

Opinnäytetyö (AMK)

Kone -ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2018

Jukka-Pekka Sollo

# TELANPINNOITUSPROSESSIN KEHITTÄMINEN

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone –ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2018 | 34 sivua, 1 liitesivua

Jukka-Pekka Sollo

## TELANPINNOITUSPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Tämä opinnäytetyö tehtiin Reka Kumi Oy:n Auran tehtaalle. Reka Kumi Oy on teknisiin kumituotteisiin erikoistunut teollisuuden alihankkija. Yrityksessä on käynnistetty telakauppaprojekti, ja sen myötä tuotantoprosessille on asetettu uusia vaatimuksia. Tässä työssä suunnitellaan telakauppaprojektin aliprojektia nimeltään telanpinnoitusprosessin kehittäminen. Projektisuunnittelun lisäksi työ sisältää ko. tuotantoprosessin kehittämisen.

Työn tavoite on kehittää tuotantoprosessin kapasiteettiä ja tehokkuutta. Työ on projektiluontoinen ja sisältää projekti- ja layoutsuunnitelman.

Projektisuunnitelman tavoitteena on taata sujuva projektin eteneminen ja tätä kautta projektin tavoitteiden toteutuminen. Tavoitteeksi asetettiin tuotantoprosessin kyky vastata asiakkaiden suuria telakokoja koskeviin tarpeisiin ja tuotannon tehokkuus.

Projektisuunnitelman laadinnassa sovelletaan projektisuunnittelun ja riskienhallinnan teoriaa. Tuotantoprosessin kehittämistä lähestytään tutkimalla tuotannon virtausta ja eri layout-tyyppejä sekä vertailemalla layout-tyyppejä.

Työssä luotiin projektisuunnitelma, ja tuotantoprosessin kehityksessä todettiin, että siirtymällä solu-layoutiin saavutetaan tehokkaampi tuotantoprosessi. Layout-suunnitelmassa on otettu huomioon sekä tuotantotilan rakenteelliset erityisominaisuudet, että työnvirtaus ja jatkokehitys.

Työn tavoitteet on saavutettu hyväksyttävällä tasolla. Projekti on toteuttamiskelpoinen ja tuotantosolu rakennusvaiheessa.

### ASIASANAT:

Projektisuunnitelma, kumi, tuotantoprosessin kehittäminen, telanpinnoitus.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2018 | number of pages 34, number of pages in appendices 1

Jukka-Pekka Sollo

## DEVELOPMENT OF THE ROLL COVER PROCESS

This thesis was commissioned by Reka Rubber Ltd. Reka Rubber Ltd. is an industrial subcontractor specialized in technical rubber products. A roll business project has been launched in the company and new requirements have been set for the production process. In this thesis a subproject of the roll business project, called a roll cover process development was planned. In addition to the project plan, the thesis includes the development of the production process.

The aim of the thesis was to develop the capacity and efficiency of the production process. The work is project-natured and includes project and layout plans.

The goal of project plan was to ensure the smooth running of the project and thereby ensure that project's objectives would be reached. The project's goal was to have an ability to respond to customers' needs of large rolls and production efficiency.

The theory of project planning and risk management was applied in the drafting of the project plan. The development of the production process was approached by exploring the work flow and different types of layouts and by comparing them.

The project plan was created and in the development of the production process it was found out that by moving to the cell layout, a more efficient production process would be achieved. In the layout plan both the specific structural characteristics of the production environment and workflow were taken into account.

The objectives of the thesis were reached at an acceptable level. The project is feasible and production cell is in the construction phase.

### KEYWORDS:

Project plan, rubber, production process development, roll cover.

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 YRITYSESITTELY</b>	<b>7</b>
<b>3 TELANPINNOITUSPROSESSI</b>	<b>9</b>
3.1 Telan runko	10
3.2 Pinnoitus	10
3.3 Koneistus	11
<b>4 PROJEKTI</b>	<b>13</b>
4.1 Projektisuunnitelma	15
4.2 Riskienhallinta	17
<b>5 TUOTANNON KEHITYS</b>	<b>19</b>
5.1 Tuotannonvirtaus	19
5.2 Layout-tyypit	20
5.3 Layout-tyypin valinta	23
<b>6 TELANPINNOITUSPROJEKTI</b>	<b>25</b>
6.1 Projektisuunnitelma	25
6.2 Riskienhallinta	26
<b>7 TELANPINNOITUSPROSESSIN KEHITYS</b>	<b>28</b>
7.1 Tuotannon virtaus	28
7.2 Layout	30
<b>8 POHDINTA</b>	<b>32</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>34</b>

## **LIITTEET**

Liite 1. Layout.

## **KUVAT**

Kuva 1. Partneriverkosto (Markkinointi 2018, Reka Kumi Oy)	7
Kuva 2. Telan runko.	10
Kuva 3. Telan pinnoitus.	11
Kuva 4. Kuviointeja ja pinnanlaatuja.	12

## **KUVIOT**

Kuvio 1. Myynnin jakautuminen (Markkinointi 2018, Reka Kumi Oy).	8
Kuvio 2. Työnkulkukaavio	9
Kuvio 3. Projektin tavoitteet (Martinsuo ym. 2016, 196).	13
Kuvio 4. Projektin vaiheet (Martinsuo ym. 2016, 202).	14
Kuvio 5. Projektisuunnittelun vaiheet (Pelin, R. 2008, 91).	16
Kuvio 6. Riskin poistaminen (Pelin, R. 2008, 229).	18
Kuvio 7. Funktionaalinen layout (Martinsuo ym. 2016, 158).	20
Kuvio 8. Havainne kuvio tuotantolinja-layoutista (Martinsuo ym. 2016,160).	21
Kuvio 9. Esimerkki tuotantosolu-layoutista (Martinsuo ym. 2016, 162).	22

## **TAULUKOT**

Taulukko 1. Vertailutaulukko (Röyttä, E. 1988, 38).	24
Taulukko 2. Riskien tarkistusluettelo.	27
Taulukko 3. Laadullinen vertailu.	29
Taulukko 4. Arvoanalyysi.	30

# 1 JOHDANTO

Tämän työn toimeksiantaja on Reka Kumi Oy. Reka Kumi valmistaa teknisiä kumituotteita teollisuuden alihankintana. Yhtenä tuoteryhmänä ovat pinnoitettavat telat ja rullat. Vuonna 2016 Reka Kumilla käynnistettiin Telakauppa-projekti, jonka tarkoituksena on kasvattaa merkittävästi telaliiketoimintaa. Telakauppa-projektin yhteydessä tehtiin markkinatutkimus. Tämän tutkimuksen pohjalta havaittiin tarve kehittää telanpinnoitusprosessia vastaamaan paremmin asiakkaiden tarpeisiin.

Markkinatutkimuksen pohjalta voitiin päätellä, että konekanta ja tuotantoympäristö eivät anna mahdollisuuksia merkittävään liiketoiminnan kasvuun. Pinnoitettavien telojen koon ja volyymin kasvu pakottavat tuotantoprosessin kehittämiseen. Tämän työn toimeksianto koskee telanpinnoitusprosessin kehittämistä. Työ on projektiluontoinen ja sisältää projektinhallinnan sekä tuotannonkehityksen tehtäviä.

Työn tarkoitus on ohjata kehitysprojektia sekä suunnitella tuotantopisteestä toimiva kokonaisuus, jolla saadaan ratkaistua akuutit tuotannon kapasiteettiongelmat ja joka on helposti jatkokehitettävissä tuotantotarpeiden muuttuessa.

Ensimmäiseksi työssä tehdään projektisuunnitelmaa, joka pitää sisällään kustannusarvion, aikataulun, resurssit ja riskianalyysin. Tämän jälkeen määritetään uusille tuotantolaitteille asetettavia ominaisuusvaatimuksia. Seuraavaksi luodaan kiinteistön asettamat rajoitukset ja tuotannon virtaus huomioiden layout-suunnitelma.

Tämän aiheen valintaan päädyttiin, koska työn tarve on akuutti ja aikaisempi osaamiseni tukee tämän työn suorittamista. Lähdeaineistona käytetään yrityksen asiantuntijoiden konsultointia sekä projektinhallinnan ja tuotantotalouden kirjallisuutta.

Opinnäytetyön teksti etenee aikajärjestyksessä lähtötilanteen prosessikuvauksesta projektisuunnitelman laadinnassa käytettävään tietopohjaan. Seuraavana esitellään tuotannonkehityksen tietopohja. Selostusosassa käsitellään projektisuunnitelman sisältöä ja laadintaa. Tämän jälkeen siirrytään tuotannonkehityksessä käytettyihin menetelmiin sekä kehitystyön sisältöön. Lopussa on pohdintaosio, jossa otetaan kantaa työn tuloksiin ja jatkokehityskohteisiin.

## 2 YRITYSESITTELY

Reka Kumi Oy on osa Reka konsernia. Reka konsernin juuret ulottuvat vuoteen 1898, jolloin Edvard Rentto aloitti uransa Korkeakosken kenkätehtaalla. Tänä päivänä Reka konserniin kuuluu Neo Industrial Oyj, joka omistaa Reka Kaapeli Oy:n ja Reka Kumi Oy:n.

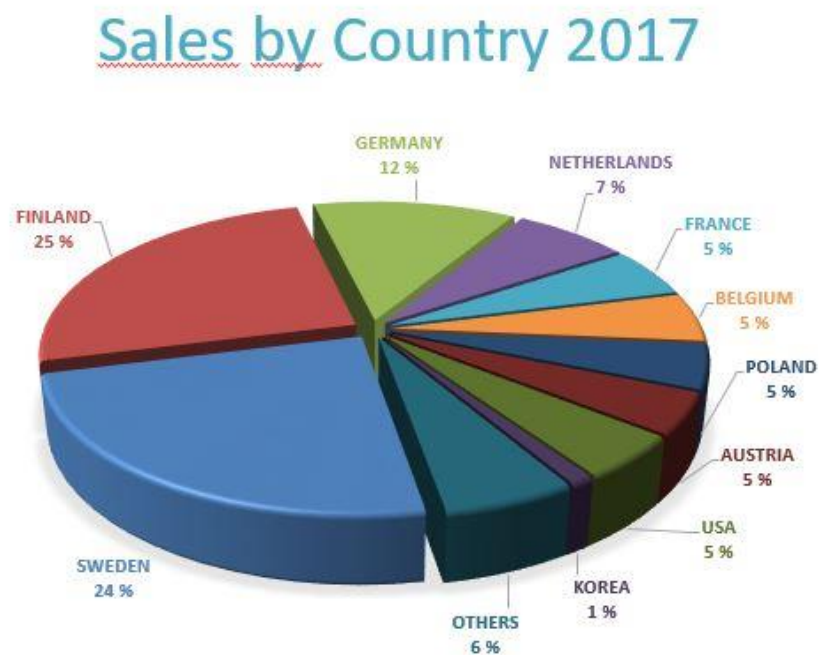
Reka Kumi Oy perustettiin vuonna 1992, jolloin Reka konsernin kumitoiminnot keskitettiin oman yrityksen alle. Reka Kumin kotipaikka on Hyvinkää ja tuotantolaitokset sijaitsevat Aurassa ja Dopiewossa. Auran tehtaalla kumituotteita on valmistettu vuodesta 1976 lähtien. Dopiewon tehdas perustettiin vuonna 2004. Myyntikonttoreita yrityksellä on neljä, ja ne ovat Aura, Vänersborg (Ruotsi), Dopiewo (Puola) ja Wurzburg (Saksa). Lisäksi Reka Kumilla on Thaimaassa yksikkö, joka huolehtii Aasian partneriverkostosta (kuva 1).



Kuva 1. (Reka Kumi Oy 2018).

Reka Kumi Oy:n liikevaihto vuonna 2017 oli 22,3 miljoonaa euroa jakaantuen yksiköittäin seuraavasti: Aura 8,3 milj. Dopiewo 11,2 milj. Bangkok 2,6 milj. ja alihankkijat 0,2 milj. Työntekijöitä yrityksen palveluksessa on 260 henkeä.

Reka Kumi valmistaa teknisiä kumituotteita teollisuuden alihankintana, eikä yrityksellä ole omia tuotemerkkejä. Reka Kumin päätuoteryhmät ovat muottituotteet, kumi/metallituotteet, letkut/käyrät, profiilit ja räätälöidyt käsivalmistustuotteet. Pääasialliset asiakasryhmät ovat: Kaivosteollisuus, telakkateollisuus, maatalous, materiaalin käsittely, moottorin valmistajat, työkoneet ja raskaskalusto. Myynnistä 25 % on kotimaanmyyntiä ja loput pääasiassa EU-alueelle (kuvio 1).



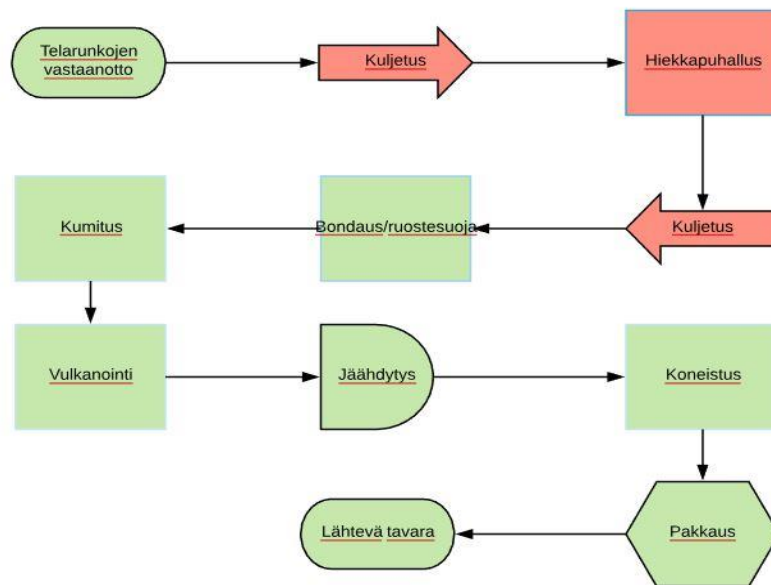
Kuvio 1. (Reka Kumi Oy 2018).



### 3 TELANPINNOITUSPROSESSI

Tässä työssä telalla tarkoitetaan teräksestä valmistettua lieriötä. Lieriöistä on eri variaatioita käyttötarkoituksen mukaan. Yleisin on lieriö, johon on hitsattu päätylaipat ja akselit. Pinnoitettava alue on yleisimmin telalieriön ulkopinta. Telanpinnoitusprosessi käsittää tässä yhteydessä prosessikokonaisuuden, jossa tuotetaan asiakkaan vaatimusten mukainen kumipinnoitus teräksisen telan pintaan. Asiakas toimittaa telarungot, eikä telarunkojen valmistus sisälly tähän tuotantoprosessiin.

Telanpinnoitusprosessi koostuu useista osaprosesseista, joita ovat runkojen vastaanotto, rahti1, teräksen pintakäsittely, rahti2, kumitus/vulkanointi, koneistus ja pakkaus. Näistä suoraan arvoa lisääviä ovat pintakäsittely, kumitus/vulkanointi ja koneistus. Työnkulkukaaviosta (kuvio 2) voidaan todeta arvoa lisäävät (sininen ulkokehä) ja samassa tehdaskiinteistössä tapahtuvat työvaiheet (vihreä tausta).



Kuvio 2. Työnkulkukaavio.

Kokonaisuudessaan telanpinnoitusprosessi on hyvin hajanainen tuotantoprosessi, jossa työstettävä runko liikkuu pitkiä matkoja tehtaan sisällä eri valmistusvaiheiden välillä. Ainoastaan kumitus- ja vulkanointityön voidaan katsoa tapahtuvan samassa tilassa.

### 3.1 Telan runko

Telarungon käsittelyprosessi pitää sisällään hiekkapuhalluksen, primeroinnin ja bondauksen. Bondauksella tarkoitetaan tässä kohtaa vulkanointiliiman levittämistä kumitettavalle pinnalle. Hiekkapuhallus suoritetaan alihankkijan tiloissa, joten hiekkapuhallukseen sisältyy edestakaiset rahdit. Primerointi ja bondaus tehdään Reka Kumi Oy:n tiloissa alihankkijan toimesta. Kuvan (kuva 2) telassa hiekkapuhallus, primerointi ja vulkanointiliima.



Kuva 2. Vasemmalta: Hiekkapuhallus, vulkanointiliima ja primer.

### 3.2 Pinnoitus

Pinnoitusprosessilla tarkoitetaan kumimateriaalin levittämistä (myöhemmin kumitus) ja vulkanointia pinnoitettavalle alueella. Kumimateriaali ajetaan pursotinkoneella profiiliksi, joka kääritään telan pintaan (kuva 3). Reka Kumilla ei ole tällä hetkellä vakituista valmistuspistettä pursotinkoneella telojen kumitukseen. Näin ollen työpiste pitää teloja kumitettaessa järjestellä uudelleen (koneiden siirto). Kumi puristetaan telan pintaan nailonnauhalla, jonka jälkeen tela siirretään vulkanointiuuniin. Vulkanoinnin jälkeen tela jätetään jäähtymään koneistusta varten.



Kuva 3. Telan pintaan kääritty kumiprofiili.

### 3.3 Koneistus

Kun tela on jäähtynyt työstettävään lämpötilaan, kuljetetaan se koneistusosastolle. Koneistuksessa tela sorvataan piirustuksen mukaisiin mittoihin. Tavallisesti myös pinnanlaadulle on asetettu vaatimuksia. Vaihtoehtoina on hieno sorvipinta tai karkeishiottu pinta (kuva 4). Lisäksi käyttökohteesta riippuen vaatimuksena on erilaisia kuviointeja sekä bombeerauksia.

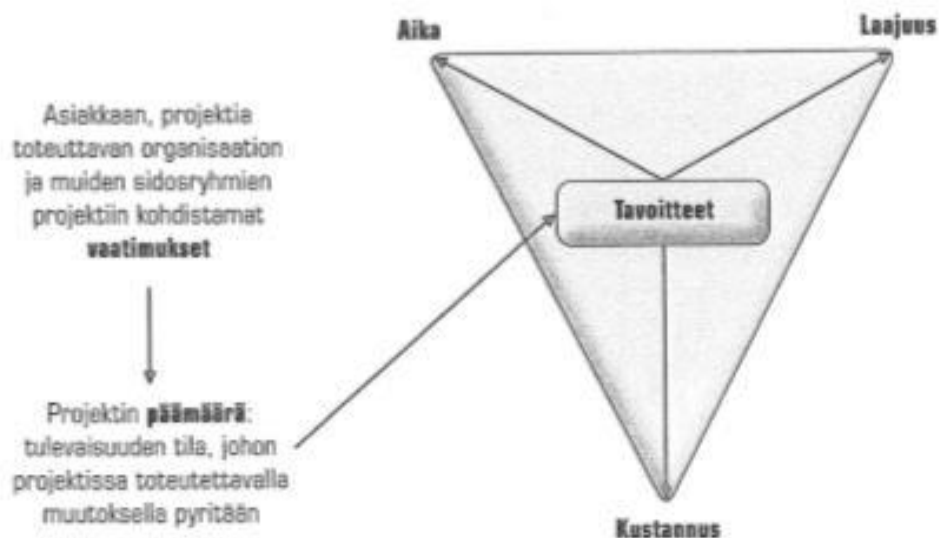


Kuva 4. Kuviointeja ja pinnanlaatuja.

## 4 PROJEKTI

Projekteja käytetään modernissa liiketoiminnassa investointien ja kehittämisen toteuttamiseen. Investointi voidaan määritellä tapahtumaksi, jossa sijoitetaan rahaa tai voimavaroja toimintaan, josta odotetaan myöhemmin tulosta. Reaali-investoinnit ovat investointeja reaaliomaisuuteen. Ne koskevat esimerkiksi koneita, rakennuksia ja järjestelmiä. Panostus tuotekehitykseen tai uusien valmistustekniikoiden kehittäminen voidaan myös katsoa olevan investointeja. (Martinsuo ym. 2016, 190–191.)

Projektilla on aina päämäärä, asian tila, johon tähdätään. Projekti toteuttaa aina muutoksen. Projektille on asetettu rajat, niin ajan, laajuuden kuin kustannusten ja resurssien osalta. Nämä ovat myös projektille asetettuja tavoitteita. Kustannustavoite, laajuustavoite ja aikataavoite muodostavat kolme projektin tavoitetta. Kustannustavoite määrittelee projektin käytettävissä olevat resurssit, laajuustavoite rajaa projektin ja määrittää tarkalleen, mitä projekti sisältää (kuvio 3). Aikataavoite määrittää projektin alku- ja päätepisteen. (Martinsuo ym. 2016, 193.) Aikataavoite on projektin määritelmän kannalta tunnusomaisin piirre. Projekti käynnistetään ja päätetään ennalta suunniteltuna ajankohtana.



Kuvio 3. (Martinsuo ym. 2016, 196).

Projektin ydinhaaste on tuottaa päämäärän, vaatimusten ja odotusten mukainen lopputulos. Tämän varmistamiseksi on kehitetty systemaattisia johtamistapoja tavoitteiden saavuttamiseksi. Projektinhallinta käsittää näiden johtamistapojen soveltamista projektin ohjauksessa. (Martinsuo ym. 2016, 201.)

Projektinhallinnassa projektit voidaan jakaa etenemisvaiheidensa mukaisesti osiin (kuvio 4). Näitä etenemisvaihteita on neljä: Aloitus, suunnittelu, toteutus ja ohjaus sekä päättäminen. Aloituksen tärkein sisältö on määrittää odotettavissa olevia hyötyjä ja tunnistaa projektin päämäärä. Suunnittelussa kootaan projektiorganisaatio ja yksilöidään päämäärän tavoittamiseksi vaadittavat toimenpiteet. Toteutus voidaan määritellä projektin suunnittelussa yksilöityjen toimenpiteiden toteuttamiseksi projektiorganisaation valvonnassa. Projektin päättämisellä tarkoitetaan lopputuloksen luovuttamista vastaanottavalle taholle ja projektin toimintojen lopettamista. (Martinsuo ym. 2016, 201–202.)



Kuvio 4. (Martinsuo ym. 2016, 202).

#### 4.1 Projektisuunnitelma

Projektisuunnittelun tarkoituksena on varmistaa projektin tavoitteiden toteutuminen. Huonosti suunnitellun projektin ominaispiirteitä on aikataulusta myöhästyminen, kustannusten karkaaminen, resurssien riittämättömyys tai väärä ajoitus. (Pelin 2008, 83.)

Yleinen virhe kiiretilanteissa on ajatella, että kiritään aikataulua suunnittelusta ja siirrytään suoraan toteutusvaiheeseen. Monimutkaisissa projekteissa tämä saattaa johtaa isoihin ongelmiin. Suunnittelusta säästetty päivä antaa projektin toteuttamiseen vain yhden lisäpäivän, mutta hyvällä suunnittelulla saatetaan välttyä ongelmalta, joka aiheuttaa viikkojen viivästyksen projektin toteutuksessa. (Pelin 2008, 84.)

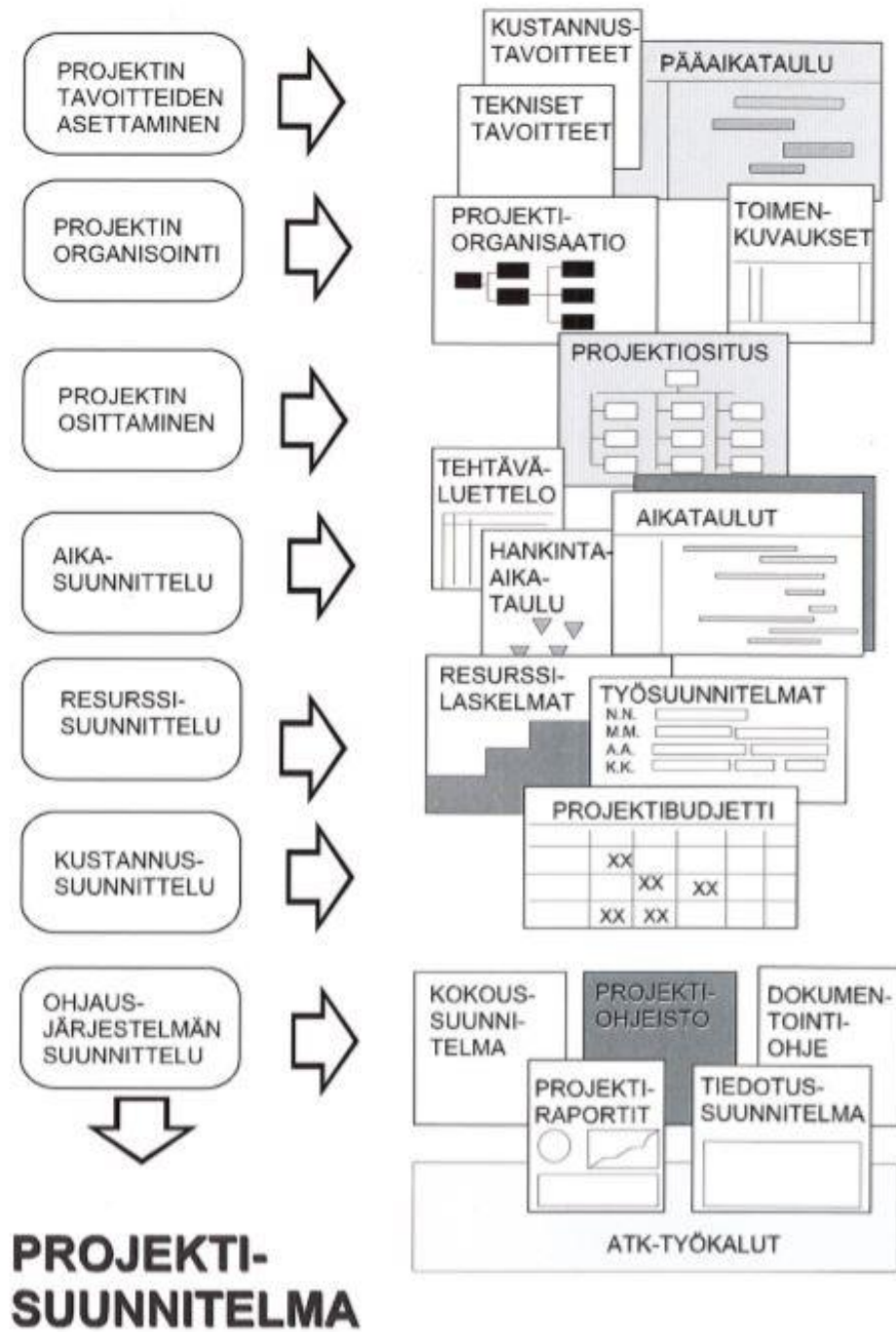
Hyvin tehty suunnitelma määrittää projektin sisällön, tavoitteet, aikataulun, budjetin ja resurssit. Projektisuunnitelma on keskeinen osa investointihakemusta tehtäessä. Samalla kun se yksilöi projektin sisältöä rahoittajalle tai projektin tilaajalle, se antaa kuvan projektiorganisaation ammattitaidosta. (Tekes 2010.)

Projektisuunnitelmaa laadittaessa pitää pyrkiä lopputulokseen, joka on totuudenmukainen ja se ilmentää laatimishetken parasta tietämystä. Projekti suunnitelmaa tehtäessä on syytä selvittää vastaukset seuraaviin kysymyksiin, ja ne ovat kuka? Mitä? Milloin? Miten ja kuinka paljon? (Pelin 2008, 85.)

Projektisuunnitelma rakentuu (Tekes 2010.):

1. projektin tarpeen kuvauksesta.
2. projektin tavoitteiden asettamisesta.
3. projektin toteutuksen erittelemisestä.
4. projektin aikataulusta.
5. projektin resursseista.
6. projektin työmäärästä ja kustannuksista.
7. projektin riippuvuuksista.
8. riskianalyyseista
9. tulosten hyödyntämisestä.

Projektisuunnitelman teko voidaan jakaa vaiheisiin (kuvio 5). Tärkeimmät vaiheista ovat tavoitteiden asettaminen, organisointi, aikataulutus, kustannussuunnittelu. Näitä vaiheita järjestyksessä seuraamalla varmistetaan projektisuunnitelman onnistuminen.



Kuvio 5. (Pelin 2008, 91).



## 4.2 Riskienhallinta

Ensimmäinen tehtävä projektin riskienhallinnassa on pyrkiä tunnistamaan projektin toteutukseen liittyvät riskit. Riskien ennakoimisessa käytetään menetelmää, jossa tutkitaan aiemmin toteutetuissa projekteissa ilmenneitä ongelmia. Voidaan olettaa, että samat ongelmat toteutuvat uusissakin projekteissa. (Pelin 2008, 221.) Jos projektiorganisaatiolla ei ole kokemusta aiemmista vastaavista projekteista on riskien ennakointi hankalampaa. Tässä kuitenkin voi käyttää menetelmää, jossa jaotellaan tunnetut ja tuntemattomat projektin muuttajat. Tuntematon muuttuja on aina riski, ja nämä priorisoidaan erikseen.

Potentiaaliset riskit on syytä kartoittaa ennen projektin toteutusta, koska muuten projektin toteutusvaiheessa joudutaan jatkuvasti painimaan uusien ongelmien kanssa. Kaikkia ongelmia ei pysty hyvälläkään valmistautumisella poistamaan, mutta yleisesti ajatellaan, että riskien kartoittamiseen käytetty työaika maksaa itsensä hyvällä katteella takaisin toteutusvaiheessa. (Pelin 2008, 221.)

Riskejä voidaan jaotella seuraavasti (Pelin 2008, 222.):

1. tekniset riskit
2. aikataulun riskit
3. taloudelliset riskit
4. organisaatio, henkilöt, tiedonkulku
5. ulkopuoliset hankinnat, toimittajat
6. asiakkaaseen liittyvät riskit
7. ympäristötekijät, luonnonolosuhteet
8. sopimukseen liittyvät riskit
9. tuotevastuuriskit
10. kansainvälisissä projekteissa kohdemaan riskit

Voimavarojen säästämiseksi on syytä selvittää projektin kriittiset alueet ja pyrkiä ennakoidaan niihin liittyviä riskejä. (Pelin 2008, 223). Uusi teknologia on tyypillinen projektin kriittinen alue, jota voidaan tarkastella tarkemmin. Pyritään tunnistamaan siihen liittyviä riskejä, kuten käyttöönottovirheet. Kun riski on tunnistettu, päätetään sopiva toimenpide riskin hallintaan. (Pelin 2008, 224.) Tässä tapauksessa se voisi olla esimerkiksi lisäkoulutus.

Riskien torjumiseksi on olemassa erilaisia toimintamalleja (Pelin 2008, 228–231.):

1. Riskien poisto

- Tehdään toimenpiteitä riskin poistamiseksi tai toteutumisen todennäköisyyden pienentämiseksi. Yksi tällainen on syy-seuraus analyysi, jossa ensin selvitetään riskien syitä, pyritään torjumaan syy, varaudutaan riskin toteutumiseen ja lopuksi päätetään toimenpiteet. Poistetaan riskin syy ja näin vältetään riskiltä (kuvio 6).

2. Riskin siirto

- Pyritään siirtämään riski jollekin ulkopuoliselle toimijalle, esimerkiksi vakuutusyhtiölle.

3. Projektisuunnitelman muuttaminen

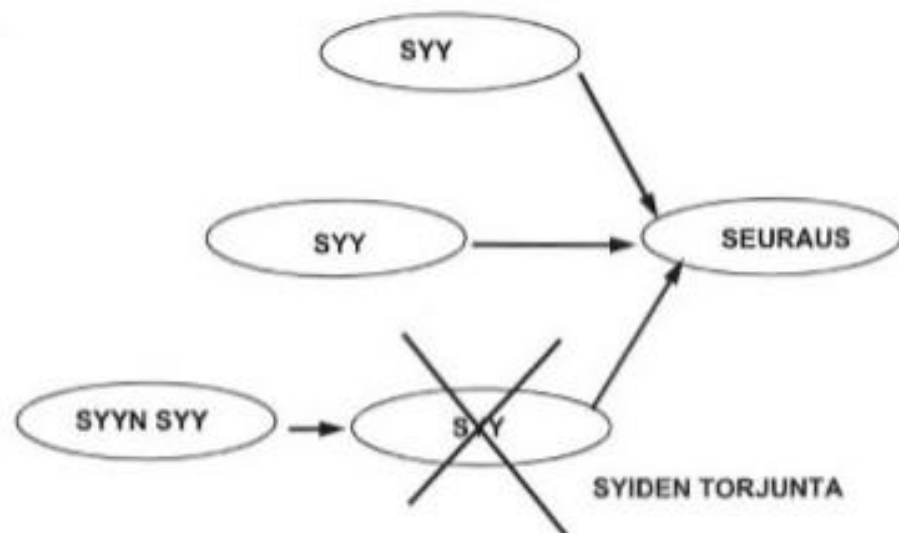
- Pyritään etsimään vaihtoehtoisia toimia projektin alueisiin joihin sisältyy merkittäviä riskejä.

4. Riskin hyväksyntä

- Ollaan valmiita hyväksymään arvioidun laajuinen riski ilman toimenpiteitä

5. Toteutumisen varalle tehtävät toimenpiteet varautumissuunnitelma

- Toimenpiteet kun riski toteutuu. Esimerkkinä varasuunnitelma.



Kuvio 6. (Pelin 2008, 229).

## 5 TUOTANNON KEHITYS

Tuotannon kehityksen ydintä on tuotantoprosessin kehittäminen. Tuotantoprosessin kehittämistä voi määritellä niin, että siinä on kyse tuotannon resurssien, valmistusprosessien, laitteiden ja työvoiman optimoinnista ja järjestelystä. Tuotannon resurssit pyritään järjestelemään niin, että ne edistävät asiakkaan odotuksia ja yrityksen tavoitteita parhaalla mahdollisella tavalla. (Martinsuo ym. 2016, 154.)

### 5.1 Tuotannon virtaus

Halutun kapasiteetin tavoittaminen edellyttää investointeja koneisiin, tuotantoympäristöön, valmistusmenetelmien ja prosessien kehittämiseen. Kappaletavaratuotannossa prosessit edellyttävät yleisesti kiinteitä ja vaikeasti liikuteltavia koneita. Tämän vuoksi koneet ja laitteet on järkevää järjestellä suuria ja toistuvia materiaalivirtoja ajatellen. Laitteiden ja koneiden tuotantoprosessissa järjestelyä kutsutaan termillä layout. (Martinsuo ym. 2016, 155.)

Koneiden järjestyksen ja työnvirtauksen kannalta erilaisia layout-tyyppejä on kolme, ja ne ovat funktionaalinen layout, tuotantolinja-layout ja solu-layout. On yleistä, että samassa tehtaassa on käytössä erilaisia layout-tyyppejä eri tuotteiden, eri työvaiheiden valmistuksen vaatimusten mukaan. (Martinsuo ym. 2016, 155.)

Layoutia suunniteltaessa tavoitteena on aina materiaalivirran optimaalinen sujuvuus. Näin tuotantoprosessin pitää olla sellainen, että materiaalien kuljetuksiin kuluisi mahdollisimman vähän voimavaroja ja aikaa. Näin ollen siirtyminen prosessin eri vaiheiden välillä tulisi olla sujuvaa ja välimatkojen mahdollisimman lyhyitä. Layoutsuunnittelussa on myös tärkeää ottaa huomioon yrityksen strategiset pitkän aikavälin suunnitelmat. Tuotantomäärien kasvu, tilojen jatkokäyttö ja mahdolliset pienemmät muutokset pitää huomioida layoutsuunnittelussa. (Martinsuo ym. 2016, 155.)

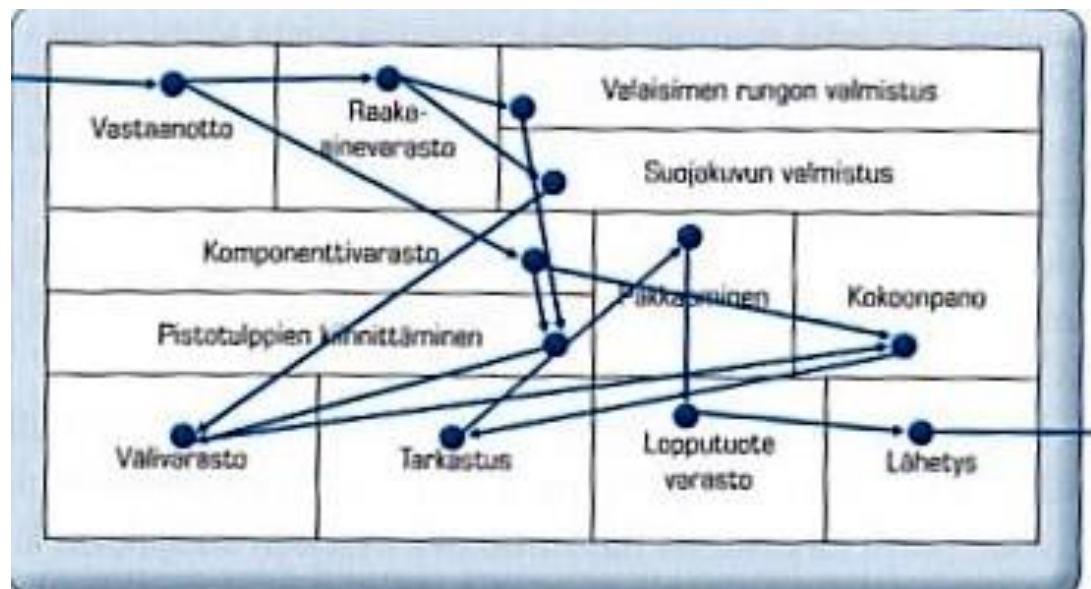
Layoutsuunnittelun muistilista (Martinsuo ym. 2016, 156.):

- Suunnittelun lähtökohtana on käytettävissä oleva tuotantotila. Tuotantotilaan liittyy aina omat erityispiirteensä, jotka tulee huomioida.

- Koneet ja tuotantotekniikka pitää mitoittaa tavoitteena olevien tuotantomäärien mukaan.
- Tuotantostrategiassa on määritelty miten tuotannon odotetaan kehittävän tiettyllä aikavälillä. Tämän perusteella arvioidaan missä laajuudessa layoutiin investoidaan.
- Työnkulkukaavio on avainasemassa layoutia suunniteltaessa.
- Pitää myös määritellä mitä tuotantoa tukevia toimintoja tarvitaan, esim. varastot ja jätehuolto.

## 5.2 Layout-tyypit

Funktionaalisessa layoutissa koneet ja työtilat on järjestetty tehtävien samankaltaisuuden perusteella ryhmiin. Esimerkiksi eri sorvit on järjestetty samaan tilaan koska niillä suoritetaan samankaltaisia tehtäviä (kuvio 7).



Kuvio 7. (Martinsuo ym. 2016, 158).

Funktionaalisen layoutin käyttö on suositeltavaa, kun tuotanto sisältää monia erilaisia tuotteita joiden kysyntää on hankala ennustaa tai on muuten vähäistä. (Röyttä 1988, 27).

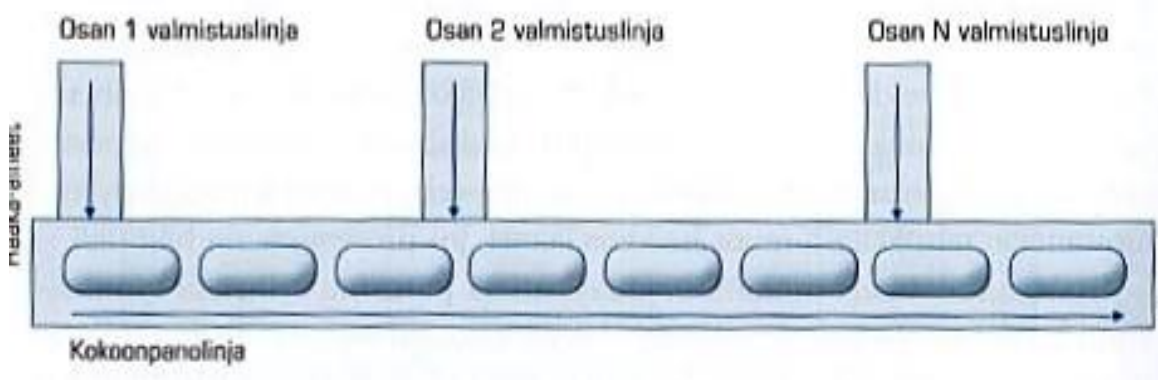
Funktionaalisen layoutin etuja ovat, että työntekijöiden on helpompi erikoistua määrättyihin työvaiheisiin ja tuotantokoneisiin. Etuna voidaan pitää myös sitä, että koneiden kuormitusta on helpompi jakaa, kun lähistöltä löytyy vastaaviin toimintoihin kykeneviä laitteita. Funktionaalinen layout sisältää myös merkittäviä haittoja. (Röyttä 1988, 27.)

Suurimmat haitat löytyvät kilpailukyvyn puolelta ja ne lisäävät merkittävästi ja ne lisäävät merkittävästi kustannuksia. Tehokasta tuotantoa häiritsevät (Röyttä 1988, 27.):

- Pitkät välimatkat ja turhat siirrot.
- Materiaalin ruuhkautuminen pullonkaulalaitteille.
- Pitkät läpimenoajat, joista seuraa puolivalmiiden tuotteiden suuri määrä.
- Epätasainen työtahti.

Funktionaalista layoutia suunniteltaessa on suositeltavaa edetä niin, että aluksi määritellään työpisteet ja niiden tarvitsemat tilat. Tämän jälkeen selvitetään sopiva ajanjakso, jolta otetaan referenssi materiaalivirta. Kun tutkimusmateriaalia on riittävästi, tunnustetaan työpisteiden väliset materiaalin siirrot referenssiajanjaksolta ja pyritään määrittämään siihen liittyviä ongelmakohtia. Lopuksi selvitetään, mitä muita sijoitteluun vaikuttavia seikkoja on syytä ottaa huomioon, esimerkiksi työturvallisuus tai laajennustarpeet. (Martinsuo ym. 2016, 157.)

Tuotantolinja-layoutissa koneet ja työtilat sijoitetaan tuotteen työnkulun mukaisesti (kuvio 8). Esimerkiksi autoteollisuudessa kori kulkee päälinjalla, johon yhdistyy useita pienempiä linjoja. Päälinjalla suoritetaan kokoonpano. (Martinsuo ym. 2016, 159.)



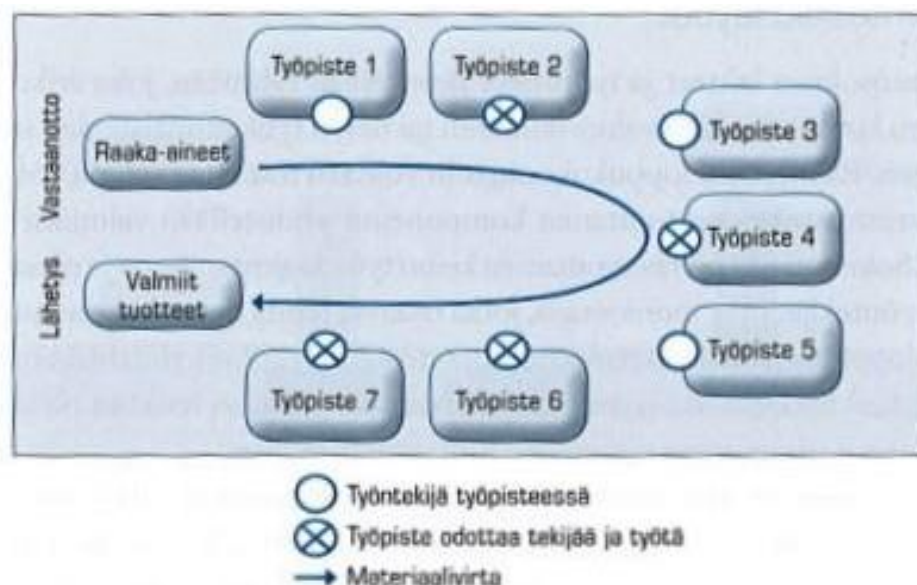
Kuvio 8. (Martinsuo ym. 2016,160).

Optimitilanteessa tuotantolinjalla työ etenee vaiheesta toiseen ilman erillisiä siirtoja. Tuotantolinja on tarkoitettu yhden tuotteen/tuoteperheen valmistukseen, joten koneet ovat hyvin erikoistuneita ja volyymit suuria. Tuotantolinja-layout sopii kapeaan tuotevalikoimaan, jossa volyymit ovat suuria.

Tuotantolinja-layoutissa tavoitellaan niin suurta volyymia ja kuormitusastetta (massatuotanto), että tuotteiden alhaiset yksikkökustannukset kattavat tuotantolinjasta aiheutuvan merkittävän investointitarpeen. Tuotantolinjaa on hankala muuttaa tuoteperheen muuttuessa. Lisäksi tuotantolinja vastaa heikosti kapasiteetin nosto paineisiin. Tuotantolinja on haavoittuvainen pienillekin häiriöille. Häiriön sattuessa koko tuotanto saattaa pysähtyä. (Martinsuo ym. 2016, 159.)

Tuotantolinja-layoutin suunnittelussa kannattaa muistaa, että lähtökohtana on arvon lisääminen raaka-aineesta lopputuotteeksi. Pitää määrittää tarvittavat tehtävät oikeaan järjestykseen tuotteen valmistamiseksi. Tämän jälkeen luodaan selkeä työkulkukaavio, jossa on otettu eri työvaiheiden väliset riippuvuudet. Ja lopuksi suoritetaan laskelmat linjaston sovittamiseksi haluttuun volyymitasoon. (Martinsuo ym. 2016, 160.)

Tuotantosolu-layoutissa yhden tuotteen valmistamiseen tarvittavat laitteet ja koneet ovat järjestetty samaan tuotanto tilaan. (kuvio 9). Voidaan sanoa, että tuotantosolu on funktionaalisen ja linjalayoutin yhdistelmä. Funktion laitteet on koottu yhteen tilaan, jossa työskentely on tuotantolinjamaista. (Martinsuo ym. 2016, 161.)



Kuvio 9. (Martinsuo ym. 2016, 162)

Tavoitteena on, että pystytään valmistamaan saman tuoteperheen tuotteet alusta loppuun samassa solussa. Tuotantosolu on joustava tuotteiden volyymin tai eräkoon suhteen. Solulle ominaista on, että asetusajat ovat lyhyitä siirryttäessä eri tuotteista toiseen. Materiaalivirrat ovat sujuvia, eikä ole suurta tarvetta välivarastoille. Solua ohjataan niin, että koko solua kuormitetaan kerralla, eikä solun yksittäisiä työpisteitä. Tuotantosolun sisällä eri laitteiden kuormitus voi vaihdella merkittävästi. Pääasia kuitenkin on, että solu sisältää kaikki tarvittavat laitteet. (Martinsuo ym. 2016.)

Tuotantosolun etuja listattuna (Röyttä 1988, 33.):

- työtehtävien monipuolisuus
- lyhempi läpimenoaika
- vähemmän puolivalmiita (vähemmän sidottua pääomaa).
- parempi tuottavuus.

Solu-layoutia suunniteltaessa ensiksi huomioidaan, että tuotteet pitää saada kerralla valmiiksi. Selvitetään työnkulku ja kootaan soluun tarvittavat laitteet ja koneet työnkulun mukaiseen järjestykseen. Tässä pitää ottaa huomioon mahdollisesti tarvittavat varastotilat, jotta työnvirtaus olisi mahdollisin sujuvaa. (Martinsuo ym. 2016, 163.)

### 5.3 Layout-tyypin valinta

Layout-tyypin valinta aloitetaan tunnistamalla eri layout-vaihtoehtojen ominaisuuksia. Tarkastellaan eri tyyppien vahvuuksia ja heikkouksia. Pitää ottaa huomioon tuotantolaitoksen tilat sekä miten eri layout-tyypit täyttävät yrityksen ja asiakkaan asettamat tavoitteet.

Layout-tyypin valinnassa voidaan käyttää taulukointimenetelmää hyödyksi (taulukko 1).

Taulukko 1. (Röyttä 1988, 38).

Vertailu- peruste	Valmistusjärjestelmä	Funkti- naalinen	Tuotantolinja (virtausperiaate)	Solu	Joustava valmis- tusrjestelmä
Investoinnit		suuret	keskisuuret <input type="checkbox"/>	pienet <input checked="" type="checkbox"/>	erittäin suuret
Tilantarve		suuri	pieni <input checked="" type="checkbox"/>	keskisuuri <input type="checkbox"/>	keskisuuri <input type="checkbox"/>
Kuljetustarve		suuri	erittäin hyvä <input checked="" type="checkbox"/>	pieni <input type="checkbox"/>	erittäin pieni <input checked="" type="checkbox"/>
Läpimenoaika		pitkä	lyhyt <input checked="" type="checkbox"/>	melko lyhyt <input type="checkbox"/>	lyhyt <input checked="" type="checkbox"/>
Häiriöiden vaikutus		pieni <input checked="" type="checkbox"/>	suuri	keskisuuri <input type="checkbox"/>	erittäin suuri
Joustavuus — henkilöstön — eräsuuruuden ja — työvaihejärjestyksen suhteen		erittäin suuri <input checked="" type="checkbox"/>	vähäinen	keskisuuri <input type="checkbox"/>	erittäin suuri <input checked="" type="checkbox"/>
Yksilöllisen suoritusalueen laajentaminen		mahdollista <input checked="" type="checkbox"/>	rajoitetusti mahdollista <input type="checkbox"/>	mahdollista <input checked="" type="checkbox"/>	ei mahdollista
Vastuu useista eri toiminnoista		rajoitetusti mahdollista <input type="checkbox"/>	luskun mahdollista	mahdollista <input checked="" type="checkbox"/>	mahdollista <input checked="" type="checkbox"/>
Mahdollisuudet sosiaalisiin kontakteihin		melko hyvät <input type="checkbox"/>	huonot	erittäin hyvät <input checked="" type="checkbox"/>	melko hyvät <input type="checkbox"/>
Arviointi		<input checked="" type="checkbox"/> erittäin hyvä — hyvä	<input type="checkbox"/> hyvä — melko hyvä		

Valmistettavien tuotteiden volyymi, eräkoot ja eri tuotantolaitteisiin kohdistuva kuormitus yhdessä layout-tyyppin vaatimien investointien kanssa määrittävät soveliaan layout-tyypin.



## 6 TELANPINNOITUSPROJEKTI

Telanpinnoitusprojekti aloitettiin keväällä 2018. Projektin käynnistämisesä pidettiin kii-  
rettä, jotta saataisiin investointihakemus nopeasti liikkeelle. Projektin päämäärät olivat  
kohtuullisen selkeät, mutta tavoitteiden tarkka määrittäminen vaati aikaa ja paneutu-  
mista. Projektioorganisaatioksi muodostui allekirjoittanut projektipäällikkönä yhdessä lin-  
jaorganisaation kanssa. Projektin määrittelemiseksi järjestettiin viikoittaisia palavereja,  
joihin kutsuttiin linjaorganisaatiosta kulloinkin käsiteltävänä olevan aihepiirin asiantunti-  
joita.

Laajuustavoitteena määriteltiin telakoko, jonka valmistaminen pitää onnistua sujuvasti  
omissa tuotantotiloissa. Aikatavoitteena asetettiin päivämäärä, jonka jälkeen myynti-  
osasto voi antaa tarjouksia ko. telatyypeistä. Kustannustavoitteena oli teettää työt ali-  
hankintana ja pysyä määritellyssä budjetissa niin, että talon omaa henkilökuntaa ei tar-  
vitse kuormittaa.

Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään vain projektin suunnitteluvaihetta, investointipäätök-  
seen asti. Projektin kiireisen aikataulun ja rajallisten resurssien vuoksi suunnittelussa ei  
voitu keskittyä kovin yksityiskohtaisesti projektin eri osiin. Suunnittelu tehtiin karkealla  
tasolla.

### 6.1 Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelmaa valmisteltiin tilanteessa, jossa projektille ei ollut vielä rahoitusta.  
Tekes vaatii rahoitushakemusten pakollisena liitteenä projektisuunnitelmaa, ja on luonut  
ohjeen suunnitelman tekemiseksi (Tekes 2010). Ohjeen todettiin sopivan hyvin rungoksi  
tähänkin projektisuunnitelmaan, vaikka investointimäärärahaa haettiin yrityksen si-  
sällä. Projektisuunnitelma pyrittiin suhteuttamaan projektin kokoon, joten siinä ei lähdetty  
hirveän syvällisesti punnitsemaan projektin eri vaiheita.

Projektisuunnitelman johdannossa kuvataan projektin lähtökohdat. Lähtökohtien selvit-  
tämiseksi tutustuttiin telakauppaprojektin kokouspöytäkirjoihin ja haastateltiin projektiin  
osallistuvia henkilöitä.

Tarveosiossa pyritään kuvaamaan nykytilaa siitä kuvakulmasta, että miksi projekti on tarpeellinen. Tavoitteissa määritetään karkeasti suunta, johon projektin läpivienti johtaa. Toteutussuunnitelmassa eritellään tarvittavat toimet projektintavoitteiden saavuttamiseksi.

Aikataulu laadittiin GANT-kaavioille, johon eriteltiin tehtävät työvaiheet ja välitavoitteet. Aikataulu perustuu toimittajilta saatuihin arvioihin ja alihankkijoiden haastatteluihin. Voimavaraksi laskettiin vain suoraan projektinhallintaan kuluvat voimavarat. Näin ollen opin- näytetyön tekijä, projektipäällikkönä, oli ainoa, jolle projektia kuormitettiin.

Kustannusarvio on karkea ja perustuu saatuihin tarjouksiin. Tässä on huomioitavaa, että hankittaessa käytettyjä koneita ja laitteita kustannusarviot ovat suuntaa antavia. Haluttu kone ei välttämättä ole kaupan enää hankintahetkellä.

Riskienhallinnassa oltiin hyvin suuripiirteisiä, ja monia pienempiä riskejä hyväksyttiin.

## 6.2 Riskienhallinta

Tässä työssä ei oteta kantaa projektin liiketoiminnallisiin riskeihin. Taloudelliset riskit rajattiin käsittämään suunnitellun budjetin paikkaansa pitävyyttä. Riskien arviointi aloitettiin tunnistamalla kriittiset alueet projektista. Kriittisten riskien katsottiin olevan aikataulu ja talous, jotka jo lähtökohtaisesti ovat toisiinsa limittyneitä. Tämän jälkeen kohdistettiin resurssit aikataulun ja talouden riskien arviointiin.

Seuraavaksi alettiin listaamaan mahdollisia riskejä, jotka realisoituvat kohdistetuilla alueilla. Riskit koottiin tarkistusluetteloksi (taulukko 2), joka toimitettiin projektisuunnitelman liitteenä.

Taulukko 2. Riskien tarkistusluettelo.

## Tarkistusluettelo

### Aikatauluun liittyvät riskit

### Toimenpide

x	Investointipäätös viivästyy	Viestintä johtoryhmälle aikataulun kriittisyydestä
x	Koneiden toimitukset myöhästyvät	Tuplavarmistus toimittajalta aikataulun pitävyydestä
x	Asennuksessa ilmenee ongelmia	Asennus alihankintana ja alihankkijan asennussuunnitelma
x	Alihankkijan resurssipula	Kontaktointi ja aikataulujen päivitys
x	Tuotantotilan päällekkäinen kuormitus	Siirretään vanhat toiminnot hyvissä ajoin uusiin tiloihin
x	Liian epämääräinen aikataulutus	Määritetään aikataulutukselle riittävä/realistinen taso
x	Töiden alisteisuus	Suunnitellaan joustavaksi, painotetaan kriittiset vaiheet
x	Konekaupasta myöhästyminen	Sovitetaan alustavasta varauksesta myyjän kanssa

### Talouteen liittyvät riskit

x	Konehankintojen kustannukset karkaavat	Varataan koneet, painotetaan aikataulua
x	Modifioinnin ennakoitamattomat kulut	Mahdollisuuksien mukaan myyjän vastuulle
x	Epätarokka kustannuslaskelma	Tarkistetaan kustannusarviot ja saadut tarjoukset
x	Tuotantotilan rakenteet (muutostyöt)	Tutkitaan rakennepiirrustukset ja huomioimaan layoutissa

Toimenpiteillä pyrittiin vaikuttamaan riskin todennäköisyyteen, siirtämään riski ulkopuoliselle toimijalle, poistamaan riski kokonaan tai riski hyväksyttiin. Esimerkkitapauksena, modifioinnin kuluihin sisältyvä riski siirrettiin koneen toimittajalle. Tuotantotilan rakenteisiin liittyvä riski poistettiin tutkimalla rakennepiirrustuksia ja huomioimalla perustukset layoutsuunnittelussa.

## 7 TELANPINNOITUSPROSESSIN KEHITYS

Telanpinnoitusprosessin kehittäminen aloitettiin määrittämällä päämäärät ja tarpeet, joita prosessille asetetaan. Katsottiin, että 1. prioriteetti on kyky pinnoittaa aiempaa isompia teloja. Uusien asiakkuuksien hankkimiseksi on ensiarvoisen tärkeää, että kyetään vastaamaan yksittäisen asiakkaan kaikkiin telatarpeisiin. 2. prioriteetiksi määriteltiin tuotantokapasiteetin lisäys ja sujuvampi työnvirtaus.

Pinnoitettavan telan koolle asetettiin tavoitteeksi, että pitäisi pystyä valmistamaan vähintään  $D > 700\text{mm}$  ja  $L > 5000\text{mm}$ , kun aiemmat maksimitat ovat  $D < 500$  ja  $L < 2800$ . Tämä tarkoittaa käytännössä, että piti hankkia isompia työstökoneita ja apulaitteita. Olemassa oleviin valmistuspisteisiin ei tilaustauden vuoksi ollut mahdollista sijoittaa aiempaa isompia tuotantolaitteita.

Tuotantokapasiteetin kasvattamisessa yhtenä isona ongelmana havaittiin olevan tuotantolaitteiden kuormitus. Erityisesti pursotinkone havaittiin ongelmalliseksi, koska kumitus-tilannetta varten pitää tuotantotilaa järjestellä uudelleen. Pursotinkone on pääasiallisesti kuormitettu eri tuoteryhmien käyttöön. Työnvirtauksen kehityksen esteenä nähtiin olevan käytössä oleva funktionaalinen layout-tyyppi.

Edellä mainittujen haasteiden ratkaisemiseksi päätettiin varata lisää tuotantotilaa ja aloittaa tarvittavien laitteiden, sopivan valmistusjärjestelmän ja sitä kautta toimivan layout-tyypin kartoitus.

### 7.1 Tuotannon virtaus

Käytössä ollut funktionaalinen valmistustapa koettiin ongelmalliseksi. Telarunkojen hiekkapuhallus toteutetaan alihankintana, urakoitsijan omissa tiloissa. Tästä seuraa rahtikustannuksia ja merkittävä läpimenoajan kasvu. Tehtaalla suoritettavat pinnoitus ja koneistus tehdään eri puolella rakennusta sijaitsevilla tuotantotiloissa, joita ovat kumisorvaamo ja suulakepuristusosasto. Näiden välillä joudutaan kulkemaan ulkokautta. Tuotteet pakataan lavalle välikuljetusta varten, eikä kumisorvaamon tilarajoitteiden vuoksi ole mahdollista siirtää kerralla useampia tuotteita sorvaamoon välivarastoon.

Seuraavaksi tehtiin eri layout-tyyppien laadullinen vertailu (taulukko 3). Tämä ei välttämättä olisi ollut tarpeellista, koska asiaa pidettiin ilmeisenä, mutta haluttiin kuitenkin varmistua, että harkinta on suoritettu riittävän syvällisesti.

Taulukko 3. Laadullinen vertailu.

#### LAADULLINEN VERTAILU

	Vahvuude	Heikkoudet
Tuotantolinja	Tuotannonohjauksen ongelmattomuus. Tehokas ja nopea. Suuri kapasiteetti.	Joustamattomuus. Erittäin suuret perustamiskustannukset. Ei pystytä kuormittamaan riittävästi
Funtionaalinen	Erittäin joustava huomioiden muut tuoteryhmät. Olemassa oleva ja näin ollen edullinen. Hyvä häiriönsieto.	Hankalat materiaalivirrat. Huono työnvirtaus. Koneiden kuormitus vaatii paljon ohjausta. Hidas läpimeno. Joustamattomat tilat.
Solu-layout	Kohtuulliset perustamiskustannukset. Hyvä työn ja materiaalien virtaus. Joustava jatkokehittää.	Vaatii investointeja. Koneiden epätasainen kuormitus.

Layout-tyyppiä vertailtaessa todettiin, että solu-layout on kustannustehokkain vaihtoehto. Tämän perusteella tehtiin päätös, että tuotantosolu sisältää ensivaiheessa telan pinnoitukseen ja koneistukseen tarvittavat koneet ja laitteet. Hiekkapuhallus, bondaus ja vulkanointityövaiheet otetaan layoutsuunnittelussa huomioon, jotta nämä työvaiheet voidaan myöhemmin sujuvasti lisätä soluun. Seuraavaksi päätettiin tuotantotila, johon solu tullaan rakentamaan ja käynnistettiin laitehankintaprosessi.

Sorvin hankinnassa tukena käytettiin arvoanalyysia (taulukko 4). Arvoanalyysi oli hyödyllinen apuväline, koska kartoitimme käytettyjä sorveja. Edes lähelle vaatimukset täyt-

täviä koneita ei ollut kovin montaa markkinoilla. Vähäisestä määrästä huolimatta markkinoilla olleet sorvit vaihtelivat merkittävästi kunnon, ominaisuuksien ja hintansa puolesta. Vaihtelusta huolimatta kävi ilmeiseksi, että jonkinlainen kompromissi oli tehtävä.

Taulukko 4. Arvoanalyysi.

## ARVOANALYYSI

Sorvit

Tavoitetmitat: L = 6000 D = 800

Kustannuslaskelman hinta-arvio/tavoite = 48000€

Sorvi	Ominaisuus		Modifioitavuus	Lisälaitteet	Kunto	Sijainti	Toiminnallisuus	Yhteensä
	Hinta	Koko						
SRM125/8000	3	4	3	3	3	2	3	9,9
MI1658	4	2	3	3	3	5	3	10,9
VDF v45	5	3	1	3	2	4	2	9,5
Heyligenstad	2	2	2	3	3	2	2	7,6
TOS 125	1	2	2	3	3	3	4	8,4
Painokerroin	0,7	0,3	0,4	0,3	0,7	0,3	0,6	

Painokertoimet määritettiin projektipalaverissa, ja samalla sovittiin, että arvoanalyysia käytetään apuna valittaessa laitteet, joihin tutustutaan tarkemmin.

## 7.2 Layout

Layout-suunnitelmaa luonnosteltaessa toimivimmaksi ratkaisuksi todettiin tapa, jossa telat pinnoitetaan ja koneistetaan samassa solussa. Muut työvaiheet jäisivät edelleen funktionaalisen valmistustavan piiriin. Toisin sanoen kokonaisuus tulisi olemaan yhdistelmä funktionaalista ja solu-layoutia.

Yhdistelmäratkaisuun päädyttiin osittain aikatauluhaasteiden ja toisaalta budjetin asettamien haasteiden vuoksi. Vulkanoinnin ja rungon hiekkapuhalluksen/bondauksen sijoittaminen tulevaan valmistussoluun vähintään kaksinkertaistaisi kustannukset, eikä tähän olla nykyisillä myyntivolyyymeillä valmiita sijoittamaan enempää resursseja.

Telasolulle oli aluksi kaksi vaihtoehtoista sijoitusvaihtoehtoa. Näistä tiloista ensimmäinen oli tyhjiällä ja toinen toimi trading-tuotteiden varastona. Monien vaiheiden jälkeen päädyttiin tilaan, joka aiemmin toimi varastokäytössä. Päätöstä puolsi tilaan jo valmiiksi tuleva prosessivesi, sähköliitynnät ja yrityksen tilojen käyttöä koskeva strategia.

Kun tuotantotila oli lyöty lukkoon, listattiin muutamia tiloihin/tekniikkaan liittyviä rajoitteita. Kaikki tulevat työpisteet vaativat nosturin. Tiloihin asennettavassa siltanosturissa on luonnolliset liikerajoitteet mentäessä ääriasentoihin. Tämän vuoksi työpisteitä ei voi sijoittaa lähemmäksi 1.5 metriä seinästä.

Uusi hankittava sorvi painaa arviolta 20 tuhatta kiloa, jonka vuoksi piti selvittää tilan rakenteiden kestävyyttä. Kiinteistö on vanha ja vuosien saatossa osa rakennuspiirustuksista oli hävinnyt. Erityisesti tässä vaiheessa kiinnostuksen kohteena oli lattian paksuus ja paalutus. Mittavan tutkimustyön jälkeen tarvittavat kuvat löytyivät kunnan rakennusvirastosta.

Rakennuspiirustuksista voitiin arvioida, että lattian kantokyky oli hyvin lähellä maksimia uuden sorvin osalta. Näin ollen päädyttiin sijoittamaan kone paalutusten päälle. Tämä oli määräävä tekijä muiden laitteiden sijoittelussa. Jäljelle jäävien työpisteiden sijoittelussa huomioitiin työn sujuvuus, jonka puolesta sijoittelu oli yllättävänkin joustavaa. Jäljelle jäi vielä tilan jatkokäytön huomioiminen, jonka johdosta päädyttiin mahdollisimman kompaktiin tuotantosoluun, jotta tiloihin voidaan tarvittaessa sijoittaa muitakin työpisteitä. Huomioitiin vulkanoinnin vaatima autoklaavi ja viereisen tilan mahdollinen hyödyntäminen hiekkapuhallukseen ja bondaukseen.

Layout-kuvaa (liite 1) lähdettiin piirtämään Auto CAD -ohjelmistolla. Tässä vaiheessa pyydettiin tuotantohenkilöstöltä mielipiteitä ja ehdotuksia työn sujuvuuden lisäämiseksi. Layout-piirroksen sijoitettiin tarvittavat työpisteet ja koneet. Sähkö ja lvi-työt dokumentoidaan, kun koneet on asennettu paikoilleen ja kytkentätyöt ovat ajankohtaisia.

## 8 POHDINTA

Työn tavoitteiksi oli määritelty kyky täyttää tela-asiakkaiden kasvaviin telakokoihin liittyvät tarpeet, tuotantokapasiteetin kasvu, työnvirtauksen kehittäminen ja näiden toteuttamiseksi käynnistettävän projektin sujuva eteneminen.

Suunniteltujen laitehankintojen jälkeen Reka Kumi Oy:llä on kyky pinnoittaa aiempaa huomattavasti suurikokoisempia teloja ja rullia. Myyntipäällikkö Eero Rintalan kanssa pidetyn palaverin pohjalta voidaan todeta, että pystytään vastaamaan yli 90 %:iin saapuvista tarjouspyynnöistä. Tuotantokapasiteetin kasvatusavoitteeseen vaikuttaa laitekapasiteetin kasvu ja tuotannon tehokkuus. Uudella solutuotantomenetelmällä saadaan tehostettua tuotantoa. Erityisesti valmis tuotantosolu, joka on korvamerkitty telapinnoitukseen tehostaa tuotantoa merkittävästi verrattuna vanhaan funktionaaliseen tuotantomenetelmään verrattuna. Vanhassa menetelmässä eri työpisteitä piti uudelleen järjestellä ennen telojen työstämistä. Tuotantosolun suunnitteluun käytettiin järjestelmällisen layoutsuunnittelun menetelmiä. Työnvirtauksen kannalta merkittävin kehitys toteutuu vasta jatkokehitysvaiheessa, johon palataan tekstissä myöhemmin. Kehitysprojektin sujuva eteneminen pyrittiin varmistamaan riittävän yksityiskohtaisella projektisuunnittelulla. Projekti saatiin käyntiin ajallaan ja aikataululle esitetyt tavoitteet täytettyä. Projektin etenemisen kannalta merkittävät suunnitelmat olivat valmiina, eikä isoja, täysin ennakoimattomia yllätyksiä sattunut matkavarrella.

Työn tulosta arvioitaessa voidaan todeta, että uusi layout on toimiva ja vallitsevissa olosuhteissa paras mahdollinen. Projektisuunnitelma oli riittävän kattava, mutta riskienhallintaan olisi voinut paneutua hieman enemmän. Useimmissa tapauksissa ei olla valmiita hyväksymään riskejä tässä laajuudessa. Käytännössä parempi riskien ennakointi olisi johtanut tarkempaan budjetointiin, joka tämän projektin osalta oli, jos ei suunta-antava, niin ainakin suuripiirteinen.

Oppimisen kannalta työn suorittaminen antoi merkittävästi lisää projektinhallinnan ja tuotannon kehittämisen osaamista. Työtä tehdessä pääsi tekemään yhteistyötä, niin monialaisen alihankintaverkoston, kuin tilaajan oman linjaorganisaation kanssa. Tämä antoi paljon lisää kokemusta töiden ja vastuiden osittamisesta.

Tuotantosolun tehokas toiminta edellyttää jatkokehitystä, jota voidaan ohjata tehokkaasti, kun tuotantosolu on käynnistynyt ja saadaan tarkemmin analysoitua tuotannon



sujuvuutta. Tämän vuoksi, solun käyttöönoton jälkeen kehitysprojekti olisi hyvä siirtää linjaorganisaatiolle jatkuvan parantamisen menetelmiä noudattaen. Jatkokehityksessä merkittävin asia tulisi olla telanrunkojen pintakäsittelyn ja vulkanoinnin tuominen samaan soluun. Tämän toteuttamiseksi pitää myyntivolyymin kehittyä myönteisesti, jotta investointikynnys ylittyisi. Jatkokehittämisen myötä saavutetaan merkittävästi tehokkaampi materiaali- ja työnvirtaus. Materiaali- ja työnvirtausta kehittäessä on syytä laatia yksityiskohtaiset visualisoinnit työnvirtauskaavion muodossa. Tätä työtä tehdessä työnvirtauskaavion tekeminen ei ollut tarkoituksenmukaista. Tuotannon vähäisyydestä johtuen olisi virtausten todentaminen jäänyt oletuksen asteelle. Ilman tarkkaa mittausta saatu, arvioihin perustuva data on tässä tapauksessa käyttökelvotonta.

## LÄHTEET

Martinsuo, M.; Mäkinen, S.; Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita.

Pelin, I. 2008. Projektinhallinnan käsikirja. 5., uudistettu painos. Helsinki: Projektijohtaminen Risto Pelin.

Röyttä, E. 1988. Tuotantotekniikka. Juva: WSOY.

Tekes 2010. Projektisuunnitelma. Ohje. Viitattu 23.5.2018. [https://www.esmo.fi/sivut/wp-content/uploads/2015/05/projektisuunnitelman\\_laatiminen.pdf](https://www.esmo.fi/sivut/wp-content/uploads/2015/05/projektisuunnitelman_laatiminen.pdf)

## Telasolun Layout

