

Tuotantolinjan hukkien minimointi leanin mukaisesti

Dinolift Oy

Kone- ja materiaalitekniikan laitos
Kandidutkielma

Laatija:
Jarita Iljamo

27.4.2025
Turku

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

Kandidutkielma

Oppiaine: Konetekniikka

Tekijä: Jarita Iljamo

Otsikko: Tuotantolinjan hukkiem minimointi leanin mukaisesti

Ohjaaja: professori Jussi Kantola

Sivumäärä: 32 sivua

Päivämäärä: 27.4.2025

Tässä työssä havainnollistetaan Dinolift Oy:n suurten laitteiden tuotantolinjan nykytilannetta ja pyritään havaitsemaan siinä esiintyviä, leanin perusteiden mukaisia hukkia. Työssä esitetään ratkaisuehdotuksia näiden hukkiem minimoimiseksi ja siten tuotantolinjan toiminnan tehostamiseksi. Dinolift Oy on suomalainen henkilönostimia valmistava yritys. Tässä työssä tarkastellaan 280RXT(E) -mallin henkilönostimen linjatuotantovaihetta laitteen kasaamisen aloituksesta, viimeistelyvaiheen alkuun saakka.

Työn teoreettinen viitekehys rakentuu prosessin kehitysvaiheiden, prosessin mallintamisen sekä kehitysmenetelmän, tässä tapauksessa leanin, muodostamasta kokonaisuudesta. Teorian lisäksi työn toteuttamisessa hyödynnettiin kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä, kun tuotantolinjan työntekijöille toteutettiin alkukysely sekä tarkempi haastattelu. Näiden pohjalta pystyttiin rakentamaan kuva tuotantolinjan nykytilanteesta ja mallintamaan sitä uimaratakaavion avulla, sekä tunnistamaan prosessin keskeiset hukat.

Tuotantolinjan toiminnassa esiintyviä hukkia on mahdollista minimoida esimerkiksi luomalla uudenlainen alusta ongelmatilanteiden ilmoittamiselle. Myös tuotantolinjan ruutujakoa muokkaamalla työkuormaa eri ruuduissa on mahdollista tasoittaa, jolloin laitteen eteneminen linjalla on tasaisempaa. Myös työohjeisiin sekä osaluetteloihin 3D-mallien lisääminen helpottaisi työntekoa ja osien tunnistamista. Kehitysten avulla ongelmaehtien tunnistaminen helpottuisi ja niihin pystyisi myös paremmin vastaamaan reaaliajassa, jolloin siirryttäisiin lähemmäs jatkuvan kehityksen kulttuuria ja leanin tavoittelemaa täydellisyyttä.

Avainsanat: Tuotantolinja, Prosessi, Prosessinkehitys, Prosessin mallinnus, Uimaratakaavio, Lean, Hukka

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
1.1	Tutkimuskysymys ja -menetelmät	4
1.2	Dinolift Oy	5
2	Teoria	7
2.1	Prosessinkehityksen vaiheet	7
2.2	Prosessin mallintaminen	9
2.3	Lean	10
3	Tuotantolinjan toiminnan kehitys	13
3.1	Kehitysprosessi	13
3.2	Tuotantolinja nykytilanne	14
3.3	Kehitystoimenpiteet	16
4	Johtopäätökset	20
5	Pohdinta	22
	Lähteet	23
	Liitteet	25
	Liite 1. Alkukysely	25
	Liite 2. Haastattelurunko	26
	Liite 3. Uimaratakaavio tuotantolinjan nykytilasta	27
	Liite 4. Tarkennettu uimaratakaavio ruuduista yksi ja kaksi	28
	Liite 5. Uimaratakaavio uudistetusta tuotantolinjasta	30
	Liite 6. Tarkennettu uimaratakaavio uudistetusta ruutujaosta	31

1 Johdanto

1.1 Tutkimuskysymys ja -menetelmät

Käsitteenä prosessi kattaa alleen lukuisia erilaisia prosesseja, aina erilaisista tuotantoprosesseista oikeudellisiin prosesseihin asti. Tässä tutkielmassa prosessi määritellään joukkona toisiinsa liittyviä toimintoja, joiden toteuttamiseen vaaditaan resursseja ja siten syötteet muunnetaan tuotteiksi [1]. Prosessit voidaan luokitella myös ydin- ja aliprosesseihin. Ydinprosesseiksi luetaan asiakkaalle arvoa suoraan tuottavat prosessit, esimerkiksi tuotteiden valmistus ja hankinta, mutta myös liiketoimintaa tukevat prosessit, kuten henkilöstön koulutus. Ydinprosessit koostuvat aliprosesseista [2]. Prosessin määritelmä luo pohjan sille, mistä näkökulmasta prosessia käsitellään ja millaisia menetelmiä hyödyntäen. Prosessien mallintamisessa on mahdollista hahmottaa prosessi osana laajempaa kokonaisuutta, esimerkiksi osana arvoketjua. Yksittäistä prosessia on mahdollista tarkastella esimerkiksi uimaratakaavion avulla, jossa konkretisoituvat erilaisten toimijoiden sekä resurssien virtaukset prosessin läpi [3].

Prosessin kokonaisuuden hahmottaminen auttaa valitsemaan oikeat menetelmät sen kehittämiseen, jolloin prosessin nykytilanteen ymmärtäminen on helpompaa sekä on mahdollista havaita ne osa-alueet, joita on tarve kehittää. Mikäli halutaan keskittyä uudenlaisen tuotteen kehittämiseen, hyödynnetään erilaisia menetelmiä kuin olemassa olevaa prosessia kehitettäessä, kun siitä halutaan minimoida hukat. Yksi yritysmaailmassa käytetty prosessikehityksen menetelmä on lean, jossa pyritään lisäämään arvoa yritykselle sekä poistamaan organisaatiossa tai yksittäisessä prosessissa esiintyvät hukat. Tällöin asiakas saa toiveitansa vastaavat tuotteet mahdollisimman pienillä resursseilla. [4]

Tässä tutkielmassa tarkastelen Dinolift Oy:n 280RXT(E) -mallin henkilönostimen linjat tuotantovaihetta laitteen kasaamisen aloituksesta, viimeistelyvaiheen alkuun saakka. Lean menetelmän avulla pyrin minimoimaan tuotannossa esiintyvät mahdolliset hukat. Niiden minimoinnilla voidaan tehostaa tuotantoa entisestään, jolloin rahalliset voitot mahdollistuvat, mutta myös samalla voidaan helpottaa työntekijöiden työskentelyä, huomioimalla heidän osaamisensa paremmin ja vähentämällä ”turhaa työtä”. Tutkimuskysymykseni ovat:

- Millaisia hukkia Dinolift Oy:n tuotantolinjalla voidaan havaita?
- Miten näistä hukista voisi päästä eroon?
- Millaisia vaikutuksia prosessin parantamisella on?

Tutkielmassa esittelen ensin prosessin kehitykseen liittyviä vaiheita sekä prosessin mallintamiseen liittyviä teorioita ja tapoja. Tässä työssä keskityn tarkastelemaan uimaratakaaviota mallinnusmenetelmänä, sillä se soveltuu parhaiten työssä tarkastelun kohteena olevan prosessin mallinnukseen. Esittelen myös tarkemmin lean-menetelmää. Tämän jälkeen siirryn tarkastelemaan nykyistä Dinolift Oy:n tuotantoprosessia ja siinä ilmeneviä hukkia ja esitän kehitysehdotuksia näiden hukkien minimoimiseksi. Tietoa kehityskohteista on kerätty kvalitatiivisin menetelmin, alkukyselyn avulla, joka on nähtävillä liitteessä 1 sekä haastatteleamalla työntekijöitä. Haastattelun runko on nähtävillä liitteessä 2. Lopuksi pohdin keskeisiä havaintoja.

1.2 Dinolift Oy

Suomessa toimiva Dinolift Oy on vuonna 1956 perustettu perheyritys, jonka valmistustoiminta on keskittynyt Loimaalla sijaitsevaan tehtaaseen. Yritys valmistaa kevyitä DINO-henkilönostimia, ja tuotevalikoimasta löytyy laitteita erilaisiin käyttötarkoituksiin. Nostimia toimitetaan eri puolille maailmaa, yli 40 maahan. Yrityksen tavoitteena on ratkaista innovatiivisesti asiakkaiden haasteet, tarjoamalla ajantasaisia ja kestäviä ratkaisuja. Yritykselle on myönnetty avainlipputunnus, jonka voi saada, jos laitteiden kotimaisuusaste on vähintään 50 %. [5]

Dinolift Oy valmistaa niin itsekulkeutuvia kuin myös hinattavia henkilönostimia. Itsekulkeutuviin henkilönostimiin lukeutuu niin kevyet 4x4 nivelpuominostimet, 3,5 t autoalustaiset nostimet sekä tela-alustaiset nostimet. Hinattaviin henkilönostimiin kuuluvat hinattavat nivelteleskooppi- ja teleskoopinostimet. Jokaisesta mallista on saatavilla eri korkeuksiin yltäviä laitteita, pois lukien autoalustaiset nostimet. Myös laitteiden modifiointi

lisäosien avulla on mahdollista. Tässä työssä tarkastellaan itsekulkeutuviin henkilönostimiin kuuluvaa DINO 280RXT(E) -laitetta, joka on nähtävillä kuvassa 1. [6]

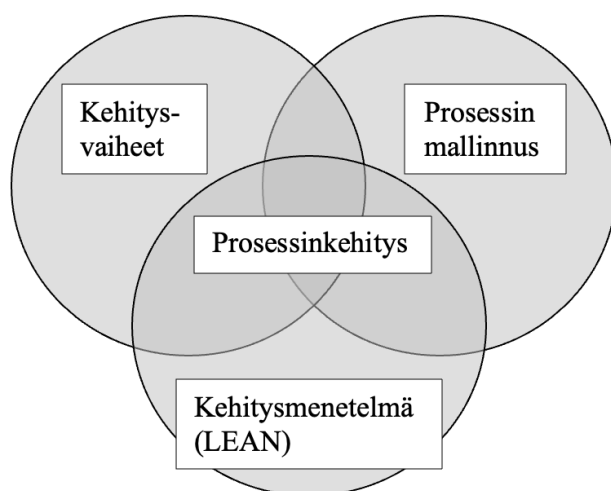


Kuva 1. DINO 280RXT(E) -nivelpuominostin. [7]

Dinoliftille tärkeitä arvoja ovat turvallisuus, luotettavuus ja vastuullisuus, joista erityisesti turvallisuus on toiminnan keskiössä. Yrityksen valmistamien nostinten tulee täyttää tiukat turvallisuusstandardit sekä läpäistä laaja lopputarkastus ja kaikki tuotteet ovatkin CE-hyväksytyjä. Siten voidaan varmistua laitteen käyttäjän turvallisuudesta, mutta myös laitetta valmistettaessa, työskentely-ympäristön turvallisuus on tärkeää. Tuotteista pyritään rakentamaan kestäviä koko elinkaaren mitalta ja materiaalien valinnassa painotetaan niin materiaalin kuin myös ympäristön kestävyyttä. Dinolift Oy:lle on myönnetty ISO 14001 ympäristösertifikaatti sekä ISO 9001 laatusertifikaatti. [8]

2 Teoria

Prosessinkehityksen vaiheet, prosessin mallintamisen keinot sekä itse menetelmät prosessin kehittämiseen muodostavat teoreettisen kokonaisuuden olemassa olevan prosessin kehittämiseen. Prosessinkehityksen vaiheet ovat tärkeitä ymmärtää ennen kuin prosessia lähdetään kehittämään, sillä se auttaa hahmottamaan työstettävää kokonaisuutta ja luo rungon prosessinkehityksen prosessille. Kokonaisuuden hahmottamalla voi lähteä mallintamaan prosessia parhaalla mahdollisella tavalla. Näiden muodostamaan kokonaisuuteen lisäämällä prosessin tarpeisiin parhaiten vastaava kehitysmenetelmä, saadaan luotua kokonaisuus, joka esitetään kuvassa 2, ja jonka avulla prosessinkehitys on mahdollista toteuttaa tehokkaasti.



Kuva 2. Prosessin kehitysvaiheiden, mallinnuksen ja kehitysmenetelmän muodostama teoreettinen kokonaisuus.

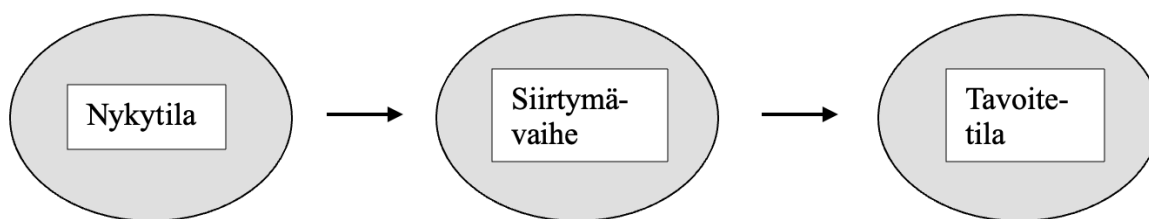
2.1 Prosessinkehityksen vaiheet

Prosessinkehitys lähtee liikkeelle halusta tai tarpeesta uudistaa toimintaa. Kyseessä voi olla yrityksen sisäisistä tai ulkoisista tekijöistä syntyvä tarve tai huomio siitä, että vanhat toimintatavat eivät enää toimi vaaditulla tavalla. Prosessinkehitysvaiheiden hahmottamiseen vaikuttaa myös se, onko tarve nykyisen prosessin jatkuvalle parantamiselle, ydinprosessin radikaalille uudelleensuunnittelulle vai koko liiketoiminnan uudelleenmäärittelylle. Jatkuva parantaminen pohjautuu Kaizen-ajatteluun, jossa keskiössä on pienten asioiden tekeminen ja muuttaminen tuotannon tasolta ylöspäin, saavuttaen parempia suorituskykytavoitteita.

Radikaalissa uudelleensuunnittelussa halutaan kyseenalaistaa nykyiset ratkaisut ja siten tehdä

läpimurto, jotta haluttu tavoite on mahdollista saavuttaa. Uudelleenmäärittämisessä taas tavoitteena on muuttaa liikeidean keskeisiä elementtejä, kuten asiakkaita tai tuotteita. [2]

Kun tarve kehitykselle on tunnistettu, tulee yrityksen määrittää visio siitä, mitä kehityksen avulla tavoitellaan. Samassa vaiheessa tulee myös määrittää tarvittavat askeleet tavoitteeseen pääsemiseksi sekä toteutustavat. Kehityksen päätteeksi tulee yrityksen vakiinnuttaa uudet toimintamallit osaksi yrityksen jatkuvaa toimintaa [2]. Yksinkertaisimmillaan prosessinkehitys voidaan kuvata kolmen käsitteen avulla, joiden muodostama kokonaisuus on nähtävillä kuvassa 3.



Kuva 3. Prosessin kehitysvaiheet yksinkertaisesti kuvattuna. [2]

Kehitysprosessi voidaan hahmottaa myös useamman vaiheen kokonaisuutena, jolloin ensimmäisenä vaiheena lähdetään hahmottamaan strategiaa ja organisaatiota. Tässä vaiheessa tunnistetaan kehitystä vaativa prosessi sekä kootaan työryhmä sen kehitystä varten.

Seuraavassa vaiheessa tarkastellaan toimittaja-asiakassuhteita ja määritellään ne tarkasteltavana olevan prosessin lähtökohdista käsin. Kolmas vaihe voidaan nähdä kolmen osan summana. Ensimmäisessä osassa tarkastellaan nykyistä prosessia, mallinnetaan sitä ja suoritetaan mittauksia. Tämän jälkeen siirrytään hahmottelemaan uudistettua prosessia, jossa edellä tuotetut mittaukset toimeenpannaan osana prosessia. Viimeisessä osassa prosessia tarkastellaan tehtyjen muutosten pohjalta ja mikäli havaitaan uusia ongelmakohtia, palataan takaisin kolmannen vaiheen alkuun. [9]

Kehitysprosessilla voidaan nähdä myös olevan kriittisiä menestystekijöitä, joiden hahmottaminen on edellytys prosessin onnistumiselle. Kanter et al. (1994) ovat määritelleet

yhdeksän keskeistä menestystekijää kehitysprosessille, huomioiden niin organisaation kehityksen taustalla, kehityksen merkityksen sanoittamisen sekä suunnittelun tärkeyden. Nämä osa-alueet huomioimalla muutoksen pysyvyys voi olla helpommin saavutettavissa. [10]

2.2 Prosessin mallintaminen

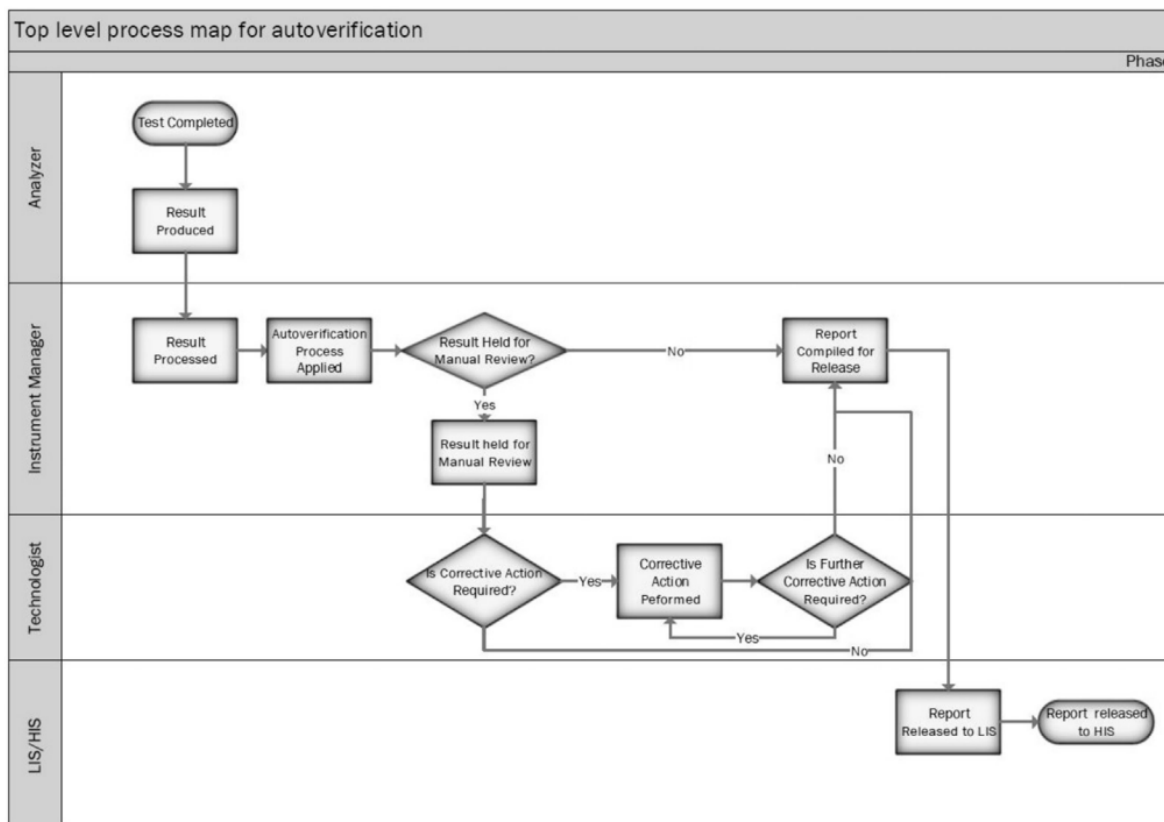
Prosessinmallinnus (prosessinkuvaus) esittää keskeiset tekijät prosessin kannalta. Tekijöitä ovat esimerkiksi resurssit, henkilöstö, liittymäpinnat muihin prosesseihin sekä tieto- ja tavaravirrat. Mallinnuksen avulla on mahdollista hahmottaa työn verkottuneisuus ja pienikin muutos työvaiheessa voi edellyttää suurempia muutoksia prosessissa, mihin lukeutuu välittömät vaikutukset prosessissa sekä viiveellä esiin tulevat seuraukset [11].

Prosessimallinnuksessa on huomioitava se, mitä tarkoitusta varten prosessia mallinnetaan, mutta myös se, keitä mallinnuksen tekemiseen osallistuu, sillä työntekijä on usein prosessin paras kuvaaja [1], [11]. Prosesseja on mahdollista mallintaa usealla erilaisella tavalla, erilaisten tarpeiden mukaisesti. Tarve voi olla hahmottaa esimerkiksi prosessikartan avulla koko yrityksen toimintaa tai tarkastella yrityksen arvoa arvoketjumallien avulla [2].

Prosessimallinnuksessa on olemassa erilaisia säännöksiä (EA & ECAA), joita voidaan ottaa huomioon prosessia mallinnettaessa, ja joita yhdistelemällä tuotetaan paras mahdollinen lopputulos. Mallinnuksessa on huomioitava niin peräkkäiset, samanaikaiset sekä vaihtoehtoiset toiminnot sekä paluut takaisinpäin kaaviossa. Esittämällä toimijat yhtenä osana mallinnusta, voidaan laajentaa mallinnuksen luomaa kuvaa. Erilaisten tarkennusten tekeminen kaavion sisällä on myös mahdollista. [12]

Yksi prosessimallinnuksen menetelmä on uimaratakaaviot. Ne havainnollistavat visuaalisesti kehityksen kohteena olevaa prosessin vaihetta. Uimaratakaavioissa erityisesti kaavion luettavuudella sekä ylläpidettävyydellä on suuri merkitys, sillä siten kaaviota on helpompi päivittää. Uimaratakaavio on mahdollista rakentaa listaamalla kaikki prosessin tehtävät ja tämän jälkeen jaotella ne niitä suorittavan henkilön tai toimijan mukaan sarakkeisiin. Lopuksi toiminnot yhdistetään viivoilla, jotka hahmottavat eri virtauksia prosessin sisällä. Kaaviossa on mahdollista hyödyntää symboleita eri prosessin toimintojen kuvaamisessa. Uimaratakaavio

esittää prosessin eri toimijat sekä toimintojen samanaikaisuudet sekä peräkkäiset toiminnot. Siitä käy ilmi, kuinka työ virtaa prosessin sisällä, mutta myös kuinka materiaalit etenevät prosessissa. Uimaratakaaviossa on riskinä se, että siitä tulee liian monimutkainen, kun siihen yhdistetään kaikki prosessin sisältämä tieto. Kaaviota on mahdollista yksinkertaistaa jättämällä pois esimerkiksi ratojen sisäiset vuokaaviot. [13], [14]



Kuva 4. Esimerkkikuva uimaratakaaviosta AV työvirran kuvaamisessa. [15]

2.3 Lean

Prosessinkehitysmenetelmiä on olemassa useita, erilaisia tarkoituksia varten. Lean-menetelmän keskiössä ovat lean-periaatteet, joiden avulla tulisi edistää hukkien ja muiden prosessiin ei-arvoa lisäävien toimintojen minimointia. Keskiössä on virtaustehokkuuden parantaminen, jolloin myös prosessin tehokkuus kasvaa [16], [17]. Menetelmän pohjalla ovat T. Ohnon (1978) ja W.E. Demingin (1986) teokset, joiden myötä usean vuosikymmenen aikana kehittyi *Toyota Production System* (TPS), jonka keskiössä oli hukkien minimointi tuotannon tehokkuuden kehittämiseksi [18]. Lean voidaan nähdä menetelmän lisäksi sekä filosofiana että periaatteiden ja käytänteiden kokonaisuutena [18].

Käytännössä lean-menetelmän tuominen osaksi yrityksen toimintaa lähtee liikkeelle prosessin määrittelystä, eri virtaukset sekä prosessin tuottama arvo huomioiden. Seuraavassa vaiheessa lähdetään tarkastelemaan aikaisemmin saatuja tuloksia, esimerkiksi havainnoimalla hukkia ja minimoimalla niitä. Tässä apuna voidaan käyttää virtauskaavioita. Myös prosessin tarkastelu asiakkaan tarpeiden näkökulmasta on tärkeää. Tällöin tuotteesta saadaan sellainen, jonka asiakas haluaa ”vetää” itselleen eikä sitä tarvitse ”työntää” hänelle. Muutosten toteuttamisen jälkeen tulee niitä seurata sekä arvioida ja lopulta implementoida osaksi arkipäivän toimintaa. Tarvittaessa kehitysprosessi tulee toistaa alusta. Usein leanissa tavoitellaan täydellisyyttä, jossa tuotantoprosessiin ei sisälly lainkaan turhia toimintoja. [16], [19]

Leanin keskiössä oleva hukkan käsite kattaa ne toiminnan muodot, jotka eivät lisää tuotteeseen arvoa, vaan hidastavat tuotannon toimintaa ja siten myös prosessin sisäisiä virtauksia. Taulukossa 1 on esitetty leanin seitsemän keskeistä hukkaa ja se, kuinka ne näkyvät käytännön toiminnassa. Usein mainitaan myös leanin kahdeksas hukka, jolla viitataan ihmispotentiaalin hyödyntämiseen. Tällä hukalla viitataan siihen, että työntekijöiden osaamispotentiaalia ei hyödynnetä esimerkiksi prosessikehityksen apuna tai työ ei jakaudu tasaisesti työntekijöiden kesken. [17], [18], [20]

Taulukko 1. Leanin hukat. [17], [18]

Hukka	Käytännön esimerkki
Tarpeeton liike	Työntekijöiden tarpeeton liikkuminen työpisteeltä toiselle, esimerkiksi hakemaan puuttuvaa osaa.
Turha odottaminen	Koneiden tai työntekijöiden tarpeeton työskentelemättömyys, esimerkiksi materiaalipuutteiden vuoksi.
Yliprosessointi	Tuotteiden tuottaminen yli asiakkaan tarpeiden.
Ylituotanto	Tuotantovaihe ei tuota asiakkaan tarpeita vastaavaa tuotetta.

Hukka	Käytännön esimerkki
Virheet	Tarpeettomat virheet, työn tekeminen uudelleen tai päällekkäinen työ.
Varastointi	Liiallinen varastointi, johon sidottua pääomaa ei voida sijoittaa muualle.
Materiaalien kuljetus	Turha materiaalien kuljettaminen työpisteeltä toiselle.

Lean menetelmää on hyödynnetty käytännössä useiden erilaisten prosessien ja toimintatapojen parantamisen apuna. Perinteisesti lean-menetelmää on hyödynnetty esimerkiksi teollisuudessa toiminnan kehittämässä, kaikilla toimialoilla, tuotantolaitoksen koosta ja lopputuotteesta riippumatta [21]. Esimerkiksi Keski-Intian teollisuudessa on hyödynnetty Kobetsu Kaizen -menetelmää, joka pohjautuu leaniin luoden mahdollisuudet jatkuvalle parantamiselle. Kehityksen avulla hukat vähenivät 60 % per tuotannossa hyödynnetty kone. Myös läpimenoaikaa optimoitiin ja hylkäysten määrä väheni [22].

Tiwari et al. (2020) ovat luoneet kestävä kehityksen tavoitteiden mukaisen prosessikehitysmenetelmän leanin avulla. Menetelmän myötä tavoitteiden implementointi osaksi esimerkkiryöstä tarjosi rahallisia säästöjä, pienensi hiilidioksidipäästöjä sekä vähensi työtatapaturmista aiheutuvia poissaoloja [23]. Lean menetelmää ei ainoastaan hyödynnetä teollisuudessa, sillä myös terveydenhuoltoa on mahdollista kehittää leanin avulla, pienentäen kustannuksia, vähentäen hukkia sekä lisäämällä niin työntekijöiden kuin myös potilaiden turvallisuutta [24].

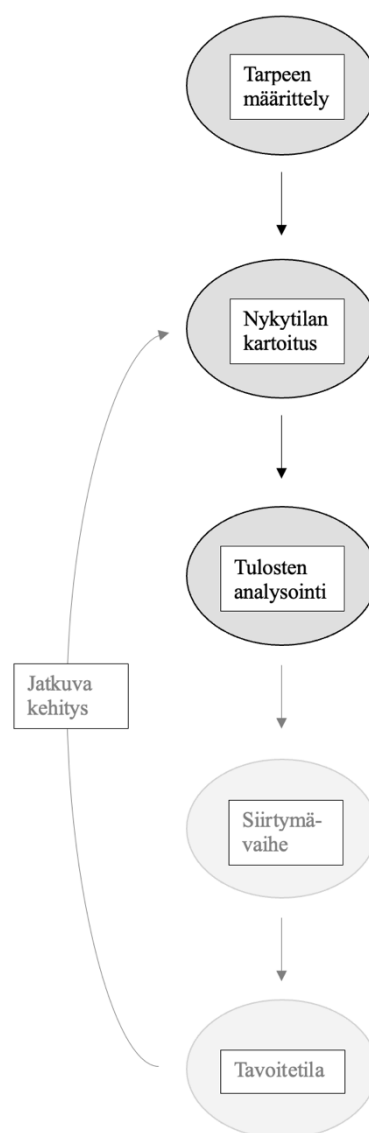
3 Tuotantolinjan toiminnan kehitys

Tässä luvussa havainnollistan Dinolift Oy:n tuotantolinjan toiminnan kehityksessä käytettyä prosessia, joka on rakentunut aiemmin esitetyn teorian pohjalle. Esittelen tarkemmin myös tuotantolinjan nykytilannetta. Nykytilanteen ymmärtämisen myötä on mahdollista hahmottaa toiminnassa esiintyviä leanin mukaisia hukkia, joiden minimointiin keskityn viimeisessä alaluvussa.

3.1 Kehitysprosessi

Tässä työssä prosessinkehitys on hahmotettu kuvan 4 esittämällä tavalla. Mallissa yhdistyy niin Hannuksen (1994) ja Wasken (2012) esittämä tapa hahmottaa yleisen tason prosessinkehitystä, mutta myös Freife et al. (2002) ja Čiarnienė et al. (2014) esittämiä lean-kehityksen vaiheita. Näiden avulla on saatu rakennettua työn tarkastelun kohteena olevan prosessin kehitystä parhaiten tukeva kokonaisuus. Tässä työssä keskiössä ovat kolme ensimmäistä vaihetta, eli tarpeen määrittely, nykytilan kartoitus ja tulosten analysointi. Parannusten implementointia osaksi käytäntöä ei tässä työssä tarkastella.

Kehityksen tarpeen ymmärtämisen jälkeen, nykytilanne on tärkeää hahmottaa. Tuotantolinjan kehitykseen on jo aiemmin käytetty leanin periaatteita, mutta edelleen joitakin hukkia on havaittavissa linjan toiminnassa. Lähtötilanteen hahmottamisen apuna on hyödynnetty alkukyselyä, joka on nähtävillä liitteessä 1 sekä nykytilannetta on tarkemmin kartoitettu haastattelemalla työntekijöitä. Haastattelun runko on nähtävillä liitteessä 2. Alkukyselyn avulla oli mahdollista hahmottaa,



Kuva 5. Tässä työssä hyödynnetty kehitysprosessi kuvainnollisesti hahmotettuna. Vaaleanharmaat osiot eivät ole tässä työssä keskiössä.

millaisia yleisen tason hukkia voidaan havaita. Haastattelun avulla oli mahdollista selvittää, mitkä asiat työntekijöiden mielestä toimii tällä hetkellä hyvin, mutta myös se, että mitä asioita tulisi kehittää ja miten. Tuotantolinjalla työskentelevällä työntekijällä on paras ymmärrys linjan toiminnasta [20]. Tulosten pohjalta oli mahdollista luokitella esiintyviä hukkia.

Tulosten analysointivaiheessa, kehityskohteiden havainnoinnin jälkeen oli mahdollista lähteä kehittämään toimintaa leanin avulla eli esittämään ratkaisuja, joiden avulla ei arvoa tuottavaa toimintaa voidaan vähentää tai jopa poistaa kokonaan. Siirtymävaiheessa aiemmin esitetyt parannusehdotukset implementoidaan osaksi tuotantolinjan toimintaa, jolloin voitaisiin päästä haluttuun tavoitetilaan, eli tilaan, jossa ei ole turhia toimintoja ollenkaan [16], [19]. Lopuksi on mahdollista ottaa käyttöön myös jatkuvan kehityksen -toimintamalli. Koska pohjatyo leaniin on jo olemassa, kehitysprosessin jatkuva läsnäolo olisi mahdollista toteuttaa vähäisellä työilmapiirin muutoksella.

3.2 Tuotantolinja nykytilanne

Tuotantolinjan toiminta vastaa tällä hetkellä osittain leanin periaatteita, mutta edelleen toiminnassa on havaittavissa erilaisia hukkia. Tässä työssä keskityin tarkastelemaan tuotantolinjan kolmen ruudun toimintaa. Tarkemman tarkastelun ulkopuolelle jäävät tuotantolinjan viimeistelyvaihe, tehtaan hitsaamon ja maalaamon toiminta, logistiikka sekä esivarustelu. Linjan toimintaa ei ole viimeisten vuosien aikana muutettu. Kolme neljästä haastatelluista kertoi, että ei muista tuotantolinjan toiminnan muuttamista oman työuransa aikana. Yksi haastateltu sanoi, että muutaman vuoden sisällä tuotantolinjan toimintaa oli muutettu siten, että osahyllyt olivat poistettu tuotantolinjalta, jolloin tarvittavien osien kerääminen sekä toimittaminen tuotantopisteelle siirtyi logistiikan vastuulle.

Tuotantolinjan ensimmäisessä vaiheessa eli ”ruudussa nolla” maalaamosta tuleva laitteen alusta asetetaan telineisiin. Alustaan asennetaan myös blokki, venttiilit sekä liittimet. Esivarustelusta tulee valmiit akselit, jotka kiinnitetään laitteeseen kuin myös tukijalkojen letkut. Kääntölaite on kasattu esivarustelun toimesta ja se kiinnitetään laitteen alustaan. Seuraavaksi laite siirretään ”ruutuun yksi”, jossa asennetaan mekaaniset osat runkoon. Tässä

vaiheessa runkoon asennetaan esimerkiksi polttoaineletkut sekä huoltoluukku. Nostosylinteri, puomi ja tukijalat asennetaan paikoilleen sekä jibi. Tämän jälkeen laite siirtyy ”ruutuun kaksi”, jossa kytketään laitteen sähköt sekä asennetaan valmiiksi varusteltu kori laitteeseen ja lopuksi lisätään tarvittavat nesteet, kuten polttoaine. Kun laite on saatu valmiiksi, siirtyy se viimeistelyyn, jossa laite käynnistetään. Liitteessä 3 on nähtävillä suppeampi uimaratakaavio tuotantolinjan toiminnasta. Liitteessä 4 esitetään tarkemmin ruutujen yksi ja kaksi työvaiheita.

Työntekijät kokevat, että tuotantolinjalla tällä hetkellä toimii hyvin ruutujako sekä töitä on riittävästi, sillä työntekijöiden osaamispotentiaalia hyödynnetään aktiivisesti, esimerkiksi eri työpisteissä työskentelyssä. Haastatteluiden pohjalta kuitenkin ilmeni hukkia, jotka on mahdollista luokitella lean-menetelmän mukaisesti. Nämä hukat on esitetty ja luokiteltu taulukossa 2.

Taulukko 2. Tuotantolinjan toiminnassa esiintyvät hukat leanin pohjalta luokiteltuna.

Hukka	Käytännön esimerkki
Tarpeeton liike	Keräilyssä puutteita, täytyy hakea oikea osa.
	Maalaamon virhe, täytyy viedä osa maalaamoon.
	Kaapeleiden asentaminen yksitellen.
Turha odottaminen	Keräilyn puutteet, täytyy odottaa oikeaa osaa.
	Maalaamon virhe, täytyy odottaa osan uudelleenmaalausta.
	Osakokonaisuuksien kasaaminen linjalla.
	Uusien osien tai laitteiden prototyypin testaus tuotantolinjalla.
	Pohjan odottaminen maalaamolta.
	Laitteet eivät etene linjalla.
Virheet	Virheellisten osien irrottaminen ja uudelleen asennus.
	Laajemmin myös virheiden korjaaminen.
	Työohjeet eivät ajantasaiset.

Hukka	Käytännön esimerkki
Materiaalien kuljetus	Virheellisten osien kuljettaminen maalaamoon.

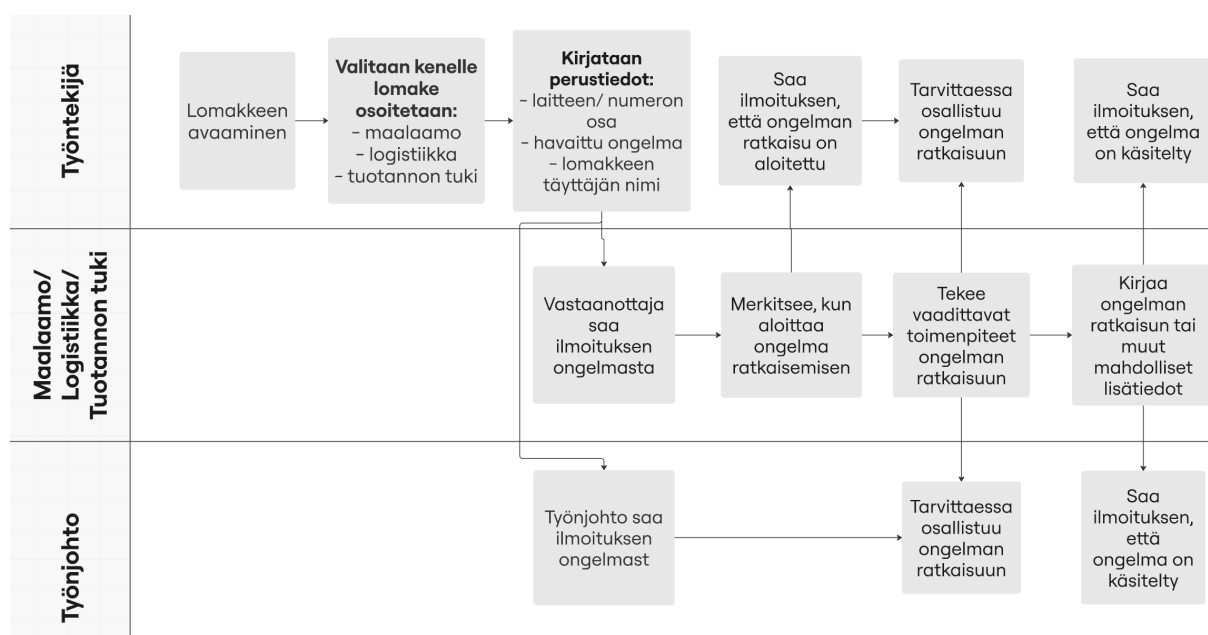
Haastatteluissa korostui maalaamosta aiheutuvat hukat, jotka aiheuttavat niin odottelua tuotantolinjalla kuin myös turhaa liikettä, kun virheellisiä osia joudutaan viemään takaisin maalaamoon. Myös keräilyssä ilmenevät puutteet mainittiin niin alkukyselyssä kuin myös haastattelussa. Valmiit laitteet saattavat välillä myös tukkia tuotantolinjan, jolloin laitteet eivät pääse etenemään siinä. Laitteiden etenemistä linjalla hidastaa myös uusien osien ja laitteiden prototyypin testaus, mikä on kuitenkin suhteessa harvinaisempi hukka. Dinolift tekee laitteilleen 10-vuotishuollon, joka aiheuttaa poistumaa tuotantolinjan työntekijöissä. Kuitenkin samanaikaisesti toiminta tukee työntekijöiden osaamispääoman hyödyntämistä. Haastatteluissa mainittiin myös työhjeet. Vastuu niiden päivittämisestä on jaettu työnjohdolle sekä joillekin tiiminvetäjille. Kuitenkin niiden aktiivinen päivitys on haaste ja siten niissä on nähtävillä puutteita, eivätkä ne tarjoa uudelle työntekijälle hänen tarvitsemaansa tukea.

3.3 Kehitystoimenpiteet

Haastatteluiden pohjalta keskeiset hukat tuottavat erityisesti turhaa liikettä ja turhaa odottelua, jolloin tuotantolinjan toiminta ei ole joutuisaa. Turhaa liikettä tuottaa logistiikka, kun keräilylaatikoista puuttuu osia tai niitä on liikaa. Tällä hetkellä osaluetteloissa osat on jaoteltu kokonaisuuksiin, eli esimerkiksi jibin varusteluun tarvittavat osat ovat omalla sivulla. Osien yhteydessä käy ilmi osan nimi sekä osanumero. Osien numeroinnissa voi kuitenkin esiintyä virheitä, jolloin nämä tunnistetiedot eivät takaa oikeaa osaa keräilylaatikkoon. Ratkaisuna voisi olla siirtyminen digitaalisessa muodossa olevaan osaluetteloon, jossa osanumeroihin olisi linkitetty 3D-mallinnus kyseisestä osasta. Kaikkien osien kohdalla ei välttämättä tällaista tarvetta esiinny, jolloin 3D-malleja ei tarvitse osanumeroihin linkittää. Toisaalta yksittäisestä tiedostosta voisi löytyä kaikki 3D-mallit samasta osasta, joissa esimerkiksi koko tai muu parametri muuttuu. Tällöin voitaisiin pienentää yksittäisten tiedostojen määrää. Näiden 3D-mallien pohjalta olisi mahdollista rakentaa myös isompaa komponenttikokonaisuutta mallintava 3D-räjäytyskuva, joka hahmottaisi komponenttien sijoittumista kokonaisuudessa.

Räjätyskuvasta olisi helpompi tarkistaa virheellisesti kerätyn osan tiedot, ilman että täytyy muistaa tarkkaa osanumeroa tai käydä koko osaluetteloa lävitse. Räjätyskuva voisi olla linkitetty osakokonaisuuden nimeen.

Maalaamon tekemät virheet nostettiin myös haastatteluissa esille. Usein haasteena on laitteen pohjan odottaminen maalaamosta tai jokin osa, jota ei ole maalattu. Tällä hetkellä virheistä ilmoitetaan maalaamon esihenkilölle, ja viikkotasolla seurataan tuotannon toimintaa hidastavia tekijöitä. Virheiden tiedostaminen parantuisi, jos niiden yleisyydestä kerättäisiin dataa. Ratkaisuna tähän voisi toimia esimerkiksi verkkosivupohjainen alusta, jossa olisi mahdollista valita toimija, tässä tapauksessa maalaamo, jonne ilmoitus ongelmasta suunnataan. Ilmoitus ongelmatilanteesta menisi myös aina suoraan työnjohdolle. Tämän lisäksi lomakkeelle tulisi syöttää mikä laite sekä mahdollisesti mikä osa on kyseessä, millainen ongelma sekä ilmoittajan tiedot. Samaan sivustoon olisi mahdollista yhdistää myös logistiikan vikailmoitukset. Lomakkeella kysyttäisiin samat tiedot, mutta nyt ilmoitus suunnattaisiin logistiikalle. Myös tuotannon tuki olisi mahdollista yhdistää lomakkeelle, jolloin viallisesta osasta tai muusta tuotteen laatuun liittyvästä haasteesta tieto menisi eteenpäin. Lomakkeen toimintaa hahmottava uimaratakaavio on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Uimaratakaavio lomakkeen toiminnasta.

Lomakkeelle tehdystä virheilmoituksesta jäisi tällöin jälki tilastointia varten, mutta tieto saavuttaisi nopeammin myös työnjohdon sekä tahon, jota ongelma koskee, jolloin turhaa liikettä olisi mahdollista vähentää. Lomakkeen lähettämisen jälkeen, alustalle tulisi näkyviin tieto tilanteesta ja ilmoituksen vastaanottaja voisi kirjata, koska asia on otettu ratkaisuun ja kenen toimesta sekä lisätä lopulta tiedon siitä, kenen toimesta ja kuinka ongelma ratkaistiin. Jo tällä hetkellä toiminnassa seurataan viikkotasolla tuotannon tavoitteiden toteutumista ja kaikki toimintaa hidastaneet toiminnot kirjataan ylös. Digitaalinen järjestelmä tehostaisi tiedonkulkua ja voisi helpottaa tilastointia. Dinolift on ottamassa käyttöön järjestelmän, jonka avulla seurataan työvaiheiden etenemistä. Kyseiseen alustaan voisi yhdistää myös vikailmoitukset. Tällöin olisi mahdollista ”keskeyttää laitteen tekeminen”, jolloin jäisi tietoon myös virheen tai ongelman aiheuttama ajallinen hukka.

Tuotantolinjan ruutujakoon oltiin haastatteluissa tyytyväisiä, mutta haastatteluissa kuitenkin nostettiin esille myös se, ruudussa yksi on huomattavasti enemmän työvaiheita suoritettavana kuin muissa ruuduissa ja tämä on nähtävillä liitteessä 4. Kyseisen ruudun työvaiheiden määrää olisi mahdollista pienentää jakamalla mekaanisten osien asentaminen ruuduille yksi ja kaksi, jolloin ruudussa kolme tehtäisiin sähköjen kytkennät. Uusi ruutujako tasoittaisi työmäärää ruutujen välillä, jolloin laitteiden eteneminen linjalla olisi tasaisempaa. Liitteessä 5 on esitetty suppeammin uusi mahdollinen ruutujako tuotantolinjalle. Tarkempi työvaiheiden jako esitetään liitteessä 6. Myös esivarustelun potentiaalin täysi hyödyntäminen tehostaisi tuotantolinjan toimintaa. Osakokonaisuudet kasattaisiin valmiiksi esivarustelussa, jolloin tuotantolinja toimisi vain kokoonpanolinjana. Tämä jako ei kuitenkaan täysin absoluuttisena ohjeistuksena toimisi, sillä tarvittaessa on tärkeää pystyä joustamaan ja kasaamaan kokonaisuuksia myös linjalla, jos tarve niin vaatii. Tuotantolinjan toimintaa tehostaisi myös prototyyppien testaamisen siirtäminen omalle linjalleen, jolloin uudet osat ja laitteet eivät hidastaisi tuotantolinjan toimintaa, mikäli ne eivät toimi halutulla tavalla.

Tuotantolinjan työntekijöissä ei ole ollut suurta vaihtuvuutta, ja he osaavat linjan työtehtävät ilman aktiivista työhöjeiden katsomista. Työhöjeiden päivitys on nimetty työnjohtajien ja joidenkin tiiminvetäjien vastuulle. Kuitenkin aikataulullisten haasteitten takia, työhöjeiden päivitys ei ole ollut täysin ajantasaista. Yksi mahdollisuus olisi ottaa ulkopuolinen henkilö

päivittämään työohjeet. Koska tuotantolinjan toiminta ei olisi hänelle ennestään tuttua, voisi hän tehdä tärkeitä huomioita työohjeisiin, joita tuotantolinjalla aiemmin toimineet pitivät itsestäänselvyyksinä ja rutiinina. Tällöin uudelle työntekijälle työohjeet olisivat selkeämmät. Työohjeiden päivittämisestä helpompaa tekisi myös ohjeiden siirtäminen digitaaliseen muotoon. Tällöin päivitysten tekeminen olisi helpompaa ja ne tulisivat heti näkyviin. Työohjeissa voisi olla valokuvien ja kirjallisten ohjeiden lisäksi 3D-mallinnuksella tehtyjä räjäytyskuvia, joiden avulla kokonaisuuksien hahmottaminen voisi olla helpompaa.

4 Johtopäätökset

Tässä kandidatuksessa tarkasteltiin Dinolift Oy:n 280RXT(E) -mallin tuotantolinjan toimintaa. Tutkielman tavoitteena oli havaita tuotantolinjan toiminnassa ilmeneviä hukkia ja esittää vaihtoehtoja, miten niitä olisi mahdollista minimoida sekä kuinka hukkiensa minimointi vaikuttaisi tuotantolinjan toimintaan käytännössä. Analyysin tukena on hyödynnetty prosessin kehitykseen liittyviä teoreettisia kokonaisuuksia, jotka on rakennettu teemaan liittyvien tieteellisten julkaisuiden ja kirjallisuuden pohjalta. Teoriakokonaisuuden muodosti prosessin kehitysvaiheet, prosessinmallinnus sekä kehitysmenetelmä, joka tässä työssä oli lean.

Tuotantolinjan toiminnan kartoituksessa hyödynnettiin kvalitatiivisia metodeja. Työntekijöiden täyttämän alkukyselyn avulla kartoitettiin sitä, millaisista hukista on kyse. Haastatteleamalla työntekijöitä sai tarkemman käsityksen siitä, mitä työntekijät ajattelevat tuotantolinjan toiminnasta eli mitkä asiat toimivat hyvin ja mitä asioita tulisi kehittää. Tutkielma antaa katsauksen tuotantolinjan toiminnan nykytilaan sekä siinä esiintyviin leanin pohjalta luokiteltuihin hukkiin ja tarjoa myös ratkaisuehdotuksia keskeisimpien hukkiensa minimointiin, jotta tuotantolinjan toiminta olisi sujuvampaa.

Tutkielma esittää ratkaisuja yleisimpiin ja suurimpiin hukkiin. Hukkiensa minimointiin esitetyissä ratkaisuissa on huomioitu jo olemassa olevia sekä tulevia toimintamuotoja, joiden rinnalle uusia toimintatapoja olisi mahdollista rakentaa. Toisaalta esitetyt ratkaisut ovat myös sellaisia, jotka toimisivat useamman haasteen ratkaisemiseksi. Merkittävimmät hukat, joita tuotantolinjalla esiintyi, olivat maalaamon sekä logistiikan tuomat haasteet, jotka ilmenivät tarpeettomana liikkeenä ja odottamisena. Näihin haasteisiin olisi mahdollista vastata rakentamalla esimerkiksi internetpohjainen lomake, jonne voisi kirjata tarvittavan avunpyynnön tai tiedoksiannon ongelmasta oikealle henkilölle, vähentäen turhaa liikettä ja materiaalien kuljettamista. Tällöin myös ongelmasta jäisi merkintä, jolloin saataisiin käsitys ongelman yleisyydestä ja siten siihen olisi mahdollista pohtia laajemmin ratkaisua. Myös tuotannon tuen voisi lisätä lomakkeelle yhdeksi toimijaksi. Lomakkeen avulla tulisi ongelmatilanteesta myös tieto aina työnjohdolle. Logistiikan toimintaan varmuutta voisi lisätä myös tuottamalla osaluetteloihin 3D-mallit niin yksittäisistä osista kuin myös

osakokonaisuuksista. Tämä helpottaisi tarvittavan osan etsintää ja siten vähentäisi myös odotteluaikaa.

Ruutuajattelun uudelleenmuotoilu tehostaisi tuotantolinjan toimintaa, jolloin työvaiheiden määrä yhtä ruutua kohti olisi tasaisempi ja siten myös laitteen eteneminen tuotantolinjalla olisi tasaisempaa. Työohjeiden kehittäminen tehostaisi linjan toimintaa sekä tarjoaisi tulevaisuudessa tukea tuotantolinjan uusille työntekijöille. Osaluetteloissa hyödynnettäviä 3D-malleja olisi mahdollista hyödyntää myös työohjeissa, esimerkiksi 3D-räjäytyskuvien muodostamisessa, vähentäen mahdollisten virheiden määrää. Digitaalisessa muodossa olevat työohjeet myös helpottaisivat tietojen päivittämistä ja silloin ei syntyisi turhaa odottamista ohjeiden päivittämisen suhteen.

5 Pohdinta

Kokonaisuutena työ antaa laajan katsauksen tuotantolinjan toimintaan, poimii sieltä keskeisiä hukkia ja esittää niihin mahdollisia kehitysratkaisuja. Hukkien havainnointia olisi voinut lisätä tarkemmalla prosessin seuraamisella, jossa olisi hyödynnetty apuna kvantitatiivisia menetelmiä. Kvalitatiiviset menetelmät kuitenkin mahdollistivat työntekijöiden ajatusten kuulemisen tuotantolinjan toiminnan suhteen sekä antoi heille myös mahdollisuuden vaikuttaa tuotantolinjan toiminnan kehitykseen. Haastavaa oli kuitenkin saada tuotettua kandidutkielman laajuudessa tarpeeksi kattava katsaus yritykselle. Yrityksessä suhtauduttiin positiivisesti kehitysehdotuksiin. Erityisesti 3D-mallien hyödyntäminen niin keräilyluetteloissa kuin työohjeissa koettiin toimivana ajatuksena. Myös pienet muutokset tuotantolinjan rakenteessa voisi tehostaa linjan toimintaa kokonaisuudessaan.

Työssä hahmotettiin teorian pohjalta eri näkemyksiä yhdistävä malli prosessinkehityksestä, jossa keskeisessä roolissa oli myös prosessinmallinnuksen teoria tuotantolinjan toiminnan hahmottamisessa. Työssä tehdyt kehitysehdotukset tukevat leanin perustavoitteen, eli täydellisuuden, saavuttamista minimoimalla tuotantolinjan toiminnassa esiintyviä hukkia. Jotta täydellisyys olisi mahdollista saavuttaa, tulisi myös jatkuvan parantamisen menetelmät ottaa aktiiviseen käyttöön. Samankaltaisia kehitysehdotuksia hukkien minimointiin on mahdollista hyödyntää myös muissa teollisuuden yrityksissä, joissa esiintyy samankaltaisia hukkia tai löytyy halua kehittää prosesseja sekä lisätä tiedonkulkua. Yrityksessä ei tarvitse olla tuotantolinjapohjaista toimintaa, vaan ehdotuksia voidaan hyödyntää myös muunlaisissa tehdasympäristöissä.

Tuotantolinjaan kuuluvaa viimeistelyvaihetta ei tässä työssä tarkasteltu. Seuraavana askeleena olisikin mahdollista tarkastella sen toimintaa leanin pohjalta ja minimoida siinä esiintyviä hukkia. Aiemmin esitettyjä kehitysehdotuksia on mahdollista hyödyntää aluksi vain tarkastelun kohteena olevan tuotantolinjan toiminnassa, jonka jälkeen ne voidaan siirtää osaksi koko tehtaan toimintaa. Tällöin ongelmakohtien huomaaminen olisi helpompaa, ja siten olisi mahdollista päästä lähemmäksi jatkuvan parantamisen kulttuuria sekä leanin tavoittelemaa täydellisyyttä.

Lähteet

- [1] K. Laamanen ja M. Tinnilä, *Prosessijohtamisen käsitteet = Terms and concepts in business process management*. 3. uud. p. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus, 2002., 3. uudistettu painos. Metalliteollisuuden kustannus, ja Metalliteollisuuden keskusliitto.
- [2] J. Hannus, *Prosessijohtaminen: ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky*, 2. uud. p. Espoo: HM & V Research, 1993.
- [3] M. Martinsuo ja M. Blomqvist, ”Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä”.
- [4] J. P. Womack ja D. T. Jones, ”Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”, *J. Oper. Res. Soc.*, vsk. 48, nro 11, ss. 1148–1148, joulou 1997, doi: 10.1038/sj.jors.2600967.
- [5] ”DINOlift: Tarina”. Viitattu: 4. huhtikuuta 2025. [Verkossa]. Saatavissa: <https://dinolift.com/fi/yritys/>
- [6] ”DINOlift: Tuotteet”. Viitattu: 4. huhtikuuta 2025. [Verkossa]. Saatavissa: <https://dinolift.com/fi/tuotteet/?submit=Etsi>
- [7] ”DINOlift: DINO 280RXTE”. Viitattu: 22. huhtikuuta 2025. [Verkossa]. Saatavissa: <https://dinolift.com/fi/tuotteet/dino-280rxte/>
- [8] ”DINOlift: Vastuullisuus”. [Verkossa]. Saatavissa: <https://dinolift.com/fi/yritys/vastuullisuus/>
- [9] M. Weske, *Business process management: concepts, languages, architectures*, 2. ed. Berlin [u.a.]: Springer, 2012.
- [10] R. M. Kanter, B. Stein, ja T. D. Jick, *The challenge of organizational change: how companies experience it and leaders guide it*. New York: Free Press [u.a.], 1994.
- [11] A.-M. Teperi, A. Ala-Laurinaho, I. Asikainen, ja V. Puro, ”Työprosessin mallintaminen työn yhteisen kehittämisen välineenä”. Työterveyslaitos, 2022.
- [12] W. van der Aalst, J. Desel, ja A. Oberweis, *Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies*. teoksessa *Lecture Notes in Computer Science*, no. 1806. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000. doi: 10.1007/3-540-45594-9.
- [13] J. Waterhouse, ”Streamlined Workflow Analysis Using Swim Lanes”, *Tech. Serv. Q.*, vsk. 38, nro 3, ss. 207–235, heinä 2021, doi: 10.1080/07317131.2021.1934302.
- [14] C. Natschläger ja V. Geist, ”A layered approach for actor modelling in business processes”, *Bus. Process Manag. J.*, vsk. 19, nro 6, ss. 917–932, marras 2013, doi: 10.1108/BPMJ-10-2012-0107.
- [15] E. W. Randell ym., ”Strategy for 90% autoverification of clinical chemistry and immunoassay test results using six sigma process improvement”, *Data Brief*, vsk. 18, ss. 1740–1749, kesä 2018, doi: 10.1016/j.dib.2018.04.080.
- [16] J. Freire ja L. F. Alarcón, ”Achieving Lean Design Process: Improvement Methodology”, *J. Constr. Eng. Manag.*, vsk. 128, nro 3, ss. 248–256, kesä 2002, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:3(248).
- [17] N. Modig, *Tätä on lean: ratkaisu tehokkuusparadoksiin*, 1. pain. Tukholma: Rheologica Publishing, 2013.
- [18] R. Čiarnienė ja M. Vienažindienė, ”LEAN MANUFACTURING: THEORY AND PRACTICE”, *Econ. Manag.*, vsk. 17, nro 2, ss. 726–732, elo 2012, doi: 10.5755/j01.em.17.2.2205.
- [19] R. Čiarnienė ja M. Vienažindienė, ”How to Facilitate Implementation of Lean Concept?”, *Mediterr. J. Soc. Sci.*, kesä 2014, doi: 10.5901/mjss.2014.v5n13p177.
- [20] A. N. A. Wahab, M. Mukhtar, ja R. Sulaiman, ”A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions”, *Procedia Technol.*, vsk. 11, ss. 1292–1298, 2013, doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.327.
- [21] Y. Dave ja N. Sohani, ”Improving productivity through Lean practices in central India-based manufacturing industries”, *Int. J. Lean Six Sigma*, vsk. 10, nro 2, ss. 601–621, touko 2019, doi: 10.1108/IJLSS-10-2017-0115.
- [22] P. Dhiravidamani, A. S. Ramkumar, S. G. Ponnambalam, ja N. Subramanian, ”Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry – an industrial case study”, *Int. J. Comput. Integr. Manuf.*, vsk. 31, nro 6, ss. 579–594, kesä 2018, doi: 10.1080/0951192X.2017.1356473.

- [23] P. Tiwari, J. K. Sadeghi, ja C. Eseonu, "A sustainable lean production framework with a case implementation: Practice-based view theory", *J. Clean. Prod.*, vsk. 277, s. 123078, joulu 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123078.
- [24] P. Hwang, D. Hwang, ja P. Hong, "Lean practices for quality results: a case illustration", *Int. J. Health Care Qual. Assur.*, vsk. 27, nro 8, ss. 729–741, loka 2014, doi: 10.1108/IJHCQA-03-2014-0024.

Liitteet

Liite 1. Alkukysely

Laite ja työvaihe	Ongelma	Kulunut aika	Hukan/hävikin tyyppi

HUKKIEN SELVITYS (OSA 1)

13.2.2025

Liite 2. Haastattelurunko

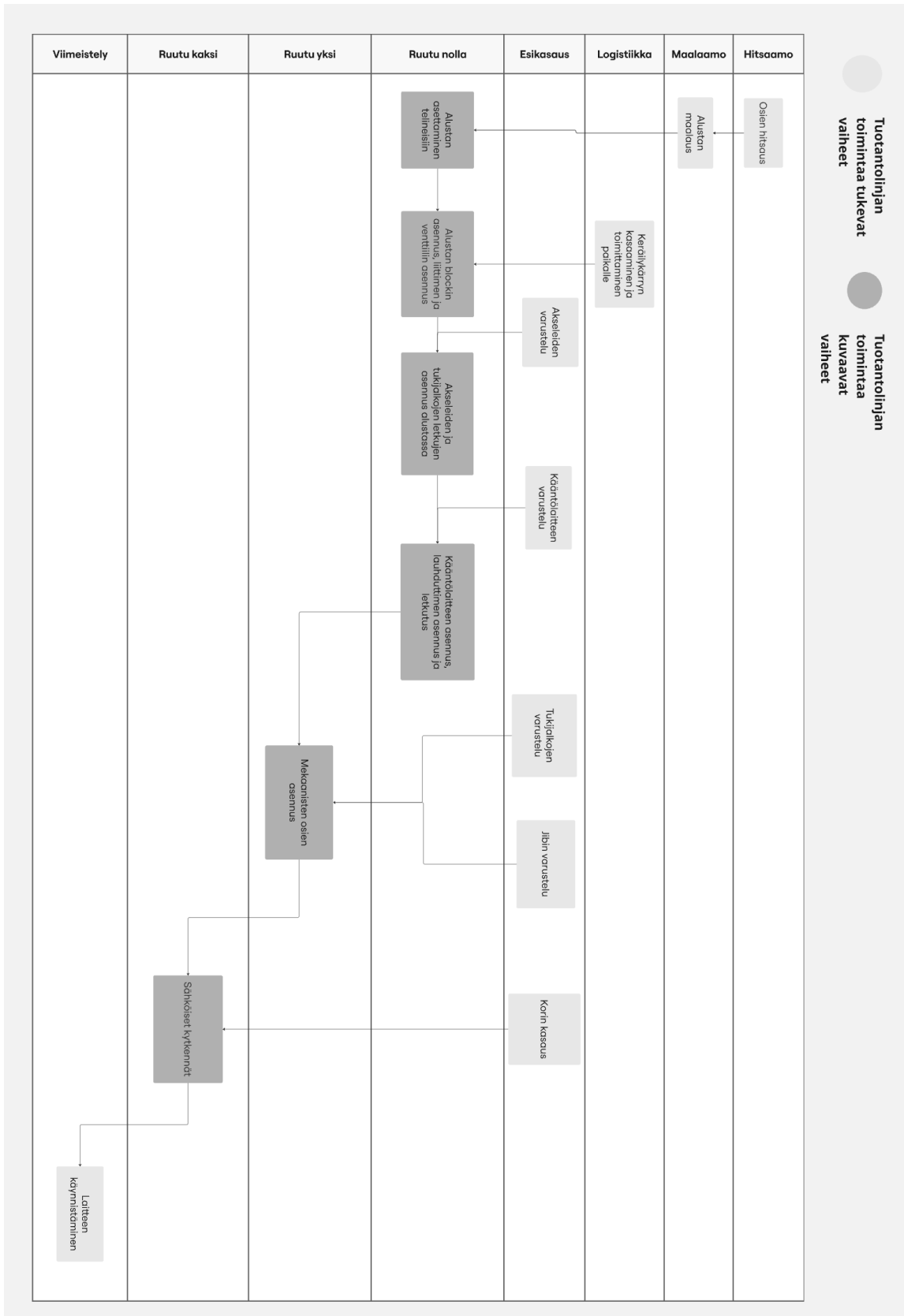
- 1) Milloin viimeksi tuotantolinjan toimintaa on muutettu? Miksi?

- 2) Mitkä asiat toimivat hyvin tällä hetkellä tuotantolinjalla? (Mitä asioita ei kannata muuttaa?)

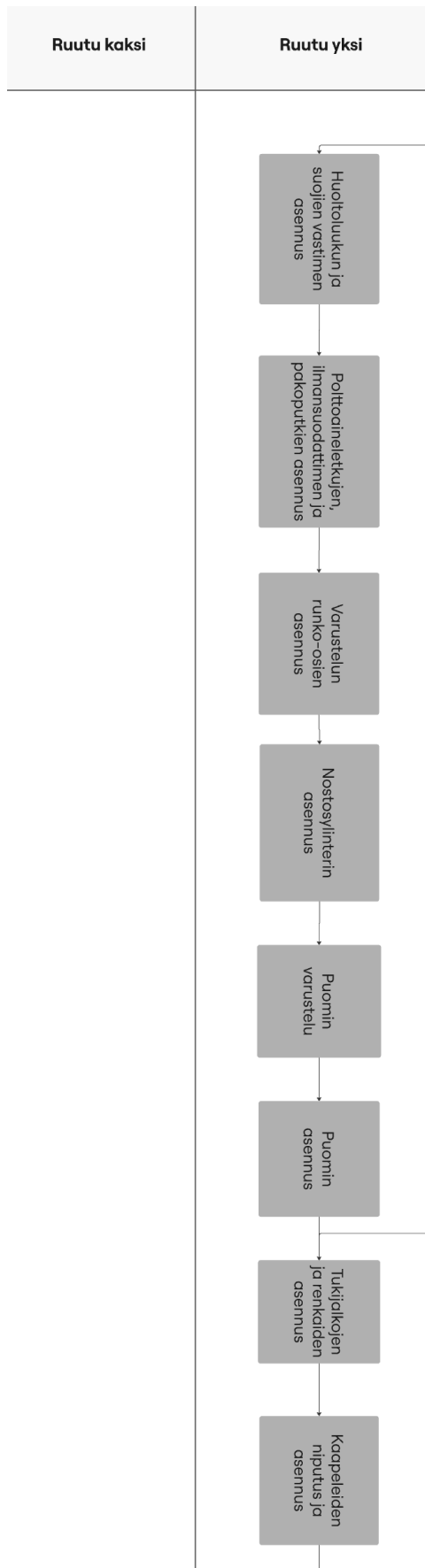
- 3) Mitkä asiat hidastavat normaalia työskentelyä (tuottavat hukkia)? Mitä tekisit toisin?

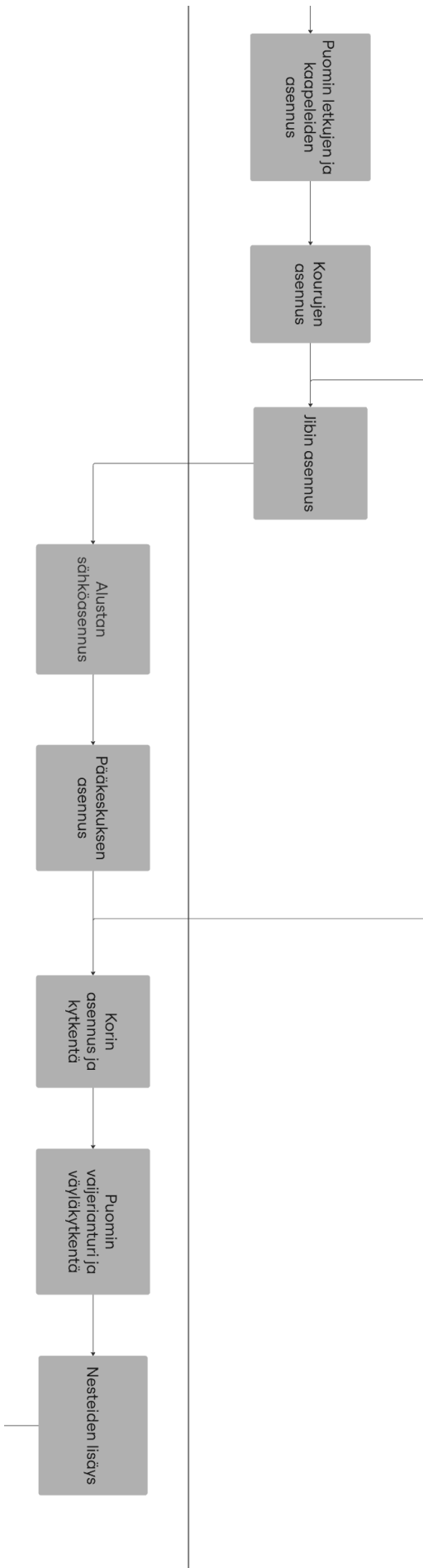
- 4) Miten työntekijänä koet, että prosessin parantaminen/ tehostaminen vaikuttaisi työskentelyyn?

Liite 3. Uimaratakaavio tuotantolinjan nykytilasta

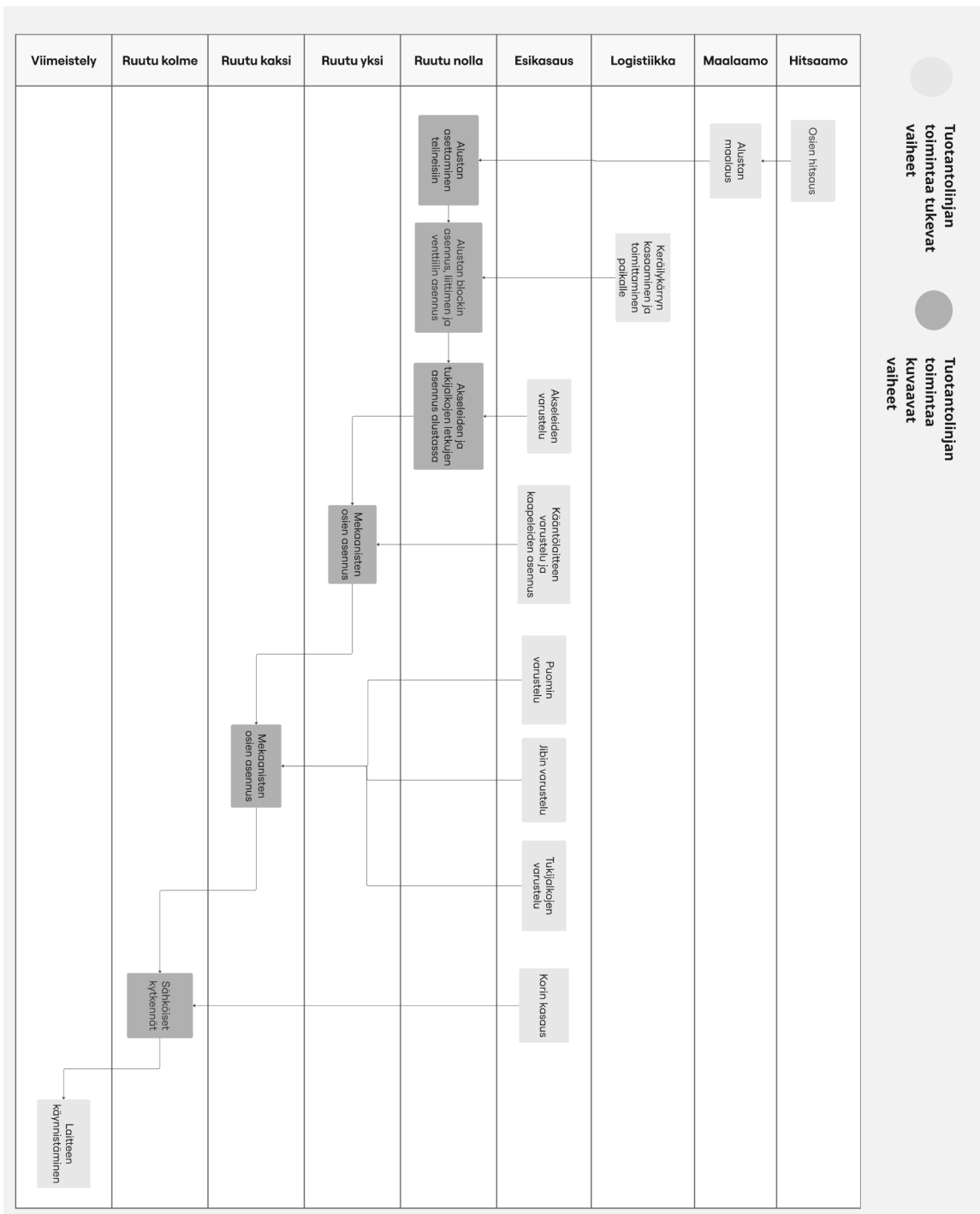


Liite 4. Tarkennettu uimaratakaavio ruuduista yksi ja kaksi





Liite 5. Uimaratakaavio uudistetusta tuotantolinjasta



Liite 6. Tarkennettu uimaratakaavio uudistetusta ruutujaosta

