 48 esitetystä tuotannon seurantajärjestelmästä. Lisäksi poikkeamaraportit on usein tulostettava tuotannossa jossain muualla kuin itse työpisteellä, mikä edellyttää runsaasti paperin hankkimista, viemistä ja selvittämistä sen suhteen, missä tilaus menee.

Yrityksessä on alettu kirjaamaan poikkeamaraportteja myös Teams-järjestelmään, mikä tuo mukanaan hyötyjä numeerisen tiedon muodossa eri poikkeamien määristä ja mahdollisista kehityskohteista. Tämä toimintatapa vaatii kuitenkin ensin raporttipaperin viemistä laatuihmiselle jossain muodossa ja sen jälkeen tuotantoon viemistä. Raporttiin on kirjattava käsin ylös asioita ja selvittää mahdolliset korjauskohteet. Raportti siirtyy kuitenkin usein ensimmäiseen vaiheeseen ohjelmointiin uudelleen takaisin, minkä seurauksena tuotteen valmistuksen seuranta ja vastuu jäävät ohjelmointiin sekä uuden tuotteen tekovaiheille.

Sisäisten poikkeamien aiheuttamia todellisia kustannuksia ja tuotannon kuormitusta ei tällä tavalla pystytä seuraamaan, mikä vääristää yrityksessä tuotannon eri vaiheiden kuormituksen seuranta ja lisää kustannusten vääristymistä.

Poikkeamia tehdään joskus tutkimuskohteen henkilöstön mukaan "SIPO"-tilauksina eli sisäisen poikkeaman tilauksina tai "SUSI"-tilauksina, jotka ovat asiakkaiden reklamaatioita. Näiden tilausten toteuttaminen voidaan yrityksessä seurata ja hallita hyvin, sillä ne tehdään toiminnanohjausjärjestelmään, mutta niihin liitetään yleensä myös punaisen paperin pala tulostusvaiheessa visuaalisuuden ja seurannan parantamiseksi tuotannossa. Toimintatavat vaihtelevat, ja yrityksen dokumentoitu poikkeamien prosessi on juuri "SIPO"-tilauksen luomisen malli. Käytännössä suurin osa poikkeamista tuodaan kuitenkin suoraan uudelleentulostukseen ensimmäiseen tuotantovaiheeseen, eli ohjelmointiin raportin avulla, mikä nopeuttaa tuotteiden saatavuutta. Tätä

punaisten paperien käytön vapautta tukee myös kuvassa 21 havaittu punaisten A4-paperien määrä vuonna 2022, joka oli 5000 kappaletta, kun taas vuonna 2023 aloitettu käytäntö Teams-järjestelmään kirjattujen sisäisten poikkeamien määrä oli 7 kuukauden aikana 228 kappaletta eli noin 33 kappaletta kuukaudessa, kun papereita ostettiin vuonna 2022 noin 417 kappaletta kuukaudessa. Tämä vaatii kuitenkin tarkempaa selvitystä.

Töiden tuominen purettavaksi Night Train varastosta



Purkuun tulevat

- Operaattori tuo ajopaperit sekä leikattujen levyosien työmääräimet niille määrättyyn "PURKUUN TULEVAT"-lokeroon.

Muut

- Taulussa on lokero muille varastosta otettaville osille/levyille.
- Jos varastosta täytyy saada ulos esimerkiksi varastoituja sormilevyjä, tai ulos myytyjä levyjä, tuodaan työmääräin "MUUT"-lokeroon.



Purkujärjestys

- Työnjohto tai muu tehtävään määritetty henkilö järjestää purettavaksi tulleet työt purkujärjestykseen STO-aikojen perusteella.
- Työt järjestetään taulun maanantaista perjantaihin, eikä järjestystä muuteta ilman lupaa.

Kuva 53 Levytyökeskus vaiheen jälkeisen purkuvaiheen työohje esimerkki paperityöjonoista.

Yrityksen työohjeissa on usein kuvan 53 mukaisia opastuksia sille, miten papereita työjonoissa tulisi käsitellä. Kuvan esimerkin perusteella työjonoja luokitellaan esimerkiksi toimintojen mukaan ja lokeroiden järjestyksistä vastaavat tehtävään määritellyt henkilöt. Työjonojen hallinta vaatii siis fyysistä aktiivista järjestelyä ja selvittämistä ensin tietokoneelta ja sitten menemällä työpisteelle työjonoa tarkistamaan, sillä tietokoneen C9000-järjestelmästä haetut tiedot eivät vielä kerro mitään esimerkiksi vaiheen todellisesta viikko tai päivätason kuormitustilanteesta.

Työriveille on kyllä laskettuna erilaisia aikoja eri vaiheille, mutta niiden ajat poikkeavat toteutuvista ajoista, kun esimerkkinä selvittääkseni vertasin levytyökeskuksilla olevien ajojen ja tuotteiden työkornttien suunniteltuja aikoja. Näin ollen eri töille ja niiden järjestyksille, sekä aidolle kuormitustilanteelle saa näkemyksen vain fyysisesti käymällä ja arvioimalla paperien sekä työvaiheen tilanteen perusteella aikoja.

Työvaiheiden hienokuormitus on fyysistä toimintaa ja vaatii työntekijöiltä, jotka työjonoja tarkastelee ja säätää hyvää ammattitaitoa ja arviointikykyä. Tämä myös osaltaan voi aiheuttaa eriäviä näkemyksiä mahdollisuuksista toteuttaa joitain töitä, koska muut eivät voi ilman tutkimista tai muiden arvioon

luottamista tietää aitoa kuormitustilannetta tai esimerkiksi vaiheen tuotantokoneen mahdollista huoltoa tai muuta tilannetta, joka vaikuttaa tuotannon lähitulevaisuuden tilanteeseen. Kaikki nämä toiminnot aiheuttavat paperiin liittyviä ajallisia kustannuksia.

- Jos kappalemäärä on ok, osat voidaan viedä seuraavaan vaiheeseen.
- Ylimääräisiä kappaleita saa mennä ainoastaan särmäykseen!
 - Jos osalla ei ole särmäysvaihetta, ylimääräiset kappaleet hävitetään!
- Jos osia on liian vähän, tai niitä on mennyt suteen leikkuun aikana, jätetään osat odottamaan puuttuvia purkupään hyllyyn. **Puuttuvista osista tieto välittömästi ohjelmointiin/esimiehelle!**

TYÖKORTTI		2120051		08.10.2019			
TYÖNUMERO	2120051	POSITIO	102				
Tilausnumero	2120051	Purustusnumero					
Purustusnumero		Tuotetunnus					
Nimitys		Nimitys					
Asiakan / H173		Nimi2					
Asiakaan yhteystili		Asiakaan työntekijä					
Asiakaan tilausno	127322	Varustopaikka		Saldo	131,00		
Asiakaan työntekijä		Tilaukset (KPL)	120,00	Tuotantomäärä	120,00		
Toimitusaika	08.11.2019 (2 019 / 45)	Toimitusaika	08.11.2019 (2 019 / 45)				
Työväke	Nimi	Työväkelyn pvm	Tunnit	Yhtytettiin	Hyväks. kpl	Tehetty kpl	Kuittaus
V002	Ohjelmointi ja ajamattelu	07.10.2019 - 29.10.2019	0,88				
V166	Levytyökeskus	07.10.2019 - 31.10.2019	0,88				
KUVIA 65MM 35SMC (L.HR 66)300x1000 LASER 355 MC P9							
V170	Painus, kiarteitus ja urakointi	07.10.2019 - 07.11.2019	2,03				
TOIMITA HITSUKSEEN							

Kappalemäärän merkkauus

Oma puumerkki (nimikirjaimet)
Tekiä oltava tunnistettavissa merkinnästä!

Kuva 54 Esimerkki työkortteihin kirjoitettavista asioista tuotannossa.

Työkortteihin ja muihin papereihin tuotannossa kirjataan käsin erilaisia asioita, kuten tarkastuskuittauksia, informaatiota, muistiinpanoja ja muita merkkauksia, jotka osaltaan lisäävät paperi toimintoihin menevää aikaa, kuten esimerkiksi kuvan 54 työohje työkorttiin tehtävistä merkkauksista. Osa merkkauksista on määritelty työohjeiden kautta aina tehtäväksi ja levytyökeskuksen työntekijöitä seurattessa totesin, että merkkauksia tehdään myös tosi paljon työtä helpottamaan ja informaatiota jakaakseen, kun tuotannossa toimii niin useita henkilöitä eri vuoroissa. Paperi toimii siis yleisenä kommunikaatiovälineenä, joka voidaan kiinnittää ja asettaa erilaisiin paikkoihin, kuten esimerkiksi tauluihin, lavojen etureunoihin, varastojen tolppiin, tuotantokoneiden kylkiin ja tuotteiden päälle. Näistä eri paikoista tiedon saamisen hankaluus vaatii eri määriä fyysistä työtä.

Lavojen etureunoista esimerkiksi tietoa saa kaikista helpommin, koska ei tarvitse välttämättä liikkua niin lähelle löytääkseen tietoa. Tuotteiden luota paperilta tiedon saaminen taas yleensä fyysistä paperin noukkimista matalalta ja sitten paperin silmäilyä saadakseen tarvittavan tiedon. Jos papereihin kirjoitetaan käsin tietoja, niin tutkittavan kohteen tuotannossa olevien papereita tarkastellessa voitiin todeta, että tekstiä ja merkintöjä kirjoitetaan erittäin vapaamallisesti erilaisiin kohtiin ja eri tavoin, joten myös tiedon tulkinnan nopeus hidastuu, sekä hankaloituu.

- Koneenkäyttäjä merkitsee ohjelmapapereihin ajossa käytetyn levy materiaalin sulatusnumeron!

Ajetut ohjelmat

- Ajetun ohjelman materiaali poistetaan välittömästi ajon jälkeen Trumpfin levyvarastosta, ellei materiaali ole otettu automaattivarastosta! Jos materiaali otetaan automaattivarastosta, muista vähentää materiaali sitä noudettaessa!
- Materiaalin varastosta poiston jälkeen ohjelmapaperi (ilman työmääriä) laitetaan "AJETUT OHJELMAT" lokeroon!

Sulatusnumeron lisäys "arkistoon"

- Työnjohtaja tai ohjelmoija tyhjentää "AJETUT OHJELMAT" lokeron päivittäin ja lisää papereihin merkityt sulatusnumerot Excel-tiedostoon.

Sulatusnumeron merkitseminen ohjelmapaperiin ja levyihin

- Jos ajosta jää "jämälevy", merkitse siihen aina sulatusnumero!
- Ohjelmapaperiin ja levyihin merkitään sulatusnumero aina seuraavalla tavalla:
 - o Esim. TIB616513
 - "TIB" valmistajan TIBNOR lyhenne
 - -616513 sulatusnumero
 - Käytössä on myös muita valmistajia, kuten SSAB, ALUSTEEL, BE-GROUP, RUUKKI, HTM yms.

Kuva 55 Sulatusnumeroita seurataan osassa koneista käsin merkatun, hakien papereita ja kirjaten niistä tietokoneelle sulatusnumeroita. Näyte työohjeesta.

Yksi tärkeistä toistuvista merkkauksista ohutlevy tuotannossa on sulatusnumeroiden merkkaukset.

Sulatusnumero on levyn valmistajan seurantatunnus, jonka avulla pystytään seuraamaan ja palaamaan esimerkiksi ongelmien ilmetessä kaikkien mahdollisten tuotteiden äärelle, joita tietty sulatusnumero koskettaa. Sulatusnumeroiden seuranta yrityksessä pystyttiin joiltain koneilta tekemään automaattisesti järjestelmään, mutta suurin osa tuotannosta vaatii käsin sulatusnumeroiden merkkaukset papereille ja itse levy materiaaliin.

Yrityksessä sulatusnumeroiden seuranta siis hoidetaan osittain käsin, jolloin levytyökeskuksien henkilöt merkkaukset ajopapereille sulatusnumerot ja ohjelmointi käy tasaisin väliajoin hakemassa ajettujen ohjelmien paperit takaisin ja kirjaavat ne paperilta tietokoneelle tietokantaan, joka aiheuttaa viikoittain erittäin paljon lisätyötä jo pelkästään ohjelmointivaiheessa. Sulatusnumeroita seurataan myös palavaraston listauksessa, kuten kuvassa 50 näkyy. Näin sulatusnumeroita ja muita levypalojen tietoja käydään käsin kirjoittamassa jatkuvasti päivittäin ja inventoidaan vähintään kerran viikossa uusiksi, jotta ohjelmointi voi tietää, mitä paloja tuotannosta löytyy. Kokonaisuutena tavat tuovat manuaalista tiedonsyöttötyötä, käsin kirjoittamista, sekä paperin hakemista ja viemistä paljon työntekoon ja aiheuttavat näin paperiin liittyviä toimintokustannuksia.

Ohjelmointi

Yleiset:

1. Hae työpäivän aluksi uudet työkortit tilauskäsittelystä ohjelmoinnin lokerosta.
2. Käy työkortit läpi piirustusten ja materiaalien osalta.
 - Jos havaitset työkortissa virheen, palauta se tilauskäsittelyyn tai tuotepäällikölle.
3. Lajittele työkortit materiaaleittain lokeroihin ohjelmoinnin työpisteellä.

Työnkuvaus:

1. Seuraa ohjelmoinnin työjonoa ja aloita uusi työ työjonossa ensimmäisenä olevan rivin mukaan.
2. Käytä tarvittaessa seuraavia saman materiaalin töitä täyteenä parhaimman levynkäytön ja hyötysuhteen saavuttamiseksi.
 - Sovi esimiehen kanssa, kuinka monta päivää töitä voidaan tehdä etukäteen.
3. Leimaa "Ohjelmointi"-vaihe alkaneeksi.
4. Valitse soveltuva levytyökeskus tai laserleikkuri ja luo nesti sille työkorttien mukaan.
5. Tulosta ohjelmapaperit ja merkitse niihin päivämäärä, jolloin ne on viimeistään leikattava.
6. Yhdistä ohjelmapaperit ja niihin liittyvät työkortit muovitaskuun.
7. Leimaa "Ohjelmointi"-vaihe valmiiksi.
8. Toimita ohjelmapaperit ja työkortit sen koneen ohjaustauluun, jolle työ on osoitettu.
 - Järjestys määräytyy ohjelmapapereihin merkittyjen päivämäärien mukaan.
9. Ilmoitus esimiehelle suurista levymenekeistä (yli 20 levyä), sekä materiaalien loppumisesta.

Kuva 56 Ohjelmointi-vaiheen työohjeet papereiden tulostamisesta, merkitsemisestä, viemisestä ja järjestelemisestä, sekä materiaalien menekin seurannasta.

Tuotannon toimintaohjeet kertovat paljon siitä, miten eri tuotannonvaiheissa toimitaan paperin kanssa. Yhtenä hyvänä esimerkkinä kuvan 56 ohjelmointivaiheen yleinen työnkuvaus, jossa papereita noudetaan päivittäin tilausten käsittelystä useita kertoja, viedään omalle työpisteelle, järjestellään ja tehdään töitä päivämäärien mukaan. Tämän jälkeen lähdetään viemään töiden kuittauksien jälkeen paperinippuja eri levytyön työjonoihin halliin ja järjestellään työjonopaikoilla papereita. Töiden järjestelyä esimerkiksi siis suoritetaan monissa eri paikoissa ja paperisten työjonojen määriä on kasvatettava, jotta työkorteista voidaan poimia eri materiaalin ja eri paksuuksien mukaan ja vielä päivämäärä järjestyksessä.

Ohjelmointi työvaiheena on hyvä ääriesimerkki siitä, miten paperisessa tuotannonohjauksessa yksi työjono muuttuu useiksi kymmeniksi hallittaviksi työjonoiksi. Tästä myös aikaisemmin esiteltiin yksi malli eri työvaiheelta kuvassa 16.

Ohje särmääjälle

1. Särmääjä ottaa aina ensimmäisen (päällimmäisen) työn sen koneen lokerosta, jolla hän työskentelee.
 - Esimies tai erikseen määritetty henkilö jakaa työt koneiden lokeroihin tarpeen mukaan.
 - Järjestystä ei saa muuttaa ilman esimiehen lupaa!
 - Otetaan vain yksi työkortti kerrallaan!
 - Poikkeuksena voidaan ottaa useampi työkortti, jos työt voidaan suorittaa samoilla teräaseteilla!



Kuva 57 Särmäys-vaiheen työohjeita ja työjonojen esimerkki.

Työjonoja tuotannossa järjestellään esimerkiksi koneiden, viikkojen, työvaiheiden ja työpisteiden mukaan riippuen tarpeista. Kuvassa 57 on yrityksen ohjeistuksesta ote työjonojen käytöstä työntekijöille, joka esittelee työjonojen aikajärjestyksien tärkeyttä ja näin ollen useiden eri jonojen hallinnan tärkeyttä.

KOKOONPANON TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

ASIAKKAAN PROJEKTI NRO _____ HG _____

SC TILAUSNRO / POS _____ / _____

TARKISTUKSET

- OSAT/KOMPONENTIT OK
- _____ KORJATTU: _____.20
- MAALAUJÄLKI/ROISKEET OK
- _____ KORJATTU: _____.20
- RUUVIT/MUTTERIT, KIINNITYSTARVIKKEET OK
- _____ KORJATTU: _____.20
- MAALIKALVON PAKSUUS OK

Vaadittu kalvo	Mittaus 1	Mittaus 2	Mittaus 3

_____ KORJATTU: _____.20

HUOMAUTUKSET

PVM _____.20 TARKASTAJA _____

ALLEKIRJOITUS _____

Kuva 58 Kokoonpanovaiheen täytettävä tarkastuspöytäkirja.

Tuotannon kokoonpanossa ja erilaisissa tarkastustoimissa käytetään esimerkiksi kuvan 58 mukaisia tarkastuspöytäkirjoja. Nämä pöytäkirjat aiheuttavat paperiin liittyvinä ajallisina kustannuksina niin tulostuksen, kuin manuaalisen täyttämisen tarvetta, sekä mahdollisesti pöytäkirjojen sähköiseen muotoon siirtämisen tarvetta.

Kirjaus ja dokumentit:

Kaikki saapuneet toimitukset kirjataan vastaanotetuksi ERP-järjestelmään. Lähetysdokumentit arkistoidaan lähettämön toimesta. Saapuvan levy materiaalin osalta visuaalisen tarkastuksen jälkeen dokumentit toimitetaan lähettämöön vastaanottoa ja arkistointia varten.

Kuva 59 Saapuvat materiaalit, kuten levytykeskuksille tulevat materiaalit vaativat dokumenttien säilömistä ja viemistä lähettämöön.

Yrityksen työohjeista myös käy ilmi toimintatapoja, jotka aiheuttavat paperiin liittyviä toimintokustannuksia, kuten kuvan 59 saapuvien materiaalien dokumenttien viemistä toiseen paikkaan hallia käsittelyn jälkeen. Toimintojen suorittaminen toisessa paikassa hallia voi pitkän välimatkan seurauksena aiheuttaa moninkertaisen määrän ylimääräistä kävelyä ja muuta toiminta-aikaa riippuen työntekijän tavasta toteuttaa toiminto, tehdäänkö kerralla useamman paperin vienti vai joka kerta käydään viemässä ja suoritetaan kirjauksia tai muita tapahtumia.

4. Hae niittauksen kansioista kappaleiden asetuskortti, josta ilmenee käytettävät jigit ja ohjelmat ellei kyseisiä tietoja ole valmiiksi työmääräimessä.
5. Kerää tarvittavat kappaleet ja niittausjigit hyllystä niittausta varten.
6. Tarkista visuaalisesti aiemman vaiheen laatu ja tarvittavien osien olemassaolo.
7. Aloita niittausvaihe huomioiden mahdolliset työmääräimen ja kuvien ohjeet.
8. Kun olet saanut tehtyä laatikollisen, tee toimituslaatikkoihin erätunnistetulosteet tulostepohja löytyy niittauksen tietokoneelta pikakuvakkeena lähetys.doc
9. Tarkista ensimmäinen kappale, että niitit ovat suorassa, niittausjälki on hyvä, niitit pysyvät kiinni ja valmiit kappaleet ovat kuvanmukaisia.

Työn aikana:

1. Seuraa tuotteiden niittauksen laatua. Tarkistetaan, jokaisesta laatikosta viimeinen, että niittaus on pysynyt halutunlaisena tästä "puumerkki" erätunniste tulosteeseen.
2. Laita lähetettävien tuotteiden jokaiseen laatikkoon päällimmäiseksi erätunnistetuloste.

Kuva 60 Niittausvaiheessa tulostetaan erätunniste-tulosteita ja etsitään infoja ohjeista, sekä merkkeillaan toteutumia.

Työvaiheilla luetaan paljon ohjeistuksia ja kirjoituksia eri työkorkeista ja papereista. Joissain tapauksissa ohjeet ovat työkorkeilla tai erikseen omissa paikoissaan työvaiheen alueella, joissa on kerättyinä ohjeita työkalujen ja muiden tavaroiden valintaan, sekä käyttöön. Paperia käytetään paljon myös tuotteiden ja tuote-erien merkkäämiseen, kuten kuvassa 60 yhden vaiheen osalta lopuksi todetaan. Tunnisteet ja valmistus vaativat tulostustoimia, sekä tuotantomäärien ja kuittauksien kirjoittamista käsin ohjeiden lukemisen ja etsimisen lisäksi.

Kokonaisuutena tarkastellessa yrityksen tuotannonohjauksessa paperilla on iso rooli visualisoijana ja informaation jakajana. Yrityksessä voi olla useita samojen tai samankaltaisten tietojen lähteitä, joka vaatii työntekijöiltä paljon tietämystä tai asioiden selvittämistä ja varmistamista eri paikoista fyysisesti. Myös kaikki muutokset, tarkastukset tai normaalista poikkeavat asiat vaativat joko uudelleen tulostamista tai käsin asioiden kirjoittamista, sekä muuttamista.

3.8 Tuotannon layout

Tuotannon toimintaa ja toimipaikkoja paperin käsittelyn toimintojen osalta pystytään havainnollistamaan tutkittavan kohteen tuotannon layout piirroksen kautta. Hankin ja muokkasin tehtaan layout piirrosta työn tarpeisiin sopivaksi, eli poistaen ylimääräisiä työn tutkimisen kannalta epäolennaisia asioita. Seuraavaksi merkkasin työhön liittyvät paperitoimintojen eri paikat eri väreillä visuaalisesti mahdollisimman selväksi ja kiersin hallin eri tuotantoalueet läpi merkatun eri paikat. Layoutin merkkeineen voi nähdä liitteessä 13. Ohjelmoinnin vaiheen työkoppi, jonka alakerrassa työnjohto toimii, on pohjapiirustuksessa noin 6 metriä leveä oikeassa elämässä mitalla mitattuna ja Autocadilla dxf-tiedostosta mitattuna kopin koko oli 7,5 metriä. Tämän perusteella mittakaava olisi noin 0,8 ja hallin x-suuntainen leveys olisi noin 52 metriä ja y-suunnassa noin 79 metriä. Toimisto-osuuden mitat olivat noin 8 metriä x-suuntaan ja 30 metriä y-suuntaan.

Tuotannon suosituimmat vaiheet tilausten käsittely, ohjelmointi, keräily ja levytyökeskukset sijaitsevat yrityksessä hajanaisesti. Tilausten käsittely toimii toimistotiloissa, johon pääsee tuotannosta joko ulkoa

tai oikeasta yläkulmasta pohjapiirustusta tarkastellessa. Tärkein huomionarvoinen asia on, että tilausten käsittelyssä kaksi henkilöä toimii yläkerrassa ja yksi alakerrassa. Heiltä isoin osa papereista liikkuu oikeassa yläkulmassa olevalle pisteelle, jossa on paperisilppuri, monitoimitulostin, paperiroska-astia ja niin sanotut päätyöjonoit ohjelmoinnille, hitsauksen keräilylle, sekä tehtaan pohjapiirustuksen oikeassa alakulmassa sijaitsevalle työnjohdolle, joka vastaa tehtaan alalohkossa toimivasta kokoonpanosta, sarjatuotannosta ja lähettämöstä.

Kaikki ensimmäisen virallisen tuotantovaiheen työvaiheet siis noutavat päivän aikana papereita toimiston puolelta tehtaan puolelle useasti päivässä. Ohjelmointi toimii keräilyn pisteen kanssa vieretysten, mutta tornitoimiston yläkerrassa, eli hakee ja kuljettaa papereita tuotannon puolella olevan toimiston yläkertaan. Ohjelmoinnin kävelymatka ovelta paperin noutopisteelle oli noin 34 metriä, eli yhteensä 68 metriä, hitsauksen keräilyn noin 60 metriä ja hallin oikean alareunan työnjohdon paikalle noin 80 metriä, eli yhteensä 160 metriä käyttäen arviointiin apuna Autocadia dxf-piirustukselta mittaamiseen.

Jos kävelymatkoja verrataan esimerkiksi Svenningsen ym. (2019) tutkimukseen, niin yksi hakukerta noin 1,4 metriä sekunnissa nopeudella kaikille vaiheille yhteensä aiheuttaisi noin 206 sekunnin aikakustannuksen yhdellä kerralla kolmelle ihmiselle yhteensä, eli noin 69 sekuntia keskimäärin per paperien noutaminen. Kävelymatkoissa on toki hyvä huomioda, että monia toimintoja tehdään samalla kun käydään esimerkiksi kahvilla, mutta silti välimatkat ovat isot. Myös paperiin liittyvät tuotteet noudetaan toimistosta, johon usein pitää pyytää myös jonkin toinen henkilö avaamaan varaston, jotta tarvikkeita saadaan ja näin joudutaan käyttämään kahden ihmisen aikaa.

Ohjelmoinnin työvaiheesta levytyökeskuksille liikkuvat paperit lähtevät noin keskellä vasemmalla olevaan yhden Trumpf-valmistajan levytyökoneen luo omiin työjonoihin ja osa töistä menee keskivaiheilla hallia olevaan levytyöhallin työjonoihin. Työjonoja on siis eri puolilla hallia eri levytyökoneille. Jokaisella työvaiheella on läheisyydessään työjonoit, joihin ihmiset kuljettavat tuotteet työn kuitaamisen jälkeen ja vievät sitten paperit vaiheen työjonoon.

Levytyökeskuksilla yksi työstökone toimii pohjapiirustuksen alalaidassa, joten sen työjono on puolen hallin mitan päässä itse työvaiheen koneesta, eli noin 29 metrin päässä laskettuna pohjapiirustuksesta. Tuotteita liikutellaan vaiheissa suhteellisen lähelle työjonoja, eli seuraavaan vaiheeseen siirryttäessä työkortteja ja muita paperisia informaatioita liikutellaan keskimäärin arvioituna noin 5–20 metriä työjonoon ja työjonosta työpisteelle pohjapiirustuksen kuvasta arvioituna. Tuotannossa myös töiden kuitaus-, sekä tulostuspisteet sijaitsevat keskimäärin yhtä kaukana.

Tuotannossa paperinkäsittelyn ajankäytöllisiä poikkeamia aiheuttaa varsinkin iso etäisyys eniten rivejä omaavilla työvaiheilla, eli ohjelmoinnissa ja levytyökeskuksilla, verrattuna pääasialliseen paperien lähtöpisteeseen tilausten käsittelyssä. Myös jokaisella vaiheella olevat infotaulut vaativat vaiheilta kuten työnjohto ja laatu enemmän fyysistä kävelyä, jotta tilastoja ja muuta infoa saadaan päivitettyä tuotantoon tai työjonojen tilanteita tarkastettua.

Seuraavaksi lähdetään tarkastelemaan yksittäisiä näytekokonaisuuksia, jotka hankin tuotannosta tukemaan kyselyiden tuloksia, sekä tuotannonohjauksen ja layoutin laadullisia havaintoja. Ensimmäisenä esiteltävä ajankäytön aikanäytteet ovat satunnaisia mittauksia, eivätkä omaa muuta selittävämpää arvoa, kuin erilaisten toimintojen ajan kulutusta. Näitä näytteitä otettiin kohteen tämä tiedostaen tai tutkijan satunnaisesti tuotannosta mitaten.

Paperiroskan kertymisen näyte järjestettiin ohjelmointivaiheeseen ja kuvattiin, sekä käytiin läpi kaikki paperit, joiden pohjalta saadaan lukemia, paljonko yhdessä vaiheessa paperia menee roskeen per tulostettu määrä, sekä kirjoitettujen sanojen määrää. On kuitenkin hyvä huomata, että määrät vaihtelevat reilusti eri vaiheissa, joten tämäkin on vain yksi näyte muiden joukossa.

Lopuksi kävin tuotantoa läpi ottaen sieltä satunnaisia kuvia paikoista, joita myös esimerkiksi liitteen 13 layoutissa mainitaan ja esittelen näiden kautta erilaisia paikkoja ja tapoja käyttää paperia.

3.9 Ajankäytön aikanäytteet

Aikanäytteitä otettiin yhteensä 115 kappaletta liitteen 14 mukaan ja isoin määrä näytteistä liittyivät ohjelmoinnin työvaiheeseen. Jotta näytteistä saataisiin jotain analysoitavaa, otetaan huomion kohteeksi liitteen 13 tuotannon layouttiin liittyviä huomioita. Aikanäytteiden perusteella esimerkiksi paperin noutaminen rivillä 5 varastosta ohjelmointiin vei noin 2,4 minuuttia, josta häiriötä toiselle henkilölle aiheutettiin noin 20 sekuntia, eli yhteensä noin 3 minuuttia. Aikaisemmin todettiin layoutin analysoinnissa, että ohjelmoinnista työkorttien haku olisi matkana noin 68 metriä ja tavara varastolle on hieman pidempi matka, sekä avaamaan piti pyytää alakerrassa toimiva tilauksen käsittelyn yksi henkilö. Matkaa tulee pohjapiirroksesta arvioituna Cad-ohjelmiston avulla noin 37,5 metriä, eli yhteensä 105,5 metriä, joka tarkoittaisi noin 1,4 metriä sekunti nopeudella noin 75 sekuntia kävelyä. Tämän perusteella muuhun aikaan menee vajaa 2 minuuttia ja paperin kuljettaminen voi oletettavasti myös hidastaa kävelyä.

Muita satunnaisia näytteitä oli liitteen 14 perusteella esimerkiksi:

- Osien tussaus ajopaperiin 40 sekuntia
- Yhden ajopaperin kirjoitukset, ennen tuotantoon vientiä 17 sekuntia
- Tussi merkkaus ajopaperiin 5 sekuntia

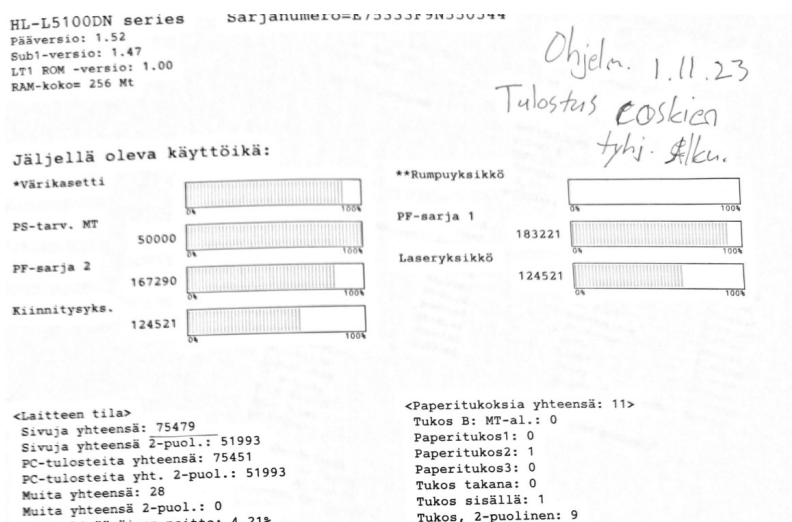
- Toiselle pöydälle paperien vienti ja niittaus 7 sekuntia
- Tulostimeen paperin lisääminen 32 ja 51 sekuntia
- Paperilta tuotantomäärän ja osan piirustusnumeron lukeminen tietokoneelle syöttämistä varten 4, 4 ja 2 sekuntia
- 60 uuden vaiheelle tuodun työkortin lajittelu materiaaleittain ja päivämäärittäin 18,5 minuuttia
- 18 uuden vaiheelle tuodun tilauksen paperien lajittelu materiaaleittain ja päivämäärittäin 2,8 minuuttia
- Työkalun piirustuksen etsiminen 33 sekuntia
- Sisäisen poikkeaman punalapun mukaan ajettavan tuotteen materiaalin tiedon selvitys tietokoneelta ja paperiin kirjoittaminen 31 sekuntia
- Niittien lisäys nitojaan 28 ja 19 sekuntia

Eniten liitteen 14 aikanäytteistä paistaa iso tarve tehdä kunnollista aikatutkimusta eri toimintoihin menevästä ajasta. Arkisissa paperiin liittyvissä toiminnoissa menee erittäin vaihtelevan paljon aikaa ja eri ihmisten välillä myös erot kasvavat toimintatyylien mukana. Aikanäytteet jäävät työn raamien puitteissa harmillisesti vajaiksi näytteiksi, joten on tärkeä jättää nämä omaan painoarvoonsa, ja analysoinnin kannalta ei näiden tutkimukseen kannata tämän takia enempää aikaa käyttää.

Päätin kuitenkin sisällyttää näytteet työn liitteiksi, koska ne avaavat paperin käsittelyn ajallisesti erittäin vaihtelevia ja hankalasti arvioitavia määriä. Analysoitavat paperiin käytettävän ajan kokonaismäärät työpaikalla käytyjen keskustelujen mukaan arvioidaan useasti erittäin isoiksi, mutta se mistä kaikki ajankäyttö koostuu, on keskustelujen mukaan heikommin tiedostettu.

3.10 Paperiroskan kertymisen näyte

Mielenkiinnosta paperin varsinaista käyttöä kohtaan suunnittelin ja toteutin ohjelmointi työvaiheelle paperiroskan kertymisen näytteen, jossa määritettiin yksi roskakori kaikelle paperiroskalle ja otettiin vaiheen tulostimelta tiedot tulostus ja muista määristä 1.11.23 ja seuraavan kerran 10.11.23. Otin myös lopuksi toiminnanohjausjärjestelmästä ohjelmointi vaiheelle määritellyt rivimäärät samalle aikavälille, jotta tuloksia voitaisiin vertailla ohjelmoinnin kautta menneisiin rivimääriin. Kaikki paperit skannattiin kännykän avulla ja jälkikäteen analysoitiin.



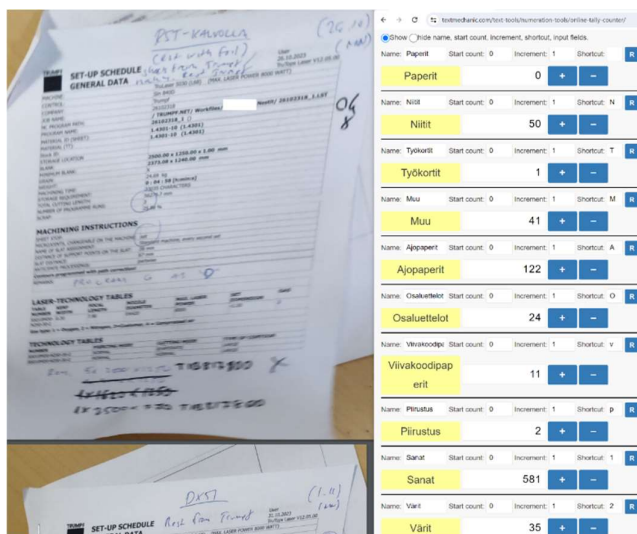
Kuva 61 Paperiroskan kertymisen näytteen tutkimuksen aloitusvaiheen tulostimen tulostusmäärä. Sivuja 75 479 tulostettuna alussa.

Näytteenoton alussa ohjelmoinnin tulostimella oli kuvan 61 mukaan tulostettu sivuja yhteensä 75 479, jonka jälkeen aloitettiin varsinaisen työn toteutus. Kaikki roskat päättyivät tämän näytteen puitteissa seuraavassa kuvassa 62 vasemmalla näkyvään pahvilaatikkoon, josta ne skannattiin työn lopussa.



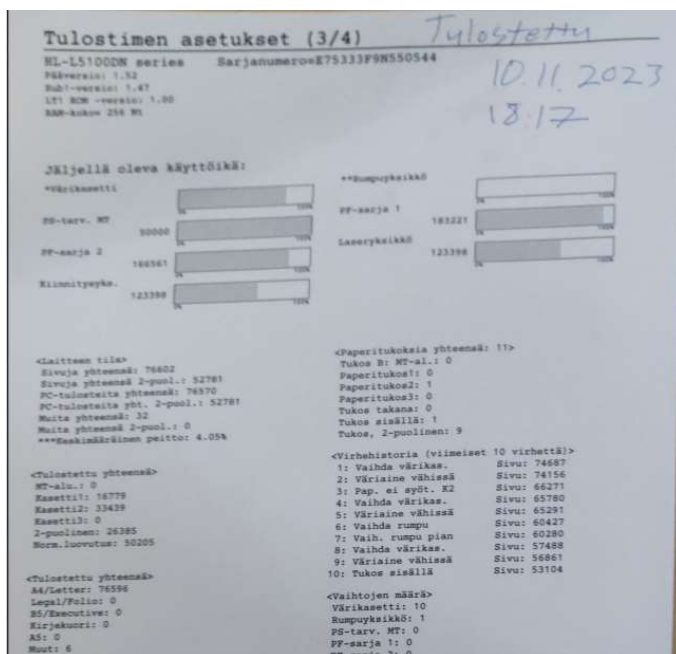
Kuva 62 Kaikki paperiroskat kerättiin 1-10.11.2023 yhteen ja lopuksi kaikki skannattiin kuvaksi kännykällä laskentaa varten.

Papereihin kertyi yleisessä tarkastelussa kirjoitusta ohjelmoinnissa, ennen sitä ja levytyökeskuksilla kuittausmerkintöjä ja materiaalien numeroita, eli sulatusnumeroita. Näiden perusteella lähdin tutkimaan vaihtoehtoa, minkä avulla saisin manuaalisesti käytyä helpoiten läpi kaikki kuvatut paperit sopivan laajalla ja työnkannalta oleellisella tavalla. Lyhyen etsinnän jälkeen löysin kuvassa 63 oikealla näkyvän laskurin netistä, johon sai helposti erilaisia pikanäppäimiä ja laskureita.



Kuva 63 Paperioiden skannattuja kuvia analysoitiin käsin laskurin avulla. Skannauksia oli kahdessa erässä ja ensimmäisen 105 kuvan erän tulos kuvassa. Seuraavat 169 kuvaa analysoitiin tämän jälkeen.

Työn luonteen ja ajankäytön vuoksi jokaisen paperin ominaisuuksia ei erikseen kirjattu. Pitkät yli 10 kirjaimiset sanat, kuten sulatusnumeron yleinen 10–16 kirjaimen yhdistelmä kirjattiin kolmeksi sanaksi ja muut merkkaukset yksi sana per merkkaukset. Paperissa eniten oli käsin kirjoitettuja ohjeita, sulatusnumeroita, opastusmerkkauksia, kuittausmerkkauksia, materiaalien nimiä, ajopäivämääriä, lisätietoa ajopäiväykseen ja värejä käytettiin esimerkiksi eri kokonaisuusosien merkkaukseen. Mappien kokonaisuusosien sisältöjä ei laskettu, mutta ne normaalisti sisältävät osaluettelot tai osaluettelot ja kaikki tarvittavat eri työkortit.



Kuva 64 Paperioiden kertymisen näytteen tulostimen lopputiedot. Tulostuksia oli tullut kymmenen vuorokauden ja 8 työpäivän aikana 1123, eli noin 140 päivässä.

Name: Niitit	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: N	R
Niitit	153	+	-	
Name: Työkortit	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: T	R
Työkortit	3	+	-	
Name: Muu	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: M	R
Muu	44	+	-	
Name: Ajopaperit	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: A	R
Ajopaperit	357	+	-	
Name: Osaluettelot	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: O	R
Osaluettelot	64	+	-	
Name: Viivakoodipaperit	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: v	R
Viivakoodipaperit	23	+	-	
Name: Piirustus	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: p	R
Piirustus	7	+	-	
Name: Sanat	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: 1	R
Sanat	1828	+	-	
Name: Värit	Start count: 0	Increment: 1	Shortcut: 2	R
Värit	60	+	-	

Kuva 65 Paperiroskan kuvien analyysin lopputulokset.

Tutkimuksen aikana tuli kuvan 64 mukaan tulostuksia noin 1123 kappaletta 10 päivän ja 8 työpäivän aikana, eli noin 140 tulostusta per päivä. Kuvassa 65 esitellään läpikäytyjen roskien tilastoja ja niiden mukaan roskiin päätyi yhteensä 498 paperia. Esittelen seuraavaksi taulukossa 4 näytteen lukemia.

Taulukko 4 Paperiroskan kertymisen näytteen lukemat ja suhteet.

Tulostukset	1123
Roskiin menneet paperit	498
Roskapapereissa olleet sanat	1828
Roskapapereissa olleet väri merkkaukset	60
Tulostukset per Roskiin menneet paperit	2,26
Sanat per Roskapaperi	3,67
Värimerkkaukset Per Roskapaperi	0,12
Roskiin menneet niitit Per Roskapaperi	0,31

Tuloksien perusteella ohjelmointi vaiheessa eniten menee roskiin työkortteja, jotka sisältävät ohjelmoinnin työntekijän mukaan pääosin levyjen sulatusnumeroita ja muita merkkauksia, sekä tekstiä. Sanoja per roskiin mennyt paperi olikin korkea ja jo pelkästään laskettuna 3,67 kertaa 2 sekuntia per sana, saadaan yhteen roskiin menneeseen paperiin kulutetuksi ajaksi 7,34 sekuntia. Jos koko vuoden menisi roskiin samalla tahdilla papereita, eli 1 paperi per 2,26 tulostusta, ohjelmointi vaiheessa roskiin menee paperia laskettuna kuvan 24 määrillä noin 9036 paperia. Sanamäärien pysyessä näytteen

mukaisina, niin sanoja olisi papereilla noin 33 163 ja ajaksi muutettuna noin 66 326 sekuntia, eli tunneiksi muutettuna noin 18,4 tuntia.

Kyselynäytteen perusteella kolmelle levytyökeskusien ja purkuvaiheen ihmiselle sanamäärät ovat noin 100, 100 ja 20, eli 73,33 per henkilö keskimäärin ja kaikille yhdeksälle yhteensä tämän avulla laskettuna 660 sanaa päivässä. Ohjelmoinnin 300 sanaa per päivä vastauksen perusteella ohjelmoinnissa kirjoitettaisiin siis yhteensä 600 sanaa päivässä, eli yhteensä 1260 sanaa päivässä ja 221 työpäivällä laskettuna 278 460 sanaa. Roskiin menisi siis noin 12 % ohjelmoinnin ja levytyökeskusten, sekä purun kirjoittamista sanoista.

Sanamääristä huomioitavaa on se, että suurimmassa osassa ajopapereita olevat sulatenumerot vaativat vielä manuaalisen kirjoittamisen koneelle, joka on noin 12-20 kirjaimen mittainen kokonaisuus ja jos lasketaan tämän arvion keskiarvo 16 kirjainta ja muutetaan se neljäksi sanaksi, joista jokaisen kirjoittaminen koneelle kestää noin 3 sekuntia sisältäen numerosarjan kopioimisen paperilta koneelle taulukko-ohjelmaan, tekisi se vuodessa 357 kertaa 4 sanaa kertaa 3 sekuntia, eli 4284 sekuntia. Tämä määrä voidaan laskea aikaisemmin lasketun 66 326 sekunnin päälle, eli pelkästään ajopaperit vievät aikaa vuodessa noin 70 610 sekuntia, eli 19,61 tuntia.

Värimerkkauksia ja niittauksia myös löytyi papereita tasaisesti, joten niidenkin aikahävikit ovat jossain määrin huomattavia ja varsinkin roskiin paperin laittamisen viemä aika, joka oli ajankäytön näytteiden mukaan joitain sekunteja per kerta, mutta toistuessaan aikaisemmin lasketun mukaan esimerkiksi 9036 kertaa yksi miinus niittejä per paperi, eli 0,69 saadaan roskiin laittamisten määräksi arviolta noin 6235 kertaa. Tämä tarkoittaisi kahden sekunnin roskiin laittamisen ajalla ohjelmointivaiheelle vuodessa noin 12 470 sekuntia, eli noin 3,5 tuntia. Työtunteja siis kertyy monilla eri tavoilla vuodessa pienistä toimista, josta tämä on vain yksi esimerkeistä.

3.11 Eri tuotannon vaiheiden näytteet

Tuotannonohjaus koostuu useista eri vaiheista ja tutkimuksen kohteena olevan yrityksen eri tuotannon vaiheiden tuotantotavat myös eroavat toisistaan. Samankaltaisia paperiin liittyviä ominaisuuksia ovat työjonot, infotaulut ja tuotteiden kuljetus työkorttien ja piirustuksien kera. Näitä ja muita ominaisuuksia lähdin tutkimaan ottamalla kuvia tuotannosta keskittyen paperin käyttöön liittyviin toimintoihin.



Kuva 66 Tuotannon erilaisia info tauluja.

Yrityksessä käytetään erilaisia infotauluja hyvin visuaalisesti värejä ja kuvia käyttäen monipuolisesti tärkeiden asioiden, kuten kuormituksen, laatuasioiden, tapahtumien ja tärkeiden ohjeiden tiedottamiseen. Näistä kuvan 66 infotauluista vastaavat pääasiassa työnjohtajat ja laatuhenkilöstö. Tiedotteita, kuten kuormitustietojen papereita vaihdellaan ja päivitetään päivittäin ja tauluilla on paljon myös niin sanottuja jatkuvia ohjeistuksia sekä tietoa paperilla. Taulujen ylläpito vaatii siis uusien papereiden tulostamista, viemistä, sekä poishakemista ja roskeen laittamista ja tämän kautta ne tuovat myös paperiin liittyviä aikakustannuksia. Infotaulut ovat liitteeseen 13 merkattu ympyröillä, joissa on raksi.



Kuva 67 Kokoonpanon, sarjatuotannon ja laadun mittauksen työjonojen kuvia.

Paperiset työjonot ovat erittäin monipuolisia ja niitä jaotellaan tuotannon vaiheiden tarpeiden mukaan. Joissain riittää aikataulujen mukaan lajittelu ja joissain lajitellaan koneiden mukaan. Kuvaan 67 on

koottu ylemmälle riville kaksi eri kokoonpano paikan työjonotaulua ja vasemmassa ylänurkassa näkyy myös töiden kuittausta varten suunniteltu tietokone. Ylemmät paikat löytyvät liitteen 13 pohjapiirustuksesta hallin alaosasta. Kuvassa vasemmalla alhaalla olevat sarjatuotannon paikat löytyvät toiseksi alimmasta hallista ja tähän kokonaisuuteen liittyvät erittäin useat eri koneet solussa, joten myös työjonoja on runsaasti.

Kuvan oikean alakulman mittauksen työjonoon, joka sijaitsee pohjapiirustuksessa ohjelmoinnin ja työnjohdon kopin oikealla puolella tuodaan pääasiassa sarjatuotannon solusta alhaalta mittauksia varten kappaleita ja työkortteja. Nämä vaiheet eivät varsinaisesti paperinkäsittelyyn kuulu kuin vain siinä vaiheessa, kun paperisia työkortteja nostellaan ja niiltä luetaan tietoa esimerkiksi koneelle kirjoittaessa tai muuten tietoa hakiessa.



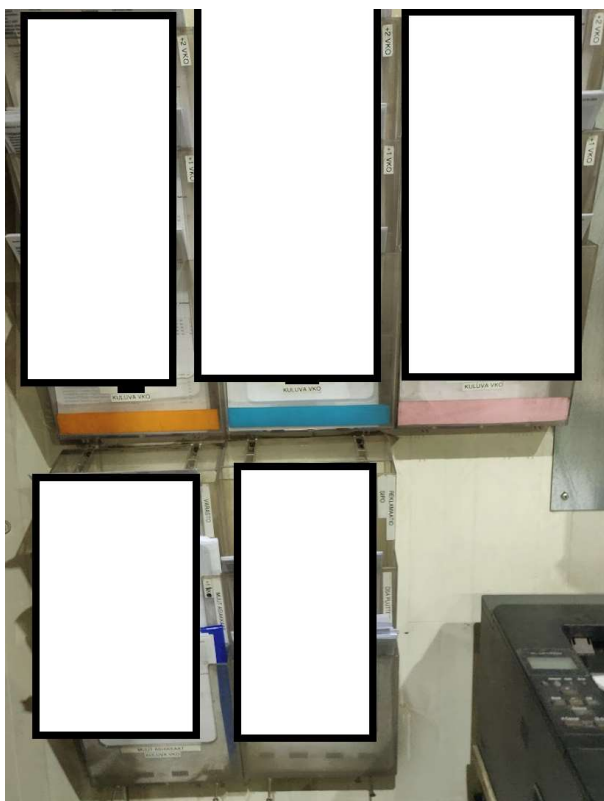
Kuva 68 Ohjelmointi työvaiheessa olevia paperisia työjonoja.

Kaikista eniten työvaiheen sisäisiä paperisia työjonoja löytyy ohjelmoinnista, jotka ovat kuvattuna kuvassa 68. Työvaiheessa käytetään runsaasti muovisia lokeroita eri materiaalien ja paksuuksien työjonoina. Näiden työjonojen sisällä on vielä muovitaskuin eroteltuna lähes saman kaltaiset materiaalit omiksi työjonoikseen. Työjonoja on noin 76 kappaletta ja yhdellä tulevien työkorttien pöydällä on vielä useasti noin yhdestä viiteen työjonoa. Näiden lisäksi vaiheella työntekijöillä on omat päivittäiset työjononsa. Työjonojen määrä on siis kokonaisuutena erittäin runsas, jonka monipuolinen tuotanto ja yhdisteltävät materiaalit vaativat, kun eri tilauksien eri materiaaleja yhdistellään ja samalla on pysyttävä selvillä aikatauluista. Työjonojen käyttöä tukee yrityksen oma työjono-ohjelmisto, joka esiteltiin kuvassa 48.

Ohjelmoinnin omiin sisäisiin työjonoihin lajitellaan tilausten käsittelystä tulevat työkortit ja sisäiset poikkeavien tuotteiden laput ovat aina kärjessä. Työkortit saapuvat satunnaisissa tilaus- ja

tulostusjärjestyksessä kahteen lokeroon liitteessä 13 näkyvään yläkulman paikkaan toimistossa. Tämän jälkeen ohjelmointi lajittelee kaikki tilaukset näihin sisäisiin työjonoihinsa, eli jos kuvan 36 mukaan lasketaan 28 615 riviä ohjelmoinnille, niin tällöin 221 työpäivässä lajiteltaisiin keskimäärin päivässä noin 130 paperikokonaisuutta ja eri materiaalmääriä on vaihtelevasti.

Paperien ja kokonaisuusien määrät kuitenkin vaihtelevat sen mukaan, onko niitä laitettu mappeihin vai ei, koska mapit ja osaluettelot lajitellaan erikseen, sekä eri materiaaleista koostuville osaluetteloille laitetaan vielä muovitaskut ja laitetaan omiin työjonoihin. Näin kokonaisuuksia pystytään hallitsemaan paremmin ja samalla tämä lajittelukokonaisuus myös vaatii erittäin paljon aikaa organisointiin.



Kuva 69 Hitsauksen keräilyvaiheen työjonot.

Hitsauksen keräilyvaihe on myös yksi päävaiheista, joka on ensimmäisenä vaiheena, kun tarkastellaan liitteiden 7–9 eri vaiheiden rivimääriä. Työvaihe siis noutaa liitteen 13 pohjapiirroksesta oikeasta yläkulmasta paperit samoin, kuin ohjelmointi ja lajittelee paperit kuvan 69 mukaisesti eri värikoodein merkattuihin, eri asiakkaiden lokeroihin, jotka ovat myös ajan mukaan jaoteltu kolmeen osaan, milloin keräily pitää suorittaa. Erilaisille muille kokonaisuuksille ja tilauksille on myös omia lokeroita, joiden tarkoituksena on saada pidettyä työjonojen paperit järjestyksessä ja luokiteltuna niin, että niiden käyttäminen olisi mahdollisimman yksinkertaista ja haluttu tieto mahdollisimman saavutettavissa.



Kuva 70 Eri työvaiheiden info- ja ohjaustauluja, eli työjonoja. Oikeassa alakulmassa yksi esimerkki tuotannossa käytetyistä paperisista tiedonsäilöntä tavoista.

Tuotannossa sijaitsee eri vaiheilla useasti yhdistettynä vaiheen infotaulu, joka sisältää oleellisia yleisiä infoja, sekä työvaiheeseen liittyvää tietoa. Nämä tiedot päivittyvät vaihtuvin väliajoin, mutta yleensä työvaiheiden omat infot olivat enemmän viikko-, kuukausi- tai vuosikohtaisia informaatioita, kuin yleisen taulun tiedot esimerkiksi kuormitustilanteesta. Kuvassa 70 näkyy vasemmassa yläkulmassa särmäyksen, porauksen ja kierteityksen vaiheen keskus, jossa on yhdistettynä vaiheiden infotaulu, työjonot ja valmiiden töiden leimaus. Tässä tapauksessa vaiheen konetta käyttivät leimaukseen myös yhden levytyökeskuksen ja purkupuolen käyttäjät sekä työvaiheiden leimaukseen, että levyateriaalien kirjanpitoon. Purkupuolen työjonojen esimerkki on kuvassa 70 vasemmassa alakulmassa, josta näkyy eri työjonoja kokonaisuuksien mapeille, punaisia poikkeamaraporttipohjia, purettujen töiden ajopapereita odottamassa sulatusnumeroiden kirjaamista ja muita purettavia ajoja.

Kuvan 70 vasemman yläkulman toimintapiste sijaitsi eri työvaiheilta noin 10–25 metrin päässä, joten noin 5–10 työntekijän liikkua tätä väliä työpäivän, voidaan olettaa, että työvaiheiden kuittauksia ja uusien ajojen hakemista varten kulutetut ajat ovat merkityksellisiä, mutta todentaakseen näitä ne olisi tutkittava erikseen esimerkiksi aikatutkimuksen kautta. Työpisteiden omien tietokoneiden ylläpidon hyödyt voisivat kattaa investoinnin kustannukset.

Kuvaan 70 yhdistettiin myös oikealle levytyöstökeskuksien kolmen eri koneen päätyöjonot, jotka sijaitsevat liitteen 13 kuvatussa hallissa levytyöstön osastolla keskivaiheilla. Näihin ja vasemman reunan

hieman yläpuolella oleviin levytyökeskuksien työjonoihin ohjelmoinnin kaikkien rivien paperit, sekä tulostetut ajopaperit päätyvät. Kuvassa näkyy myös yksi iso levytyökeskuksien mappi, johon on vuosien saatossa kerätty eri tuotteiden työkalujen asetuksia ja asetusarvoja, joita tarvittaessa selataan, jotta työkalun oikea asetus löydetäisiin mahdollisimman helposti kohdilleen työstökoneilla. Näitä ohjeita koneiden kuskien mukaan on alettu myös kirjaamaan itse työstökoneiden tietokoneiden ohjelmistoihin.



Kuva 71 Yhden levytyökeskuksen ajettujen ja ajossa olevan tilauksen papereita.

Levytyökeskuksilla merkkailtiin papereihin vaihtelevasti. Kuvan 71 vanhempi työstökeskus oli poikkeus siinä mielessä, että siellä varmistettiin työkalujen olevan oikeat paperissa ja paikoillaan merkkaamalla kaikkiin papereihin jokaiselle riville ruksi tai muu merkki. Ajoon käytetyn levymateriaalin tietoja myös kirjoitettiin ja muita tarvittavia tietoja, kuten työkalujen käytettyjä arvoja. Ajetut paperit laitettiin muovikuoreen odottamaan tietokoneelle materiaalien kirjausta. Kuvan koneelle myös tulostettiin aina erikseen ohjelmasta levyn kuva, joka niitattiin ajopaperiin, joten tulostusmäärällisesti koneelle myös tulostettiin enemmän kuin keskimäärin muille koneille.

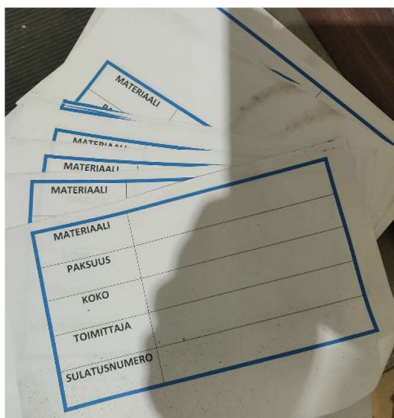


Kuva 72 Levytyökeskuksien infotaulun luona sijainneet infokansiot.

Työvaiheissa kirjoitettiin vaihtelevasti muistiin tietoa ja useimmiten se liittyi erilaisten kappaleiden valmistamiseen tai eri työkalujen asetustietojen kirjaamiseen. Kuvan 72 esimerkki levytyökeskuksien infopisteen luona sijaitsevista vanhoista kansioista näyttää kuvan 70 tavoin sitä, kuinka paljon työn tiedon tallettaminen voi vaatia paperia ja paperia myös yrityksessä on käytetyin tuotannon tiedontallettamisen muoto.

Samankaltaisia kokoelmia löytyy myös muista työvaiheista ja niiden hyödyt ovat erittäin suuret arkisessa työnteossa, mutta myös niihin liittyy paljon paperin käyttöön liittyvää toimintoaikaa, joka voitaisiin nykyaikaisilla tietoteknisillä järjestelmillä minimoida varsinkin tiedon löydettävyyden ja saavutettavuuden osalta. Paperisen tiedon säilytykseen liittyy myös muita useita hankaluuksia, mutta työni kannalta tärkeintä on tiedostaa tiedon kirjoittamisen jälkeinen aika. Paperia pitää kuljettaa talletusmapille, laittaa mappiin ja palata takaisin työpisteelle. Tiedon hakemisessa on myös ensin kuljettava mapin luo ja alettava selaamaan mappia läpi löytääkseen oikean tarvittavan tiedon, eikä tietokoneen tai muun välineen hakuominaisuuksia ole käytettävissä.

Tietoa on myös manuaalisesti syötettävä papereihin ja muutoksia halutessa on taas käveltävä mapin luo ja etsittävä haluttu kohta, jota muokata ja tämän jälkeen laittaa mappi takaisin ja kävellä työpisteelleen. Mappien paperisien dokumenttien jakaminenkin on hankalampaa, vaikka nykypäivänä puhelimilla voi kuvan lähettää nopeaa, niin tiedon puuttuessa on ihmisen ensin lähdeittävä ottamaan yhteyttä jollain tavalla ihmisiin, joka voisi paperisilta tai muilta dokumenteilta saada tietoa ilmi. Tämä pätee myös työjonojen kanssa ja aiheuttaa sellaista työntekoaikaa, joka voidaan laskea paperiin liittyväksi toimintoajaksi. Yhteistyö ja toiminta isommalla ihmismäärällä myös vaikeutuu ja mitä enemmän paperia virtaa tuotannossa, sitä enemmän yksittäiset ihmiset joutuvat myös tekemään papereihin liittyviä selvitystöitä.



Kuva 73 Valmiiksi tuotantoon tulostettuja materiaalilavojen tunniste papereita.

Tässä vaiheessa työni analysointia olen huomannut, kuinka tärkeänä asiana visualisointia pidetään tuotannonohjauksessa varsinkin, kun puhutaan tavaroiden säilömisestä tai liikuttelusta. Materiaaleja, valmiita tuotteita, puolivalmisteita ja ostotuotteita on hyllyissä, lattioilla ja varastoissa. Näiden seurantaan yrityksen käyttämä C9000-toiminnanohjausjärjestelmä on kankea, mistä kertoo myös esimerkiksi Mäklin (2020) opinnäytetyössään C9000-järjestelmän mahdollisuuksia materiaalinhallinnassa analysoidessaan. Hänen työnsä tuloksena todettiin järjestelmän olevan arkisessa tuotantotyössä materiaalin hallinnassa hankalasti käytettävä ilman mahdollisia käsipäätteitä ja leimauslaitteita.

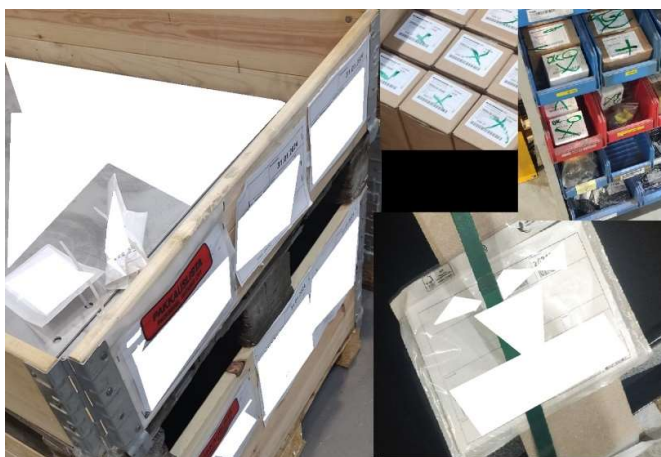


Kuva 74 Tuotteiden lavojen tunnisteita, jotka kertovat tilauksen numeron, seuraavan työvaiheen ja tilaukseen kuuluvien tuotteiden positionumeroita.

Yrityksessä on todettu parhaiten toimivaksi ja selkeimmäksi tavaksi käyttää esimerkiksi kuvien 73 ja 74 mukaisia erilaisia papereita, joiden avulla tuotteiden ja materiaalien lavoja voidaan merkitä ja näin tunnistaa kauempaa ilman, että kävelee lavan äärelle ja selvittää lavalla olevasta työkortista lukemalla tai esimerkiksi mittaamalla levy materiaalin tietoja. Tämä voi osaltaan johtua aikaisemmin pohditusta järjestelmien hankalasta materiaalinhallinnasta.

Paperin käyttäminen materiaalien ja muiden hallintaan tuo saman kaltaisia asioita, kuin aikaisemmin todettu paperille tiedon tallettaminen. Lavojen, tuotteiden ja materiaalien tarkkoja sijainteja ei voida jostain tarkistaa, vaan ihmisen on fyysisesti siirryttävä paikanpäälle ja etsittävä halutut asiat. Jos

tarvittavia tuotteita ei löydy, työntekijä joutuu lähteä kyselymään muilta ihmisiltä tai muuten selvittämään tuotteiden olinpaikkaa. Tuotannonohjaukselle tehty vaiheiden esittämisen apuohjelma, joka näytettiin kuvassa 48 on myös tässä mielessä auttamaton, sillä se ei kerro tuotteiden olinpaikasta mitään muuta, kuin sen, että tuote on todennäköisesti joko seuraavassa vaiheessa, edellisessä vaiheessa tai mahdollisesti siirtymässä seuraavaan vaiheeseen. Yrityksessä on selkeästi merkattuna eri työvaiheille alueita, mihin tuotteita tuodaan ja mihin ne pitää seuraavaksi siirtää, joten lähtökohtaisesti tuotteet ovat suhteellisen helposti löydettävissä mahdollisen selvitystilanteen tullessa, mutta silti täyttä varmuutta siitä missä tuotteet tarkalleen menevät ei ole ja se vaatii todentamisen paikan päällä. Työni mukaisesti myös tämä on yksi paperin käyttöön liittyvistä tavoista, joka tuo ylimääräistä toimintoaikaa johtuen paperisen vaihtoehdon käyttämisestä. Tietotekniikan avulla tuotteiden tarkkoja sijainteja voitaisiin merkitä ja näin vähentää tarvittavia kertoja etsiä tuotteiden tarkkoja olinpaikkoja.

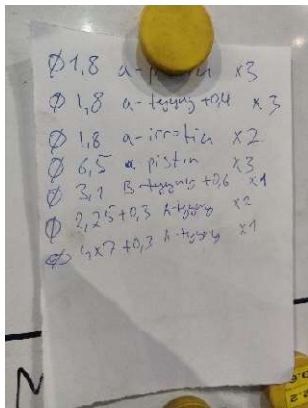


Kuva 75 Lähettimön pakkauksien papereita ja sarjatuotannon materiaalien pakkauksien tarkistusmerkintöjä.

Yrityksen tuotteiden lähetyksessä käytetään ja on käytettävä paljon papereita erilaisten tunniste-paperien, pakkauslistojen, laatusokumenttien ja muiden lähetyksipaperien muodossa, kuten kuvan 75 esimerkeissä vasemmalla ja oikealla alhaalla. Monet näistä vaadituista papereista ovat lähtöisin asiakkaiden vaatimuksista, joista mainintoja oli myös kuvassa 51. Paperin käyttö näissä tapauksissa on osittain välttämätöntä, mutta olisi hyvä tutkia ja selvittää mahdollisia vaihtoehtoisia seuranta ja todentamistapoja. Paperien ja muiden tunnisteiden tulostaminen ja asettaminen pakkausvaiheissa aiheuttaa ajallisia kustannuksia, mutta niiden osittaisen pakollisuuden takia, ne eivät suoraan työni laskelmiin kuulu, koska niiden poistaminen tietotekniikan avulla on yksi asioista, mikä pitäisi tarkemmin tutkia, testata ja todeta. On kuitenkin hyvä nähdä lähetyksien, vastaanoton ja varastoinnin aiheuttavan runsasta paperityön tarvetta, kun papereita tulostetaan, kuljetetaan ja asetellaan.

Kuvan 75 oikeassa yläkulmassa näkyvien materiaalien pakkauksiin tehdään käsin visuaalisia merkintöjä niiden tarkastamisesta ja hyväksymisestä käyttöön. Tämä on erittäin hyvä visuaalinen tapa todeta asioita tehdyksi, mutta tussimerkintöjen tarpeellisuus on silti kyseenalaista, kun tarkistetuille tai muuten

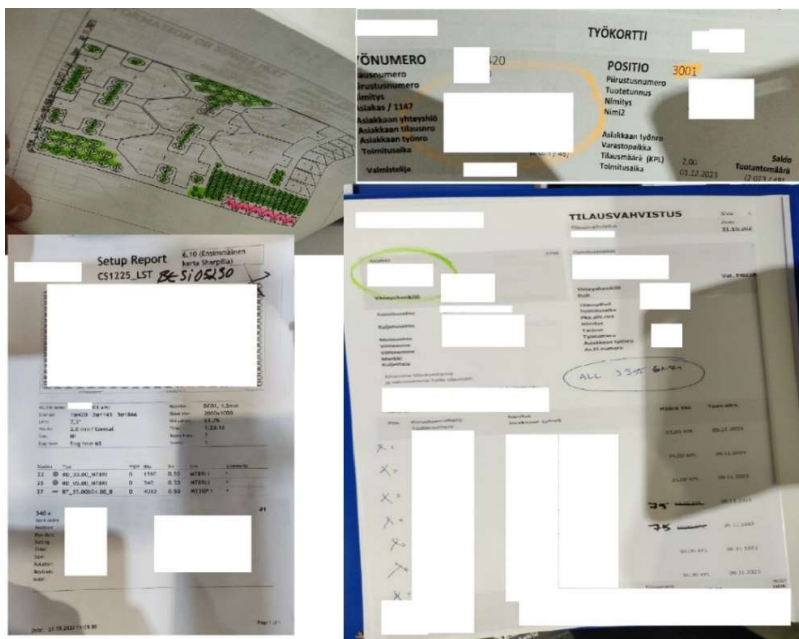
hyväksytyille tuotteille voitaisiin tietoteknisesti antaa hyväksyntä ja pitää niitä alueella, jossa on tuotteet, jotka ovat hyväksynyt saaneet.



Kuva 76 Infotaulun muistilappu esimerkki.

Tuotannonohjauksessa ihmiset käyttävät eri vaiheissa erilaisia muistilappuja paljon, josta kertovat myös kuvan 21 ostettujen tuotteiden määrät. Muistilappuina käytetään monipuolisesti kaikenlaista ja kaikenvärisiä papereita, kuten 76 esimerkki infotaulun muistilapusta. Näille työntekijät kirjoittavat tärkeitä asioita, joita heidän itse pitää muistaa tai joiden tietoa pitää jossain vaiheessa jakaa muille.

Muistilappujen osalta tiedon jakaminen vaatii myös paljon aikaa, kun jossain vaiheessa tulee tarve jakaa tietoa sitä voi toinen joutua ensin kysymään toiselta, joka menee muistilapun luo ja joko vie sen eteenpäin, ottaa kuvan ja lähettää sen tai muuten informoi tietoa. Tällaisen esimerkin kautta haluan kuvata sitä, että paperille kirjoitetun tiedot ja muistiinpanot eivät välttämättä vie vain itse kirjoittajan aikaa vaan myös toisten ihmisten aikaa, joka olisi voitu välttää sillä, että tieto on nykyaikaisesti jonkinlaiseen tietotekniikkaan yhdistettynä saavutettavissa kaikkialla.

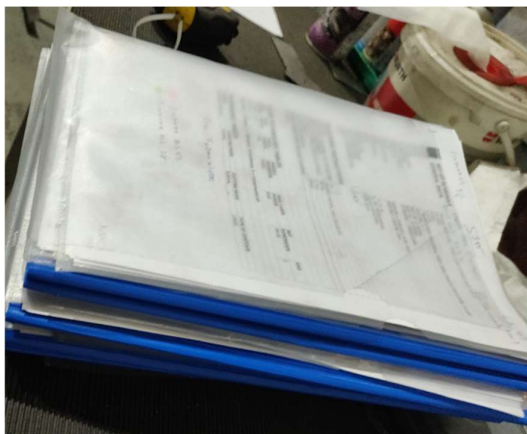


Kuva 77 Tuotannonohjaukseen käytettävät ajopaperi, työkortti ja mapin kansilehtiönä toimiva tilausvahvistus.

Työn aikaisemmissa vaiheissa olen laskenut ja käynyt läpi paljon levytyökeskuksien ajopapereita, työkortteja ja muita erilaisia tulosteita, joita käytetään varsinaiseen tuotannonohjaukseen tuotantotiloissa. Näiden kuvan 77 mukaisten papereiden esimerkkien tiedot ovat elintärkeitä tuotannon ohjauksen toiminnan kannalta. Vasemmassa yläkulmassa on yksi esimerkki siitä, miten ohjelmointi voi käyttää erilaisia värejä merkitsemään levytyökeskuksilla ajettavia tuotteita, jotta purkuvaiheessa tuotteita voidaan lajitella paremmin ja oikealla näky myös esimerkkejä siitä, miten tilausten käsittely käyttää värejä helpottaakseen eri asiakkaiden tilauksien paperien erottamista.

Tuotannon ohjauksessa käytetään erittäin paljon käsin kirjoittamista, sekä merkkäämistä osittain oman työn seuraamiseen ja helpottamiseen, sekä muiden työn helpottamiseen. Nämä toimet kuvassa 77 esittävät loistavia esimerkkejä siitä, miten tuotannon ohjauksessa työtä voidaan helpottaa silloin, kun toimitaan paperien kanssa. Tämä kuitenkin kuormittaa erilaisten niittauksien, paperien yhdistelyn ja muiden toimintojen ohella ajallisesti erittäin paljon ja ovat pääosassa paperiin liittyvien toimintojen aikakustannuksissa.

Kokonaisuuden ohjaus vaatii siis useita erilaisia tiedostettavia asioita, jotka auttavat työn ohjauksessa ja nämä osaltaan luovat tulostuksien ja mapin kokoamisen lisäksi paperi toimintoihin menevää aikaa tuotannonohjauksessa.



Kuva 80 Tuotannon yhden työstökoneen työjono aikana x.

Tuotannon työstökoneiden paperikokonaisuudet vaativat selkeitä lajitteluita merkkauksien ohella. Paperien yhdistelyyn käytetään kuvan 80 mukaisesti paljon muovitaskuja, muovimappeja ja paperien niittäuksia. Näiden avulla tuotannon läpi voidaan ohjata erilaisten kokonaisuuksien ja niissä olevien paperien liikettä ja järjestelyä luontevasti. Paperien organisointi käyttäen erilaisia muovitaskuja ja muita kokonaisuuksien kasaamisia lisäävät paperiin liittyvien toimintojen aikakustannuksia, mutta ovat myös samalla toimivia tapoja, kun paperia käytetään tuotannonohjaukseen monipuolisesti.

3.12 Aineiston validiteetti ja reliabiliteetti

Tutkimukseni kokonaisuuden validiteettia käsitellessä voidaan ensiksi todeta varsinkin liitteen 11 kyselylomakkeen kysymyksien osalta, että nämä ovat muodostettu tarkoin harkiten vastaamaan työn kysymykseen, miten paljon aikaa tuotannonohjaukseen kuluu paperia käytettäessä. Kyselyssä kysytyjen toimintojen ajat ovat räätälöity osoittamaan selvitykseni perusteella sitä, miten paljon aikaa säästyisi, jos paperin käytöstä luovuttaisiin.

Kuitenkin toiminnoista ja kysymyksien moniulotteisuuden takia kyselyn tuloksien vertailu ja arviointi pohjautuu eri ihmisten kokemuksiin menevästä ajasta ja näin ollen vaihtelee myös sen mukaan, mitä mieltä ihminen on paperin käyttämisestä tai miten hän sen kokee, joten on tärkeä kyselyn tuloksien osalta tiedostaa, että todelliset ajat voivat poiketa koetuista.

Tulostimien tietojen mittarit ovat erittäin luotettavia, mutta ongelmana oli näiden osto- ja käyttöönottoaikojen luotettavuus. Tulostimien määrien muuttaminen vuositasolle oli hankalaa osittain, eikä ole täysin luotettavissa, koska ajat perustuvat tutkijalle annettuun selvitykseen ostoajoista ja oman selvityksen kautta saaduista käyttöönottopäivämääristä.

Paperin ja paperitarvikkeiden määrät vahvistavat tulostimien tietoja, koska ne saatiin tutkittavan yrityksen järjestelmästä ja kuvaavat tarkasti määriä ja auttavat vertaillessa todentamaan tulostimien tietojen avulla laskettuja vuosittaisia määriä. Tuotannonohjauksen erilaiset rivimäärät antavat paperin ja paperitarvikkeiden ohella hyvää todennettua tietoa, sillä ne hankittiin suoraan yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä.

Muista määrällisistä näytteistä paperiroskan kertymisen näyte näyttää hyvin yhden työvaiheen paperiin liittyvien kirjoitustoimintojen määrää, jota voidaan vertailla ihmisten kyselyiden kokemuksiin. Näyte on kuitenkin vain näyte, eikä se kuvasta kuin yhtä työvaihetta lyhyen ajan sisällä ja on tämän perusteella huonosti yleistettävissä, kuten muutkin näytteet.

Kokonaisuutena määrälliseen analyysiin sopivien näytteiden käyttökelpoisuus vastaamaan tutkimuksen määrälliseen kysymykseen kuinka paljon ajallisia kustannuksia paperi perinteisessä tuotannonohjauksessa aiheuttaa on hyvä, mutta isolta osalta myös vain yleistyskelvottomia näytteitä sisältävä. Näiden avulla voidaan vastata kysymykseen tarkennetusti rajaten kysymykseen kuulumattomia aikoja ulos tuloksista, mutta tulos ei ole yleistettävissä ja parhaimmillaankin vain esimerkki.

Laadulliseen kysymykseen, miten paperia käytetään perinteisessä tuotannonohjauksessa työn näytteet antavat luotettavia kuvauksia suoraan tuotannon eri vaiheista ja erilaisia kuvauksia toimintatavoista, jotka ovat yleistettävissä myös muihin paperilla ohjausta toteuttaviin teollisuuden yrityksiin. On kuitenkin tärkeä huomioda, että työn esitys on vain yksi tapa toimia ja kaikki yritykset ja ihmiset toimivat paperin kanssa eri tavoin.

Työssä yhdisteltiin laadullisia ja määrällisiä aineistoja laajasti kokonaisuutena, jotka luovat kokonaiskatsauksen yhdestä yrityksestä ja sen tavoista ohjata tuotantoa paperia käyttäen. Aineistoa hankittiin yrityksen järjestelmästä, kirjatuihin toimintatavoista, kyselyn avulla, tuotannossa kuvaamalla ja keskustellen ihmisten kanssa. Näiden avulla muodostettiin käsitys siitä, miten paperia tuotannonohjauksessa käytetään ja laskettiin näytteiden avulla esimerkki siitä, kuinka paljon niiden perusteella arvioituna perinteisessä paperin avulla toteutetussa tuotannonohjauksessa voi aikaa vuodessa mennä.

Laadullinen yrityksen tuotannon paperitoimintojen tutkimus ja analysointi perustuu tutkijan omalle yrityksen tehtaan tutkimiselle ja kuvia otettiin ja esitellään paperin käyttämisen tarkoituksena tutkijan oman tuotantokokemuksen, sekä muiden tuotannossa työskentelevien ihmisten kokemusten perusteella. Analysoinnissa käytetään yleisesti tiedostettavia asioita, kuten fyysistä liikkumista ja kirjoittamisen esittämistä yhdistelemällä näitä toimintoja yrityksen toimintatapoihin. Laadullinen

aineisto edustaa laajasti yrityksen tuotannon paperiin liittyviä toimintatapoja, mutta eri ihmisten omia tapoja esimerkiksi tutkimuksessa ei käydä tarkemmin läpi, vaan havainnointi perustuu varsinaisessa tuotannossa havaittaviin asioihin.

Osa työvaiheista jää tutkimuksessa vähemmälle tarkastelulle ja esimerkiksi sarjatuotannon, kokoonpanon, lähettämön ja hitsaamon työvaiheiden ihmisten omia tekemisiä ei työaikana tutkija tarkkaillut ja selvittänyt tarkemmin.

Määrällisten tutkimuksien reliabiliteettia analysoitaessa voidaan todeta, että erilaisten näytteiden toistettavuus on heikko, koska erilaiset kyselyvastaukset, ajankäytön aikanäytteiden ja paperiroskan näytteiden tulokset kuvaavat vain osaa tai yhtä lyhyttä ajanjaksoa tutkittavasta joukosta.

Kyselyn tulokset voivat vaihdella paljonkin kyselyn kohteen oman tulkinnan ja mielentilan, sekä muun arvioinnin perusteella. Kyselyyn myös valikoitui vain osa koko tehtaan työntekijöistä, tästä lukemia kuvassa 43. Tutkimuksen aikataulusyistä kaikille kyselyitä ei voitu jakaa ja pitää, sekä osa työntekijöistä ei suomea tai englantia puhu, joten se olisi ollut käytännössä mahdotontakin.

Erilaisten näytteiden analysointivaiheissakin on korostettu niiden näytemäisyyttä, eli tutkimukseni ei ole yleistettävissä ja vaatii kriittistä tarkkailua ja tarkempia tutkimuksia. Aineistoa on tarkoitus käyttää vain lähtökohdaksi tarkemmille tutkimuksille.

4 Tutkimustulokset ja niiden arviointi

Tutkimukseni ensimmäisenä pääkysymyksenä oli, miten paperia käytetään perinteisessä tuotannonohjauksessa. Tähän kysymykseen vastaamiseen hyvät lähtökohdat teoriasta minulle antoi Taylorin (1911) perinteinen teos, jossa mieleeni painui toimintojen johtamisen keskittäminen, joka auttaa minimoimaan toimintojen välisen informaation siirtämisen aikaa. Tuotannon näytteitä ja tuotannon paperinkäyttöä analysoidessani huomasin, kuinka toiminnot olivat yrityksessä hajautettuna osittain olosuhteiden sanelemana ja osittain mahdollisesti tiedostamattakin. Nämä yhdessä ja Porterin (1985) käyttämät arvoketjujen analysoinnit saivat minut muodostamaan liitteen 15 mukaisen kuvauksen paperin liikuttamisesta tuotannossa ja kaikista näistä myös ajallisesti mitattavista asioista, jotka muodostavat paperin käyttämisen kokonaisuuden, joka alkaa paperin lähettämisestä tuotantoon ja päättyy roskiin tai asiakkaalle.

Jokaisella työvaiheella on vielä olemassa sisäisiä paperin käytön prosessikokonaisuuksia, joita kuvan 13 Sellenin ja Harperin (2003) esittelemä kokonaisuus ja työni esittelemä kuvan 16 työvaiheen sisäiset työjonot kuvastavat. Kun paperia käytetään tuotannonohjauksessa, niin tietotekniset työjonot eivät kerro paperisten työjonojen oikeita määriä, eikä erilaisia toimintoja, joita paperin kassa tehdään, jotta tuotannonohjaus olisi sujuvaa.

Vertailut tulostusmäärien ja kyselyn tuloksien välillä kuvassa 43 antoivat näkemystä siitä, kuinka paperia käytetään monipuolisesti tuotannonohjauksessa, eikä tulostusmäärä välttämättä kerro siitä, kuinka paljon aikaa kulutetaan paperityön parissa. Tätä toki tukee ja kertoo myös Sellenin ja Harperin (2003) ja muiden paperin käyttöä useasti tukevien lähteiden omat toteamukset siitä miten ja mihin paperia käytetään. Paperia yleisesti käytetään fyysisenä välineenä informaation välitykseen ja tiedon saamisen nopeus koetaan tuotannossa tärkeäksi, joka johtaa runsaasiin kirjoitusmääriin, värien käyttöön, kokonaisuuksiin, ja muihin tapoihin ilmaista tietoa mahdollisimman selkeästi, kuten useissa eri tuotannon vaiheiden näytteissä ja työn aikana huomattiin.

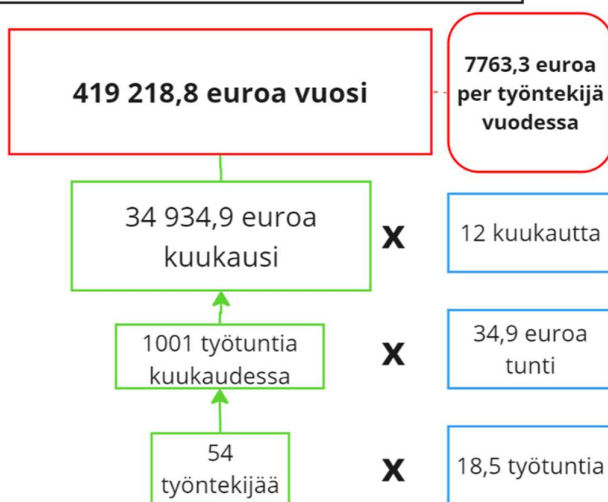
Paperin pääasiallinen tarkoitus perinteisessä tuotannonohjauksessa ja tuotannossa on välittää kaikki tarvittavat tiedot tuotteen valmistamista varten. Näiden työkorttien seurantamenetelmät ja muut ohjeet ovat kuitenkin vain pieni pala siitä paperimäärästä, mitä vaaditaan tuoterivien ohjaamiseen, kuten kuvan 27 yhden vuoden rivimääristä voidaan vertailla ostettuihin tuotemääriin kuvassa 21. Vuoden aikana rivejä oli 40 840 ja ostettuja papereita 275 000 ja 5000 punaista paperia, eli yhteensä noin seitsemän paperia per toimitettu rivi. Paperia ja erilaisia merkintävälineitä käytetään erittäin monipuolisesti visualisoimaan informaatiota helposti omaksuttavaan muotoon eri vaiheissa tuotantoa ja erilaisiin tarkoituksiin, kuten tuotteiden tunnistamiseen, työohjeiden tallettamiseen ja erilaisten tilausten erotteluun.

Näitä kaikkia erilaisia työvaiheiden sisäisiä toimintoja kuvataan kokonaisuutena työni liitteen 11 kyselylomakkeen kysymyksissä ja näiden kautta muodostettiin ulkoisia arvoketjuja liitteen 15 arvovirtakuvaukseen. Paperi liikkuu joustavasti tuotannossa eteenpäin vaiheissa ja takaisinpäin, kuten valmistettavat tuotteetkin, mutta huomattavasti enemmän ja vaativat aina työntekijöiden työaikaa kaikilla siirroilla.

Työn tuloksena tehtiin myös esimerkki esitys tuotannon muuttamista paperin päävirroista liitteen 13 pohjalle liitteeseen 16. Tämä tukee liitteen 15 tilausten käsittelyn jälkeisiä vaiheita, jotka olivat työssä rivimäärällisesti isoimpia työvaihekokonaisuuksia ja visualisoi myös liitteen 2 poikkeavien tuotteiden paperien liikuttamisen välimatkoja. Kokonaisuutena liikuttelun määrä on iso, joka olisi hyvä tutkia tarkemmin ja harkita esimerkiksi Taylorin (1911) mukaisia kriittisten vaiheiden yhdistämistä mahdollisimman lähelle toisiaan informaation liikkumista nopeuttamaan.

Toisena tutkimuskysymyksenä oli, kuinka paljon ajallisia kustannuksia arvioidaan aiheutuvan paperin käsittelystä perinteisessä tuotannonohjauksessa vuoden aikana, jonka motivaattorina oli Kaplanin ja Andersonin (2004) esittelemä aikaohjattu toimintoperusteinen kustannuslaskenta. Tutkimuksen kyselyn vastausten perusteella muodostettiin eri vaiheille ja eri toiminnoille aikoja, joiden perusteella arvioitiin vastaamattomien työntekijöille keskimääräinen ajankulutus vähentäen kyselytuloksista isoimmat poikkeamat pois kappaleessa 6.2 ja näiden arvioiden, sekä Tilastokeskuksen (2024) keskimääräisen työvoimakustannuksen tuntihinnan perusteella laskettiin kuvan 81 arvio ajallisista kustannuksista, jotka aiheutuvat paperin käsittelystä perinteisessä tuotannonohjauksessa vuoden aikana. Arvio ei sisällä paperin ja muiden tarvikkeiden kustannuksia.

**Tutkitun yrityksen perinteisen
tuotannonohjauksen paperin käsittelyn
arvioidut ajalliset kustannukset vuodessa**



Kuva 81 Arvio tutkitun yrityksen paperin käsittelyn ajallisista kustannuksista vuodessa.

Ajallisia kustannuksia voidaan yrittää verrata esimerkiksi paperista pois pääsemisen palveluita kauppaavan Choin (2018) blogikirjoitukseen, jonka mukaan 100 ihmisen, joiden tuntipalkka olisi 15 dollaria ja paperikustannuksien ollessa 8000 dollaria maksaisi työvoima 604 800 dollaria, eli 75,6 dollaria per dollari, joka mennyt paperin ostamiseen. Vertailukohtaksi jos oletetaan yrityksen maksavan 7 euroa per riisi ostettua paperia, jota ostettiin kuvan 21 perusteella 560 riisiä vuodessa, saataisiin hinnaksi 3920 euroa, niin blogikirjoituksen mukaisella 75,6 suhde yhteen suhteella kustannuksien pitäisi olla noin 296 352 euroa vuodessa, joka tarkoittaisi 24 696 euroa kuukaudessa, eli 24,67 euroa per tunti. Määrä voisi vaikuttaa realistiselta ainakin verrattuna 6.2 kappaleen alkuperäiseen arviooni perustuen Teknologiateollisuuden työnantajat ry & Teollisuusliitto ry:n (2023) työehtosopimuksen palkkataulukon ja Varman (2022) työntekijän kustannuslukemiin, joiden avulla tuntikustannukset olisivat noin 20,6 euroa per tunti.

Toinen ääripää taas on esimerkiksi Hesseldahlin (2008) sanomalehden artikkeli, jonka mukaan jokaista paperin kopiointiin käytettyä dollaria kohden käytetään kuusi dollaria käsittelyyn ja jakamisiin. Huomattavasti siis vähemmän, kuin Choin (2018) esimerkit. Näiden perusteella onkin mahdollista saada selkeyttä siitä paljonko paperin käyttämiseen voisi mennä rahaa ja tutkimukseni perusteella arvioitu rahallinen määrä voikin vaihdella runsaasti sen mukaan millaisia toimintoja paperin käyttöön liittyy. Hyviä tutkimuksia en juurikaan löytänyt, joten työssä on jouduttu käyttämään paperin käytön lähteinä myös erilaisia kaupallisessa tarkoituksessa annettuja näkemyksiä.

4.1 Tutkimuksen rajoitteet

Tutkimuksessa ilmeni useita rajoitteita. Tutkijan käytössä oli kokonaisuutena vain vähän aikaa, koska tutkimustyön suorittaminen tapahtui päivittäisten tehtävien ohella ja oli sidottu myös tutkijan jaksamisen resursseihin. Nämä tekijät rajoittivat aineiston keruuta ja estivät syvällisemmän tietojen hankinnan tarkemman analyysin luomiseksi.

Tutkimuksessa jouduttiin arvioimaan esimerkiksi tulostimien vuotuisia määriä, kyselyyn vastaamattomien aikakäyttöä ja aikakäytön näytteitä. Vuotuiset tulostusmäärät saattoivat poiketa todellisista tulostusmääristä tulostimien vaihtelevien käyttötietojen vuoksi. Kyselyyn voitiin osallistua vain niiden henkilöiden, joiden oli helpompi vastata, työn aikaresurssien puitteissa. Näin ollen kyselyä voidaan pitää vain otantana yrityksen työntekijöiden vastauksien edustavuuden ja yleistettävyyden arvioinnissa. Näin ollen myös laskennalliset työn tulokset ovat vain arvioita kokonaiskustannuksista näiden perusteella. Työ vaatisi laajempia haastatteluja ja toimintojen aikakäytön seuranta.

Kyselyn kysymykset ja toiminnot ovat moniulotteisia, ja niiden tulkinta voi vaihdella monista tekijöistä riippuen, kuten yksilön suhtautumisesta paperiin. Tämä saattaa aiheuttaa arviointivirheitä sekä tahallisesti että tahattomasti.

Tutkimuksen kokonaisvaltaisena rajoituksena on myös yleisen tapaustutkimuksen luonne, jonka tavoitteena oli esitellä paperin käytön mahdollisia toimintoja ja niiden aiheuttamia moniulotteisia aikakustannuksia. Käytetyt menetelmät ja mittarit ovat yleisesti ottaen vain otoksia, joita on yhdistetty yrityksen todellisiin tietoihin, kuten tarvikkeiden ostomääriin, tulostusmääriin ja tuotannonohjauksen kautta kulkeviin rivimääriin.

Tutkimuksen tuloksissa pyrittiin esittelemään laadullisesti paperin käsittelyn toimintoja tuotannonohjauksessa mahdollisimman kattavasti. Kuitenkin monet arjessa tapahtuvat toimet jäivät esittelemättä. Määrällisessä analyysissä kokonaiskustannukset ovat vain laskennallisia arvioita, jotka saatiin poistamalla kyselyn tuloksista suurimmat yläkanttiin arvioidut tulokset ja laskemalla niistä keskiarvo. Tästä syystä kokonaiskustannusten tulos voi vaihdella yrityksen kustannusten ja työntekijöiden todellisen käytetyn ajan mukaan.

On myös hyvä huomata, että vaikka työn tavoitteena oli rajata pois ne toiminnot, jotka eivät poistuisi esimerkiksi tietoteknisellä ratkaisulla, joka korvaisi paperin, työn toiminnoissa ja ihmisten vastauksissa voi olla mukana aikoja, jotka eivät poistuisi paperin käytön lopettamisella. Tutkimustani hyödyntävien tahojen on tehtävä omat oletuksensa ja päätelmänsä siitä, mitkä kustannukset oikeasti poistuvat esimerkiksi uuteen tuotannonohjausjärjestelmään investoimalla.

4.2 Jatkotutkimusehdotukset

Tutkimukseni perusteella nousi esiin useita jatkotutkimusehdotuksia, jotka mielestäni kulminoituvat siihen, miten yritys tai muu taho voi tehokkaasti selvittää toimintansa paperin suhteen. Tämä olisi tärkeä tutkimuksen ja kehittämisen kohde, jotta voitaisiin muodostaa kokonaisuus avustamaan vaihtoehtoisten kustannusten arvioinnissa. Tuotannonohjauksen informaatiovirran arvovirran kuvauksen tutkimusta olisi hyvä tehdä.

Paperin käytön tutkimusta olisi hyvä toteuttaa keskittyen esimerkiksi eniten paperia käyttävien toimijoiden tarkkoihin aikatutkimuksiin ja analyysiin. Lisäksi kyselytutkimusta voitaisiin laajentaa eri yrityksiin ja toimialoihin, kartoittaen niiden näkemyksiä ja tarpeita paperin käytön suhteen. Tutkimukseni aikana paljastui, että paperin käyttö perustuu selvästi visuaaliseen ohjausmenetelmään, minkä vuoksi olisi tärkeää tutkia myös mahdollisia korvausvaihtoehtoja, kuten lähettämöiden, varastoinnin ja nykyaikaisten tietoteknisten ratkaisujen integroimista tuotannonohjaukseen.

Teollisuuden tuotannonohjauksen erilaisten nykyaikaisten laitteiden, kuten kännyköiden, tablettien ja kellojen, käyttöä voitaisiin tutkia mahdollisina työntekijöiden henkilökohtaisina työvälineinä ja niiden käytön kannattavuuden saralla. Lisäksi erilaisten laitteiden käytön avulla voitaisiin vähentää paperin käyttöä, erityisesti fyysisesti raskaiden ja tehottomien työvaiheiden osalta.

Tuotannonohjauksen kustannuksia voitaisiin tutkia tarkemmin käyttäen Kaplanin ja Andersonin (2004) malleja. Näin voitaisiin ohjata tuotannonohjaukseen liittyviä toimintoja tarkemmin asiakkaiden tarpeiden mukaisesti ja parantaa kustannuslaskennan tarkkuutta. Tutkimukseni perusteella paperin käytön ajalliset kustannukset perinteisessä tuotannonohjauksessa ovat niin merkittävät, että lisätutkimukset tämän osalta ovat suotavia.

5 Yhteenveto

Tutkimukseni tarkasteli yhden teollisuuden yrityksen paperin käyttöä ja sen tapoja perinteisessä tuotannonohjauksessa, sekä arvioi sen tuomia ajallisia kustannuksia. Työ vaati minulta laajaa tutkittavan aineiston luokittelun, oleellisen valitsemisen ja valitsematta jättämisen hallintaa. Pyrin luomaan kattavan katsauksen paperin käytöstä tuotannonohjauksessa yhdessä tutkittavassa yrityksessä, ja kokonaisuutena onnistuin tavoitteessani. Vaikka työssäni on paljon rajoitteita, olen tyytyväinen saavutettuihin tuloksiin.

Tutkimus osoittaa, että paperin käyttäminen perinteisessä tuotannonohjauksessa voi aiheuttaa merkittäviä ajallisia kustannuksia, erityisesti liittyen tiedonhallintaan, tiedon löytämiseen ja jatkuvaan päivittämiseen. Informaation liikuttelu, käsittely ja käyttäminen aiheuttavat työni lopputuloksien perusteella monipuolisesti, sekä paljon kustannuksia. Pohja-aineiston analyysin perusteella havaittiin runsaat käytettävät tulostusmäärät ja paperiin liittyvien tarvikkeiden ostomäärät verrattuna tuotannon läpi kulkeviin tuotemääriin.

Yrityksen tuotannonohjausjärjestelmän ja tuotannon tutkimus esittivät paperin käytön aikakustannuksille aiheuttajia, jotka osaltaan nostavat tuotannonohjauksen kustannuksia. Näytteiden analyysi antavat vastauksia kysymyksiin, miksi tuotannonohjaus paperin avustamana tuo laskettuja kustannuksia, joista lopuksi johdettiin päätelmiä siitä, miten tuotannonohjauksen kustannuksia perinteiseen paperiseen malliin voidaan vähentää esimerkiksi välimatkoja lyhentämällä tai toimintoja digitalisoimalla.

Tutkitun yrityksen tuotannon layoutin ja toiminnan katsauksen perusteella luotiin esimerkki tuotannossa liikkuvasta paperista ja tämänkin avulla muodostettiin perinteisen paperisen tuotannonohjauksen informaation välittämisen aikakustannuksien arvovirtakuvaus, joka auttaa osaltaan hahmottamaan eri tapoja, missä ja miten informaation liike voi saada aikaan kustannuksia.

Tutkimuksen määrälliseen kysymykseen paperin käytön tuotannonohjauksen vuotuisten kustannuksien arvioinnista saatiin vastaus arvioimalla kyselyyn vastanneiden vastauksien ja yrityksen pohja-aineiston perusteella koko yrityksen tuotannonohjaukseen liittyvien henkilöiden keskimääräinen aika, joka oli 1001 tuntia kuukaudessa ja tuntikustannuksen arviona, jos käytti 34,9 euroa per tunti, saatiin vuotuisiksi tuotannonohjauksen paperin käsittelyn kustannuksiksi 54 työntekijälle 419 218,8 euroa. Tämä vastaa keskimäärin noin 7763,3 euroa per työntekijä vuodessa.

LÄHTEET

- Adam, A. (2007). *Implementing Electronic Document and Record Management Systems*. CRC Press.
- André-Salvini, B. (1995). The Origins of writing: The birth of writing. *The Unesco Courier*, 1995, 11–13.
- Antinaho, T., Kivinen, T., Turunen, H., & Partanen, P. (2015). Nurses' working time use – how value adding it is? *Journal of Nursing Management*, 23(8), 1094–1105. <https://doi.org/10.1111/jonm.12258>
- Arney, J., Jones, I., & Wolf, A. (2009). *Going green: Paperless technology and feedback from the classroom*.
- Arnold, U. (2000). New dimensions of outsourcing: A combination of transaction cost economics and the core competencies concept. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(1), 23–29. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(99\)00028-3](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(99)00028-3)
- Baidoshvili, A., Bucur, A., Van Leeuwen, J., Van Der Laak, J., Kluin, P., & Van Diest, P. J. (2018). Evaluating the benefits of digital pathology implementation: Time savings in laboratory logistics. *Histopathology*, 73(5), 784–794. <https://doi.org/10.1111/his.13691>
- Banker, R., Mashruwala, R., & Tripathy, A. (2014). Does a differentiation strategy lead to more sustainable financial performance than a cost leadership strategy? *Management Decision*, 52(5), 872–896. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2013-0282>
- Briscoe, M. D. (2022). The paperless office twenty years later: Still a myth? *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 18(1), 837–845. <https://doi.org/10.1080/15487733.2022.2146370>
- Brits, H., Botha, A., Niksch, L., Terblanché, R., Venter, K., & Joubert, G. (2017). Illegible handwriting and other prescription errors on prescriptions at National District Hospital, Bloemfontein. *South African Family Practice*, 59(1), 52–55. <https://doi.org/10.1080/20786190.2016.1254932>
- Brother. (2024). *Käyttöohjeet | MFC-L5700DN | Suomi | Brother*. https://support.brother.com/g/b/manualtop.aspx?c=fi&lang=fi&prod=mfc5700dn_eu_as
- Bryson, A., Buraimo, B., & Simmons, R. (2011). Do salaries improve worker performance? *Labour Economics*, 18(4), 424–433. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2010.12.005>
- Calognero, B. (2000). *Sun Server: Who is to blame for ERP failure?*
- Choi, K. (2018, huhtikuuta 10). The Paperless Office: How Much You Can Save. *Record Nations*. <https://www.recordnations.com/blog/paperless-office-save/>

- Connelly, V., Gee, D., & Walsh, E. (2007). A comparison of keyboarded and handwritten compositions and the relationship with transcription speed. *British Journal of Educational Psychology*, 77(2), 479–492. <https://doi.org/10.1348/000709906X116768>
- Coşkun, E., Gezici, B., Aydos, M., Tarhan, A. K., & Garousi, V. (2022). ERP failure: A systematic mapping of the literature. *Data & Knowledge Engineering*, 142, 102090. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2022.102090>
- Cunningham, M. T. (1969). The application of product life cycles to corporate strategy: Some research findings. *European Journal of Marketing*, 3(1), 32–44. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005206>
- Cyert, R. M., Dill, W. R., & March, J. G. (1958). The Role of Expectations in Business Decision Making. *Administrative Science Quarterly*, 3(3), 307–340. <https://doi.org/10.2307/2390716>
- Da Costa Dias, J. E., De Castro Filho, F. G., De Andrade, A. A., & Facó, J. F. B. (2021). The Strategic Role of MES Systems in the Context of Industry 4.0. Teoksessa L. Pereira, J. R. H. Carvalho, P. Krus, M. Klofsten, & V. J. De Negri (Toim.), *Proceedings of IDEAS 2019* (Vsk. 198, ss. 52–61). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55374-6_6
- Dettrick-Janes, M., McCluskey, A., Lannin, N. A., & Scanlan, J. N. (2017). Older adults experience difficulty completing the lines and dots tasks of the Motor Assessment Scale. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 24(5), 320–328. <https://doi.org/10.1080/11038128.2016.1187202>
- Deuel, A. C. (1994). The benefits of a manufacturing execution system for plantwide automation. *ISA Transactions*, 33(2), 113–124. [https://doi.org/10.1016/0019-0578\(94\)90042-6](https://doi.org/10.1016/0019-0578(94)90042-6)
- Dietz, T., Rubio Jovel, K., Deciancio, M., Boldt, C., & Börner, J. (2023). Towards effective national and international governance for a sustainable bioeconomy: A global expert perspective. *EFB Bioeconomy Journal*, 3, 100058. <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2023.100058>
- Dohale, V., Gunasekaran, A., Akarte, M. M., & Verma, P. (2022). 52 Years of manufacturing strategy: An evolutionary review of literature (1969–2021). *International Journal of Production Research*, 60(2), 569–594. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1971788>
- Dymetman, M., & Copperman, M. (1998). Intelligent paper. Teoksessa R. D. Hersch, J. André, & H. Brown (Toim.), *Electronic Publishing, Artistic Imaging, and Digital Typography* (ss. 392–406). Springer. <https://doi.org/10.1007/BFb0053286>

- Eppler, M., & Helfert, M. (2004). A classification and analysis of data quality costs. *International Conference on Information Quality*.
- Fayol, H. (1971). *General and industrial Management* (Repr). Pitman.
- Gibbs, G. (1958). New Cost Accounting Concepts. *The Accounting Review*, 33(1), 96–101.
- Gosse, C., Parmentier, M., & Van Reybroeck, M. (2021). How Do Spelling, Handwriting Speed, and Handwriting Quality Develop During Primary School? Cross-Classified Growth Curve Analysis of Children's Writing Development. *Frontiers in Psychology*, 12, 685681.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.685681>
- Graham, S., Berninger, V., Weintraub, N., & Schafer, W. (1998). Development of Handwriting Speed and Legibility in Grades 1–9. *Journal of Educational Research*, 92(1), 42–52.
<https://doi.org/10.1080/00220679809597574>
- Graves, A., Liwicki, M., Fernandez, S., Bertolami, R., Bunke, H., & Schmidhuber, J. (2009). A Novel Connectionist System for Unconstrained Handwriting Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 31(5), 855–868. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2008.137>
- Hanna, M. D., Newman, W. R., & Sridharan, S. V. (1993). Adapting traditional breakeven analysis to modern production economics: Simultaneously modeling economies of scale and scope. *International Journal of Production Economics*, 29(2), 187–201. [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(93\)90059-T](https://doi.org/10.1016/0925-5273(93)90059-T)
- Haug, A., Zachariassen, F., & Liempd, D. (2011). The costs of poor data quality. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4. <https://doi.org/10.3926/jiem.v4n2.p168-193>
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A., & Infacts johtamistekniikka (Toim.). (2009). *Teollisuustalous* (6. p). Infacs.
- Heinonen, N. (2013). *KUSTANNUSLASKENNAN KEHITTÄMINEN ALIHANKINTAYRITYKSEEN*.
- Hermundsdottir, F., & Aspelund, A. (2022). Competitive sustainable manufacturing—Sustainability strategies, environmental and social innovations, and their effects on firm performance. *Journal of Cleaner Production*, 370, 133474. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133474>
- Herrmann, M. R., Brumby, D. P., Oreszczyń, T., & Gilbert, X. M. P. (2018). Does data visualization affect users' understanding of electricity consumption? *Building Research & Information*, 46(3), 238–250.
<https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1356164>

- Herzallah, A., Gutierrez-Gutierrez, L. J., & Munoz, R. J. F. (2017). Quality ambidexterity, competitive strategies, and financial performance: An empirical study in industrial firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(10), 1496–1519. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2016-0053>
- Hesseldahl, A. (2008, toukokuuta 27). The New Push to Get Rid of Paper. *Bloomberg.Com*.
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2008-05-27/the-new-push-to-get-rid-of-paperbusinessweek-business-news-stock-market-and-financial-advice>
- Higgins, J. C. (1974). The value of accuracy in information for planning and control. *Long Range Planning*, 7(4), 67–72. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(74\)90212-X](https://doi.org/10.1016/0024-6301(74)90212-X)
- Hoozée, S., & Hansen, S. C. (2014). *A Comparison of Activity-based Costing and Time-driven Activity-based Costing*.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2001). *Factory physics: Foundations of manufacturing management* (2nd ed). Irwin/McGraw-Hill.
- Howard, R. A. (1966). Information Value Theory. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 2(1), 22–26. <https://doi.org/10.1109/TSSC.1966.300074>
- Ismail, M. Y. B. (1998). *Implementation of quality management in the manufacturing industry*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Implementation-of-quality-management-in-the-Ismail/772b52a8bf0037829367960fd17684832a904162>
- Johnston, G. P., & Bowen, D. V. (2005). The benefits of electronic records management systems: A general review of published and some unpublished cases. *Records Management Journal*, 15(3), 131–140.
<https://doi.org/10.1108/09565690510632319>
- Kaipia, R., & Turkulainen, V. (2017). Managing integration in outsourcing relationships—The influence of cost and quality priorities. *Industrial Marketing Management*, 61, 114–129.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.04.001>
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2004, marraskuuta 1). Time-Driven Activity-Based Costing. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2004/11/time-driven-activity-based-costing>
- Kaplan, R. S., & Cooper, R. (2005). *Cost & effect: Using integrated cost systems to drive profitability and performance* (9. print.). Harvard Business School Press.

- Karjalainen, T., Karjalainen, E., & Piirainen, A. (2008, marraskuuta 26). Arvoa palveluihin ja tuotteisiin – Uusi lähestymistapa Leaniin. *SixSigma*. <https://sixsigma.fi/arvoa-palveluihin/>
- Kiefer, M., Schuler, S., Mayer, C., Trumpp, N. M., Hille, K., & Sachse, S. (2015). Handwriting or Typewriting? The Influence of Pen or Keyboard-Based Writing Training on Reading and Writing Performance in Preschool Children. *Advances in Cognitive Psychology*, *11*(4), 136–146. <https://doi.org/10.5709/acp-0178-7>
- Kletti, J. (Toim.). (2007a). *Manufacturing Execution Systems (MES)*. Springer.
- Kletti, J. (Toim.). (2007b). New ways for the effective factory. Teoksessa *Manufacturing Execution Systems—MES* (ss. 1–39). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-49744-8_1
- Koponen, T. (2019). *Tuotannon ohjattavuuden kehittäminen* [SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU]. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/333123/Koponen%20Tommi.pdf?sequence=2>
- Koski, J. (2015). *Tuotannonohjauksen kehittäminen venttiilituotannossa*. Tampereen Teknillinen Yliopisto.
- Kumar, P. (2023). *How to Count the Page Numbers of Pdf Files in Excel?* <https://www.tutorialspoint.com/how-to-count-the-page-numbers-of-pdf-files-in-excel>
- Larson, J. G. (1952). Past, Present, and Future Costs Have Different Uses. *NACA Bulletin*, *33*(6), 695-.
- Leanware. (2023). *Tuotannonohjausjärjestelmä MES*. Leanware. <https://leanware.fi/tuotteet/tuotannonohjausjarjestelma-mes/>
- Lee, J., Kao, H.-A., & Yang, S. (2014). Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment. *Procedia CIRP*, *16*, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>
- Leong, G. K., Snyder, D. L., & Ward, P. T. (1990). Research in the process and content of manufacturing strategy. *Omega*, *18*(2), 109–122. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(90\)90058-H](https://doi.org/10.1016/0305-0483(90)90058-H)
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0—A systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, *55*(12), 3609–3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>
- Marshall, A. (1920). *Principles of Economics (8th ed.)* | *Online Library of Liberty*. <https://oll.libertyfund.org/title/marshall-principles-of-economics-8th-ed>
- Martin, E. W. (1957). The widening potential of the computer. *Business Horizons*, *1*(1), 39–47. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(58\)90006-5](https://doi.org/10.1016/0007-6813(58)90006-5)

- Mayer, L., Mehdiyev, N., & Fettke, P. (2021). Manufacturing execution systems driven process analytics: A case study from individual manufacturing. *Procedia CIRP*, 97, 284–289.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.239>
- McClellan, M. (2000). *INTRODUCTION TO MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS*. 2000.
- Morshedzadeh, I., Ng, A. H. C., & Jeusfeld, M. (2021). Managing manufacturing data and information in product lifecycle management systems considering changes and revisions. *International Journal of Product Lifecycle Management*, 13(3), 244. <https://doi.org/10.1504/IJPLM.2021.118041>
- Multanen, S. (2016). *Tuotannonohjauksen kehittäminen konepajassa* [Päättyö]. Satakunnan ammattikorkeakoulu.
- Murphy, M. A. (1991). No More “What Is Communication?”. *Communication Research*, 18(6), 825–833.
<https://doi.org/10.1177/009365091018006006>
- Mäklin, M. (2020). *C9000-toiminnanohjausjärjestelmän mahdollisuudet materiaalinhallinnassa*.
- Neely, A. (2008). Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing. *Operations Management Research*, 1(2), 103–118. <https://doi.org/10.1007/s12063-009-0015-5>
- Ocampo, L. A. (2016). Fuzzy analytic network process (FANP) approach in formulating infrastructural decisions of sustainable manufacturing strategy. *Journal of Management Analytics*, 3(3), 266–284.
<https://doi.org/10.1080/23270012.2016.1183237>
- O’Hara, K., & Sellen, A. (1997). A comparison of reading paper and on-line documents. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 335–342.
<https://doi.org/10.1145/258549.258787>
- Ohno, T. (2008). *Toyota production system: Beyond large-scale production* (Reprinted). Productivity Press.
- Opetushallitus. (2023). *Datatalousosaamisen perusteita perusopetukseen ja toiselle asteelle*.
<https://www.oph.fi/fi/digiosaaminen/datatalousosaamisen-perusteita-perusopetukseen-ja-toiselle-asteelle/mihin-0>
- Pagliosa, M., Tortorella, G., & Ferreira, J. C. E. (2019). Industry 4.0 and Lean Manufacturing: A systematic literature review and future research directions. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(3), 543–569. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2018-0446>
- Pareto, V. (1896). *Cours d’économie politique. Vol. 1*. <http://archive.org/details/fp-0148-1>

- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance* (4. printing). Free Pr. [u.a.].
- Porter, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. (Cover story). *Harvard Business Review*, 68(2), 73–93.
- Porter, M. E. (1996, marraskuuta 1). What Is Strategy? *Harvard Business Review*.
<https://hbr.org/1996/11/what-is-strategy>
- Prasad, B. (1997). Book Reviews: Manufacturing Strategy—How to Formulate and Implement a Winning Plan, Authored by John Miltenburg; Published by Productivity Press, Portland, Oregon ©1995 ISBN 1-56327-071-4. *Concurrent Engineering*, 5(3), 293–294. <https://doi.org/10.1177/1063293X9700500310>
- Prasetyo, S. E., Damaraji, G. M., & Kusumawardani, S. S. (2020). A Review of The Challenges of Paperless Concept In The Society 5.0. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2(1), 15–24. <https://doi.org/10.24002/ijieem.v2i1.3755>
- Pynnönen, T. (2009). *Tuotannonohjauksen kehittäminen piensarjatuotannossa* [Diplomityö]. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- Qiu, M., Lu, Z., & Zhang, C. (Toim.). (2023). *Smart Computing and Communication: 7th International Conference, SmartCom 2022, New York City, NY, USA, November 18–20, 2022, Proceedings* (Vsk. 13828). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-28124-2>
- Rocha, H. A. L., Santos, A. K. L. D. C., Alcântara, A. C. D. C., Lima, C. S. S. D. C., Rocha, S. G. M. O., Cardoso, R. M., & Cremonin, J. R. (2018). Bed management team with Kanban web-based application. *International Journal for Quality in Health Care*, 30(9), 708–714.
<https://doi.org/10.1093/intqhc/mzy108>
- Roima. (2023). *MOM- ja MES-ratkaisut*. <https://www.roimaint.com/fi/content/mom-and-mes-solutions>
- Sakaguchi, M. (1963). Information pattern, learning structure, and optimal decision rule. *Information and Control*, 6(3), 218–229. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(63\)90274-2](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(63)90274-2)
- Salminen, E. (2018). *Tuotannonohjauksen kehittäminen Lean-periaatteita hyödyntäen* [Diplomityö, Tampereen Teknillinen Yliopisto].
<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/26772/Salminen.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

- SAP. (2023). *MES: The Power of Real-Time Data*. SAP. <https://www.sap.com/products/scm/execution-mes/what-is-mes.html>
- Sarantis, H. (2002). *Business Guide to Reducing Paper Usage* [Pro gradu]. University of Montana.
- Sato, K. (1976). The Meaning and Measurement of the Real Value Added Index. *The Review of Economics and Statistics*, 58(4), 434–442. <https://doi.org/10.2307/1935875>
- Scully, J., & Fawcett, S. E. (1993). Comparative Logistics and Production Costs for Global Manufacturing Strategy. *International Journal of Operations & Production Management*, 13(12), 62–78. <https://doi.org/10.1108/01443579310048191>
- Sellen, A., & Harper, R. (1997). Paper as an analytic resource for the design of new technologies. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 319–326. <https://doi.org/10.1145/258549.258780>
- Sellen, A. J., & Harper, R. (2003). *The myth of the paperless office* (1st paperback ed). MIT Press.
- Shah, I. A., Amjed, S., & Alkathiri, N. A. (2019). THE ECONOMICS OF PAPER CONSUMPTION IN OFFICES. *Journal of Business Economics and Management*, 20(1), 43–62. <https://doi.org/10.3846/jbem.2019.6809>
- Shang, D., Diao, G., Liu, C., & Yu, L. (2021). The Impact of Waste Paper Recycling on the Carbon Emissions from China's Paper Industry. *Environmental Management*, 67(5), 811–821. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01417-y>
- Shannon, C. E. (1948). *A Mathematical Theory of Communication*.
- Sicard, M. (2014). L'avenir du papier. *Sociétés*, 126(4), 13–23. <https://doi.org/10.3917/soc.126.0013>
- Sinisalo, J. (2022, syyskuuta 1). MES järjestelmä—Mikä se on ja mitä se tekee. *SkyPlanner*. <https://skyplanner.ai/fi/oppaat/mes-jarjestelma-mika-se-on-ja-mita-se-tekee/>
- Skinner, W. (1969, toukokuuta 1). Manufacturing—Missing Link in Corporate Strategy. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/1969/05/manufacturing-missing-link-in-corporate-strategy>
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (Vsk. 2005). Jim Manis. <https://www.rrojasdatabank.info/Wealth-Nations.pdf>
- Stadtler, H., & Kilger, C. (2008). *Supply chain management and advanced planning: Concepts, models, software and case studies*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74512-9>

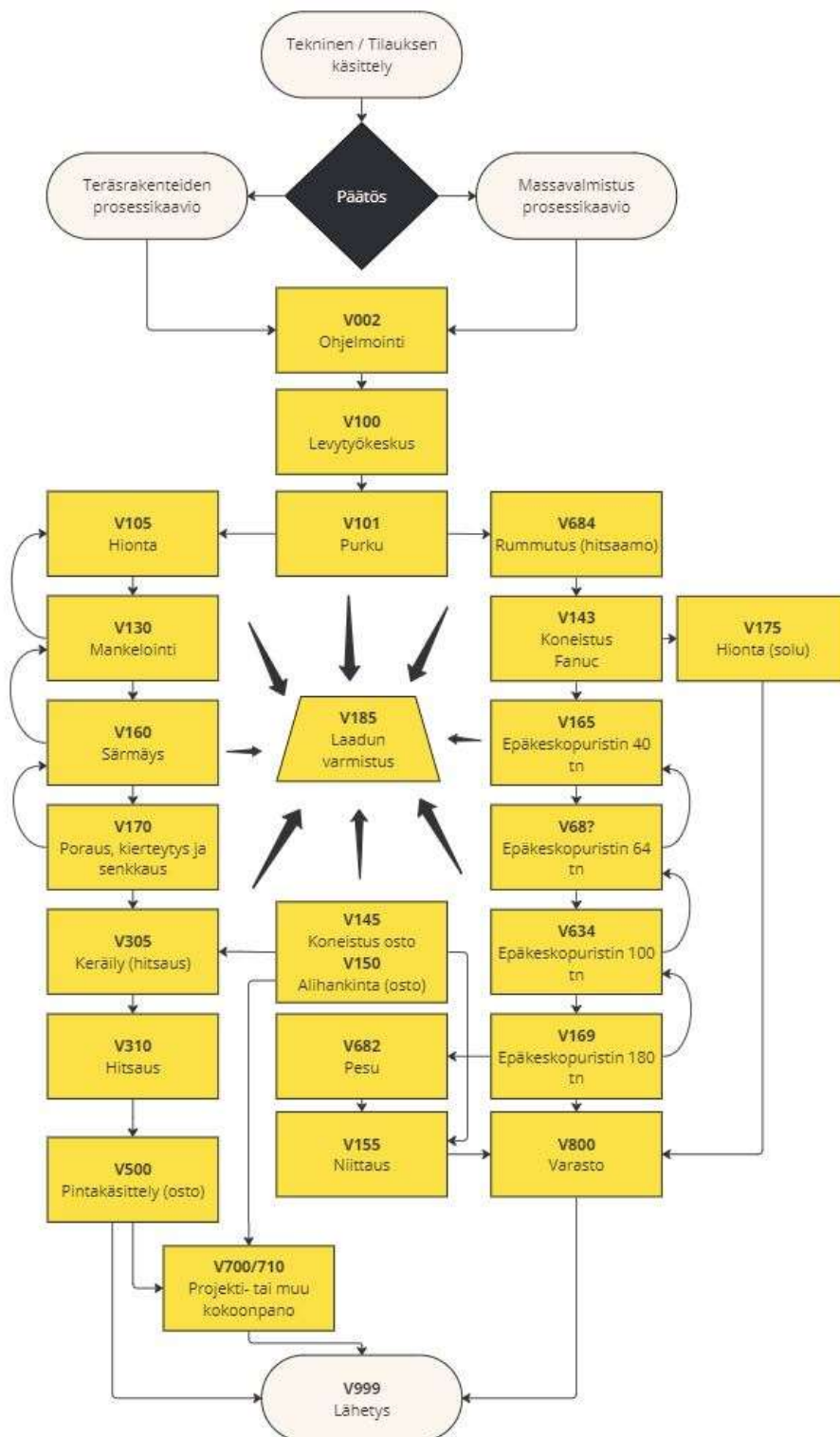
- Stark, A., Ferm, K., Hanson, R., Johansson, M., Khajavi, S., Medbo, L., Öhman, M., & Holmström, J. (2023). Hybrid digital manufacturing: Capturing the value of digitalization. *Journal of Operations Management*, 69(6), 890–910. <https://doi.org/10.1002/joom.1231>
- Svenningsen, F. P., de Zee, M., & Oliveira, A. S. (2019). The effect of shoe and floor characteristics on walking kinematics. *Human Movement Science*, 66, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.03.014>
- Tai, Y.-M. (2017). Effects of product lifecycle management systems on new product development performance. *Journal of Engineering and Technology Management*, 46, 67–83. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2017.06.001>
- Tao, F., & Zhang, M. (2017). Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing. *IEEE Access*, 5, 20418–20427. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2756069>
- Tarng, M., & Liu, H. (1994). Creating a Document Management System. *Industrial Management & Data Systems*, 94(9), 9–15. <https://doi.org/10.1108/02635579510101465>
- Taylor, F. W. (1911). *Shop Management*. McGraw-Hill.
- Tegarden, D. P. (1999). Business Information Visualization. *Communications of the Association for Information Systems*, 1. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.00104>
- Teknologiateollisuuden työnantajat ry, & Teollisuusliitto ry. (2023). *TYÖEHTOSOPIMUS TEKNOLOGIATEOLLISUUDEN TYÖNTEKIJÄT 6.2.2023-30.11.2024*.
TEKNOLOGIATEOLLISUUDEN TYÖNANTAJAT RY TEOLLISUUSLIITTO RY.
- Teknologiateollisuus ry. (2024). *Vuosityöaika_2024-2025*. Teknologiateollisuus ry. https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/2023-11/Vuosity%C3%B6aika_2024-2025.pdf
- Temonen, P. (2023). *Tuotannonohjauksen kehittäminen* [Opinnäytetyö, ylempi AMK]. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- The Standish Group International, Inc. (2015). *CHAOS Report 2015*. https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf
- Tian, S., Wang, T., Zhang, L., & Wu, X. (2019). Real-time shop floor scheduling method based on virtual queue adaptive control: Algorithm and experimental results. *Measurement*, 147, 106689. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.05.080>

- Tilastokeskus. (2024, helmikuuta 4). *13tx—Tehdyt työtunnit, työtunnin kustannus ja työvoimakustannus henkilötyövuotta kohden sektoreittain, 2012-2020*.
- Tipnis, V. A. (1993). Evolving Issues in Product Life Cycle Design: (How to design products that are environmentally safe to manufacture/assemble, distribute, use, service/repair, discard/collect, disassemble, recycle/recover, and dispose?). *CIRP Annals*, 42(1), 169–173.
[https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)62418-4](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)62418-4)
- van der Laan, E., Salomon, M., & Dekker, R. (1999). An investigation of lead-time effects in manufacturing/remanufacturing systems under simple PUSH and PULL control strategies. *European Journal of Operational Research*, 115(1), 195–214. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00108-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00108-8)
- Vandermerwe, S., & Rada, J. (1988). Servitization of business: Adding value by adding services. *European Management Journal*, 6(4), 314–324. [https://doi.org/10.1016/0263-2373\(88\)90033-3](https://doi.org/10.1016/0263-2373(88)90033-3)
- Varma. (2022, maaliskuuta 17). *TyEL-laskuri*. Varma. <https://www.varma.fi/tyonantaja/tyel-vakuutus/tyel-laskuri/>
- Vidyarthi, A. R., & Coffey, M. (2016). Paperless handover: Are we ready? *BMJ Quality & Safety*, 25(5), 299–301. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2015-005027>
- Visma. (2023). *Mikä on MES-järjestelmä ja mitä hyötyä siitä on?* <https://fikuro.visma.fi/oppaat-ja-blogit/mes-jarjestelma/>
- Watzlawick, P., & Jackson, D. D. (2010). On Human Communication. *Journal of Systemic Therapies*, 29(2), 53–68. <https://doi.org/10.1521/jsyt.2010.29.2.53>
- Weigelt-Marom, H., & Weintraub, N. (2018). Keyboarding versus handwriting speed of higher education students with and without learning disabilities: Does touch-typing assist in narrowing the gap? *Computers & Education*, 117, 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.10.008>
- Wendt, D. (1969). Value of information for decisions. *Journal of Mathematical Psychology*, 6(3), 430–443. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(69\)90015-7](https://doi.org/10.1016/0022-2496(69)90015-7)
- Wheelwright, S. C. (1984). Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link. *Strategic Management Journal*, 5(1), 77–91.
- Wiener, N. (1961). *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine* (2. ed., 10. print). MIT Press.

- Wilkinson, A., Dainty, A., & Neely, A. (2009). Changing times and changing timescales: The servitization of manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(5).
<https://doi.org/10.1108/ijopm.2009.02429eaa.001>
- Wood, E. G. (1979). Setting objectives in terms of added value. *Long Range Planning*, 12(4), 2–6.
[https://doi.org/10.1016/0024-6301\(79\)90113-4](https://doi.org/10.1016/0024-6301(79)90113-4)
- Yao, X., Zhou, J., Lin, Y., Li, Y., Yu, H., & Liu, Y. (2019). Smart manufacturing based on cyber-physical systems and beyond. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(8), 2805–2817.
<https://doi.org/10.1007/s10845-017-1384-5>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (Sixth edition). SAGE.
- Yousufi, M. K. (2023). Exploring paperless working: A step towards low carbon footprint. *European Journal of Sustainable Development Research*, 7(4), em0228. <https://doi.org/10.29333/ejosdr/13410>
- Zhou, J., Zhou, Y., Wang, B., & Zang, J. (2019). Human–Cyber–Physical Systems (HCPSs) in the Context of New-Generation Intelligent Manufacturing. *Engineering*, 5(4), 624–636.
<https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.07.015>

LIITTEET

Liite 1. Tutkitun yrityksen prosessiketjujen virtaus koottuna yhteen prosessikaavioon



Liite 2. Tuotannosta saatu poikkeavan tuotteen punalappu

POIKKEAVAN TUOTTEEN RAPORTTI

Pvm 211-23
Date

Työnurk [REDACTED] Osasto [REDACTED]
Work Order No. Department

Tuotenummus [REDACTED]
Product code

Poikkeaman kuvaus: [REDACTED]
Description: [REDACTED]

Lisätietoja:
Additional information

Tarvitaan uudet osat:
New parts needed: KYLLÄ / YES EI / NO

Osanumero [REDACTED]

Part code: <u>[REDACTED]</u>	<u>[REDACTED]</u>	KPL
Part code: _____	_____	KPL
Part code: _____	_____	KPL
Part code: _____	_____	KPL
Part code: _____	_____	KPL
Part code: _____	_____	KPL
Part code: _____	_____	KPL
Part code: _____	_____	KPL

Korjauksen osat lisätään:
Place where new parts needed: _____

Ilmoittaja [REDACTED] Osasto _____
Name Department

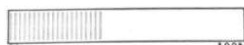
Liite 3. Tulostimen eri toimintojen määrät

Tulostimen asetukset (3/4)

HL-L5100DN series Sarjanumero=
 Pääversio: 1.52
 Sub1-versio: 1.47
 LT1 ROM -versio: 1.00
 RAM-koko= 256 Mt

Jäljellä oleva käyttöikä:

*Värikasetti



PS-tarv. MT

50000



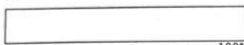
PF-sarja 2

90904



Kiinnitysyks.

0



**Rumpuysikkö



PF-sarja 1

96234



Laserysikkö

0



<Laitteen tila>
 Sivuja yhteensä: 212856
 Sivuja yhteensä 2-puol.: 0
 PC-tulosteita yhteensä: 212818
 PC-tulosteita yht. 2-puol.: 0
 Muita yhteensä: 38
 Muita yhteensä 2-puol.: 0
 ***Keskimääräinen peitto: 3.76%

<Tulostettu yhteensä>
 MT-alu.: 0
 Kasetti1: 103766
 Kasetti2: 109096
 Kasetti3: 0
 2-puolinen: 0
 Norm.luovutus: 212856

<Tulostettu yhteensä>
 A4/Letter: 212840
 Legal/Folio: 0
 B5/Executive: 0
 Kirjekuori: 0
 A5: 16
 Muut: 0

<Tulostettu yhteensä>
 Tavallinen/Ohut/Uusio: 212856
 Paksu/Paksumpi/Hienopaperi: 0
 Kirjek/PaksuKirjek/OhutKirjek: 0
 Väri 0
 Kirjepaperi 0
 Tarra: 0
 Hagaki: 0

<Väritaineyppi>
 Riittoisa väriaine

<Paperitukoksia yhteensä: 23>
 Tukos B: MT-al.: 0
 Paperitukos1: 4
 Paperitukos2: 8
 Paperitukos3: 0
 Tukos takana: 2
 Tukos sisällä: 9
 Tukos, 2-puolinen: 0

<Virrehistoria (viimeiset 10 virhettä)>
 1: Vaihda värikas. Sivu: 206676
 2: Väriaine vähissä Sivu: 206062
 3: Vaihda kiinn.yks Sivu: 200001
 4: Vaihda laseryks. Sivu: 200001
 5: Vaihda värikas. Sivu: 198124
 6: Väriaine vähissä Sivu: 197595
 7: Vaihda värikas. Sivu: 189180
 8: Väriaine vähissä Sivu: 188810
 9: Pap. ei syöt. K2 Sivu: 185812
 10: Tukos, kasetti 1 Sivu: 185674

<Vaihtojen määrä>

Värikasetti: 25
 Rumpuysikkö: 4
 PS-tarv. MT: 0
 PF-sarja 1: 0
 PF-sarja 2: 0
 PF-sarja 3: 0
 Kiinnitysyks.: 0
 Laserysikkö: 0

* Jäljellä oleva käyttöikä vaihtelee tulostettujen asiakirjojen tyypin, niiden peittoasteen ja laitteen käytön mukaan.

** Perustuu A4-/Letter-tulostukseen.

*** Laskettu peitto








Liite 4. Ostetut tuotteet per tulostukseen liittyvät toiminnot

Ostettua tuotetta	Yksikkömäärä	per Riisiä paperia / vuosi	per Tulostukset / vuosi	per Vaihdot väri / vuosi	per Vaihdot rumpu / vuosi
<input type="checkbox"/> Paperi	280000	432,77	0,86375	10 218,98	62 222,22
A4	260000	401,85	0,80205	9 489,05	57 777,78
A3	15000	23,18	0,04627	547,45	3 333,33
A4 Punalappu	5000	7,73	0,01542	182,48	1 111,11
<input type="checkbox"/> Niitit	85000	131,38	0,26221	3 102,19	18 888,89
<input type="checkbox"/> Muistilappu	43200	66,77	0,13326	1 576,64	9 600,00
<input type="checkbox"/> Muistiokirja	1851	2,86	0,00571	67,55	411,33
A4	800	1,24	0,00247	29,20	177,78
A5	800	1,24	0,00247	29,20	177,78
Taskulehtiö	250	0,39	0,00077	9,12	55,56
Vuosikalenteri	1	0,00	0,00000	0,04	0,22
<input type="checkbox"/> Muovitasku	1600	2,47	0,00494	58,39	355,56
<input type="checkbox"/> Paristot	800	1,24	0,00247	29,20	177,78
CR2032	400	0,62	0,00123	14,60	88,89
AAA	320	0,49	0,00099	11,68	71,11
AA	70	0,11	0,00022	2,55	15,56
9V	10	0,02	0,00003	0,36	2,22
<input type="checkbox"/> Mustekynä	432	0,67	0,00133	15,77	96,00
<input type="checkbox"/> Esitekansio	325	0,50	0,00100	11,86	72,22
<input type="checkbox"/> Tussi	216	0,33	0,00067	7,88	48,00
Musta	204	0,32	0,00063	7,45	45,33
Punainen	12	0,02	0,00004	0,44	2,67
<input type="checkbox"/> Paperiliitin	200	0,31	0,00062	7,30	44,44
<input type="checkbox"/> Korostuskynä	70	0,11	0,00022	2,55	15,56
Keltainen	20	0,03	0,00006	0,73	4,44
Pinkki	20	0,03	0,00006	0,73	4,44
Sininen	20	0,03	0,00006	0,73	4,44
Oranssi	10	0,02	0,00003	0,36	2,22
<input type="checkbox"/> Välilehti	70	0,11	0,00022	2,55	15,56
<input type="checkbox"/> Värikasetti	52	0,08	0,00016	1,90	11,56
Musta	48	0,07	0,00015	1,75	10,67
Keltainen	2	0,00	0,00001	0,07	0,44
Sinivihreä	2	0,00	0,00001	0,07	0,44
<input type="checkbox"/> Tietosuojaroska	42	0,06	0,00013	1,53	9,33
Kuukausivuokra	36	0,06	0,00011	1,31	8,00
Tyhjennys	6	0,01	0,00002	0,22	1,33
<input type="checkbox"/> Kansio	20	0,03	0,00006	0,73	4,44
<input type="checkbox"/> Rumpu	16	0,02	0,00005	0,58	3,56
<input type="checkbox"/> Nitoja	10	0,02	0,00003	0,36	2,22
Sähkö	6	0,01	0,00002	0,22	1,33
Manuaali	4	0,01	0,00001	0,15	0,89
<input type="checkbox"/> Laskin	6	0,01	0,00002	0,22	1,33
<input type="checkbox"/> Merkkeusteippi	4	0,01	0,00001	0,15	0,89
<input type="checkbox"/> Paperien lajittelu	3	0,00	0,00001	0,11	0,67
<input type="checkbox"/> Summa		639,75	1,27686		
Yhteensä	413917	1 279,50	2,55372	15 106,46	91 981,56

Liite 5. Vaihekoodit ja työntekijämäärät vaihekokonaisuuksilla

Vaihekoodi	Nimi	Vaihekokonaisuus	Työntekijämäärä
V002	Ohjelmointi	V2xx Sarjavalmistus	11
V100	Levytyökeskus	V306-V400,V800,V105 Hitsaamo	7
V101	Purku	V100 Levytyökeskus	6
V105	Hionta	V160,170 ja 180 Särmäys ja poraus	6
V110	Sahaus	V600-750 Kokoonpano	6
V120	Levyleikkaus	Tilauksien esikäsittely	3
V130	Mankelointi	Työnjohto	3
V143	Koneistus Fanuc	V101 Purku	3
V144,145,330	Toinen tehdas	V999 Lähettämö	3
V150	Alihankinta / Osto	V002 Ohjelmointi	2
V155	Niittäus (automaatit)	V185 Laatu	2
V160	Särmäys	V305,130,185 Keräily (hitsaus)	2
V165	Epäkeskopuristin 40 tn	Yhteensä	54
V169	180 tn Epäkeskopuristin		
V170	Poraus,kierteytytys ja senkkaus		
V175	Hionta (solu)		
V180	Merkkaus/Muu		
V185	Laadunvarmistus (mittaus)		
V190	Muu työvaihe		
V200	Automaattipuristin		
V220	Manuaalipuristin		
V240	Jouttaminen / liekittäminen		
V260	Pesu / Rummutus		
V300	Hitsaus 3		
V305	Keräily (Hitsaus)		
V306	Varustelu		
V307	Rummutus (Hitsaamo)		
V308	Hitsausautomaatti		
V310	Hitsaus		
V320	Pistehitsaus		
V500	Pintakäsittely		
V600	Projektikokoonpano		
V610	Muu kokoonpano		
V631	40 tn Epäkeskopuristin		
V632	40 Epäkeskopuristin		
V634	100 tn Epäkeskopuristin		
V635	400 tn Hydraulipuristin		
V636	150tn Hydraulipuristin		
V659	Työkaluhuolto		
V682	Pesu		
V684	Rummutus (Hitsaamo)		
V700	Projektikokoonpano		
V710	Muu kokoonpano		
V800	Varasto		
V810	Valmisvarasto		
V820	Varasto toinen tehdas		
V999	Lähetys		

Liite 6. Heinosen (2013) työstä lainattu C9000-järjestelmän työmääräin

Patricomp Oy		TYÖMÄÄRÄIN		12446		15.3.2013	
TYÖNUMERO	12446	POSITIO	1				
Tilausnumero	12446	Päristusnumero	PHN3102290/-				
Päristusnumero		Tuotetunnus	PHN3102290				
Nimitys		Nimitys	Korvake (74A314107-2013)				
Asiakas / 17	Patria Aviation Oy	Nimi2					
Asiakkaan yhteyshlö	Paula helmivirta	Asiakkaan työnro					
Asiakkaan tilausno	O2101601	Varastopaikka		Saldo	0,00		
Asiakkaan työnro		Tilausmäärä (KPL)	1,00	Tuotantomäärä	1,00		
Toimitusaika	15.8.2012	Toimitusaika	15.8.2012		(2 012 / 33)		
Työvaihe	Nimi	VSVK.P	Tunnit	Ylityötunnit	Hyväksytyt kpl	Hylätyt kpl	Kuittaus
LEIK	Leikkuri	2012/ 33. 3	0,22				
		Toteutuneet					
-10-							
Avin materiaali, levy 7075-0 Clad s=.050" (1,27mm)							
Paloittele nestauksen mukaan.							
ME _____							
Huomautus:							
CRENO	Creno	2012/ 33. 3	0,43				
		Toteutuneet					
-20-							
Jyrsi ja poraa ohjelman mukaan. DXF _____ / ____ 20 ____							
Jyrsinkone: _____							
Huomautus:							
PUR	Purseenpoisto	2012/ 33. 3	0,07				
		Toteutuneet					
-30-							
Poista pyöreät korvakkeet ja purseet.							
Poista levymerkinnät ja rasvat. Pussita osat tai tee numerolaatat							
Ohje: PC-TO-043-006							
Huomautus:							
LAM	Lämpökäsittely	2012/ 33. 3	0,33				
		Toteutuneet					
-40-							
Liuvotushehkutus:							
Kuvasta poiketen, ohje: PC-TO-AMS2770							
466 ±6 °C minimi pitoaika 30 min. PT _____							
Viety pakastimeen pvm. ____ / ____ 20 ____ klo. _____							
Huomautus:							
ALKAA		PERUUTA		PÄÄTTY			

Liite 7. Tuotannonhjauksen vaiheiden 1–3 rivimäärien jakauma vaiheisiin vuonna 2022

Vaihe 1.	Alipositio				Yhteensä		Vaihe 2.	Alipositio				Yhteensä		Vaihe 3.	Alipositio				Yhteensä	
	Rivejä	%	Rivejä	%	Rivejä	%		Rivejä	%	Rivejä	%	Rivejä	%		Rivejä	%	Rivejä	%	Rivejä	%
V002	10346	25,33%	15212	37,25%	25558	62,58%	V100	10337	25,31%	15209	37,24%	25546	62,55%	V101	9634	23,59%	15131	37,05%	24765	60,64%
V305	5633	13,79%	85	0,21%	5718	14,00%	V310	5206	12,75%	85	0,21%	5291	12,96%		7009	17,16%	1155	2,83%	8164	19,99%
V999	3600	8,81%	1	0,00%	3601	8,82%	V999	3705	9,07%	1019	2,50%	4724	11,57%	V500	5191	12,71%	46	0,11%	5237	12,82%
V145	1829	4,48%	260	0,64%	2089	5,12%	V145	3261	7,98%			3261	7,98%	V999	1408	3,45%	2	0,00%	1410	3,45%
V150	1089	2,67%	724	1,77%	1813	4,44%	V500	703	1,72%	22	0,05%	725	1,78%	V310	250	0,61%	2	0,00%	252	0,62%
V710	515	1,26%			515	1,26%	V170	373	0,91%	6	0,01%	379	0,93%	V684	189	0,46%	12	0,03%	201	0,49%
V155	447	1,09%			447	1,09%	V305	239	0,59%	2	0,00%	241	0,59%	V710	96	0,24%			96	0,24%
V175	228	0,56%			228	0,56%	V155	154	0,38%			154	0,38%	V169	81	0,20%	7	0,02%	88	0,22%
V682	207	0,51%			207	0,51%	V330	132	0,32%	3	0,01%	135	0,33%	V634	82	0,20%			82	0,20%
V700	109	0,27%	35	0,09%	144	0,35%	V145	100	0,24%	18	0,04%	118	0,29%	V160	48	0,12%	25	0,06%	73	0,18%
V144	55	0,13%	81	0,20%	136	0,33%	V130	46	0,11%	9	0,02%	55	0,13%	V145	58	0,14%	3	0,01%	61	0,15%
V310	90	0,22%	7	0,02%	97	0,24%	V160	24	0,06%	27	0,07%	51	0,12%	V170	55	0,13%	2	0,00%	57	0,14%
V330	77	0,19%			77	0,19%	V150	33	0,08%	1	0,00%	34	0,08%	V150	54	0,13%			54	0,13%
V101	59	0,14%	13	0,03%	72	0,18%	V653	15	0,04%			15	0,04%	V305	52	0,13%			52	0,13%
V500	31	0,08%			31	0,08%	V800	15	0,04%			15	0,04%	V165	40	0,10%	1	0,00%	41	0,10%
V160	20	0,05%			20	0,05%	V144	4	0,01%	10	0,02%	14	0,03%	V105	25	0,06%	4	0,01%	29	0,07%
V170	14	0,03%			14	0,03%	V002	10	0,02%	1	0,00%	11	0,03%	V185	26	0,06%			26	0,06%
V1700	8	0,02%	5	0,01%	13	0,03%	V101	7	0,02%	3	0,01%	10	0,02%	V130	2	0,00%	22	0,05%	24	0,06%
V130	10	0,02%			10	0,02%	V675	9	0,02%			9	0,02%	V143	21	0,05%	1	0,00%	22	0,05%
V800	10	0,02%			10	0,02%	V637	8	0,02%			8	0,02%	V100	15	0,04%	2	0,00%	17	0,04%
V850	10	0,02%			10	0,02%	V190	7	0,02%			7	0,02%	V800	17	0,04%			17	0,04%
V675	7	0,02%			7	0,02%	V105	1	0,00%	5	0,01%	6	0,01%	V700	7	0,02%	9	0,02%	16	0,04%
V100	3	0,01%	3	0,01%	6	0,01%	V710	6	0,01%			6	0,01%	V675	13	0,03%			13	0,03%
V105	5	0,01%			5	0,01%	V143	5	0,01%			5	0,01%	V175	9	0,02%			9	0,02%
V165	5	0,01%			5	0,01%	V850	4	0,01%			4	0,01%	V307	9	0,02%			9	0,02%
V120	1	0,00%	1	0,00%	2	0,00%	V120			3	0,01%	3	0,01%	V682	8	0,02%			8	0,02%
V320	1	0,00%	1	0,00%	2	0,00%	V684	1	0,00%	2	0,00%	3	0,01%	V140	6	0,01%			6	0,01%
V140	1	0,00%			1	0,00%	V700	2	0,00%	1	0,00%	3	0,01%	V190	4	0,01%			4	0,01%
V169	1	0,00%			1	0,00%	V810	3	0,01%			3	0,01%	V631	2	0,00%	2	0,00%	4	0,01%
V634	1	0,00%			1	0,00%	V200			1	0,00%	1	0,00%	V002			1	0,00%	1	0,00%
Yhteensä	24412	59,77%	16428	40,23	40840	100,00%	V307	1	0,00%			1	0,00%	V210			1	0,00%	1	0,00%
							V638			1	0,00%	1	0,00%	V330	1	0,00%			1	0,00%
							V682	1	0,00%			1	0,00%	Yhteensä	24412	59,77%	16428	40,23	40840	100,00%

Liite 9. Tuotannonohjauksen vaiheiden 7–10 rivimäärien jakauma vaiheisiin vuonna 2022

Vaihe 7.	Alipositio		Yhteensä		Vaihe 8.	Alipositio		Yhteensä					
	Rivejä	%	Rivejä	%		Rivejä	%	Rivejä	%				
	22239	54,45%	16404	40,17%		23551	57,67%	16412	40,19%				
Yhteensä	24412	59,77%	16428	40,23	40840	100,00%	39963	97,85%	97,85%				
V999	1301	3,19%	1	0,00%	1302	3,19%	V999	756	1,85%	756	1,85%		
V500	701	1,72%	6	0,01%	707	1,73%	V500	68	0,17%	8	0,02%	76	0,19%
V310	72	0,18%	8	0,02%	80	0,20%	V310	5	0,01%	7	0,02%	12	0,03%
V710	20	0,05%			20	0,05%	V710	9	0,02%	1	0,00%	10	0,02%
V160	15	0,04%	2	0,00%	17	0,04%	V105	8	0,02%			8	0,02%
V700	17	0,04%			17	0,04%	V185	7	0,02%			7	0,02%
V305	7	0,02%	7	0,02%	14	0,03%	V800	6	0,01%			6	0,01%
V105	11	0,03%			11	0,03%	V665	2	0,00%			2	0,00%
V185	9	0,02%			9	0,02%	Yhteensä	24412	59,77%	16428	40,23	40840	100,00%
V682	7	0,02%			7	0,02%	Vaihe						
V684	3	0,01%			3	0,01%	9.						
V800	3	0,01%			3	0,01%	Rivejä	%	Rivejä	%	Yhteensä		
V101	2	0,00%			2	0,00%					Rivejä	%	
V307	2	0,00%			2	0,00%	24321	59,55%	16421	40,21%	40742	99,76%	
V143	1	0,00%			1	0,00%	V999	84	0,21%			84	0,21%
V165	1	0,00%			1	0,00%	V500	6	0,01%	7	0,02%	13	0,03%
V190	1	0,00%			1	0,00%	V185	1	0,00%			1	0,00%
Yhteensä	24412	59,77%	16428	40,23	40840	100,00%	Yhteensä	24412	59,77%	16428	40,23	40840	100,00%
							Vaihe						
							10.						
							Rivejä	%	Rivejä	%	Yhteensä		
											Rivejä	%	
							24405	59,76%	16428	40,23%	40833	99,98%	
							V999	6	0,01%			6	0,01%
							V500	1	0,00%			1	0,00%
							Yhteensä	24412	59,77%	16428	40,23	40840	100,00%

Liite 10. Paperin käsittelyn luokat, niiden sisältämät aktiviteetit ja infot

Luokat	Aktiviteetti	Aktiviteetin info
Tilausrivi	Paperin tulostaminen	
Sisäinen poikkeama tai muu tilaus	Paperin noutaminen tulostimelta	
Tuotekokoonpano (osaluettelo tai ”mappi”)	Paperin lisääminen tulostimeen	
Tukiprosessit (tiedotus, info, laatu, ohjeet, suunnittelu ja lavatunnisteet tai muut.)	Tulostimen ongelman selvitys	Värikasetin- tai rummun vaihto. Muu
Muu (paperi- tai tarvikkeiden roskan siirtelyt, tarvikkeiden noutamiset varastosta ja muu)	Tarvikkeiden pakkausten siirtely/laittaminen roskiin	Kaikki paperiin liittyvä, kuten värikasettien pakkaukset, paperipakkaukset, kynäpakkaukset ja muut.
	Manuaalinen tiedonsyöttötyö	Vaihekuittaukset. Ohjeiden, osanumeroiden ja tuotantomäärän tarkistus paperista tietokoneelle tai muualle. Levymäärien päivitykset tietokoneelle inventointien yms. yhteydessä. Muuta paperilta lukemista tai selvittämistä tietokoneelle tai toiseen paperiin. Paperiin liittyvä manuaali työ.
	Tekstin kirjoittaminen paperiin	Paperille kirjoitetut sanat, muistiinpanot ja ohjeet. Esimerkiksi punalapuille, nesteihin ja

		tilauspapereihin. Sanamäärällisesti.
	Paperin väritys/merkkkaus	Montako sanaa yliviivataan tai merkataan.
	Paperien niittaus	
	Paperien mappiin laittaminen	Sisältää paperien rei'itys ajan
	Paperin digitalisointi	Paperin kuvan lähettäminen esimerkiksi sähköpostin tai muun sovelluksen välillä käyttäen puhelinta.
	Uusien tulevien paperin lajittelu omalla paikoilla	
	Vanhojen paperien lajittelu omalla paikalla	
	Paperin lajittelu muualla - Uudet	Esimerkiksi työnjohdon tuotantonojen lajittelu
	Paperin lajittelu muualla - Vanhat	Esimerkiksi työnjohdon tuotantonojen lajittelu
	Paperitiedon etsiminen	Paperilla olevan tiedon etsiminen. Esimerkiksi kappaleen töstöjen tai työkalun ohjeistus, joka paperille kirjattu.
	Paperiin liittyvän välineen etsiminen	Kynä, merkkaustarvike, muistolappu yms.
	Paperin siirtäminen toiseen paikkaan	Paperin yleinen siirto esimerkiksi tiedon tallettamista varten, kuten ajetun materiaalin koodin kirjaamista varten. Paperin siirto seuraavaan työvaiheeseen
	Paperin siirtäminen selvitystä varten	Asioiden selvittämistä varten, kuten vialliset

		tiedot paperilla tai viallisen tuotteen yhteydessä paperin siirto.
	Paperin siirto skannattavaksi	
	Paperin siirto työvaiheiden kuittaukseen	
	Paperin siirto roskiin	
	Paperin noutaminen	
	Paperin noutaminen poikkeamaa varten	Punalappu-tilaukset yms.
	Tilauspaperien noutaminen	Esimerkiksi edelliseltä vaiheelta hakeminen tai tiedon tallettamista tai muokkaamista varten noutaminen.
	Paperi tarvikkeiden nouto	Tulostimeen liittyvät: Värikasetit, rummut. Muut: paperi, kansiot, kynät, niitit yms.

Liite 11. Kyselylomake

Paperinkäsittelyn aikakustannukset tuotannossa

Hei,

teen diplomityötä tuotannonohjauksen paperin käsittelyyn menevään aikaan liittyen ja tarvitsen teidän kaikkien apua vastauksien muodossa.

Olen koostanut lyhyen, mutta kattavan kyselyn, joka on jaoteltu 3 osaan.

Kyselyssä haen tietoa vuoden aikajanelle, joten mieti kuinka paljon keskimäärin asia teitä koskettaa ja vastaa joko **päivän**, **kuukauden** tai **vuoden** määränä ja vastaa seuraavassa vaiheessa esitettyjen esimerkki vastauksien mukaisesti.

Ohjeita ja esimerkkejä vastaamiseen on aina seuraavassa vaiheessa ja jokaisen kysymyksen kohdalla. Vastaukset ovat lyhyitä ja lopussa on yksi vapaamuotoinen vastaus.

Jos toimit tai teet monen eri vaiheiden töitä, niin vastaathan vain valitsemasi työvaiheen osalta ja tee halutessasi toinen vastauslomake toiselle työvaiheelle.

Kerään vastauksia **10.11.2023** asti ja paperisen version kyselyn voi palauttaa myös ohjelmoinnin lokeroon, joka sijaitsee *ohjelmoinnin portaiden alapäässä*.

Kysy ihmeessä allekirjoittaneelta, jos jokin kysymys tai asia askarruttaa.

Kiittäen jo etukäteen,
Aleksi Mansikka-aho

* Indicates required question

1/4 Työvaiheesi

Mark only one oval.

- Tilausten käsittely
- Ohjelmointi
- Levytyökeskus
- Keräily/Mankelointi
- Koneistus
- Särmäys/Poraus/Kierteytys/Senkkaus
- Puristimet
- Hitsaus
- Kokoonpano
- Lähettäjä
- Laatu/Mittaus
- Johto
- Purku

2. Mikä työvaihe, jos jokin muu?

2/4 Paperin käsittely

OHJEET

Anna vastaus kertoina ja aikoina per yksi kerta!

Esimerkki vastauksia:

- "1 kertaa 200s kuukaudessa" = $1 * 200 \text{ sec} = 200 \text{ sec} / \text{kuukausi}$
- "13 kertaa 25 min vuodessa" = $13 * 25 \text{ min} = 325 \text{ min} / \text{vuosi}$
- "2 kertaa 1 h päivässä" = $2 * 1 \text{ h} = 2 \text{ h} / \text{päivä}$
- tai
- "100 sanaa päivässä"
- "500 sanaa kuukaudessa"

Aikaan lasketaan aina mukaan koko toimintaan käytetty aika, esimerkiksi:

- **Paperin skannaus aika** = paperin vienti, skannaus ja paperin tuominen takaisin pisteelle
- **Paperin mapitus** = aika siitä kun aloitetaan yhden mapin valmistaminen
- **Väline hukassa** = koko aika etsinnän aloittamisesta siihen, että pääsee kirjoittamaan
- **Paperin tulostus** = siitä alkaen, kun alat etsimään paperin tulostuspaikkaa/painiketta loppuen paperin tulostuksen alkamiseen
- **Manuaalinen tiedonsyöttö** = kaikki aika mitä käytät paperilta tietojen katseluun, kun syötät sitä tietokoneelle yms.

Aikaan EI lasketa sellaista aikaa joka ei kuulu suoraan paperin käsittelyyn, eli ne jotka **EIVÄT** poistu mielestäsi vaikka paperin tästä poistaisi, esimerkiksi:

- Valmistettavan tuotteen siirtäminen paperin kanssa esimerkiksi mittauspisteelle ja takaisin -> **Fyysinen toiminta**
- Jos sinun on noudatettava tietäntyyppistä lainsäädäntöä tai sääntelyä dokumenttien säilyttämisessä
- **Paperin tiedon varmistaminen**: Aika joka kuluu paperilla olevan tiedon varmistamiseen toiselta tai muualta (Paperin liikuttaminen kuuluu aikaan)
- **Paperin tiedon korjaaminen**: Aika mikä kuluu paperin väärän tiedon korjaamiseen esimerkiksi muilta kysymällä tai kertomalla
- **Paperilta tiedon lukeminen ilman tietokoneelle kirjoittamistarkoitusta**: Kappaleen tai kokonaisuuden piirustuksen lukeminen.

Erlaisia tuotannon paperiin liittyviä prosesseja ja toimintoja:

- **Työvaiheen seuranta ja kuittaus**: Töiden **leimaus** ja työkorttiin tehtävät kaikki eri **kirjaukset**
- **Laadunvalvonta ja laadunvarmistus**: Esimerkiksi **mittatulokset**, **työkorttien/piirustusten** ohjeiden yms. tarkistus ja merkkkaus, **punalaput** sisäisen laadun varmistamiseen ja **SUSI/SIPO-tilaukset** ulkoisiin ja muihin viallisiin tuotteisiin
- **Varastonhallinta**: Erilaiset **lavatunnisteet** ja laput, joilla merkitään **mitä tuotteita** lavoilta ja paikoista löytyy
- **Ylläpito ja huolto**: Tulostimien ja muun paperiin liittyvän laitteiston ylläpito ja huolto. **Tulostinviat ja muu**
- **Ympäristö**: **Paperiroskan** ja paperiin liittyvän roskan, kuten **kynien, tulostintarvikkeiden ja muiden tarvikkeiden pahviroskat ja muut roskat**
- **Koulutus ja ohjeistus**: **Ohjeistukset, muistiinpanot ja muu kouluttamiseen ja tiedottamiseen** käytetty paperi
- **Tiedonhallinta**: Paperitiedon **säilyttäminen** mapeissa, kaapeissa tai muissa arkistoissa ja sen **etsiminen**.

3. Arvioi montako **kertaa niittaaat papereita** yhteen ja **kauanko** per kerta se vie *
(päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
HUOM.
Aikaan kuuluu myös paperien kohdistaminen
-
4. Arvioi montako **kertaa mapitat papereita** yhteen ja **kauanko** per kerta se vie *
(päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
HUOM.
- Paperin asettaminen **mappiin** tai **muoviseen kansioon**
 - Sisältää myös paperin **reiittämisen**
-
5. Arvioi montako **kertaa digitalisoi papereita** tietokoneelle ja **kauanko** per kerta se *
vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Paperin skannaus
 - Kuvaus Whatsppiin tai sähköpostiin
 - Aikaan lasketaan myös paperin vienti ja takaisintuominen skannauksesta.
-
6. Arvioi montako **kertaa haet tarvikkeita**, jotka liittyvät paperiin ja **kauanko** per *
kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Kynät, niitit ja tussit yms.
 - Muistilaput ja muut paperit
 - Muovikansiot ja muut paperinsäilytystarvikkeet
 - **El tulostuspaperi**
-
7. Arvioi montako **kertaa** käytät **tussia värikyseen** tai *
kirjoittamiseen ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Tilauskortin tunnistevärjäys
 - Lavan tunnistekortin merkkkaus
 - Levyn tai osan tussilla merkitseminen
 - Rasioiden tussilla merkitseminen
 - Tunniste merkitseminen
-

8. Arvioi montako **SANAA kirjoitat paperille** ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, *
kuukaudessa tai vuodessa)

Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "200 sanaa 2s päivässä"
(x **sanaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.

- Työkorttiin lisätietoja
- Työstöohjelmaan lisätietoja
- Muistilappuun tai muualle asioiden ylös kirjoittaminen
- Työhön liittyvä informaatio tai tarkastus esimerkiksi työkalun mitta
- Ohjeiden kirjoittaminen
- Punalappu/susitilaukset
- PIENETKIN MERKINNÄT PAPERIIN LASKETAAN SANAksi

9. Arvioi montako **kertaa** joudut **etsimään merkintävälinettä tai** *
tarviketta ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)

Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.

- Kynä hukassa
- Tussi hukassa
- Muistilaput hukassa

10. Arvioi montako **kertaa** teet **työvaiheiden kuittaamiseen** liittyvää **manuaalista** *
tiedonsyöttötyötä ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai
vuodessa)

Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.

- Työn vaiheen kuittaus

11. Arvioi montako **kertaa** teet muuta **manuaalista** *
tiedonsyöttötyötä ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai
vuodessa)

Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.

- Ohjeiden/Tuotantomäärien/Revision/Kappaleen tiedon tarkistaminen paperista tietokoneelle tai muualle
- Levymäärien päivittäminen paperilta tietokoneelle
- Kappalemäärien tai työn tietojen päivittäminen tietokoneelle paperilta
- Punalappujen yms. paperien tietojen lukeminen tietokoneelta etsimistä varten
- **Paperilta tiedon lukeminen tietokoneelle kirjoittamista/etsimistä/päivittämistä varten**

3/4 Tukiprosessit

OHJEET

Anna vastaus kertoina ja aikoina kauanko yhteen kertaan menee!

Esimerkki vastauksia:

- "**1 kertaa 200s kuukaudessa**" = 1 * 200 sec = 200 sec / kuukausi
- "**13 kertaa 25 min vuodessa**" = 13 * 25 min = 325 min / vuosi
- "**2 kertaa 1 h päivässä**" = 2 * 1h = 2h / päivä
- tai
- "**100 sanaa päivässä**"
- "**500 sanaa kuukaudessa**"

12. Arvioi montako **kertaa** laitat paperia tulostimeen ja **kauanko** per kerta se vie *
(päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Aikaan lasketaan myös roskan vienti
-
13. Arvioi montako **kertaa** vaihdat värikasetin tai rummun *
tulostimeen ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Aikaan lasketaan myös roskan vienti
-
14. Arvioi montako **kertaa** haet tarvikkeita, jotka liittyvät tulostimeen *
ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Tulostuspaperi
 - Värikasetti / Rumpu
-
15. Arvioi montako **kertaa** laitat yhden paperin roskiin ja **kauanko** per kerta se vie *
(päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Muistiinpanolaput ja muut ohjelaput
 - Vialliset tulosteet
 - Työkortit
 - Salassa pidettävät paperit
 - Tilauspaperit
-
16. Arvioi montako **kertaa** etsit tietoa papereista ja **kauanko** per kerta se vie *
(päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- "Kadoksissa oleva tieto"
 - Työkalujen muistiinpanot
 - Kappaleiden ohjeet
 - Työohje
 - Muut paperilla olevat ohjeet
-

4/4 Paperin tulostus ja hallinto

OHJEET

Anna vastaus kertoina ja aikoina kauanko yhteen kertaan menee!

Esimerkki vastauksia:

- "1 kertaa 200s kuukaudessa" = $1 * 200 \text{ sec} = 200 \text{ sec} / \text{kuukausi}$
- "13 kertaa 25 min vuodessa" = $13 * 25 \text{ min} = 325 \text{ min} / \text{vuosi}$
- "2 kertaa 1 h päivässä" = $2 * 1 \text{ h} = 2 \text{ h} / \text{päivä}$
- tai
- "100 sanaa päivässä"
- "500 sanaa kuukaudessa"

Aikaan lasketaan aina mukaan koko toimintaan käytetty aika, esimerkiksi:

- **Paperin skannaus aika** = paperin vienti, skannaus ja paperin tuominen takaisin pisteelle
- **Paperin mapitus** = aika siitä kun aloitetaan yhden mapin valmistaminen
- **Väline hukassa** = koko aika etsinnän aloittamisesta siihen, että pääsee kirjoittamaan
- **Paperin tulostus** = siitä alkaen, kun alat etsimään paperin tulostuspaikkaa/painiketta loppuen paperin tulostuksen alkamiseen
- **Manuaalinen tiedonsyöttötyö** = kaikki aika mitä käytät paperilta tietojen katseluun, kun syötät sitä tietokoneelle yms.

Aikaan Ei lasketa sellaista aikaa joka ei kuulu suoraan paperin käsittelyyn, eli ne jotka EIVÄT poistu mielestäsi vaikka paperin tästä poistaisi, esimerkiksi:

- Valmistettavan tuotteen siirtäminen paperin kanssa esimerkiksi mittauspisteelle ja takaisin -> **Fyysinen toiminta**
- Jos sinun on noudatettava tietäntyyppistä lainsäädäntöä tai sääntelyä dokumenttien säilyttämisessä
- **Paperin tiedon varmistaminen:** Aika joka kuluu paperilla olevan tiedon varmistamiseen toiselta tai muualta (Paperin liikuttaminen kuuluu aikaan)
- **Paperin tiedon korjaaminen:** Aika mikä kuluu paperin väärän tiedon korjaamiseen esimerkiksi muilta kysymällä tai kertomalla
- **Paperilta tiedon lukeminen ilman tietokoneelle kirjoittamistarkoitusta:** Kappaleen tai kokonaisuuden piirustuksen lukeminen.

Erilaisia tuotannon paperiin liittyviä prosesseja ja toimintoja:

- **Työvaiheen seuranta ja kuittaus:** Töiden **leimaus** ja työkorttiin tehtävät kaikki eri **kirjaukset**
- **Laadunvalvonta ja laadunvarmistus:**
Esimerkiksi **mittatulokset, työkorttien/piirustusten** ohjeiden yms. tarkistus ja merkkkaus, **punalaput** sisäisen laadun varmistamiseen ja **SUSI/SIPO-tilaukset** ulkoisiin ja muihin viallisiin tuotteisiin
- **Varastonhallinta:** Eri laiset **lavatunnisteet** ja laput, joilla merkitään **mitä tuotteita** lavoilta ja paikoista löytyy
- **Ylläpito ja huolto:** Tulostimien ja muun paperiin liittyvän laitteiston ylläpito ja huolto. **Tulostinviat ja muu**
- **Ympäristö: Paperiroskan** ja paperiin liittyvän roskan, kuten **kynien, tulostintarvikkeiden ja muiden** tarvikkeiden **pahviroskat ja muut roskat**
- **Koulutus ja ohjeistus:** **Ohjeistukset, muistiinpanot ja muu kouluttamiseen ja tiedottamiseen** käytetty paperi
- **Tiedonhallinta:** Paperitiedon **säilyttäminen** mapeissa, kaapeissa tai muissa arkistoissa ja sen **etsiminen**.

17. Arvioi montako **kertaa** tulostat paperin ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, *
kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Laadunvalvonta ja laadunvarmistus
 - Varastohallinta
 - Koulutus ja ohjeistus
 - Tiedonhallinta
 - Työkortit
 - Piirustukset
 - Kokonaisuuksiin liittyvät tiedot
 - Tuotteiden lähetys tai vastaanotto
-
18. Arvioi montako **kertaa** haet paperin tai paperit tulostimelta ja **kauanko** per kerta *
se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Laadunvalvonta ja laadunvarmistus
 - Varastohallinta
 - Koulutus ja ohjeistus
 - Tiedonhallinta
 - Työkortit
 - Piirustukset
 - Kokonaisuuksiin liittyvät tiedot
 - Tilauksien läheteet ja muut paperit
-
19. Arvioi montako **kertaa** viet paperin tai paperit toiseen työvaiheeseen *
ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Seuraavaan työvaiheeseen vieminen
 - Johonkin muuhun työvaiheeseen vieminen
 - Läheteiden / muiden paperien vieminen
-
20. Arvioi montako **kertaa** viet paperin tai paperit leimaukseen ja **kauanko** per kerta *
se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Työvaiheen leimaukseen vieminen
-
21. Arvioi montako **kertaa** viet paperin tai paperit ros kiin ja **kauanko** per kerta se vie *
(päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Paperin ros kiin vienti
 - Paperien vieminen isompaan ros kiin
-

Arvioi montako **kertaa** viet paperin tai paperit muualle ja **kauanko** per kerta se *
vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)

22. Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.

- Paperin skannaus/digitalisointi
- Paperin tietojen tarkistukseen/selvitykseen
- Paperin säilytykseen

-
23. Arvioi montako **kertaa haet** tilauspaperin tai paperit ja **kauanko** per kerta se vie *
(päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.

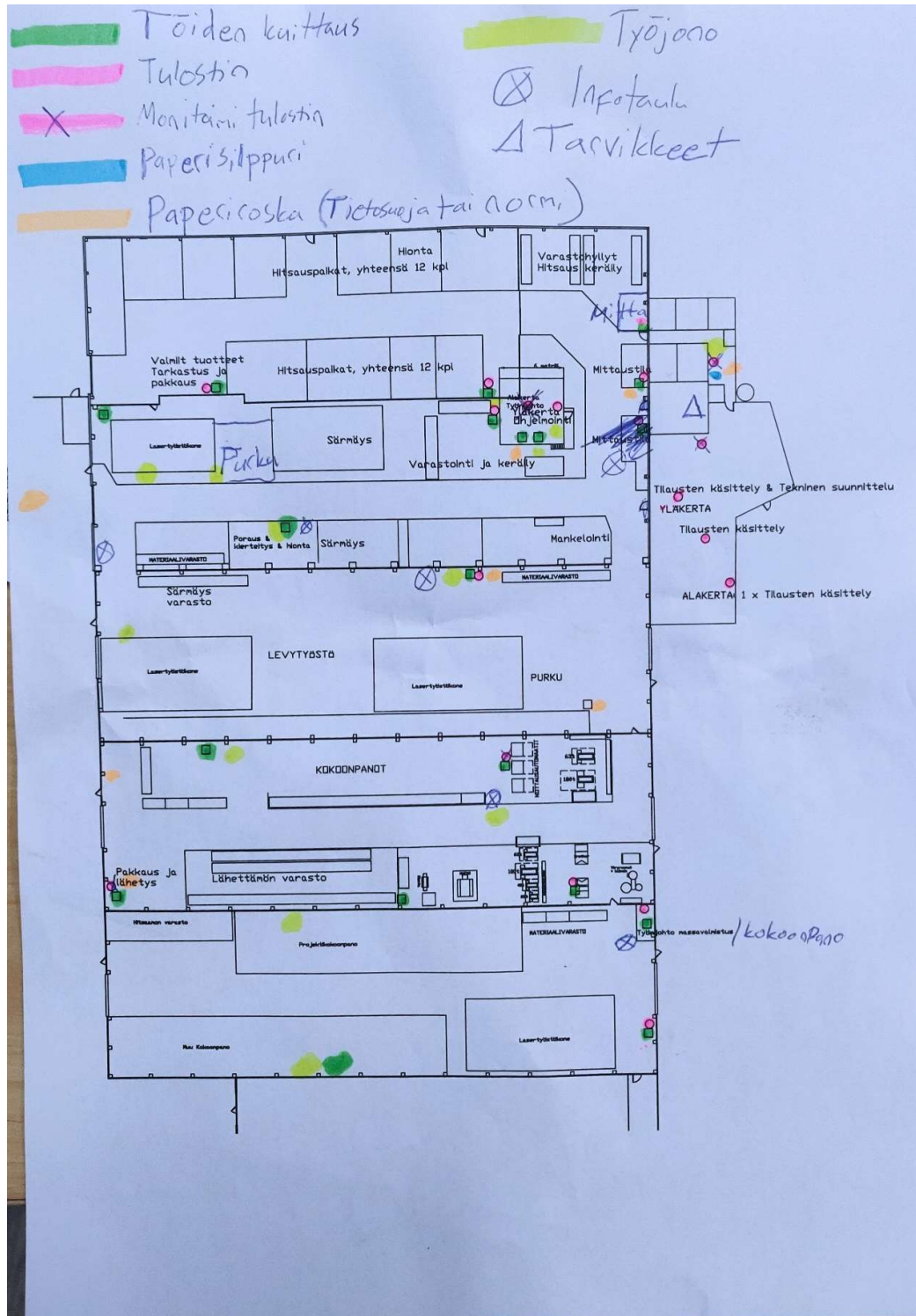
- Seuraavana oleva työkortti/kortit
 - Edellisestä työvaiheesta tai paikasta tilauksiin liittyvät paperit
 - Piirustukset
 - Kaikki tilauksiin liittyvät hakemiset (Nesti, työkortti, laatu, piirustus, ohje...)
 - Ei punalappuja
-

24. Arvioi montako **kertaa haet ja viet punalapun tai muun paperin** ja **kauanko per kerta** se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa) *
- Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Puuttuvan tai viallisen kappaleen tilaus
 - Aika = paperin haku paikalle missä kirjoittaa + paperin vieminen toisen työjonoon/työpisteelle loppuen siihen, kun olet palannut työpisteelle
-
25. Arvioi montako **kertaa** lajittelet omalla työpisteellä uusia papereita ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa) *
- Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Tulevien tilauksien järjestely
 - Muiden uusien papereiden järjestely
-
26. Arvioi montako **kertaa** lajittelet omalla työpisteellä vanhoja papereita ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa) *
- Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Vanhojen tilauksien järjestely
 - Muiden vanhojen papereiden järjestely
 - Oman työpisteen paperien järjestyksen siistiminen
-
27. Arvioi montako **kertaa** lajittelet jollain toisella työpisteellä uusia papereita ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa) *
- Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Tulevien tilauksien järjestely
 - Muiden uusien papereiden järjestely
-
28. Arvioi montako **kertaa** lajittelet jollain toisella työpisteellä vanhoja papereita ja **kauanko** per kerta se vie (päivässä, kuukaudessa tai vuodessa) *
- Anna vastauksesi esimerkiksi muodossa "**10 kertaa 15s** päivässä"
(x **kertaa** x **sekuntia** päivässä, kuukaudessa tai vuodessa)
ESIM.
- Vanhojen tilauksien järjestely
 - Muiden vanhojen papereiden järjestely
 - Oman työpisteen paperien järjestyksen siistiminen
-
29. **KIITOS!**
Voit vielä vapaasti arvioida kauanko yhteensä käytät aikaa paperin pyörittelyyn tai/ja antaa muuta palautetta tai mielipiteitä.
-
-
-
-
-

Liite 12. Työvaiheiden tulostimien perusteella lasketut tulostukset, rivit ja tulostukset per rivi vaiheella toimivaa työntekijää kohden vuodessa

Työvaihe	Tulostukset / vuosi	Tulostukset Per Työntekijä / vuosi	Rivit Per Vuosi	Rivit Per Työntekijä / vuosi	Tulostukset / Rivit Per Työntekijä
Tilausten käsittely 2	82158	82 158,00	20052	20052	4,10
Tilausten käsittely 1	59122	59 122,00	14040	14040	4,21
Tilausten käsittely 3	22611	22 611,00	5071	5071	4,46
Lähetämö	46458	15 486,00	23813	7938	1,95
Tilausten käsittely yläkerta	33384	11 128,00			Ääretön
Ohjelmointi	20422	10 211,00	28614	14307	0,71
Työnjohto	4168	4 168,00	3585	3585	1,16
massavalm./Kokoonpano/ Lähetämö					
Hitsaus tarkastus	5788	2 894,00	6875	3438	0,84
Mittakoppi- Koordinaattiomittaus	5158	2 579,00	5305	2653	0,97
Massavalmistus	26512	2 410,18	3082	280	8,60
Laatu/Työnjohto/Tilausten käsittely/Ohjelmointi	8911	990,11			Ääretön
LevytyöstöMassa/Purku	3684	921,00	6678	1670	0,55
Keräily	1210	605,00	9806	4903	0,12
Mittakoppi-Videomittaus	2993	598,60	2993	599	1,00
Levytyöstö/Purku	1589	317,80	2984	597	0,53
Yhteensä	324168	6 234,00	132898	2556	2,44

Liite 13. Tuotannon layout ja eri toimintojen kuten töiden kuittauksen, tulostimen, paperiroskien, työjonojen, infotaulujen ja paperi tarvikkeiden varaston sijainti



Liite 14. Satunnaisia aikatutkimus-näytteitä ohjelmoinnin tapahtumista

1	time	lap time	note
2	8.11.2023 13:14	18:36.498	60 työkortin lajittelu (kuvat) 31 työkorttia samalle pv jäi(kuva)
3	3.11.2023 12:16	06:20.047	uusien tilausten lajittelu, noin 23-30 tilausta, sisältäen 3 niittausta ja 3 mappia paikoilleen
4	27.10.2023 8:10	04:49.771	E4+7+6/ tulostimen ongelman selvitys, uuden värikasetin haku ja vaihto, roskien vienti
5	10.11.2023 10:35	02:41.841	paperin nouto varastosta yläkertaan. häiriö toiselle noin 20s
6	27.10.2023 8:05	02:15.356	D26/ sulatenumeropaperinippu roskiin
7	25.10.2023 14:08	02:01.951	D22 / ajopaperien paperien vienti myyjälle aikalaskentaa varten
8	25.10.2023 16:26	01:59.965	16 / 44 rivin paperien lajittelu materiaaleittain nestaukseen
9	30.10.2023 14:25	01:43.878	lapun kanssa kävely lastauksesta koneelle varmistamaan numeroita
10	24.10.2023 17:29	01:41.657	23 / nesti+tilauspaperien vienti leikkauksen työjonoon
11	30.10.2023 13:51	01:29.472	18 tulevan tilauksen paperin lajittelu materiaaleittain 1/2
12	24.10.2023 16:25	01:28.797	C9 / 8 mapin vaihepäivämäärän kirjoitus kanteen
13	25.10.2023 15:36	01:22.571	25 / 27 rivin työvaiheen kuittaus
14	27.10.2023 13:22	01:18.329	a15/ 6 eri ajopaperin lajittelu oikeille kappaleille lavalla
15	30.10.2023 13:53	01:17.731	18 tulevan tilauksen paperin lajittelu materiaaleittain 1/2
16	24.10.2023 15:39	01:02.861	B23 / työn vieni koneelle
17	8.11.2023 13:22	00:57.929	punalappu kappaleen materiaalin selvitys ja paperiin kirjaus
18	25.10.2023 17:01	00:56.495	14 / työkalun piirustuksen kuvaus ja sähköpostilla lähetys
19	24.10.2023 17:03	00:55.639	8 / eri kappale 3 rivin kappalemäärät + tilaus/positiot papereilta
20	24.10.2023 15:41	00:53.107	B23 / työn viennistä palautuminen
21	10.11.2023 10:36	00:51.323	paperin lisäys tulostimeen
22	1.11.2023 12:04	00:50.962	6 tilauksen ajopaperien tarkastelua ja lajittelu
23	6.11.2023 16:31	00:48.764	ajojen vieni Cs työjono
24	6.11.2023 16:32	00:48.152	kävely takaisin työjonolta työpisteelle
25	24.10.2023 15:15	00:45.502	1 / yksi leimalappu materiaalille
26	27.10.2023 13:05	00:43.429	A29/A24 pisteeltä takaisinkävely
27	30.10.2023 14:04	00:42.904	trump ajopaperin tekstien kirjoitus (otettu kuva)
28	30.10.2023 14:07	00:40.002	osien tussaus yhteen nestipaperiin
29	27.10.2023 13:04	00:39.288	A29/A24 tilauspaperien noutopisteelle / skannauspisteelle kävely omalta työpisteeltä
30	24.10.2023 15:30	00:35.762	B25 / 5 rivin vaiheen (2 paperia) kuittaus paikallaan
31	11.12.2023 8:41	00:35.611	2 rivin leimauslapun tulostus ohjelman kautta ja nouto tulostimelta
32	6.11.2023 16:31	00:35.317	24 tilauksen lajittelu Cs/apl työjono
33	30.10.2023 13:45	00:34.091	A15 / uusien ajojen lajittelu työjono 10 ajoa/ 35 paperia lajittelu
34	30.10.2023 14:23	00:33.826	lapulta materiaalin tiedon lukeminen levyn varastoonlaitto tilanteessa
35	25.10.2023 17:00	00:33.463	19 / työkalun piirustuksen etsintä
36	25.10.2023 15:37	00:33.341	9 / yhden materiaalin ajoon tietojen kirjaaminen (materiaali, ajopvm ja nestin numero)
37	24.10.2023 17:13	00:32.595	E3 / tulostimen täyttö, 500 arkin paketti avaus ja koneeseen
38	24.10.2023 16:59	00:32.242	8 / kappalemäärien + tilausnumeron + position syöttö 2 riviä
39	8.11.2023 13:18	00:31.755	punalappu kappaleen materiaalin selvitys ja paperiin kirjaus
40	27.10.2023 13:04	00:29.508	A14(A24) / Paperin skannaus + lähetys sähköpostiin
41	24.10.2023 15:19	00:28.948	1 "yhden materiaalin" leimalapun toisen vaiheen tulostus. kokonaisuuden 1 materiaali
42	24.10.2023 17:24	00:28.795	25 / 6 rivin leimaus
43	21.12.2023 14:59	00:28.204	Niittien lisäys nitojaan
44	24.10.2023 17:12	00:27.620	E6 / paperilaatikon taittelu ja roskeinlaitto
45	24.10.2023 15:32	00:27.331	B1 / ajon tulostus
46	8.11.2023 8:46	00:24.467	yksi mappi paikoilleen
47	24.10.2023 15:33	00:23.372	B9 / ajon tietojen merkkkaus
48	24.10.2023 16:15	00:22.940	C27 / Osaluettelon nouto kappaleohjelmien tekoa varten
49	30.10.2023 14:03	00:22.885	trump ajopaperin tekstien kirjoitus
50	27.10.2023 7:56	00:21.683	D8/ sulatenumerot koneelle (Trumpf)
51	27.10.2023 7:57	00:19.656	D8/ sulatenumerot koneelle (Trumpf)
52	24.10.2023 16:17	00:19.644	C8 / Osaluettelon 10 rivin työkorttien tarkistus, määrät/ osanimet
53	21.12.2023 15:00	00:19.478	Niittien lisäys nitojaan
54	24.10.2023 16:26	00:18.326	C15 / 8 mapin lajittelu pvm järj.
55	30.10.2023 14:03	00:17.337	trump ajopaperin tekstien kirjoitus
56	24.10.2023 16:09	00:16.678	B11 / 9 rivin tilauksen osaluettelon ja työkortin niittaus
57	30.10.2023 14:01	00:16.670	mappiajon lappujen öajittelu
58	30.10.2023 13:53	00:16.477	3 mapin lajittelu lokeroihin

59	25.10.2023 17:09 00:16.171	2 / lavatunnistwen tulosteen nouto
60	25.10.2023 17:11 00:15.267	2 / lavatunnisteen nouto, odotusaikaa
61	27.10.2023 7:57 00:15.159	D8/ sulatenumerot koneelle (Trumpf)
62	27.10.2023 12:59 00:14.932	A9/ Ajo tai tilaustietojen kirjoittaminen ajopaperille
63	24.10.2023 15:32 00:14.186	B2 ajon nouto
64	24.10.2023 16:26 00:14.180	C15 / 8 mapin vienti paikalleen lajittelusta
65	25.10.2023 17:09 00:13.857	1 / lavatunniste tulostus
66	25.10.2023 15:37 00:13.495	11 / ajopaperien Skpl yhteenniittaus
67	25.10.2023 15:36 00:13.325	12 / papereiden mapitus muovikansioon
68	24.10.2023 15:33 00:13.055	B12/ajopaperin ja leimapaperin mapitus tuotantoon
69	24.10.2023 15:19 00:12.841	2 leimapaperin nouto
70	24.10.2023 15:28 00:12.797	9 / 2 leima lapun materiaalin paksuuden merkkkaus
71	24.10.2023 16:54 00:12.695	29 / 5 rivin osaluettelo sivupöydältä
72	30.10.2023 14:05 00:12.160	niittien lisäys niittikoneeseen
73	25.10.2023 15:37 00:12.106	20 / kynän etsintä
74	24.10.2023 15:28 00:11.933	9 / 2 leima lapun materiaalin paksuuden merkkkaus
75	24.10.2023 15:16 00:11.514	2 leimalapun nouto tulostimelta
76	24.10.2023 15:40 00:11.487	B17 / työn laittaminen oikealle paikalle koneen jonoon
77	25.10.2023 17:11 00:11.443	8 / lavatunnisteen tietojen syöttö työkortista tietokoneelle
78	30.10.2023 14:01 00:11.105	10 rivin leimaus mappi paperi
79	30.10.2023 14:01 00:10.844	paperien haku tulostimelta
80	24.10.2023 17:24 00:10.225	12 / ajo ja tilauspaperien mapitus muovitaskuun
81	27.10.2023 13:00 00:10.093	a12/ työkortti+piirustus ja ajopaperit (2) muovitaskuun
82	24.10.2023 16:21 00:10.036	C9/ 2 eri materiaalin kirjaaminen paperiin
83	24.10.2023 17:24 00:10.021	11 / ajopaperien nouto 6 riviä
84	24.10.2023 15:43 00:09.893	B8 / Tilausnumeron syöttö paperilta tulostusohjelmaan
85	30.10.2023 14:02 00:09.355	1 leimauslappu kirjoitus
86	24.10.2023 15:49 00:09.334	B19 / Osan työohjeen varmistaminen
87	24.10.2023 16:54 00:08.544	11 / 5 rivin osaluettelon niittaus ajopaperiin
88	24.10.2023 16:22 00:08.135	9 / Paperiin materiaalin yliviivaus "tehdyksi"
89	24.10.2023 17:23 00:08.096	1 / 6 rivin ajonestin tulostus
90	24.10.2023 15:32 00:07.943	B11 / Ajopaperin niittaus
91	24.10.2023 17:13 00:07.135	E6 / Riisin paperia roskien poisheitto
92	24.10.2023 15:51 00:07.116	B8 / Materiaalin tiedon tarkistus paperista
93	10.11.2023 10:36 00:06.902	paperipakkauksen roskat roskiin
94	24.10.2023 15:46 00:06.724	B8 / Materiaalitiedon tarkistus kappaleentekoa varten
95	30.10.2023 14:00 00:06.590	tiedonlulu lapilt
96	24.10.2023 16:58 00:06.312	8 / osanumeron lukeminen ja syöttäminen + revision tarkistus
97	24.10.2023 16:13 00:05.868	26 / paperi sallassapitoroskikseen
98	30.10.2023 13:55 00:05.545	Yhden ajon tulostus
99	30.10.2023 14:03 00:05.447	tussi merkkkaus ajopaperiin
100	25.10.2023 17:11 00:05.386	1 / lavatunnisteen tulostus
101	27.10.2023 12:59 00:05.138	A8/työkortista tietojenluku paperiin merkkkausta varten
102	30.10.2023 14:00 00:04.938	tiedon luku lapulta
103	24.10.2023 16:10 00:04.886	B16 / osaluettelon paperien siirto järjestykseen 9 riviä
104	25.10.2023 17:09 00:04.797	12 / lavatunniste ajopaperien muovitaskuun
105	25.10.2023 14:49 00:04.318	A8/ 1 rivin piirustusnumeron ja määrän tarkistus nestausta varten 1/2 toinen
106	25.10.2023 14:48 00:04.151	A8/ 1 rivin piirustusnumeron ja määrän tarkistus nestausta varten 1/2
107	30.10.2023 14:04 00:04.081	yhden ajon niittaus
108	25.10.2023 17:11 00:04.025	12 / lavatunniste muovitaskuun
109	24.10.2023 17:10 00:03.740	26 / paperin hävitys tulostimen viereen
110	24.10.2023 16:56 00:03.312	8 / materiaali tarkistus
111	24.10.2023 17:24 00:03.241	11 / ajopaperin niittaus
112	25.10.2023 14:49 00:02.746	A8/ 1 rivin piirustusnumeron ja määrän tarkistus nestausta varten 2/2
113	24.10.2023 16:13 00:02.451	C22 / paperi normiroskikseen
114	24.10.2023 16:56 00:02.407	8 / pvm tarkistus
115	25.10.2023 14:49 00:01.798	A8/ 1 rivin piirustusnumeron ja määrän tarkistus nestausta varten 2/2 toinen
116	30.10.2023 13:51 00:01.371	1 osaluettelon niittaus

Liite 16. Yrityksen layoutin pohjalle tehty esimerkki päivävaiheiden paperivirroista

