



**KAPASITEETTIHANKKEIDEN MENESTYKSELLINEN TOTEUTTAMINEN
VALMISTUSYRITYKSESSÄ. SYSTEMAATTISEN TOIMINTATAVAN LUOMI-
NEN TUOTANNON KAPASITEETTIHANKKEISIIN**

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalouden diplomityö

2022

Iina Kosonen

Tarkastajat: Professori Tuomo Uotila, TkT Mirva Hyypiä

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Teknis-luonnontieteellinen

Tuotantotalous

Iina Kosonen

Kapasiteettihankkeiden menestyksellinen toteuttaminen valmistusyrityksessä. Systemaattisen toimintatavan luominen tuotannon kapasiteettihankkeisiin

Tuotantotalouden diplomityö

2022

54 sivua, 8 kuvaa, 1 taulukko ja 2 liitettä

Tarkastajat: Professori Tuomo Uotila, TkT Mirva Hyypiä

Avainsanat: Kapasiteetti, Kapasiteetin hallinta, Kapasiteetin lisäys, Kapasiteettiprojekti, Tuotannon kapasiteetti, Projektinhallinta, Projektimalli

Valmistusyrityksissä yksi keskeisimmistä operatiivisen toiminnan osa-alueista on tuotantokapasiteetti ja sen hallinta. Tuotantokapasiteetilla tarkoitetaan sitä maksimitasoa arvoa tuottavasta toiminnasta jollakin ajanjaksolla, jonka prosessi voi tuottaa normaalioloissa. Osana kapasiteetin hallintaa on kapasiteetin laskenta ja tarvittaessa kasvattaminen. Jotta kapasiteettia voidaan laskea ja kasvattaa, tulee tuotantokapasiteetin, sen hallinnan ja tarkasteltavan prosessin erityispiirteitä ymmärtää, sillä teoria ei anna kapasiteetin laskentaan tai kasvattamiseen yksiselitteistä vastausta.

Tässä tutkimuksessa on pyritty löytämään ratkaisuehdotus siitä, kuinka tuotannonkapasiteettia voidaan kasvattaa menestyksellisesti systemaattisen toimintatavan avulla. Tutkimus on toteutettu laadullisena tutkimuksena, jonka tiedonhankinnan strategiana on ollut kirjallisuuskatsaus sekä tapaus-tutkimus kohdeyrityksessä. Tutkimuksessa on tarkasteltu kirjallisuuskatsauksen avulla tuotantokapasiteettia ja projektinhallintaa, sekä tuotantokapasiteetin kasvattamisen hankkeiden nykytilaa kohdeyrityksessä haastatteluiden avulla.

Tutkimuksessa on tuotu esille kapasiteetin hallintaan liittyvät sisäiset ja ulkoiset tekijät, sekä kapasiteetin hallintaan liittyvät lyhyen ja pitkän aikavälin erot, sekä keskeiset työkalut kapasiteetin laskentaan. Kohdeyrityksen nykytilan analyysissa todetaan, että kapasiteetin kasvattamista on aiemmin toteutettu osin projektinhallinnan avulla ja suurimmat haasteet ovat olleet kapasiteetin laskennan lisäksi puutteellinen viitekehys toteuttaa kapasiteetin nostoon tähtäviä projekteja. Projektinhallinnan teoria osoittaa, että yhtenäisellä metodologialla voidaan aikaansaada merkittäviä parannuksia projektien hallinnassa.

Tutkimuksen tuloksena syntyneen metodologian, eli standardoidun projektinmallin käyttämisellä voidaan yrityksessä tukea parhaiten tuotannon kapasiteetin nostoa, varmistaa hankkeiden yhtenäiset kriteerit ja systemaattinen läpivieminen.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

School of Engineering Science

Industrial Engineering and Management

Iina Kosonen

Successful execution of capacity projects in a manufacturing company. Creation of a systematic approach to capacity projects

Master's thesis

2022

54 pages, 8 figures, 1 table and 2 appendixes

Examiners: Professor Tuomo Uotila, D.Sc. (Tech.) Mirva Hyypiä

Keywords: Capacity, Capacity Management, Capacity expansion, Capacity project, Production capacity, Project management, Project Model

One of the most essential part of operations in a production company is production capacity and capacity management. Production capacity is the maximum level of output, in a value adding process, under some period. As a part of capacity management, there is capacity calculation and, in some cases, capacity increase decisions. To be able to calculate and increase capacity, one needs to understand the special characteristics of capacity, it's management and the process in question, since there is no unequivocal solution for those.

This thesis aims to find a proposed decision on how to increase capacity successfully in a systematic way. Thesis was conducted as qualitative research within a Finnish technology company investigating its capacity increase project's current state. Literature review focused on capacity management and project management.

Most important findings for this thesis were the different internal and external issues that impacts on capacity management, capacity calculation tools, as well as differences between short term and long-term solutions in capacity management. It was found with the current state analysis, that the company lacks frame for capacity increase projects and capacity calculation. Based on the project management theory, building a coherent methodology, major improvements in project management can be achieved.

As a result of this thesis, a methodology, a project model, for capacity increase projects was introduced. By using the introduced model, capacity increase projects in a company are better supported, consistent criteria for projects are ensured and project execution is systematic.

LYHENNELUETTELO

Lyhenteet

CT	jaksoaika
CTQ	kriittiset laatuparametrit
DMAIC	Six Sigma työkalu prosessin parantamiseen
KNL	tuotannon kokonaistehokkuus
OPS	operations
PMBOK	Projektinhallinta instituutin projektinhallinnan standardi
PWC	käytännön huonoin tapaus
SIPOC	Six Sigma työkalu prosessin kuvaamiseen
TH	läpimeno
WIP	keskeneräinen tuotanto

Muuttujat

r_b	pullonkaulan nopeus
T_0	puhdas prosessiaika
W_0	kriittinen keskeneräinen tuotanto

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenneluettelo

1	Johdanto.....	1
1.1	Aiheen rajaaminen.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoite.....	2
1.3	Työn rakenne.....	2
2	Teoreettinen viitekehys	3
2.1	Tuotannon kapasiteetti ja sen laskenta	3
2.1.1	Littlen laki.....	5
2.1.2	Pullonkaula, käyttöaste ja kriittinen keskeneräinen tuotanto.....	5
2.1.3	Parhaimman, huonoimman ja käytännön huonoimman tapauksen laskenta ...	6
2.1.4	Tuotantoprosessin vaihtelu	8
2.1.5	Tahtiaika	9
2.1.6	Tuotannon kokonaistehokkuus ja kuusi hukkaa	9
2.1.7	Kapasiteetin hallinta	9
2.1.8	Tuotantokapasiteetin lisäämisen keinoja	11
2.2	Projekti ja projektinhallinta.....	12
2.2.1	Projektien erityispiirteet.....	14
2.2.2	Metodologia ja projektinhallinnan parhaat käytännöt	16
2.2.3	Projektinhallinnan standardi, PMBOK	17
2.2.4	Projektin vaiheet, tuotokset ja päätöksenteko.....	19
2.2.5	Prosessit	21
2.2.6	Resurssit, roolit ja sidosryhmät.....	21
2.2.7	Projektien menestystekijät ja mittarointi	22
2.2.8	Projekteissa käytettävät työkalut	24
3	Tutkimuksen toteutus	27
3.1	Laadullisen aineiston keruu.....	28
3.1.1	Aineiston kattavuus ja rajaukset	28
3.1.2	Laadullisen aineiston analysoiminen	29

4	Nykytilan kuvaus.....	30
4.1	Tutkimuksen kohdeyritys.....	30
4.2	Tuotannon kapasiteetti ja tuotantokapasiteetin hallinta kohdeyrityksessä.....	31
4.3	Projektinhallinta kohdeyrityksen Operations -yksikössä.....	32
4.4	Yrityksessä toteutetut ja keskeneräiset kapasiteettihankkeet.....	33
4.4.1	Hanke 1a. ja 1b. Data loggereiden valmistuskapasiteetin lisäys.....	34
4.4.2	Hanke 2. Kastepistelähtetimen valmistuskapasiteetin lisäys.....	36
4.4.3	Hanke 3. Datamoduulien kapasiteetin lisäys.....	37
4.4.4	Hanke 4. Tutkavalmistuksen kapasiteetin lisäys.....	38
4.4.5	Hanke 5. Sääasematuotannon kapasiteetin lisäys.....	39
4.4.6	Yhteenveto tarkastelluista kapasiteettihankkeista.....	40
5	Tulokset.....	44
5.1	Kapasiteetti.....	44
5.2	Projektinhallinta.....	46
5.3	Projektimalli.....	47
5.3.1	Projektimallin vaiheet.....	48
5.3.2	Projektin resurssit ja roolit.....	50
5.3.3	Tarvittavat työkalut.....	50
6	Johtopäätökset.....	53
	Lähteet.....	55

Liitteet

Liite 1: Haastattelukysymykset

Liite 2: Tarkasteltujen kapasiteettihankkeiden yhteenveto valituilta osa-alueilta.

Kuvaluettelo

Kuva 1 Suunniteltu kapasiteetti, tehollinen kapasiteetti ja todellinen ulostulo. (Slack, et.al., 2016).....	4
Kuva 2 Projektin osa-alueet ja asteikot. (Shenhar & Dvir, 2007).....	14
Kuva 3 Projektinhallinnan prosessien räätälöinnin eri tasot. (Project Management Institute, 2021).....	18
Kuva 4 DMAIC-työkalun eri vaiheet ja kysymykset, joihin vaiheissa tulisi vastata. (Rever, 2013).....	25

Kuva 5 Tutkimusprosessin eteneminen ja keskeiset vaiheet.	27
Kuva 6 OPS-yksikön sisäisten kehitysprojektien prosessikuvaus.	33
Kuva 7 Tarkastellut hankkeet yhteenvedona timanttimallin osa-alueiden pohjalta.	43
Kuva 8 Kapasiteettiprojektien elinkaarimalli ja tuotokset.	48

Taulukkoluetelo

Taulukko 1 Haastattelukysymysten teemat ja teemojen pääasialliset kirjallisuuslähteet.	28
---	----

1 Johdanto

Tutkimuksen toimeksi antanut yritys on viimevuosina kasvattanut toimintaansa merkittävästi ja kasvun uskotaan jatkuvan edelleen. Yrityksen tuotannossa on jo tehty joitakin tuotannon kapasiteetin lisäämiseen tähtääviä hankkeita, mutta yritykseltä puuttuu prosessi ja toimintatavat näiden hankkeiden systemaattiseen toteuttamiseen. Tämän tutkimuksen tavoitteena on löytää ratkaisu, joilla valmistusyritys voi tehokkaasti ja menestyksellisesti toteuttaa tuotannon kapasiteetin lisäykseen johtavia hankkeita.

Tässä tutkimuksessa pyritään löytämään vastaukset seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miten tuotannon kapasiteettia lasketaan?
- Miten tuotannon kapasiteettia voidaan lisätä?
- Minkälainen prosessi tai toimintamalli tukee parhaiten tuotannon kapasiteetin nostoa kohdeyrityksessä?
- Millaisia työkaluja ja resursseja kohdeyrityksessä tarvitaan hankkeiden läpiviemiseksi?

Näiden tutkimuskysymysten kautta aihetta tarkastellaan kahdesta teoreettisesta viitekehyksestä; kapasiteetin hallinta ja projektinhallinta, sekä tehdään nykytilakartoitus yrityksen tehtyjen ja käynnissä olevien kapasiteettihankkeiden pohjalta. Lopuksi annetaan ratkaisuehdotuksena käytännöllinen projektimalli.

1.1 Aiheen rajaus

Työ rajataan siten, että kehitettävä toimintatapa on tarkoitettu vain hankkeille, joiden pääasiallinen tarkoitus on tuotannon kapasiteetin nosto lisääntyneen kysynnän tai toimitusajan lyhentämisen takia. Kapasiteetin nostoa tarkastellaan vain yrityksen fyysisten tuotteiden näkökulmasta, eikä toteutettava ratkaisu kata digitaalisten tuotteiden kapasiteettihankkeita.

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys rajataan koskettamaan tuotantokapasiteettia, kapasiteetin laskentaa ja kapasiteetin hallintaa, sillä ne ovat keskeisimmät osa-alueet tuotannon kapasiteettihankkeissa. Lisäksi teoreettiseen viitekehykseen on valittu projektinhallinta, siitä syystä, että yrityksen aiemmat toteutetut kapasiteettihankkeet on pääsääntöisesti toteutettu projekteina.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on luoda ehdotus systemaattisesta toimintatavasta ja siihen liittyvistä työkaluista tuotannon kapasiteetin kehityshankkeiden toteuttamiseksi. Tavoitteena on, että yritys pystyy tulevaisuudessa toteuttamaan kaikki tarvittavat kapasiteetin lisäyksen hankkeet, ja ne toteutetaan yhtenäisin kriteerein. Kun hankkeet toteutetaan systemaattisesti, päätöksenteosta, resurssoinnista, ohjauksesta ja arvioinnista tulee helpompaa ja läpinäkyvämpää.

1.3 Työn rakenne

Tämän tutkimusraportin aluksi teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään työn keskeiset käsitteet, sekä kirjallisuuskatsauksen keskeiset löydökset tutkimuksen aihepiiriin liittyen. Teoreettisen viitekehysten jälkeen käydään läpi tutkimuksen toteutus sisältäen tutkimusmenetelmän, tiedonkeruun strategian ja aineiston analyysin. Tämän jälkeen kuvataan yrityksen nykytila ja lopuksi esitetään tulokset sekä johtopäätökset.

2 Teoreettinen viitekehys

Tuotantokapasiteetin määrittäminen ja hallinta on tuotannon johdon yksi vaikeimmista tehtävistä. Tuotantokapasiteettiin vaikuttavia ja liittyviä asioita ovat koneet ja laitteet, niiden viat ja korjaukset, ihmiset ja työvuorot, laatu, sekä erilaiset tuotantoa estävät ja hidastavat pullonkaulat. Kaikki prosessit pitävät sisällään suunnittelemattomia tapahtumia, jotka vähentävät tuotantokapasiteettia. Suuri osa kapasiteettiin vaikuttavista asioista voidaan kuitenkin ennakoida ja prosessi suunnitella ne huomioon ottaen, jotta niiden vaikutus asiakastoimituksiin voidaan minimoida. (Garside, 1999.)

Valmistusyrityksissä projektinhallinnan käyttöä ajaa suuret pääomaprojektit ja useiden projektien samanaikaisuus. Projektinhallintaa voidaan käyttää avuksi kilpailukyvyyn säilyttämisessä kasvuolosuhteissa ja määrittelemään kapasiteettirajoitteita. Projektinhallinnan hyödyt riippuvat pitkälti siitä mihin projektinhallinnalla pyritään. Jos tavoitteena on kasvu ja kilpailu, projektinhallinnan käyttämisen hyötyinä voi olla ansaittu maine systemaattisesta työstä ja keskittynyt strategia, jos taas tavoitellaan kustannusten, ajan ja resurssien hallintaa, projektinhallinnan käytöllä voidaan aikaan saada vähentynyt epävarmuus, parantunut tuotelaatu ja tehokkaampi suunnittelu. (Kerzner, 2015. s.9–11)

Tämän luvun alaluvuissa tarkastellaan tuotannon kapasiteetin ja projektinhallinnan keskeisiä osa-alueita olemassa olevan teorian pohjalta.

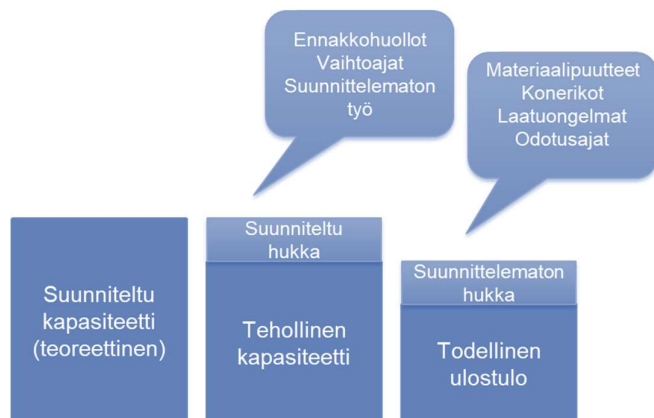
2.1 Tuotannon kapasiteetti ja sen laskenta

Operatiivisessa toiminnassa kapasiteetilla tarkoitetaan sitä maksimitasoa arvoa tuottavasta toiminnasta jonkin ajan kuluessa, jonka prosessi voi tuottaa normaalioloissa, eli prosessin kyvykkyyttä. Kapasiteetti kuvaa ylärajaa tuotannon ulostulosta. Koska harva prosessi pystyy toiminaan ulostulon ylärajalla tai sen yli muuttumatta epätasapainoiseksi, tulee tuotannon kapasiteettia pystyä laskemaan ja tarvittaessa kasvattamaan. Kapasiteetin kasvattamisella tarkoitetaan uusien toiminteiden lisäämistä prosessiin, jotta voidaan vastata kasvavaan kysyntään. Asiakaskysyntään vastaaminen pyritään tekemään siten, että tuotannon resursseja hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti. Tätä kutsutaan kapasiteetin hallinnaksi. Se on

yrityksen toimintaa, jolla pyritään ymmärtämään tuotteiden ja palveluiden kysyntää ja suhteuttamaan, ja suunnittelemaan yrityksen operatiivinen toiminta sen mukaiseksi eri aikajän-teillä. (Slack, Brandon-Jones & Johnston, 2016. 351, Hopp & Spearman, 2008.)

Jotta tuotannon kapasiteettia voidaan laskea, tulee sen erityispiirteitä ensin ymmärtää. Riip-puen siitä mitä palvelua tai tuotetta tuotetaan, ja siitä kuinka standardisoitu tai toistettava prosessi on, valitaan mittarit, joilla kapasiteettia kuvataan. Kapasiteetti on ulostulon määrä, jonka prosessi tuottaa jossakin ajan yksikössä. Joissakin tapauksissa on kuitenkin käytännön kannalta oleellisempaa kuvata kapasiteettia jollakin sisäänmenomittarilla, tai ulostulon ja si-säänmenon yhdistelmällä. (Slack, et.al., 2016. 358–360)

Yksinkertainen tapa kuvata kapasiteettia on kuvata teoreettista suunniteltua kapasiteettia. Koska teoreettinen suunniteltu kapasiteetti ei kuitenkaan ota huomioon prosessissa tapahtu-va suunniteltua ja suunnittelematonta hukkaa, tulisi kapasiteettia kuvata myös tehollisen kapasiteetin ja todellisen ulostulon mittareilla (Slack, et.al., 2016.). Seuraavassa kuvassa on esitetty suunnitellun kapasiteetin, tehollisen kapasiteetin ja todellisen ulostulon ero, sekä nii-hin vaikuttavia asioita.



Kuva 1 Suunniteltu kapasiteetti, tehollinen kapasiteetti ja todellinen ulostulo. (Slack, et.al., 2016)

Näitä mittareita hyödyntäen saadaan näkyväksi myös prosessin käyttöaste, kun verrataan todellista ulostuloa suunniteltuun kapasiteettiin, sekä prosessin tehokkuus, kun tarkastellaan todellista ulostuloa verrattuna teholliseen kapasiteettiin. Teoreettista suunniteltua kapasiteet-tia harvoin saavutetaan, sillä prosessissa todennäköisesti tarvitaan joitakin ylläpitäviä toi-mintoja, jotka vaikuttavat kapasiteettiin pienentävästi. Sen sijaan prosessin tehokkuus kertoo

sen, jos prosessissa on potentiaalia tehostamiselle, suunnittelemattoman hukan pienentämisen avulla. (Slack et. al., 2016. 358-360)

2.1.1 Littlen laki

Littlen lakia voidaan käyttää tuotannon kapasiteetin tarkasteluun. Se on John Littlen kehittämä tehdasfysiikan peruslaki, joka sitoo yhteen tuotantoprosessin kolme keskeistä suuretta: keskeneräisen tuotannon määrän, eli sen kappalemäärän, jota prosessissa käsitellään samanaikaisesti, läpimenon, eli sen määrän joka prosessista saadaan ulos valmiina jossakin aikajaksossa, sekä jaksoajan, eli prosessin keskimääräisen ajan siitä, kun työ on vapautettu tuotantoon siihen, kunnes se tulee prosessista ulos valmiina.

$$WIP = TH \times CT$$

(Kaava 1)

Jossa WIP on keskeneräisen tuotannon määrä, TH on läpimenoaika ja CT on jaksoaika.

Littlen laki pätee kaikkiin tuotantolinjoihin ja sitä voidaan käyttää kuvaamaan koko tuotantolinjaa tai yksittäistä konetta. Käytännössä sitä voidaan hyödyntää monen tyyppisissä laskentatapauksissa, joista tyypillisimpiä ovat jaksoajan laskenta ja sitä kautta lyhentämisen potentiaalnin havaitseminen, erilaiset varastotason laskentaan liittyvät tapaukset tai käyttöasteen laskenta yksittäiselle koneelle. (Hopp & Spearman. 2008. 229–259)

2.1.2 Pullonkaula, käyttöaste ja kriittinen keskeneräinen tuotanto

Tuotantokapasiteetin muodostaa linjalla olevat koneet ja ihmiset, eli resurssit. Näiden kapasiteettia rajoittavat tekijät ovat pullonkaulan nopeus ja työntekijöiden määrä linjalla. Pullonkaulan nopeus on sen koneen nopeus, jolla on korkein pitkän aikavälin käyttöaste. Pullonkaulaa on tärkeä tarkastella nimenomaan käyttöasteen kautta, sillä pullonkaula ei aina ole hitaimman prosessiajan kone, vaan se voi olla nopean prosessiajan kone, mikäli sillä on korkein käyttöaste. Korkeampi käyttöaste voi syntyä esimerkiksi huonon saannon myötä, eli mikäli koneella usein hylätään osia. Kun tiedossa on pullonkaulan nopeus ja puhdas

prosessiaika, joka kuvaa sitä aikaa, jonka kappale käyttäisi prosessissa ilman häiriöitä tai odotusaikoja, voidaan laskea kriittisen keskeneräisen tuotannon määrä linjalla.

$$W_0 = rbT_0 \quad (\text{Kaava 2})$$

Jossa rb on pullonkaulan nopeus ja T_0 on puhdas prosessiaika. Kriittinen keskeneräisen tuotannon, W_0 , määrä siis kuvaa sitä keskeneräisen tuotannon kappalemäärää, joka tuo linjalle suurimman mahdollisen läpimenon, pienimmällä mahdollisella jaksoajalla. (Hopp & Spearman. 2008. 229–259)

2.1.3 Parhaimman, huonoimman ja käytännön huonoimman tapauksen laskenta

Kun tiedetään kriittinen keskeneräisen tuotannon määrä, voidaan nyt hyödyntää Littlen lain todistamaa keskeneräisen tuotannon, jaksoajan ja läpimenon yhteyttä, vielä laajennettuna erilaisiin tapauksiin; parhaimpaan, eli lyhyimpään jaksoaikaan ja suurimpaan läpimenuon, sekä huonoimpaan, eli pisimpään jaksoaikaan ja pienimpään läpimenuon. (Hopp & Spearman. 2008. 229–259)

$$CT_{best} = T_0 \text{ silloin kun } w \leq W_0 \quad (\text{Kaava 3})$$

$$CT_{best} = w/rb \text{ silloin kun } w > W_0 \quad (\text{Kaava 4})$$

$$TH_{best} = w/T_0 \text{ silloin kun } w \leq W_0 \quad (\text{Kaava 5})$$

$$TH_{best} = rb \text{ silloin kun } w > W_0 \quad (\text{Kaava 6})$$

Jossa CT_{best} on paras jaksoaika, T_0 puhdas prosessiaika, w on muuttuja keskeneräisen tuotannon määrä, W_0 on kriittisen keskeneräisen tuotannon määrä, rb on pullonkaulan nopeus ja TH_{best} on paras läpimeno.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että parhaassa tapauksessa, ilman mitään häiriöitä toimivassa prosessissa, paras jaksoaika on puhdas prosessiaika, kun keskeneräisen tuotannon määrä vastaa tai alittaa kriittisen keskeneräisen tuotannon määrän tai, että keskeneräistä tuotantoa on saman verran kuin koneita. Tai että, keskeneräisen tuotannon määrän ollessa

enemmän kuin kriittisen keskeneräisen tuotannon määrä on, muodostuu prosessin läpimenoiksi sama kuin pullonkaulan nopeus. Tällöin nostamalla pullonkaulan kapasiteettia, voidaan parantaa läpimenoa. (Hopp & Spearman. 2008. 229–259)

Vastaavasti voidaan myös laskea huonoimman tapauksen jaksoaika ja läpimeno.

$$CT_{\text{worst}} = wT_0 \quad (\text{Kaava 7})$$

$$TH_{\text{worst}} = 1/T_0 \quad (\text{Kaava 8})$$

Jossa CT_{worst} on huonoin jaksoaika, w on muuttuja keskeneräisen tuotannon määrä, T_0 on puhdas prosessiaika ja TH_{worst} on huonoin läpimeno.

Huonoimman tapauksen esimerkki ottaa huomioon vaihtelun, koska prosessiaika voi vaihdella, mutta sekään ei ota huomioon satunnaisuutta. Koska prosessi harvoin suoriutuu täydellisen hyvin tai täydellisen huonosti, ottamatta huomioon satunnaisuuksia, voi olla käytännöllisempää tarkastella prosessia tapauksessa, jossa on otettu satunnaisuus huomioon. Littlen lain käytännön huonoin tapaus, jolla voidaan kuvata käytännön huonointa jaksoaikaa ja käytännön huonointa läpimenoa, erilaisten annettujen (satunnaisten) keskeneräisen tuotannon määrien, avulla.

$$CT_{PWC} = T_0 + \frac{(w-1)}{rb} \quad (\text{Kaava 9})$$

$$TH_{PWC} = \frac{w}{W_0+w-1} rb \quad (\text{Kaava 10})$$

Jossa CT_{PWC} on käytännön huonoimman tapauksen jaksoaika, T_0 puhdas prosessiaika, w muuttuja keskeneräisen tuotannon määrä, rb pullonkaulan nopeus, TH_{PWC} on käytännön huonoimman tapauksen läpimeno ja W_0 kriittinen keskeneräisen tuotannon määrä. (Hopp & Spearman. 2008. 229–259)

Tästä voidaan havaita, että jos keskeneräisen tuotannon määrää kasvatetaan paljon, läpimeno lähentyy pullonkaulan valmistusnopeutta ja jaksoaika kasvaa. Eli mitä lähemmäs mennään prosessin kapasiteettia, sitä enemmän tarvitaan keskeneräistä tuotantoa, jotta koneet eivät joudu odottamaan prosessoitavaa ja sitä pidemmäksi jaksoaika kasvaa. Toisaalta tuotantolinja voi saavuttaa saman läpimenon pienemmällä keskeneräisen tuotannon määrällä, mikäli

tuotannon kapasiteettia nostetaan, eli pullonkaulan valmistusnopeutta lasketaan. Parhaan, huonoimman ja käytännön huonoimman tapauksen laskeminen tarkasteltavalle prosessille, sekä vertaamalla niitä prosessin tarkasteluhetken jaksoaikaan ja läpimenoon, kertoo käytännössä sen, miten prosessi sillä hetkellä suoriutuu. Prosessin läpimeno ja jaksoajan ollessa käytännön huonoimman tapauksen ja parhaan tapauksen välissä, parannuspotentiaalia on vähän, kun taas prosessin tarkasteluhetken tunnuslukujen asettuessa käytännön huonoimman tapauksen ja huonoimman tapauksen väliin, prosessissa on parannettavaa. (Hopp & Spearman, 2008)

2.1.4 Tuotantoprosessin vaihtelu

Edellisissä kappaleissa esitetyt tapaukset kuvaavat tilannetta, kun kapasiteetti riippuu koneista. Prosessi, jossa rajoitteena on työvoima (ihmiset), läpimeno maksimi on ihmisten määrä jaettuna prosessiajalla. Lisäksi kriittinen keskeneräisen tuotannon määrä kertoo totuuden vain niissä tapauksissa, kun tuotantoprosessissa ei ole vaihtelua. Koska tuotannon läpimenoa voi kasvattaa tai jaksoaika lyhentää myös lisäämällä prosessin tehokkuutta, on yksi vaihtoehto tarkastella prosessin vaihtelua ja pyrkiä vähentämään sen määrää. (Hopp & Spearman, 2008. 229–259)

Tarkastelemalla vaihtelua prosessin suorituskyvyssä, joko koko prosessin osalta tai yksittäisten prosessivaiheiden osalta, voidaan mitata prosessin kyvykkyyttä. Tarkastelu tehdään jonkin suorituskykymittarin avulla, määrittämällä ensin se taso, jossa prosessi suoriutuu suurimman osan ajasta, ja sen jälkeen ylä- ja alarajat, joilla prosessi on parhaimmillaan ja huonoimmillaan suoriutunut (Colletta, 2012). Vaihtelun osalta on tärkeää ymmärtää erot hallitun vaihtelun, joka on seurausta tuotantopäätöksistä, ja satunnaisen vaihtelun välillä. Hallittu vaihtelu tarkoittaa esimerkiksi laajasta tuotevalikoimasta johtuvaa valmistusaikojen vaihtelua, ja satunnainen vaihtelu taas on seurausta esimerkiksi asiakaskysynnästä tai konerikosta. Esimerkiksi tuotannon tehollisen työajan vaihtelun suhteellisena mittarina voidaan laskea sen vaihtelukerroin. Vaihtelukerroin saadaan laskemalla tuotannon tehollisen työajan vaihtelun keskihajonta jaettuna keskiarvolla. Mitä pienempi vaihtelukerroin, sen vähemmän prosessissa on vaihtelua (Hopp & Spearman, 2008, s. 264–269)

2.1.5 Tahtiaika

Yksi satunnaista vaihtelua tuotantoprosessissa aiheuttava tekijä on asiakaskysyntä. Määrittämällä tahtiajan ja suunnitteleamalla tuotantoprosessin siten, että prosessivaiheiden tahti vastaa tätä, voidaan myös poistaa kysynnän vaihtelun vaikutus päivittäiseen tuotantoon. Tahtiaika saadaan jakamalla käytettävissä oleva tuotantoaika tarvittavien tuotteiden kokonaismäärällä. Prosessin tahti tulisi olla vastaava tai pienempi tätä tahtiaikaa, jotta asiakaskysyntään voidaan vastata. Näin voidaan siis arvioida ja kuvata tuotantokapasiteetin riittävyttä suhteessa kysyntään. (Colletta, 2012, Hopp & Spearman, 2008)

2.1.6 Tuotannon kokonaistehokkuus ja kuusi hukkaa

Yksi lähestymistapa tuotannon tehokkuuden tarkastelulle ja sitä kautta parantamiselle, ja kapasiteetin lisäämiselle, on tuotannon kokonaistehokkuuden (KNL) mittaaminen, joka muodostuu sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu. Se lähtee siitä olettamuksesta, että kapasiteettihävikki aiheuttaa käytettävyyden vähentymistä, esimerkiksi asetusajoista tai koneiden korjauksesta aiheutuvasta aikahukasta johtuvaa käyttöajan vähenemistä koneella. Osa kapasiteetista menetetään johtuen nopeushukasta, kuten odotusajoista johtuen. Lisäksi kapasiteettia voidaan menettää virheistä johtuen, jolloin puhutaan laatumenetyksistä. Jotta prosessi voi suoriutua mahdollisimman tehokkaasti, tulee kaikkien kolmen ulottuvuuden, käytettävyyden, nopeuden ja laadun olla korkealla tasolla. Jotta kapasiteettia voidaan lisätä näiden kolmen ulottuvuuden tasoa nostamalla, tulee parannettavaa prosessia tarkastella näiden ulottuvuuksien kautta ja ymmärtää niiden sisällään pitämät kuusi hukkaa, jotka ovat laitevika, asetukset ja säädöt, tyhjäkäynti ja pienet pysähdykset, hidastuminen, viat ja virheet sekä vähentynyt saanto. (PSK 7501. 2010, Slack, et.al., 2016. 361–362, Díaz-Reza, García-Alcaraz, & Martínez-Loy. 2019. 8-15)

2.1.7 Kapasiteetin hallinta

Vaikka suunniteltu tai tehollinen kapasiteetti olisi riittävä normaaliolosuhteissa, ei se välttämättä riitä muuttuvissa tai tilapäisissä tilanteissa. Perinteisesti esimerkiksi vaihtelevaan

asiakaskysyntään on käytetty varastoja, mutta ne nostavat käyttöpääomaa. Tuotantoprosessi voidaan suunnitella kyvykkääksi kestäväksi vaihtelevaa kysyntää tai muita häiriöitä parantamalla virtausta. Virtausta voidaan parantaa pienentämällä eräkokoja ja vähentämällä keskenäisen tuotannon määrää, kuten Littlen laki osoitti. Ulkoisten vaihtelua aiheuttavien tekijöiden lisäksi yritys joutuu kohtaamaan myös erilaisia sisäisiä vaihtelutekijöitä kuten tuote-elinkaarista ja -muutoksista johtuvia häiriöitä. Tuotantovaatimusten ylittäessä prosessin pullonkaulan kyvykkyyden, tulee tuotantoprosessin uudelleensuunnittelu ja mahdolliset investoinnit ajankohtaisiksi. (Garside, 1999. 125)

Pitkällä tähtäimellä kapasiteetin hallinnalla tarkoitetaan koko hankintaverkoston liittyvää päätöksentekoa. Yksi osa hankintaverkoston päätöksistä on tuotantotilojen koon ja määrän päätökset; millä kuormituksella prosessia operoidaan ja mitkä ovat hyväksytyt kustannukset. Yrityksen tulee myös päättää mitä strategiaa se noudattaa kapasiteetin kasvattamisen suhteen. Yritys voi kasvattaa kapasiteettiaan jatkuvasti yli ennustetun kysynnän, ennen kuin kysyntä realisoituu tai siten, että kapasiteettia kasvatetaan vasta kysynnän toteutuessa, viiveellä. Kapasiteettia voidaan myös kasvattaa sekä että, hyödyntäen varastoja niillä aikaväleillä, kun kapasiteetin kasvatus on kesken, ja kysyntä ylittää kapasiteetin. Olipa yrityksen strategia kapasiteetin kasvattamisen suhteen sitten minkälainen tahansa, tulee päätettäväksi kapasiteetin kasvattamiseen liittyvät investoinnit. (Slack, et.al., 2016. 149–153)

Pitkän aikavälin päätösten toimiessa kapasiteetin ja sen hallinnan raameina, yrityksen tulee säätää ja toteuttaa kapasiteetin hallintaa myös keskipitkällä aikavälillä, yleisesti 2–18 kuukautta eteenpäin. Tällä tarkoitetaan kysyntäennusteiden arvioimista ja toiminnan suhteuttamista niiden mukaisesti, esimerkiksi resurssienhallinnalla. Koska kysyntäennusteet harvoin ovat täysin tarkkoja, tarvitaan myös lyhyemmän tähtäimen kapasiteetin hallintaa, jolloin yrityksen tuotannon johdon tulee säätää resurssointia joustavasti nopeallakin varoitusaajalla. (Slack, et.al., 2016. 351)

Kapasiteetin hallinta on siis prosessi, joka lähtee liikkeelle, siitä, että on saatavilla määrällistä dataa prosessin kapasiteetista ja kysynnästä, jonka pohjalta johto voi tehdä päätöksen kapasiteetin perustasosta, jonka mukaan lyhyen tähtäimen säätöjä tehdään. Päätöksenteossa on otettava huomioon, kapasiteetin ja kysynnän lisäksi tuotannon suorituskyvyn tavoitteet, prosessin ulostulojen, eli tuotteiden tai palveluiden, tyyppi, sekä kysynnän ja hankinnan vaihtelu. Perustason asettamisen jälkeen on tunnistettava ne keinot, joilla kysynnän ja

kapasiteetin epätasapaino hallitaan ja toisaalta, mitkä ovat eri päätösten vaikutukset. (Slack, et.al., 2016. 353–354)

2.1.8 Tuotantokapasiteetin lisäämisen keinoja

Tuotantokapasiteettia voidaan lisätä eri tavoin. Aiemmissä luvuissa käsiteltiin sitä, miten prosessin kapasiteettia on laskettava ja esimerkiksi Littlen lain parhaan, huonoimman ja käytännön huonoimman tapauksen laskennan avulla voidaan tunnistaa, onko prosessissa parannettavaa vai tuleeko kapasiteettia lisätä muulla tavoin. Ennen kuin tehdään päätöstä siitä, miten kapasiteettia lisätään, tulee myös ymmärtää prosessin suunnitellun ja suunnittelemattoman vaihtelun määrä. Se kuinka nopeasti lisää kapasiteettia tarvitaan, vaikuttaa myös päätöksentekoon. Kapasiteettia voidaan lisätä esimerkiksi nopeuttamalla tuotantoprosessia, lisäämällä käytettävissä olevaa koneaikaa, ulkoistamalla tuotantoa väliaikaisiin kysyntäpiikkeihin, investoimalla uusiin koneisiin tai lisäämällä työvoiman määrää. Nopeasti väliaikaisiin tarpeisiin voidaan vastata lisäämällä ylimääräisiä työvuoroja, kuten viikonloppu- ja yllitöitä. Työvoiman määrän lisääminen tarkoittaa myös, että työvoimaa tulee kouluttaa tarvittavaan tuotantoprosessiin, jotta se on joustavasti käytettävissä. Joissakin tapauksissa myös työvoiman tuottaman ulostulon määrää voidaan nostaa, mutta se voi helposti johtaa laatuongelmiin ja tyytymättömyyteen, eikä siksi ole kestävä ratkaisu. Lyhytaikaisiin asiakaskysynnästä aiheutuviin ruuhkatilanteisiin voidaan myös soveltaa strategisia valintoja, kuten palvelutason laskemista. Tämä tarkoittaisi esimerkiksi toimitusaikojen pidentämistä. (Garside, 1999. 127, Slack, et.al., 2016. 367–369)

Mikäli tuotantoprosessissa on tilaa parantamiselle, tulisi prosessin tuottavaa ja ei-tuottavaa aikaa tarkastella ja pyrkiä vähentämään ei-tuottavaa hukkaa prosessista. Parannuskohde tulee ensin löytää ja siihen voidaan käyttää esimerkiksi työkaluja kuten Six Sigma -lähestymistapaa, ja sen vikasyy ja vaikutus -analyysia (joita käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.1). Kun juurisyyt on tunnistettu, voidaan prosessia parantaa esimerkiksi pienentämällä koneiden vaihtoajoja, parantamalla työkaluja ja laitteita, lisäämällä prosessiin avustavia vaiheita ei-kriittisille osakokoonpanoille ja lisäämällä ennakoivan huollon rutiinit, jotta vähennetään riskiä suunnittelemattomilta konerikoilta. Lisäksi tulisi tarkastella materiaalitoimittajien kyvykkyyttä ja materiaalivarastoja, jotta osien odottelusta ei aiheudu hukkaa prosessiin. (Garside, 1999. 128–130)

Mikäli kapasiteettivaje ei ole väliaikainen, eikä nopeat keinot auta lisäämään kapasiteettia tarpeeksi, tai mikäli prosessi ei osoita selkeitä parannustarpeita, voidaan tarkastella, voidaananko kapasiteettia lisätä prosessin uudelleensuunnittelulla ja investoinneilla. Nämä ovat hankkeina usein aikaa ja resursseja vieviä. Jotta työtä, aikaa ja resursseja voidaan hallita, tulee hanketta johtaa ja valvoa.

Projekointi mahdollistaa tehokkaan johtamisen ja koordinoinnin, kun kyseessä on yksittäinen kokonaisuus, jonka hoitamiseksi tarvitaan asiantuntijoita organisaation eri osista. Se, että kokonaisuudesta muodostetaan projekti, normaalin päivittäisen työskentelyn sijaan, tuo uusia mahdollisuuksia vastuiden ja vallan käytäntöihin, parantaa tiedonkulkua ja mahdollistaa resurssien ja asiantuntemuksen kohdentamisen tehokkaammin. Näin huomio myös keskittyy tuloksiin rutiinien sijaan. Ylläpito- ja parannustöiden hoitaminen yrityksessä normaalin linjatyonä hankaloittaa kuormituksen arviointia ja tekemisestä puuttuu usein koordinaointi. Projektoimalla näitä tehtäviä, etenkin silloin kun ne ovat suurempia kokonaisuuksia, mahdollistetaan kuormituksen parempi arviointi ja seuranta, sekä parantunut töiden etene-
misen arviointi. (Ruuska, 2012)

2.2 Projekti ja projektinhallinta

Sana projekti, englanniksi ”Project”, on peräisin latinan kielestä. Siellä sanalla ”Projectum” tarkoitettiin ehdotusta tai suunnitelmaa. PMBOK (2021, 4) määrittelee projektin vapaasti käännettynä seuraavasti; ”Väliaikainen pyrkimys, jonka tarkoituksen on luoda ainutkertainen tuote, palvelu tai muu lopputulos”. Projektin väliaikaisuudella tarkoitetaan sitä, että projektilla on alku ja loppu. Suomen Standardoimisliiton ISO21500 (2021, 50) korostaa myös ainutkertaisuutta sekä alkua ja loppua; ”Ainutkertainen prosessien joukko, johon kuuluu koordinoituja ja hallittuja toimia, joilla on selkeä alku ja loppu, ja joita toteutetaan, jotta saavutettaisiin tavoitteet”. Choudhury (1988, 1–3) määrittelee projektin laajemmin, kahden-
toista eri ominaispiirteen kautta, jotka on lueteltu seuraavaksi;

- Tavoitteet. Projektilla on aina tavoite tai tavoitteet, jotka saavutettuaan projekti päättyy.
- Elinikä. Projekti päättyy aina, se ei voi jatkua loputtomiin.
- Itsenäinen kokonaisuus. Projekti on aina yksi kokonaisuus.

- Tiimityöskentely. Projekti vaatii tiimityöskentelyä.
- Elinkaari. Projektilla on elinkaari, joka heijastaa sen kasvua.
- Ainutkertaisuus. Projekti on aina ainutkertainen, ei ole kahta identtistä projektia.
- Muutos. Projektin aikana tulee muutoksia.
- Peräkkäisyyden periaate. Projektissa ei aina tiedetä mitä sen elinkaaren aikana tapahtuu. Seuraava vaihe tarkentuu edellisen vaiheen aikana.
- Tilauksesta tehty. Projekti tehdään aina asiakkaan tilauksesta.
- Monipuolisuuden yhteneväisyys. Vaikka projektissa on monimutkainen kokoelma erilaisia muuttujia, ne ovat kuitenkin aina toisiinsa liittyviä.
- Paljon alihankintaa. Mitä monimutkaisempi projekti, sitä enemmän työtä tehdään alihankintana.
- Riski ja epävarmuus. Jokaisessa projektissa on riskejä ja epävarmuutta.

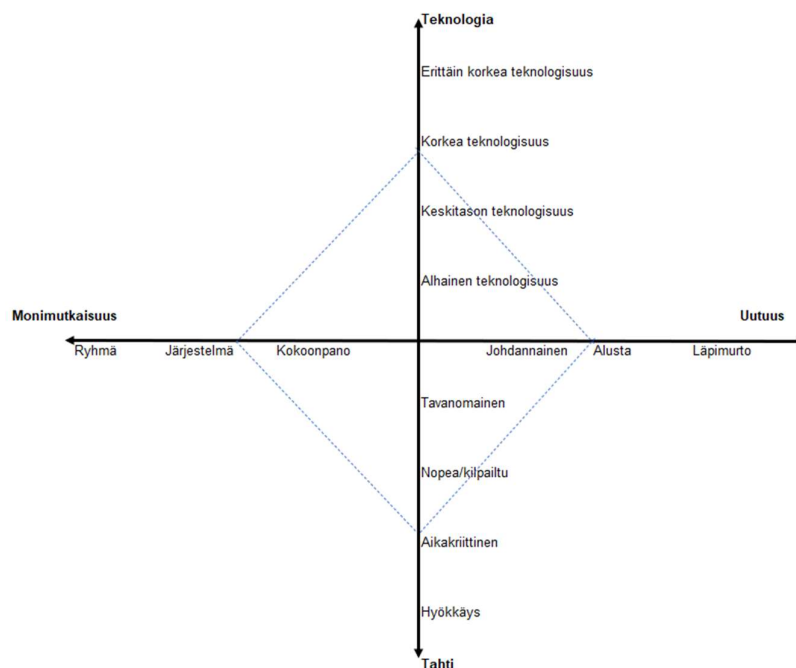
Projekti on siis ainutlaatuinen kokonaisuus, joukko ihmisiä työskentelemässä tietyn ajanjakson verran jonkin ainutkertaisen tuotoksen toteuttamiseksi. Edellä esitetyt projektin ominaispiirteet erottavat projektin yrityksen muusta tekemisestä, kuten tuotannosta. Projekti ei siis ole fyysinen objekti, eikä lopputulos, vaan se voidaan määritellä niiden tekemisten mukaan mitä sen aikana tapahtuu. Projektin tavoitteena on toteuttaa sille annettu tehtävä, oli se mikä tahansa, ja sen toteuttamisesta projekti valmistuu. Projekti on siis se mitä tapahtuu annetun tehtävän ja sen valmistumisen välissä. Tämä aikajana muodostaa projektin elinkaaren. (Choudhury, 1988. s. 1–2)

Projektinhallinta on toimintaa, jossa määritellään, suunnitellaan ja seurataan yrityksen projekteja, sekä opitaan niistä. Projektinhallinnassa keskeistä on tasapainoilla tuotosten laadun, aikataulun ja kustannusten kanssa. Organisaation näkökulmasta projektinhallinta käsittää näiden projektien elinkaarien ja suoritustavoitteiden hallinnan läpi organisaation toimintojen. Yrityksissä toteutetaan eri laajuisia projekteja. Projektit voivat olla myös monimutkaisuudeltaan, teknisiltä vaatimuksiltaan ja epävarmuudeltaan erilaisia. Yrityksen operatiivisissa toiminnoissa tapahtuvat kehitysprojektit voivat olla vähemmän monimutkaisia ja

laajuudeltaan pieniä, mutta yrityksen strategian kannalta hyvinkin merkityksellisiä. Siksi on tärkeää noudattaa systemaattista toteutustapaa projektien laajuudesta tai tyypistä huolimatta. Projektinhallinnan tulisikin alkaa siitä, että ymmärretään eri projektien erityispiirteitä. (Slack, et.al., 2016. 645–650)

2.2.1 Projektien erityispiirteet

Projekteja voidaan tarkastella keskenään niiden erityispiirteiden kautta. Erimerkiksi Shenhar & Dvir (2007) ovat kategorisoineet projektit seuraavien osa-alueiden kautta; uutuus, teknologia, monimutkaisuus ja tahti, sekä asettaneet osa-alueille asteikot yhdestä kolmeen tai neljään. Kuvassa 2 on esitetty osa-alueet ja asteikot kuvaajana.



Kuva 2 Projektin osa-alueet ja asteikot. (Shenhar & Dvir, 2007)

Projektin uutuudella tarkoitetaan projektin tuottaman lopputuloksen uutuusarvoa markkinoille, asiakkaille ja käyttäjille. Se kuvaa epävarmuuden tasoa ja sitä, kuinka hyvin projektin tavoitteet voidaan määritellä. Tätä osa-aluetta arvioidaan kolmelle tasolle; johdannainen, alusta ja läpimurto. Johdannaistasolla puhutaan projekteista, jotka eivät tuo markkinoille mitään uutta, vaan jonkin laajennuksen tai lisäyksen olemassa olevaan. Tällaisia projekteja ovat

esimerkiksi kustannusleikkausprojektit ja parannusprojektit. Alustatasolla projekti kehittää jotain uutta, joka kuitenkin pohjautuu esimerkiksi olemassa olevaan tuotteeseen, ollen uusi versio siitä, tai uusia palveluita olemassa olevien tuotteiden valikoimiin. Läpimurtotasolla projekti kehittää jotain täysin uutta, jota ei ole aikaisemmin nähty. Se voi olla uusi tuote tai uusi palvelu, ja sen markkina on täysin uusi. (Shenhar & Dvir, 2007 65–71)

Projektin uutuuden taso vaikuttaa siihen, kuinka projektissa määritellään vaatimuksia ja markkinoihin liittyviä toimintoja. Esimerkiksi johdannaistason projekteille vaatimusten määrittely hyvin tarkastikin on mahdollista, eikä markkinatutkimukselle ole tarvetta. Vaatimukset voidaan lukita projektin aluksi. Toisaalta myös läpimurtoprojektin markkinatutkimuksen tarve voidaan kyseenalaistaa, koska olemassa olevaa asiakaspohjaa ei ole. Tämän tyyppisissä projekteissa vaatimusten asettaminen, tai ainakin lukitseminen tapahtuu vasta kun asiakaspalautetta on saatavilla. (Shenhar & Dvir, 2007 65–71)

Teknologia, tai teknologinen epävarmuus projektissa on tärkeä tarkasteltava osa-alue, ja se on Shenhar & Dvir (2007) mallissa luokiteltu neljälle tasolle; alhainen, keskitaso, korkea ja erittäin korkea. Teknologialla tarkoitetaan projektissa kehitetyn tuotteen teknologisia ominaisuuksia, tai projektissa tehtävän tuotoksen aikaansaamiseksi käytetyn teknologian hyödyntämistä. Tätä osa-aluetta tarkastellaan subjektiivisesti, sillä se riippuu olemassa olevasta teknologian tasosta ja osaamisesta yrityksessä. Tässä teknologiaa ja sen hyödyntämistä siis tarkastellaan yrityksen tasolta; kuinka uutta teknologiaa yritykselle, projektissa tai tuotteessa käytetään. Teknologian taso projektissa vaikuttaa siihen, kuinka paljon, ja millaisia, kehitysresursseja projektissa tarvitaan. Tämä vaikuttaa myös siihen, kuinka paljon testausta projektissa tarvitaan; mitä enemmän kehitetään, sitä enemmän pitää testata. Kehittämis- ja testaus työ vaatii aikaa ja näin ollen teknologiataso kuvastaa sitä, kuinka pian tai myöhään projektissa voidaan lukita suunnittelu. Teknologian taso vaikuttaa myös projektin kommunikaatioon ja vuorovaikutukseen. Korkean teknologian projekteissa tarvitaan enemmän erityisesti epävirallista ja suunnittelematonta vuorovaikutusta, mutta myös suunniteltua ja virallista, kuten teknistä vertaisarviointia. (Shenhar & Dvir, 2007 79–100)

Projektin monimutkaisuuden osa-aluetta tarkastellaan projektin, ei projektin tuotoksen, monimutkaisuuden kautta kolmella tasolla, jotka ovat; kokoonpano, järjestelmä, ryhmä. Nämä kolme eri tason projektia eroavat toisistaan sillä, kuinka ne on organisoitu. Tyypillisesti kokoonpanotason projektit on järjestetty yhden yksikön, yhden tiimin voimin ja näissä muo-
dollisuudet ovat matalalla, kun taas ryhmätason projektit ovat suuria projekteja, joiden

projektiryhmät voivat jakaantua maailmanlaajuisestikin eri alueille, ja näillä on tyypillisesti myös aliprojekteja. Projektin monimutkaisuus vaikuttaa erityisesti projektin suunnitteluun, seurantaan ja dokumentaatioon. Projektin monimutkaisuuden lisääntyessä, muodollisuus, hallinta ja dokumentaation vaatimukset kasvavat. (Shenhar & Dvir, 2007 101–121)

Projektin tahti käsittää kiireellisyyden ja kriittisyyden projektin aikatavoitteiden saavuttamiselle. Projektin aikatavoitteet voivat johtua markkinoista ja kilpailusta, strategiasta tai ulkoisista uhista, ja projektin käytettävissä olevalla ajalla on vaikutus siihen, kuinka projektia hallitaan. Projekteilla, joilla on sama tavoite, mutta eri aikataulu, voi olla hyvin erilaiset rakenteet, prosessit ja johdon seuranta. Projektien tahtia tarkastellaan Shenhar & Dvir (2007) mallissa neljällä tasolla; tavanomainen, nopea/kilpailtu, aikakriittinen ja hyökkäys, jossa tavanomaisen tahdin projekteissa todellista aikapainetta ei ole, ja hyökkäysprojekteissa taas täytyy vastata kriisiin tai muuhun odottamattomaan asiaan salamannopeasti. Projektin tahtiluokitus vaikuttaa siihen, kuinka projektin organisaatio kannattaa rakentaa, kuinka itsenäisesti projekti voi toimia, millä tasolla projektia suunnitellaan ja seurataan, sekä millä tasolla tarvitaan ylimmän johdon tukea. (Shenhar & Dvir, 2007 123–135)

2.2.2 Metodologia ja projektinhallinnan parhaat käytännöt

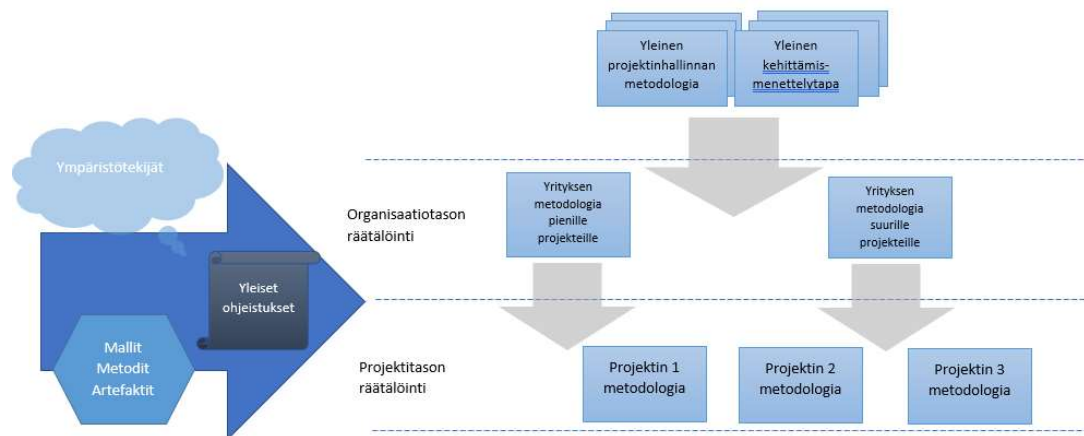
Slack et al. (2016) mukaan, projektin tyypistä riippumatta tulisi noudattaa systemaattista tapaa hallita projektia. Kerznerin (2014, 12) mukaan yrityksen projektitoimintojen kehittämisen kriittiset menestystekijät ovat; tunnistaa tarpeet yrityksen tasoiselle metodologialle ja projektien tehokkaalle suunnittelulle, sekä tukea projektien seurannan ja raportoinnin yhtenäistämistä. Metodilla tarkoitetaan keinoa saavuttaa haluttu lopputulos projektissa ja metodologia pitää sisällään artefaktit, kuten dokumenttipohjat, ohjeet, työn osittelut ja toimintatavat ja tarkistuslistat, joita hyödynnetään tiettyihin projekteihin tai tilanteisiin. Harvoin yksi metodologia toimii koko yrityksen tasolla kaikkiin projekteihin, vaan voi olla tarve luoda erilaisia metodologioita eri tarkoituksiin. Standardoidulla metodologialla yritys voi saavuttaa merkittäviä hyötyjä projektitoiminnassaan. Parhaimmillaan standardoitu metodologia näkyy projekteissa lyhyempinä toimitusaikoina ja alhaisempina kustannuksina, parempana kommunikaationa sekä alhaisempana riskitasona. (Kerzner, 2014. 199–205, PMBOK, 2021. 153)

Metodologian rakentaminen riippuu yrityksen projektinhallinnan tasosta. Mikäli yrityksellä on valmiiksi suhteellisen kehittynyt projektitoiminnan taso, voidaan joustavilla metodologioilla luoda mahdollisuus projektipäälliköille valita tarpeisiinsa sopivat osat. (Kerzner, 2014. 201). Metodologiaa voidaan rakentaa parhaiden käytäntöjen perusteella. Projektinhallinnan parhaiden käytäntöjen tunnistaminen ja käyttäminen voi parantaa tehokkuutta ja vaikuttavuutta, sekä luoda yhtenäisyyttä ja järjestelmällisyyttä. Se, mikä katsotaan parhaaksi käytännöksi, riippuu siitä, miten yritys on sen määritellyt. Parhaiden käytäntöjen ei tarvitse olla monimutkaisia, ne voivat olla yksinkertaisimmillaan jotakin, joka vain toimii hyvin, tai jokin prosessi tai metodi, jonka on todistettu tuovan haluttu lopputulos. Parhaat käytännöt voivat löytyä yrityksen sisältä arvioimalla ja vertailemalla, tai yrityksen ulkopuolisista lähteistä kuten Projektinhallinta Instituutin julkaisuista, tai muista projektinhallinnan julkaisusta tai tapahtumista. (Kerzner, 2014. 12–24)

2.2.3 Projektinhallinnan standardi, PMBOK

PMBOK on Projektinhallinta Instituutin luoma projektinhallinnan standardi, joka pitää sisällään projektinhallinnan periaatteet. Sen periaatteiden mukaan prosesseja ja projektinhallinnan metodologiaa yrityksissä voidaan, ja tulisi räätälöidä erityyppisille projekteille. Se kuvaa räätälöinnin tarkoittavan vapautta mukauttaa projektinhallinnan osa-alueet paremmin tarkoitukseen soveltuviksi ottaen huomioon ja ymmärtäen projektien kontekstin, tavoitteet sekä ympäristön, jossa projektia tehdään. Yhdentyypinen projektinhallinta ei sellaisenaan palvele esimerkiksi kriittisyydeltään, kestoaltaan tai kokoluokaltaan erilaisia projekteja ja tästä syystä voidaan luoda räätälöity malli. Mallilla tässä tarkoitetaan ajattelutapaa tai kehystä, jolla projektinhallintaprosessi esitetään. Räätälöidyn mallin tulisi ottaa huomioon yrityksen toimintaympäristö, organisaatiokulttuuri ja projektinhallinnan kypsyytaso. Räätälöimällä projektinhallinnan periaatteita yrityksessä, voidaan saavuttaa resurssien tehokkaampi käyttö ja sitoutuneemmat projektin jäsenet. (Project Management Institute, 2021. 32, 42–44, 131–140)

PMBOK (2021) mukaan räätälöidyn projektinhallintamallin luomisessa voidaan räätälöidä projekteja joko organisaatiotasolla tai jopa projektikohtaisesti. Kuvassa 3 on esitetty projektinhallinnan eri tasot, joilla räätälöityä metodologiaa voidaan käyttää.



Kuva 3 Projektinhallinnan prosessien räätälöinnin eri tasot. (Project Management Institute, 2021)

Räätälöinnissä tarkastellaan projektien eri osa-alueita. Ensimmäinen osa-alue on kehittämislähestymistavan ja projektin elinkaarimallin valinta, eli se millä menetelmällä projektin tuloksia yritetään näissä vaiheissa aikaansaada ja mitä vaiheita projektiin kuuluu.

Muita osa-alueita projektinhallintamallin räätälöinnissä ovat prosessit, sitouttaminen, työkalut ja toimintatavat. Myös yksittäisiä suoritusalueita, kuten sidosryhmähallintaa ja mittaamista voidaan räätälöidä. Sitouttamisen osa-alueella voidaan tarkastella sitä, miten ihmisiä valitaan projektitiimeihin, miten projektitiimiä voidaan valtuuttaa, eli minkä tason päätöksentekoa projektitiimi voi tehdä ja mitä vastuuta, sillä on, sekä projektin integraatiota esimerkiksi ulkopuolisten toimijoiden kanssa. Työkalujen räätälöinnillä tarkoitetaan projekteissa käytettävien työkalujen valintaa, ja toimintatapojen räätälöinti taas tarkoittaa esilaisten dokumenttien, mallien ja muiden sovitujen tapojen muokkaamista soveltuvaksi projektille. Sidosryhmänhallinnan räätälöinnissä tulee ottaa huomioon muun muassa se, ovatko sidosryhmät sisäisiä vai ulkoisia ja kuinka paljon sidosryhmiä on. (Project Management Institute, 2021. 136–150).

Seuraavissa luvuissa on tarkasteltu näitä osa-alueita erikseen.

2.2.4 Projektin vaiheet, tuotokset ja päätöksenteko

Joissakin projekteissa voidaan käyttää sekä standardin esittämää kehittämisorientoitunutta lähestymistapaa projektin toteuttamiseksi, ja joissakin taas toimitusprojektimallia. Jotkut projektit voivat olla yhdistelmä molempia lähestymistapoja. Elinkaarimallin valinta taas riippuu useista eri tekijöistä, joista keskeisimmät ovat projektin tahti, eli projektiin käytettävä aika ja se, kuinka monta tuotosta se tuottaa tuossa ajassa, sekä valittu kehittämislähestymistapa, joka voi olla joko ennakoiva tai mukautuva. (Project Management Institute, 2021. 131–140)

Näistä ennakoiva lähestymistapa soveltuu projekteihin, joiden vaatimukset voidaan kerätä ja määrittää hyvin etukäteen projektin alkuvaiheessa. Ennakoivaa kehittämislähestymistapaa käytettäessä on yleistä, että projekti(t) käyttävät edellisiä samankaltaisia projekteja malleina tai on olemassa valmiita malleja edellisiin projekteihin pohjautuen. Lisäksi projektin eteneminen ja kehitystyö noudattelee projektin aluksi luotua suunnitelmaa. Mukautuva lähestymistapa sopii silloin, kun projektiin ja sen vaatimuksiin liittyy epävarmuutta ja tuntematonta, sekä vaatimusten uskotaan muuttuvan projektin aikana perustuen esimerkiksi asiakaspalautteeseen, ympäristön muutoksiin tai yllättäviin tapahtumiin. Tällaisessa lähestymistavassa käytetään ketteriä menetelmiä tuotoksen aikaansaamiseksi. Tyypillistä on käyttää ketteriä iteratiivisia keinoja kehittämiseen, eli luoda ja kokeilla erilaisia ideoita useissa eri iteraatio- kierroksissa, joissa ratkaisua kehitetään palautteen kautta kohti lopputulosta. Yhdistettäessä ennakoivaa ja mukautuvaa lähestymistapaa käytetään hyödyksi molempien lähestymistapojen keinoja. (Project Management Institute, 2021. 32–37.)

Kun lähdetään määrittelemään mitä lähestymistapaa projektissa tulisi käyttää, tarkastellaan projektia ensin lopputuloksen näkökulmasta. Lopputuloksen innovatiivisuus, eli se, kuinka hyvin lopputulos on tiedossa ja ymmärretty, vaikuttaa lähestymistavan valintaan. Vaatimusten ja laajuuden pysyvyys projektin aikana, projektin muutosten hallittavuus, riskit ja erilaiset tuotosta tai projektia koskevat säädökset ja määräykset vaikuttavat myös siihen, miten projektia kannattaa viedä eteenpäin. Innovatiivisuuden ollessa alhainen ja toisaalta vaatimusten ja laajuuden pysyvyys, sekä vähäiset riskit ja muutokset mahdollistavat ennakoivan lähestymistavan, samoin kuin, jos projektiin tai sen tuotokseen liittyy paljon säädöksiä ja määräyksiä. Projektin ja organisaation näkökulmasta lähestymistavan valintaan vaikuttavat projektiin liittyvät sidosryhmät, aikatauluvaatimukset ja projektin rahoitus, sekä yrityksen

rakenteet ja kulttuuri. Esimerkiksi mukautuvassa lähestymistavoissa vaaditaan suurta sitoutuneisuutta sidosryhmiltä verrattuna ennakoivaan lähestymistapaan ja organisaatioissa, joissa on hallinnan ja ohjaamisen kulttuuri, sekä monitasoinen hierarkia, ennakoiva lähestymistapa on usein sopivampi. Kun lähestymistapa on valittu ottaen huomioon nämä näkökulmat, on lopputuloksena projektille soveltuva lähestymistapa, joka on linjassa projektin tuotosten kanssa. (Project Management Institute, 2021. 39–41, 50.)

Kehittämislähestymistavan lisäksi pitää määrittellä projektille elinkaarimalli, eli määrittellä projektin eri vaiheet sen alusta loppuun. Tätä vaiheistusta käytetään projektin suunnitteluun, kuten aikatauluttamiseen, ja projektin seurantaan, kun eri vaiheiden välillä on usein niin kutsuttu portti, jossa katselmoidaan vaiheen tuotokset ennen kuin projekti saa luvan edetä seuraavaan vaiheeseen. Elinkaaren ja vaiheiden määrittelyssä tulee ottaa huomioon useita eri muuttujia, joista projektin nopeus tai tahti on siis ensisijainen tekijä. Toinen vaikuttava tekijä on projektille valittu kehittämislähestymistapa. Esimerkiksi projekti, jossa on valittu hyvin mukautuva kehittämistapa, ja jossa hyödynnetään ketteriä menetelmiä, ei välttämättä käytä elinkaarimallia tai projektin vaiheita suunnittelun ja aikataulun pohjalla, vaan niissä aikataulutus perustuu tehtävien virtaukseen. Ennakoivassa kehittämislähestymistavassa taas projektille esitetään selkeät vaiheet, joista jokainen vaihe päättyy ennen seuraavan aloittamista. Kolmantena huomioonotettavana asiana elinkaarimallin valinnassa on projektille määritetyt tuotokset, eli ne asiat, jotka mahdollistavat sen tuotoksen, jota varten projekti on asetettu. Riippuen projektista, tuotoksia voi olla useita, ja niitä on esitetty toteutettavaksi tai julkaittavaksi projektin eri vaiheissa, tai tuotoksia on vain yksi, ja se on esitettävä vasta projektin lopputuotoksena. (Suomen Standardoimisliitto, 2012., Project Management Institute, 2021. 32, 42–45, 82.)

Projektin tuotosten määrittely on keskeinen osa projektin suunnittelua. Tuotosten määrittely auttaa hallitsemaan projektin asiakkaiden ja muiden sidosryhmien odotuksia. Tuotosten määrittelyn avulla voidaan varmistaa, että kaikki tarvittava työ tehdään, ja että projektissa ei tehdä mitään turhaa. Jotta tuotosten avulla voidaan hallita projektia, tulee niiden olla linjassa projektin asiakkaan tarpeiden ja vision kanssa. Tuotosten määrittelyssä tulee välttää liian yksityiskohtaisia rakenteita, ja niistä tulee käydä ilmi tuotoksen arvo projektille, prosessille tai projektin lopputulokselle. Jokaisella merkittäväällä tuotoksella olisi myös oltava selvä tavoite, jotta sen merkitys sidosryhmille on selkeä ja sen laatua voidaan hallita ja arvioida. (Ferraro, 2012. 169–172)

2.2.5 Prosessit

Projektin prosesseilla tarkoitetaan prosesseja, joita projektitiimi käyttää toteuttaakseen työtä projektissa. Prosesseja tulisi käyttää sen verran, kun projektin tuotoksen aikaansaamiseksi on välttämätöntä. Prosessien räätälöintiä siis tehdään, jotta optimoidaan prosessit projektin tarpeiden mukaisesti. Prosesseja tarkastellaan projektin elinkaaren läpi ja valitun lähestymistavan mukaan seuraavilta osa-alueilta; lisäykset, muutokset, poistettavat, sekoitettavat ja yhdistettävät elementit. Eli olemassa olevaa projektinhallintaprosessia tarkastellaan siten, että mitä elementtejä olemassa olevissa prosesseissa on, ja mitä niistä voidaan hyödyntää. Tämän jälkeen tarkastellaan, mitä elementtejä niihin tulee lisätä. Pitääkö prosessiin lisätä joitakin elementtejä, jotta prosessin kattavuus, tarkkuus tai ympäristön vaatimukset tulee otettua huomioon. Poistettavia elementtejä ovat esimerkiksi kustannuksia tai työpanosta turhaan lisäävät asiat, jotka eivät ole välttämättömiä projektille. Muutettavia elementtejä muutetaan sen mukaan, miten ne soveltuvat projektille tai projektitiimin käytettäväksi. Ne voivat olla esimerkiksi projektissa tuotettavia dokumentteja. Sekoitettuja ja yhdistettyjä elementtejä, jotka voivat olla esimerkiksi eri tekniikoiden sekoittamista eri vaiheisiin tai eri prosessien välistä yhdenmukaistamista joissakin projektien osa-alueissa. Prosessien tarkastelu voi auttaa havaitsemaan ovatko prosessit tehokkaita, vai onko siellä hukkaa, jota voidaan poistaa. Prosessien optimointiin voidaan käyttää Lean filosofian menetelmiä, kuten arvovirta-kaavioiden luomista, tai sitten katselmoidaan takautuvasti opittuja asioita ja pyritään sieltä löytämään prosesseja tehostavia ja kehittäviä asioita. (Project Management Institute, 2021. 44, 71, 135.)

2.2.6 Resurssit, roolit ja sidosryhmät

Projektitiimit tekevät projekteja. Kuten Choudhury (1988) määrittä, projektissa tarvitaan tiimityöskentelyä. Tiimityöskentelyllä voidaan yhteinen tavoite saavuttaa tehokkaammin ja vaikuttavammin kuin, että jokainen työskentelisi yksin. Myös vaalimalla mukaan ottavaa ja yhteistyöhön kannustavaa kulttuuria, tiedonjako ja osaamisen jakaminen tapahtuu vapaammin, ja mahdollistaa parempia ulostuloja projekteissa. Jotta tiimityöskentely on mahdollista,

tulee projektissa määrittää tietyt prosessit, rakenteet ja sopimukset, kuten roolit ja sovitut työtavat ja -välineet. Rooleja määriteltäessä tulisi myös määrittää valtuutukset ja vastuut. (Project Management Institute, 2021. 26–30)

Sidosryhmähallinta liittyy tiimityöskentelyyn. Sidosryhmiä on pystyttävä sitouttamaan, sillä niiden vaikutus projektiin on merkittävä. Sidosryhmät voivat itse vaikuttaa projektiin tai projekti voi vaikuttaa sidosryhmiin kaikilla projektinhallinnan osa-alueilla. Sidosryhmät voivat myös vaihdella projektin elinkaaren aikana. Sidosryhmien tunnistaminen ja hallinta mahdollistaa projektin onnistumisen. (Project Management Institute, 2021. 13, 31)

Resurssisuunnittelu projektissa tapahtuu projektin alkuvaiheessa, kun projektissa määritellään tuotokset ja asetetaan tuotoksille resursseja. Henkilöstöhallinta onkin projektinhallinnan yksi keskeisimmistä toiminnoista myös PMBOK (2021) mukaan, vaikka sen vaikutus projektin kriittisissä menestystekijöissä ei Belout & Gauvreau (2003) tutkimuksen mukaan olekaan merkittävä.

Seuraavassa luvussa tarkastellaan mitkä tekijät sen sijaan ovat kriittisiä projektin menestyksen kannalta.

2.2.7 Projektien menestystekijät ja mittarointi

Se kuinka hyvin projekti täyttää sille asetetut odotukset, määrittää projektin onnistumisen. Projektin mittaamisessa on otettava huomioon se, kuinka projektin tuottamaa arvoa mitataan ja kuinka tätä arvoa voidaan datasta havaita ja raportoida. (Project Management Institute, 2021. 136–150).

Alias, Zawawi, Yusof & Aris, (2014) mukaan projektin menestykseen vaikuttavat kriittiset menestystekijät, jotka voidaan johtaa viidestä eri muuttujasta; projektiprosessi ja -menetelmät, henkilöttekijät, ulkoiset tekijät, projektinhallintatoiminta ja projektiin liittyvät tekijät. Kriittiset menestystekijät ovat siis yrityksen elementtejä, jotka luovat edellytykset sille, että projekteja voidaan hallita jatkuvasti hyvin. Pinto ja Prescott (1988) tutkivat kymmentä yksittäistä menestystekijää; projektin missio, ylimmän johdon tuki, projektin aikataulu ja suunnitelma, asiakkaan kuuntelu, henkilöstö, teknologia, asiakkaan hyväksyntä, seuranta ja palaute, kommunikaatio ja vianetsintä, ja esittivät että, näiden

menestystekijöiden kriittisyys riippuu projektin vaiheista. Vaiheista suunnittelu- ja toteutusvaiheet pitivät sisällään suurimman osan näistä tekijöistä. Esimerkiksi suunnitteluvaiheessa kriittiseksi tekijäksi nousee projektin mission ymmärtäminen. Myös Mirza, Pourzolfaghar ja Shahnazari (2013) nostavat projektin tarkoituksen kriittiseksi menestystekijäksi projektin onnistumisessa. Heidän tutkimuksensa mukaan erinäiset ongelmat projektin tarkoituksen määrittelyssä johtavat projektin huonoon suorituskykyyn.

Kezner (2015, s. 84), esittää, että projektissa tulisi seurata sen aikana ja lopuksi, projektille spesifejä suorituskykyindikaattoreita, jotka toimivat jo projektin aikana mahdollisina varoitussignaaleina. Tyypillisiä suorituskykyindikaattoreita ovat muun muassa; käytettyjen resurssien määrä verrattuna suunniteltuihin resursseihin, saavuttujen ja suunniteltujen takarajojen suhde, kustannusarvioiden revisioiden määrä, kriittisten olettamusten tai rajoitusten määrä tai aika arvon saavuttamiseksi projektissa. (Kerzner, 2015. 84-85).

Suorituskykyindikaattoreiden ja kriittisten menestystekijöiden ero on se, että siinä missä kriittiset menestystekijät mittaavat lopputulosta asiakkaan näkökulmasta, niin suorituskykyindikaattorit mittaavat prosessin laatua, jolla lopputulos saavutetaan. Suorituskykyindikaattorit ovat siis sisäisiä mittareita ja niitä voidaan tarkastella koko projektin läpi. (Kerzner, 2015. 30).

Miten projektin onnistumista sitten voidaan arvioida ja mitata? Shenhar ja Dvir (2007), esittävät, että olennaisinta on miettiä ennen projektin asettamista, mitä otetaan huomioon ja mitä arvioidaan projektin jälkitarkastelussa. Projektin arvioinnin pohtiminen projektin alussa on tärkeää, jotta projektia ohjaavat oikeat tavoitteet. Pelkkä budjetin ja aikataulun tarkastelu kertoo vain siitä, miten projektia on johdettu tai hallittu, mutta ei siitä, miten projektin todellinen asetettu tavoite ja liiketoiminnan hyöty realisoituivat. Koska projektit toteutetaan yrityksen strategiasta johdettujen mahdollisuuksien toteuttamiseksi, tulee projektin onnistumisen arvioinnissa siis ottaa huomioon se, miten projektin lopputulos heijastelee yrityksen liiketoiminnan tulokseen, eli miten projekti tuottaa arvoa yritykselle. Näin ollen arviointi saattaa tapahtua vasta myöhemmin. Onkin tärkeää asettaa projektille sekä lyhyen tähtäimen, että pitkän tähtäimen tavoitteita. Näitä tavoitteita he jaottelevat viiteen eri kategoriaan, jotka ovat; projektin tehokkuus, vaikutus asiakkaaseen, vaikutus tiimiin, liiketoimintamenestys ja tulevaisuuden mahdollistaminen. (Shenhar & Dvir, 2007. 23–27)

2.2.8 Projekteissa käytettävät työkalut

Projekti tehdään aina asiakkaan tilauksesta, eli asiakkaalla on jokin tarve tai ongelma joka projektilla pyritään toteuttamaan tai ratkaisemaan. Kapasiteetin lisäys lähtee siitä tarpeesta, että asiakkaalla on ongelma; ei ole tarpeeksi kapasiteettia. Se mistä kapasiteettivaje johtuu, tulee selvittää, ennen kuin voidaan tehdä päätös strategiasta, jolla kapasiteettia lisätään. Pitää siis selvittää kapasiteettivajeen juurisyys. Ongelmanratkaisuun, prosessien parantamiseen ja päätöksentekoon on olemassa erilaisia työkaluja, joista muutamia esitellään tässä luvussa.

Prosessien parantamiseen on olemassa useita tapoja, joista Six Sigma tarjoaa kattavan valikoiman työkaluja ja menetelmiä. Six Sigma lähestymistapa on kurinalainen metodi, minkä tahansa tuotteen, prosessin tai tapahtuma määrittämiseen, mittaamiseen, analysointiin, parantamiseen ja hallintaan. Se keskittyy ongelmien ratkaisuiden ja mahdollisuuksien löytämiseen ja prosessien kehittämiseen sen keskeisten mittareiden kautta, jotta kaikki viat saataisiin eliminoitua. Six Sigman voidaan nähdä täydentävän projektinhallinnan keinoja, ja niiden välillä on nähtävissä samankaltaisuuksia kuten se, että myös Six Sigmassa prosessin parantamiseksi käytetään projektinhallinnan keinoja, ja se vaatii aktiivista fasilitoijaa ja osallistumista projektin tukijoilta. Six Sigma voi täydentää projektinhallintaa tarjoamalla tehokkaita työkaluja ja keinot tilastolliseen ajatteluun ja määrälliseen analyysiin, auttamalla ymmärtämään vaihtelua sekä perustamaan päätöksenteon dataan, ja sitä kautta vähentämään mututuntumaa reagoinnissa ja päätöksenteossa. Yksi keskeisistä Six Sigma työkaluista on DMAIC parannus sykli, jota voidaan käyttää minkä tahansa prosessin kehittämiseen. (Rever, 2010., Slack, et.al., 2016. 540–549, Tenera & Pinto, 2014.) Se sisältää viisi kohtaa, jotka mukailevat prosessinhallinnasta tuttuja projektin elinkaaren vaiheita; määrittely, mittaaminen, analyysi, parantaminen ja säätäminen, jotka on esitetty seuraavassa kuvassa.



Mikä on ongelma?	Mitä dataa on saatavilla?	Mitkä ovat ongelman juurisyöt?	Onko meillä oikeat ratkaisut?	Mitkä ovat suosituksemme?
Mikä on laajuus?	Onko data riittävän tarkkaa?	Onko juurisyöt vahvistettu?	Miten ratkaisuiden toimivuus vahvistetaan?	Onko suosituksille tukea?
Mitä ovat avainmittarit?	Miten dataa tulisi ryhmitellä?	Mihin pitäisi keskittyä?	Onko ratkaisuja testattu?	Mikä on käyttöönottosuunnitelma?
Mitkä ovat sidosryhmät?	Mitä kuvaajia pitäisi tehdä?	Mitä johtolankoja on löydetty?	Onko vaihtelua vähennetty?	Ovatko tulokset kestäviä?

Kuva 4 DMAIC-työkalun eri vaiheet ja kysymykset, joihin vaiheissa tulisi vastata. (Rever, 2013)

Onnistuakseen DMAIC -työkalun käytössä on erityisen tärkeää alussa määritellä ja tarkentaa prosessin ongelma, ja tähän Six Sigma työkaluista voidaan käyttää esimerkiksi SIPOC-työkalua tai arvovirtakaaviota. Visuaalisen prosessin kuvauksen tarkoituksena on osoittaa mitä ja mistä kohtaa prosessissa tulisi mitata ja antaa kokonaiskuva tarkasteltavasta prosessista. SIPOC työkalussa prosessi kuvataan alkaen toimittajista, prosessin sisääntuloista, itse prosessista ja päättyen ulostuloihin ja asiakkaaseen. SIPOC-työkalun avulla voidaan linkittää prosessin mittarit näihin eri prosessin osiin. Siinä voidaan myös kuvata prosessiin liittyvät sidosryhmät. Määrittelyvaiheessa on myös tärkeää määritellä projektille CTQ tekijät, eli prosessin kriittiset laatuparametrit asiakkaan kannalta. Määrittelyvaiheen lopputuloksena voidaan luoda projektin perustamisasiakirja. (Rever, 2013, Tenera & Pinto, 2014)

Prosessin mittausvaiheessa kerätään tarvittava data, tarkastellaan sen pätevyyttä ja tehdään laskelmat ja mittaukset datan pohjalta. Kolmannessa vaiheessa rakennetaan analyysia mitausten ja laskelmien pohjalta. Tässä vaiheessa käytetään juurisyyanalyysiin tarkoitettua työkaluja, ja tavoiteltua, parannettua prosessia voidaan kuvata ja tarkastella arvovirtakaaviolla.

Juurisyyanalyysi lähtee siitä ajatuksesta, että ongelmien korjaamiseksi, paras keino on löytää ja korjata ongelmien aiheuttaja, sillä näin vältetään todennäköisimmin ongelman uudelleen toistumiselta. Usein vain yksi korjaava toimenpide ei kuitenkaan estä ongelmaa toistumasta, vaan vaaditaan useita korjauskierroksia, jonka takia juurisyyanalyysia pidetäänkin jatkuvan parantamisen työkaluna. Se myös usein nähdään työkaluna, jolla reagoidaan ongelmiin, mutta sitä voidaan käyttää tehokkaasti myös ennakoivaan toimintaan. Juurisyyanalyysi on systemaattinen prosessi sisältäen eri vaiheet ongelman määrittelystä, datan keräämisestä ja juurisyiden tunnistamisesta aina korjaavien toimenpide-ehdotusten kautta implementointiin ja vaikutusten seurantaan. Erilaisia työkaluja ja tekniikoita juurisyyanalyysiin on useita, joista alla listattuna esimerkkejä:

- Esteanalyysi
- Vikasyys ja vaikutus analyysi
- Viisi kertaa miksi
- Ishikawa, eli kalanruoto diagrammi
- Paretoanalyysi, 80/20 sääntö

Toimiakseen, juurisyyanalyysi pitää toteuttaa systemaattisesti osana tutkimusvaihetta, ja sen pitää perustua dokumentoituun näyttöön. Sen tulee tuoda esille kaikki mahdolliset ratkaisut ongelmaan, jotta voidaan valita paras ratkaisu prosessin parantamiselle. (Tenera & Pinto, 2014, Kerzner, 2015. 252–255)

Tämän jälkeen siirrytään varsinaiseen parannusvaiheeseen, jonka tarkoituksena on tunnistaa ja valita parhaat mahdolliset ratkaisut. Tähän hyödynnetään priorisointi- ja päätöksentekotyökaluja. Yksi päätöksenteon työkaluista on SWOT analyysi, eli analyysi, jossa pyritään löytämään jonkin asian, kuten ratkaisun vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat. Näin tarkastellaan asian ulottuvuuksia sisäisten resurssikyvykkyyksien ja toisaalta ulkoisten mahdollisten lopputulemien kautta. Tämä analyysi auttaa hahmottamaan sen mitä voidaan tehdä ja mitä tulisi tehdä. Analyysi vaatii onnistuakseen osaavat asiantuntijat. (Tenera & Pinto, 2014, Kerzner, 2015. 273–279)

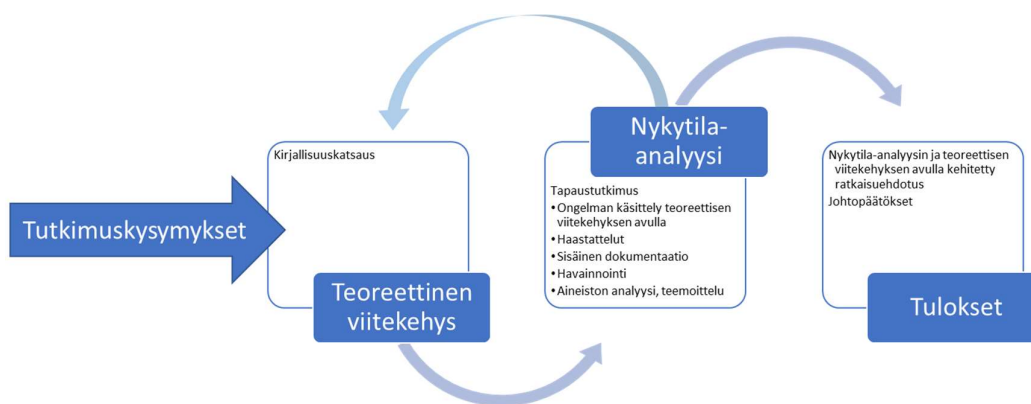
Toinen päätöksenteon työkalu on Pareto analyysi ja 80/20 sääntö, joka toimii myös ongelmanratkaisun työkaluna. Päätöksenteon tukena se toimii siten, että periaatteena on tunnistaa mitkä 20 prosenttiyksikköä ehdotetuista toimista tekemällä saavutetaan 80 prosenttiyksikköä hyödyistä. Kolmas päätöksenteon työkalu on kustannus-hyöty-analyysi, jossa erilaisten kustannus ja hyötyparametrien kautta asetetaan ratkaisut järjestykseen. Näitä parametrejä ovat muun muassa talouden tunnusluvut kuten sijoitetun pääoman tuottoaste, nettonykyarvo ja kassavirta, tai investoinnin takaisinmaksuaika, asiakastyytyväisyys, turvallisuus, luotettavuus ja markkinaosuus. (Kerzner, 2015. 273–279)

Erityisesti DMAIC -työkalun käyttäminen ja ymmärtäminen tarjoaa prosessin myös päätöksentekoon, ja oikein käytettynä johtaa parempaan, dataan perustuvaan päätöksentekoon (Rever, 2013).

3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus tehtiin teorialähtöisenä soveltavana tutkimuksena, jonka tavoitteena on ratkaista kohdeorganisaation ongelma. Tutkimuksen tiedonhankinnan strategiana käytettiin kvalitatiivista, kuvailevaa ja selittävää tapaustutkimusta. sillä tutkimuskohteena on joukko tapauksia, kehityshankkeita, joita tutkimalla pyritään löytämään vastaus siihen, miten yrityksen tuotannon kapasiteetin kehityshankkeita voitaisiin paremmin toteuttaa. Tapaustutkimus soveltui tutkimusstrategiaksi hyvin, sillä vaikka tässä tutkimuksessa esitetyt tulokset eivät sellaisenaan olisi sovellettavissa muualle, tutkimusongelmana olikin ratkaista tutkimuksen toimeksi antaneen yrityksen nimenomainen tarve. Tapaustutkimuksen lisäksi tiedonhankinnan strategiana käytettiin kirjallisuuskatsausta, jonka avulla pyrittiin tunnistamaan ja ymmärtämään tutkimusongelmaan liittyvää metodologiaa ja viitekehystä. Kirjallisuuskatsausta käytettiin, jotta tapaustutkimuksen aineistoa voitiin kerätä ja analysoida olemassa olevan teorian pohjalta ja näin luoda tutkimukselle pohja. (Parjanen, 2021., Tuomi & Sarajärvi, 2018)

Seuraavassa kuvassa on esitetty tutkimusprosessin eteneminen ja keskeiset vaiheet.



Kuva 5 Tutkimusprosessin eteneminen ja keskeiset vaiheet.

Tutkimuksen aluksi suoritettua kirjallisuuskatsausta avulla käsiteltiin tutkimusongelmaa ja luotiin pohja nykytila-analyysin tiedonkeruulle, kuten haastattelukysymyksille. Laadullisen aineiston keruun ja analysoinnin jälkeen palattiin täydentämään kerättyä aineistoa taas teoreettisen viitekehysten avulla. Lopuksi rakennettiin ratkaisuehdotus näiden edeltävien vaiheiden pohjalta.

3.1 Laadullisen aineiston keruu

Tapaustutkimukselle tyypillisesti tässä tutkimuksessa on käytetty monenlaisia laadullisia aineistoja, jotka on hankittu eri metodein, kuten haastatteluita ja tutkittavista hankkeista tehtyä dokumentaatiota. Pääasiallinen aineistonkeruumetodi oli puolistrukturoitu haastattelu. Haastatteluihin oli kysymysrunko (liite 1.), jonka mukaan haastattelut etenivät. Haastattelu-
runгон teemat oli muodostettu kirjallisuuskatsauksen keskeisten löydösten pohjalta. Seuraavassa taulukossa on esitetty haastatteluiden pääteemat ja pääasialliset kirjallisuuslähteet teemoille.

Taulukko 1 Haastattelukysymysten teemat ja teemojen pääasialliset kirjallisuuslähteet.

Teema	Lähde
Kapasiteetti	Slack, Brandon-Jones & Johnston, 2016, Hopp & Spearman, 2008
Projektinhallinta	Project Management Institute, 2021
Resurssit, roolit, sidosryhmät	Project Management Institute, 2021
Parhaat käytännöt ja opit	Kerzner, 2014
Uutuus, teknologia, monimutkaisuus ja tahti	Shenhar & Dvir, 2007

Riippuen haastateltavasta ja hänen kokemuksestaan aiheeseen liittyen, kaikkia kysymyksiä ei käsitelty, tai käsiteltiin aiheita kysymysten ulkopuolelta. Tällä tavoin käyttämällä puolistrukturoitua haastattelua, pyrittiin antamaan tilaa ihmisten vapaalle puheelle ja näin saamaan esille myös vähemmän tunnettuja näkökulmia aiheesta. (Parjanen, 2021., Tuomi & Sarajärvi, 2018)

Nykytilan selvitykseen käytettiin myös yrityksen sisäistä kirjallista materiaalia, kuten prosessikuvauksia, menetelmäohjeita sekä havaintoja, joiden avulla kuvattiin tutkimuksessa yleisemmin tarkasteltavia, tutkimusaiheeseen liittyviä prosesseja, ja niiden keskeisiä elementtejä.

3.1.1 Aineiston kattavuus ja rajaukset

Aineiston kattavuus oli hyvä. Haastateltavat oli rajattu sellaisiin henkilöihin, joilla oli oma-kohtaista kokemusta tuotannon kapasiteettiin liittyvistä hankkeista, joko niiden johtamisesta,

tai osallistumisesta niihin tiimin jäsenenä. Kohdeyrityksessä työskentelee Suomessa, Operations (OPS) -yksikön toimituskyvykkyyksiimissä, yhteensä yhdeksän projektipäällikköä ja tuotantoteknologiatiimissä yksi projektipäällikkö. Näistä kymmenestä projektipäällikköä haastateltiin neljää, joilla oli ollut, tai oli parhaillaan työn alla, jokin tuotannon kapasiteettiin liittyvä hanke. Lisäksi haastateltiin kahta prosessi-insinööriä, joilla oli tuotannon kapasiteettiin liittyvä hanke juuri alkanut tai alkamassa, sekä kahta aiemmin vastaavissa tehtävissä ollutta henkilöä, joilla molemmilla oli ollut johdettavanaan tuotannon kapasiteettiin liittyvä hanke. Hankkeita johtaneiden henkilöiden lisäksi siis haastateltiin hankkeissa mukana olleita henkilöitä, joiden vastuualueella oli ollut kapasiteetin laskenta. Kaikkiaan tarkasteltavaksi nostettiin kuusi erilaista tuotannon kapasiteettihanketta. Laadullinen aineisto rajattiin näihin hankkeisiin, sillä näistä kolme käynnissä olevaa hanketta kuvasivat mahdollisimman hyvin yrityksen sen hetkistä tilannetta siitä, miten tuotannon kapasiteettihankkeita toteutetaan. Toisaalta kolme haastatteluhetkellä jo päättynyttä hanketta otettiin mukaan, koska ne kuvaavat laajuudeltaan erilaisia hankkeita kuin käynnissä olevat, jotta saataisiin kattavampi kuva eri laajuisista hankkeista.

3.1.2 Laadullisen aineiston analysoiminen

Puolistrukturoitujen haastatteluiden kautta kerätyn aineiston analysointiin käytettiin aineistolähtöistä teemoittelua, eli aineistosta nostettiin esiin kiinnostavia osia, jotka jaettiin eri teemojen mukaisesti. Aineistosta pyrittiin löytämään samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia. Aineiston analysointi tehtiin tarkastelemalla haastatteluiden nauhoitteita ja kirjattuja muistiinpanoja, joista esiin nousevat kohdat kerättiin koostetusti Excel-taulukkoon teemoittelua varten. Haastatteluaineistoa täydennettiin teemoittelussa, käyttämällä hyödyksi haastateltavan haastattelussa esimerkkinä käyttämän kapasiteettihankkeen dokumentaatiota yrityksen eri tallennuskanavissa.

4 Nykytilan kuvaus

Tutkimuksen toimeksi antanut yritys on viimevuosina kasvattanut toimintaansa merkittävästi ja kasvun uskotaan jatkuvan edelleen. Yrityksen tuotannossa on jo tehty joitakin tuotannon kapasiteetin lisäämiseen tähtääviä hankkeita, mutta yritykseltä puuttuu prosessi ja toimintatavat näiden hankkeiden systemaattiseen toteuttamiseen. Tämän tutkimuksen tavoitteena on löytää ratkaisu tai ratkaisu, joilla valmistusyritys voi tehokkaasti ja menestyksellisesti toteuttaa tuotannon kapasiteetin lisäykseen johtavia hankkeita.

Tässä luvussa esitellään ensin lyhyesti kohdeyritys, jonka jälkeen tarkastellaan yrityksen nykytilaa tuotannon kapasiteetin ja projektinhallinnan näkökulmasta, sekä kuutta valittua kapasiteettihanketta. Lopuksi on yhteenveto yrityksen nykytilasta kapasiteetin ja projektinhallinnan osalta.

4.1 Tutkimuksen kohdeyritys

Kohdeyrityksenä tutkimukselle toimii suomalainen sään ja teollisuuden mittausratkaisuihin keskittynyt teknologiayritys. Yrityksen pääkonttori on Suomessa ja valmistusta tehdään Suomen lisäksi ulkomailla. Valtaosa tuotteista menee vientiin. Yrityksen valmistustoiminnasta vastaa Operations -yksikkö, OPS, jossa työskentelee varsinaisen valmistuksen lisäksi logistiikka, laatu, hankinta, tuotannosuunnittelu, tuotannon tuki ja tuotantoteknologia -toiminnot. Yrityksen tuotantoprosesseista, niiden ylläpidosta ja kehittämisestä, vastaa tuotannon tukitiimit yhteistyössä muiden tukitoimintojen kanssa. Yrityksen operatiivisissa toiminnoissa on omaksuttu Lean filosofia ja laatujohtamisen työkaluna käytetään Six Sigmaa. Yrityksellä on oma tuotantojärjestelmä ja sitä arvoiva toiminnallisen laadun kriteeristö, jotka ohjaavat päivittäistä tekemistä.

Yritys on kasvanut voimakkaasti viime vuosina ja kasvunäkymät ovat positiiviset. Kysynnän kasvaessa yritykselle on tullut tarve investoida tuotannon kapasiteetin kasvattamiseen. Yrityksessä on nostettu esiin tarve selvittää, kuinka kapasiteetin laskentaa ja kasvattamista voitaisiin systemaattisesti toteuttaa, jotta päätöksenteko ja tulokset olisivat läpinäkyviä ja vertailukelpoisia, sekä dataan perustuvia.

4.2 Tuotannon kapasiteetti ja tuotantokapasiteetin hallinta kohdeyrityksessä

Yrityksen valmistustoiminta on pääsääntöisesti niin kutsuttua high-mix, low-volume-tuotantoa, joka tarkoittaa, että erilaisia tuotteita ja tuotemalleja on suuri määrä, mutta tuotantomäärät eri tuotteita, tai tuotemalleja, kohden ovat verrattain pieniä. Suuresta osaa tuotteita on olemassa lukuisia eri versioita, joita asiakkaat voivat valita tarpeidensa mukaisesti. Eri versiot voivat olla joko laitteen mekaanisiin tai elektronisiin osiin, tai ohjelmistoon tehtyjä muutoksia. Tästä syystä myös suurin osa tuotteista valmistetaan vasta asiakkaan tilauksen perusteella, eikä niitä voida valmistaa varastoon. Tuotanto tapahtuu tuotantosoluissa, joissa tyypillisesti valmistetaan yhtä tuoteperhettä, kaikkine versioineen. Tuotantosolussa on tuotteen kokoonpanoon liittyvien tilojen ja tarvikkeiden lisäksi tuotantoon tarvittavia koneita, kuten erilaisia testaus- ja kalibrointilaitteita.

Tuotantokapasiteetti tuotantosoluille ja -koneille määritellään ja rakennetaan tuotekehitysprojektissa. Kapasiteettivaatimus tulee liiketoiminta-alueen ennustamasta kysynnästä uudelle tuotteelle. Kapasiteetin laskentaan ja määrittämiseen on uusille tuotantosoluille menetelmäohjeistus, jonka mukaan huomioon tulisi ottaa mukaan myös kysynnän vaihtelu, käyttäen hyödyksi vastaavien olemassa olevien tuotteiden historiatietoa. Lisäksi ohjeistetaan laskemaan käyttöastetta, prosessiaikaa, pullonkaulan maksimikapasiteettia, tahtiainaa, läpimenoaika, keskeneräisen tuotannon määrää ja jaksoaika.

Tuotantokapasiteettia seurataan tuotantosolukohtaisesti, sekä konekohtaisesti. Jokaiselle tuotteelle on laskettu tuotekohtainen keskiarvoinen prosessiaika, joka pitää sisällään kokoonpanoajan sekä koneajan. Tämä prosessiaika on kirjattu toiminnanohjausjärjestelmään. Yrityksessä käytetään tuotantotiimistä riippuen yhtä tai kahta työvuoroa, joiden laskennallinen tehollinen pituus on määritetty. Tämä jaettuna tuotantosolun tuotteiden prosessiajalla kertoo tuotantosolun keskimääräisen laskennallisen päiväkapasiteetin. Tätä käytetään tuotannosuunnittelun pohjana ja tähän yleisesti viitataan yrityksessä tuotteen tuotantokapasiteettina.

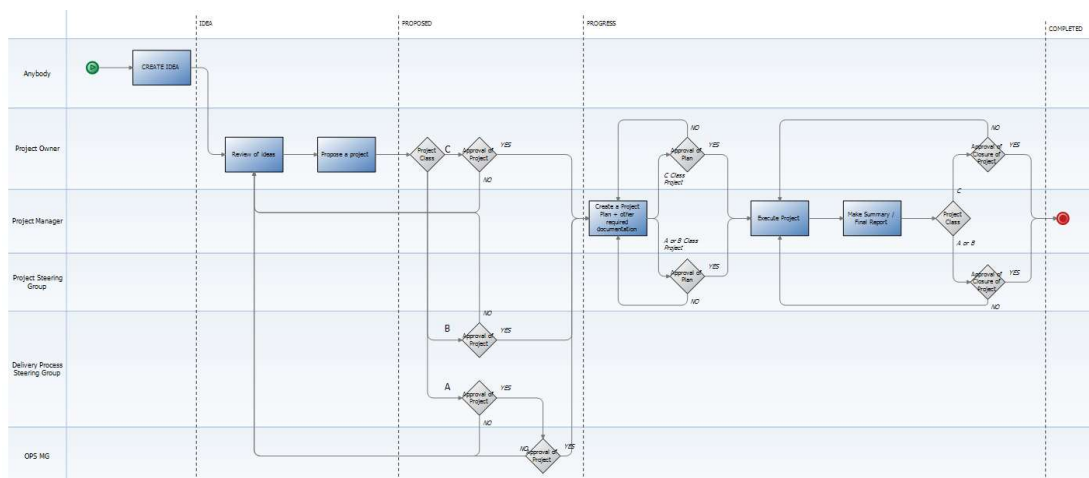
Jokaiselle tuotantokoneelle on tiedossa käytettävissä oleva aika, ja jokaiselle koneessa ajettavalle tuotteelle keskimääräinen koneaika. Lisäksi kuukausittain saadaan liiketoiminta-alueiden tekemä kysyntäennuste tuotekohtaisesti. Konekohtaista kapasiteetin seurantaa, eli

koneiden ennustettujen käyttöasteiden seuranta, tehdään näiden tietojen perusteella kuukausittain. Tämän seurannan pohjalta saatu ennuste kapasiteettivajeesta pyritään lyhyellä tähtäimellä ratkaisemaan lisäämällä työaikaa, ja pitkällä tähtäimellä, mikäli nähdään kapasiteettivajeen olevan jatkuva, ehdottamalla kapasiteetin lisäykseen tähtäävän hankkeen aloittamista.

4.3 Projektinhallinta kohdeyrityksen Operations -yksikössä

Yrityksessä toteutetaan projektinhallintaa sekä asiakastoimitusprojekteissa, tuotekehitysprojekteissa, toimituskyvyn rakentamisen projekteissa, että sisäisissä kehitysprojekteissa. Näistä toimituskyvyn rakentamisen projekteja ja sisäisiä kehitysprojekteja tehdään OPS-yksikössä. Toimituskyvyn rakentamisen projekteissa tuotannon tukitiimin projektipäälliköt rakentavat uusille tuotteille toimituskyvyn, eli käytännössä koko toimitusketjun alkaen alihankkijoista aina asiakkaalle lähetykseen asti. Näille projekteille on yrityksessä määritelty prosessi ja projektimalli, jota yleisesti noudatetaan. Ylätason prosessi määrittelee karkean vaiheistuksen, sekä katselmukset projektin liiketoimintaperusteelle. Projektimalli pitää sisällään tarkemman valmiiksi määritellyn vaiheistuksen ja vaiheiden katselmukset, vaiheistusten sisältämät pakolliset tuotokset, vaatimuskirjaston, sekä valmiit mallipohjat projektidokumentaatiolle.

OPS-yksikön sisäisille kehitysprojekteille on luotu oma ylätason prosessi siihen, miten projekteja esitetään, ehdotetaan, aloitetaan ja suljetaan. Seuraavassa kuvassa on esitetty prosessikuvaus.



Kuva 6 OPS-yksikön sisäisten kehitysprojektien prosessikuvaus.

Prosessi pitää sisällään päätöksentekoprosessin hankkeiden käsittelylle, eri hankkeiden luokittelun periaatteet, sekä päätöksentekovaatimukset eri luokituksille. Lisäksi se tarjoaa yleiset mallipohjat projektisuunnitelmalle.

4.4 Yrityksessä toteutetut ja keskeneräiset kapasiteettihankkeet

Yrityksen tuotannossa on viimeisten vuosien aikana tehty joitakin tuotantokapasiteetin lisäämiseen tärkeitä hankkeita, joista kuusi otettiin tässä tutkimuksessa tarkempaan tarkasteluun. Näistä kuudesta hankkeesta kolme oli käynnissä olevia ja kolme tutkimushetkellä päättyneitä hankkeita. Kyseisten kuuden hankkeen vetäjinä toimivat projektipäälliköt ja prosessi-insinöörit haastateltiin samansisältöisellä puolistrukturoidulla haastattelurungolla (liite 1.). Näiden haastatteluiden pohjalta on kerätty jokaisesta hankkeesta yhteenveto, jotka esitellään seuraavaksi. Lopuksi esitetään yhteenveto näistä hankkeista, jossa verrataan hankkeiden samankaltaisuuksia ja erilaisuuksia, jotta saadaan yleiskuva siitä, minkälaisia kapasiteettihankkeita yrityksessä on tehty tai käynnissä.

4.4.1 Hanke 1a. ja 1b. Data loggereiden valmistuskapasiteetin lisäys

Data loggereiden valmistuskapasiteetin lisäystä tarkasteltiin kahden eri hankkeen kautta, joista toinen oli toteutettu vuonna 2021 ja oli jo haastatteluvaiheessa valmistunut hanke, ja toinen oli vielä käynnissä oleva projekti.

Ensimmäisessä hankkeessa tavoitteena oli lisätä useiden eri tuotteiden lämpötilakalibroinnin kapasiteettia liiketoiminta-alueen antamien kasvuennusteiden pohjalta. Tuotteisiin liittyen oli käynnissä vielä tuotekehitysprojekti ja toinen tuotekehitysprojekti alkamassa. Lähtötilanteen nykykapasiteetti ei ollut suoraan selvillä, vaan selvitys aloitettiin laskemalla kyseisen kalibroitikon käyttöaste ja sitä verrattiin annettuihin kysynnän kasvuennusteisiin nähden. Ensin tehtiin karkea arvio, siitä riittääkö kapasiteetti, jonka pohjalta sitten tehtiin päätös aloittaa kapasiteetin lisäys omana hankkeenaan.

Hanke asetettiin yrityksen OPS-yksikön sisäiseksi kehityshankkeeksi, ja se sai projektiluokituksen B. Hankkeelle avattiin oma projektinumero toiminnanohjausjärjestelmään sekä projektinhallintajärjestelmään. Projektille nimitettiin projektipäällikkö ja projektitiimiin asetettiin resurssiksi lisäksi yksi testaussuunnittelija. Projektissa tarvittiin työpanosta myös projektitiimin ulkopuolisilta resursseilta, kuten mittanormaalilaboratoriolta. Projektille muodostettiin ohjausryhmä, mutta ohjausryhmän seuranta ei sovittu säännölliseksi. Projektipäällikkö valmisteli projektisuunnitelman, laajuuslausuntodokumentin, ja aikataulu-, sekä budjettiesitykset. Nämä hyväksyttiin ensimmäisessä ohjausryhmän tapaamisessa. Projekti noudatti yrityksen tuotekehitysprojekteille tehtyä projektirakennetta katselmuksineen ja osittain myös toimituksineen. Projektiryhmä myös määritteli listauksen projektin vaatimuksista projektinhallintajärjestelmään, käyttäen soveltuvin osin yrityksen valmista tuotekehitysprojektien vaatimuskirjastoa.

Projektissa kapasiteetin lisäys tehtiin investointihankkeena, eli hankittiin tuotantoprosessin tunnistetusta pullonkaulakoneesta kopio, eli toinen vastaava kone. Tähän toteutukseen päädyttiin jo suoraan projektinasetannassa, koneiden käyttöasteiden tarkastelun pohjalta.

Kun projektin tavoite oli saavutettu, eli uusi kalibroitikone saatiin valmiiksi, pidettiin projektirakenteen mukainen julkaisukatselmus, jonka mukaisesti kone hyväksyttiin käyttöön ja projektin tavoite hyväksyttiin saavutetuksi. Projektisuunnitelmien mukaisesti, tästä katselmuksesta aloitettiin tuotannon ylös ajon seuranta, joka on edelleen käynnissä.

Projektipäällikön mukaan tämä hanke oli monimutkaisuudeltaan ja uutuusarvoltaan alhainen, eikä uutta teknologiaa käytetty tai tuotettu projektissa. Kiireellisyys tälle projektille oli keskitasoa, johtuen nopeasta kysynnän kasvusta. (Projektipäällikkö, haastattelu 24.1.2022., Prosessi-insinööri, haastattelu 3.3.2022.)

Toisena data loggereiden valmistuskapasiteettiin liittyvänä hankkeena oli uuden data loggeri tuotteen tuotekehitysprojektin yhteydessä tehty kapasiteetin lisäys. Projekti oli asetettu omana projektina toiminnanohjausjärjestelmään, mutta projektinhallintajärjestelmässä se yhdistettiin tuotekehitysprojektin kanssa samoihin rakenteisiin.

Tässä projektissa oli projektipäällikön lisäksi prosessi-insinööri, sekä kolme testaus suunnittelijaa, samat resurssit kuin tuotekehitysprojektin tuotanto-osuuden kanssa. Lisäksi projektin laajuuslausunto, projektisuunnitelmat ja budjetti käsiteltiin osana tuotekehitysprojektia. Näissä dokumenteissa käytettiin osittain tuotekehitysprojektien valmiita suunnitelmapohjia ja osittain OPS-projektinhallintadokumentteja.

Projektin asetannassa oli määritelty, että tuotantokapasiteettia tarvitaan lisää. Nykykapasiteetti oli tiedossa ja sitä oli tarkasteltu koneiden käyttöasteiden, sekä toteutuneiden tuotantomäärien kautta. Kapasiteettilaskelmissa otettiin huomioon historiatieto, jossa tarkasteltiin valmistusmäärien suurinta ja pienintä toteutumaa. Näitä valmistusmääriä verrattiin koneaikoihin. Laskelmissa käytettiin koneen saantolukemana teoreettista sadan prosenttiyksikön lukemaa, eikä häiriöaikaa otettu huomioon. Koneille on laskettu käytettävissä oleva aika sen mukaan, kuinka pitkä koneaika on kyseessä; lyhyelle koneajalle on käytetty tuotannossa käytettävissä olevaa henkilötyöaikaa, yhteensä 14 tuntia kahdessa työvuorossa, ja pitkille koneajoille koko vuorokauden tuntimäärää. Koneiden prosessiaika on otettu toiminnanohjausjärjestelmästä. Laskelmat tehtiin Microsoft Office Excel -ohjelmalla.

Projektin käytännön toteutuksena päädyttiin lisäämään tuotantokapasiteettia siirtämällä data loggereiden mittapäiden valmistus omaksi tuotantolinjaksi nykyisen yhdistetyn tuotantolinjan sijaan. Uuteen tuotantolinjaan myös ehdotettiin toteutettavaksi kaksi uutta testausasemaa siirrettyjen kalibrointiasemien lisäksi. Tämä käytännön toteutus hyväksyttiin projektisuunnitelmien perusteella ja päätöksen teki tuotantojohtaja. Varsinaista ohjausryhmää projektille ei ollut perustettu.

Kuten edellinenkin hanke, tämän projektin monimutkaisuus ja uutuusarvo, sekä teknologia-taso olivat alhaisella tasolla, mutta kiireellisyys sen sijaan tässä projektissa edellistä

kriittisempi. Projektin aikataulu oli jo projektin asetannassa katsottu olevan liian tiukka tavoitteisiin nähden.

Haastatteluvaiheessa projekti oli vielä kesken, mutta suunnitelmat projektin valmistumisesta olivat selvillä. Projektin valmistuminen oli tarkoitus todeta erillisessä julkaisukatselmuksessa, vaikka rinnakkain tehty tuotekehitysprojekti vielä jatkuukin. Varsinaista sulkemisdokumentaatiota ei ollut ajateltu tehtäväksi, ja uuden tuotantolinjan ylös ajoa olisi tarkoitus seurata koneiden saantolukemien kautta. (Projektipäällikkö, haastattelu 10.5.2022)

4.4.2 Hanke 2. Kastepistelähettimen valmistuskapasiteetin lisäys

Kastepistelähettimien kapasiteetin lisäys -projekti sai alkunsa tuotealueen vaatimuksesta saada 50 prosenttiyksikköä lisää valmistuskapasiteettia pitkään myynnissä olleelle tuotteelle, jotta tuleva asiakaskysyntä saadaan katettua ilman toimitusaikojen merkittävää pidentämistä. Liiketoiminta-alueen vaatimuksen päälle lisättiin tuotannon sisäinen tavoite vielä neljäsosan kapasiteettilisäyksestä. Tästä saatiin laskennallinen päivätavoite, jonka pohjalta tehtiin laskelmat vaaditusta kokoonpano- ja testauskapasiteetista.

Lähtötilanteessa tuotannon kapasiteetti ei ollut selvillä, johtuen jaetusta kapasiteetista useiden tuotteiden välillä samoilla tuotannon koneilla. Kapasiteetin lisäystä varten tehtiin laskelmat uusille tuotantokoneille. Laskelmien lisäksi projektin alussa toteutettiin Kaizen -tapahdus, jota fasilitoi yrityksen Lean insinööri. Tässä tapahtumassa pyrittiin löytämään kapasiteetin lisäykselle eri vaihtoehdot, ja niiden pohjalta valitsemaan paras vaihtoehto, joka muodostaisi projektin laajuuden.

Projekti avattiin toiminnanohjausjärjestelmään ja projektinhallintajärjestelmään, sillä se oli luokiteltu B-luokan projektiksi. Projektiryhmään nimitettiin projektipäällikön lisäksi prosessi-insinööri, kolme testaussuunnittelijaa ja yksi testausarkkitehti. Projektille nimitettiin ohjausryhmä ja lisäksi projektipäällikkö muodosti teknisen ohjausryhmä, joka toimi tukena tuotantoteknologioihin liittyen. Projekti käytti myös yrityksen ulkopuolisia resursseja, kuten mekaniikan, elektroniikan ja ohjelmistojen suunnittelu- ja toteutuskumppaneita. Varsinaista tuotekehityksen edustusta ei projektissa ollut sillä tuotteeseen ei ollut samanaikaista tuotekehitysprojektiä käynnissä.

Projektin aluksi projektipäällikkö tuotti projektisuunnitelman, projektin laajuuslausunnon ja projektinhallintasuunnitelman. Projektissa käytettiin tuotekehitysprojektin valmista projektirakennetta ja vaatimuskirjastoa soveltuvin osin. Rakenteen mukaisten katselmusten lisäksi toteutettiin integrointitapahtumia sidosryhmille sitä mukaa, kun projektissa oli jotain esiteltävää. Aikataulu tehtiin Microsoft Project -työkalulla. Projektin seuranta toteutettiin viikokopalavereissa ja seurantatauluilla, jotka sijaitsivat tehtaalla.

Tälle projektille projektipäällikkö antoi monimutkaisuudessa ja teknologiassa keskitason luokituksen, sillä projektissa toteutetaan uudentyyppejä tuotantokoneita ja projektilla on paljon sidosryhmiä. Sen sijaan projektin tuotoksen uutuusarvo nähtiin alhaisena. Projektille oli asetettu tiukka aikatauluvaatimus, joten projektin kiireellisyys nähtiin keskitasoa korkeampana.

Projekti on yhä käynnissä, mutta projektipäällikön mukaan projektin valmistuminen tullaan toteamaan projektirakenteen mukaisessa katselmuksessa, jonka jälkeen aloitetaan tuotannon ylös ajon seuranta. Projektin tavoitteiden toteutuminen tullaan toteamaan seurannan kautta, mikäli ennustettuihin toimitusmääriin päästään. (Projektipäällikkö, haastattelu 28.1.2022., Johtava Prosessi-insinööri, haastattelu 9.3.2022.)

4.4.3 Hanke 3. Datamoduulien kapasiteetin lisäys

Tuotekehityksessä on käynnissä projekti, joka tuo tuotantoon yhden uuden datamoduulimallin nykyisen neljän mallin rinnalle. Tämän projektin myötä datamoduulien kapasiteettia tarkasteltiin yrityksessä syksyllä 2021, ja havaittiin, että uuden moduulin arvioitu kysyntä ja vanhojen moduulien kysyntäennusteiden kasvu aiheuttavat tuotantoon merkittävän kapasiteettivajeen, jota ei voida paikata pelkästään lisäämällä työvuoroja tuotantolinjalle. Tuotannon sen hetkinen kapasiteetti ei ollut tarkasti tiedossa, mutta selvitystyö aloitettiin sillä, että tuotevastuullinen prosessi-insinööri teki laskelmat toiminnanohjausjärjestelmästä saatavien kokoonpano- ja koneaikojen pohjalta. Nämä laskennat osoittivat, että vaikka teoreettinen maksimikapasiteetti tuotantolinjalla riittäisi, kun käytössä on kaksi työvuoroa, niin vaihtelun ja poikkeamien puuttuessa laskelmista, voidaan uuden linjan rakentamisella pienentää riski, että kapasiteetti ei riittäisikään käytännössä. Päätöksen kapasiteetin lisäyksestä tekivät tehtaantojohtaja ja tuotannon tukitiimin päällikkö prosessi-insinöörin esityksen pohjalta.

Käytännössä kapasiteetin lisäys toteutettiin hankkimalla toinen samanlainen tuotantolinja ja testauslaitteisto nykyisen lisäksi. Nämä investoinnit voitiin toteuttaa ilman erillistä projektisuunnitelmaa ja budjettiesitystä, sillä tuotekehitysprojektissa oli varattu investointibudjetti moduulituotannon rakentamiselle. Hankkeesta ei avattu projektinumeroa toiminnanohjausjärjestelmään tai projektinhallintajärjestelmään. Hankkeelle ei nimitetty virallista projektipäällikköä tai projektitiimiä, vaan resurssointi muodostui tuotekehitysprojektin projektipäälliköstä ja tuotevastuullisesta prosessi-insinööristä, jotka sopivat toteutuksesta keskenään. Testauslaitteisto toteutettiin yrityksen testauslaitteistotiimin normaalin työjonon kautta. Hankkeelle ei tehty projektidokumentaatiota, kuten suunnitelmia tai laajuuslausuntoja.

Hankkeen aikataulutavoitteen määritteli kysyntäennusteet. Hankkeelle ei asetettu ohjausryhmää, ei pidetty seurantapalavereita, eikä katselmuksia.

Tämä hanke nähtiin projektipäällikön toimesta uutuusarvoltaan ja teknologialtaan alhaisen tason hankkeena. Sen sijaan monimutkaisuus ja kiireellisyys katsottiin keskitasolle, sillä projektiin liittyi suhteellisen paljon sidosryhmiä ja tarve lisäkapasiteetille olisi aikataulullisesti kriittinen, jotta uuden tuotteen kysyntään voidaan vastata. (Vanhempi Prosessi-insinööri, haastattelu 24.2.2022., Prosessi-insinööri, haastattelu 9.3.2022)

4.4.4 Hanke 4. Tutkavalmistuksen kapasiteetin lisäys

Yrityksen tuotekehitys oli lanseeraamassa uutta tuotetta tutkavalmistukseen, jolloin havaittiin, että tutkavalmistuksen kapasiteettia olisi hyvä tarkastella, jotta valmistuskapasiteetti varmasti riittää vastaamaan tulevaan kysyntään. Lähtötilanteen valmistuskapasiteetti ei ollut täysin tiedossa, sillä tähän asti kapasiteetti oli aina riittänyt kysyntään nähden. Toisin kun monia muita yrityksen tuotantolinjoja, tutkavalmistuksen maksimikapasiteettia ei voida todeta valmistamalla laitteita esimerkiksi omaan käyttöön, sillä niiden kustannus ja fyysinen koko ovat niin suuria, ettei se ole taloudellisesti tai käytännöllisesti järkevää.

Hankkeelle annettiin tavoitteeksi lukumäärät kuukaudessa, joihin valmistuslinjan tulee päästä. Näiden lisäksi asetettiin alitavoitteita, jotka tukevat päätavoitteisiin pääsyä. Hanke aloitettiin järjestämällä työpaja, jossa määriteltiin projektin sisältö. Hankkeelle nimitettiin projektipäällikkö ja projektitiimiin nimettiin resurssiomistajat, joiden tehtävänä oli osoittaa oman alueensa tehtävät projektissa omille tiimiläisilleen. Projektille avattiin

toiminnanohjausjärjestelmään projektinnumero tuntiseurantaa varten, sillä se vaaditaan B-luokituksen projekteilta. Projektin etenemistä seurattiin projektipalavereissa kahden viikon välein, mutta projektissa ei noudatettu mitään projektirakennetta tai käytetty muita projektiprosesseja, vaan toteutus haluttiin pitää hallinnollisesti kevyenä. Projektissa ei myöskään tuotettu projektisuunnitelmia, laajuuslausuntoja tai muuta dokumentaatiota, vaan etenemistä dokumentointiin projektin asetustiketille projektinhallintajärjestelmässä. Projektille ei määritetty aikataulu tai budjettia. Projektilla oli kuitenkin ohjausryhmä, jonka tapaamisiin osallistui projektipäällikön sijaista projektin omistaja.

Projektin kapasiteetin lisäys toteutettiin käytännössä parantamalla nykyistä prosessia; tuotantolinjan layout muutettiin, materiaalivirtausta parannettiin, osa tehtävistä siirrettiin tehtäväksi toiseen tiimiin, ja lisää henkilöstöä palkattiin ja koulutettiin valmistustehtäviin.

Tällä hankkeella oli paljon sidosryhmiä, joka nosti projektin monimutkaisuutta keskitasoa korkeammalle. Projektin tuotoksen uutuus ja kiireellisyys oli projektipäällikön mukaan keskitasoa. Uutta teknologiaa projektissa ei sen sijaan käytetty tai tuotettu, joten se osa-alue katsottiin vähäiseksi.

Projektin varsinainen toteutusosuus on päättynyt, mutta projektin sulkeminen odottaa, että yrityksessä otetaan käyttöön työkalu, jolla voidaan simuloida tuotantoa, jotta tavoitteisiin pääseminen voidaan todistaa. (Projektipäällikkö, haastattelu 3.2.2022)

4.4.5 Hanke 5. Sääasematuotannon kapasiteetin lisäys

Sääasematuotannon kapasiteetin lisäys oli tarkastelluista hankkeista laajin. Se lähti liikkeelle tuotealueen pyynnöstä nostaa valmistusmääriä tuotannossa, jotta kysynnän oletettuun kasvuun voidaan tulevaisuudessa vastata. Projektille annettiin numeeriset tavoitteet vuosittaisista valmistusmääristä, joihin projektin valmistuttua tulisi päästä. Tavoitteena oli myös tietyt valmistus- ja toimitusajat.

Projekti perustettiin toiminnanohjausjärjestelmään ja projektinhallintajärjestelmään. Projektille nimettiin projektipäällikkö ja projektitiimi. Projektille avattiin myös aliprojekteja muun muassa tuotekehitykseen. Osa tuotekehityksasioista toteutettiin tuotekehityksen normaalin työjonon kautta.

Projektin aluksi projektipäällikkö teki projektisuunnitelmat, avasi tuoteprojektin mukaisen projektirakenteen ja vaatimukset projektihallintajärjestelmään sekä järjesti projektille seurannan ja nimitti ohjausryhmän. Projektilla oli aikataulusuunnitelma, joka tehtiin Microsoft Project -työkalulla ja sitä seurattiin käytännössä post-it-lapuilla tehdyllä taululla. Projektin tehtäviä seurattiin projektihallintatyökaluun luoduilla tiketeillä. Projekti seurasi tuotekehitysprojektien rakennetta ja katselmuksia. Kaikki projektin muutokset hyväksyttiin ohjausryhmällä.

Käytännössä projektissa uusittiin valmistuslinjat, tuotiin uudet testausasemat, otettiin käyttöön sähköiset työohjeet ja parannettiin materiaalivirtoja. Projektin aliprojektit tekivät tuotannon ehdottamat tuotemuutokset tuotteiden valmistettavuuden parantamiseksi. Projektissa julkaistiin osakokonaisuuksia sitä mukaa kun ne valmistuivat ja myös tuotannon ylös ajon seuranta tehtiin samalla kun projekti oli käynnissä. Projekti kesti useita vuosia ja sen valmistuminen todettiin loppukokouksessa, jossa katselmoitiin laajuuslausunnon sisältämät asiat, ja todettiin valmiit sekä hyväksyttiin keskeneräiset. Projektin loppuvaiheessa oli jo tehty päätös, että hallinnollinen työ minimoidaan, jotta resurssit varmistetaan keskeneräisten töiden loppuunsaattamiseen.

Projektin tuotoksen uutuusarvo, teknologian taso ja kiireellisyys oli projektipäällikön mukaan keskitasoa, mutta monimutkaisuus keskitasoa korkeammalla tasolla, johtuen projektin laajasta sisällöstä ja sidosryhmien suuresta määrästä. (Calibration and Testing Maintenance Manager, haastattelu 28.1.2022)

4.4.6 Yhteenveto tarkastelluista kapasiteettihankkeista

Tarkasteltavista kuudesta kapasiteetin lisäykseen tähtäävästä hankkeesta viisi toteutettiin projektina ja yksi parannushankkeena ilman projektin asettamista. Liitteessä 2. on esitetty hankkeiden yhteenveto taulukkomuotoisena.

Kaikki kuusi hanketta lähtivät liikkeelle tuotealueelta tulleen kasvuennusteen pohjalta, ja neljässä tapauksessa taustalla oli myös tuotekehitysprojekti, joka tulisi esittelemään uuden tuotteen kyseiseen tuoteperheeseen. Kaikissa hankkeissa avattiin projektinumero toiminnanohjausjärjestelmään tuntien seuranta varten. Lisäksi kaikissa projekteissa oli määritetty aikataulu. Budjettia, projektisuunnitelmia, projektin laajuuslausuntoa tai ohjausryhmää ei ollut

kaikissa hankkeissa. Yhdessäkin hankkeessa tuotantolinjan aloitushetken kapasiteetti ei ollut suoraan tiedossa, vaan laskelmat tehtiin hankkeen aluksi. Hankkeista yhtä lukuun ottamatta kaikki saivat numeerisen tavoitteen kapasiteetille, mutta toimitusaikatavoitteen sai vain yksi hanke. Käytännön toimenpiteet kapasiteetin lisäämiseksi olivat koneen hankinta, tuotantolinjan rakennus ja tuotantoprosessin parannus, joista yksi hanke toteutti kaikkia.

Viidessä kuudesta tarkastelluissa hankkeissa, kapasiteetin lisäys toteutettiin projektina. Näille hankkeille nimettiin projektipäällikkö OPS-yksiköstä ja projektitiimi. Projektitiimien kokoonpano vaihteli projektien välillä. Kaikissa projekteissa oli mukana testaussuunnittelija tai useampi, sekä prosessi-insinööri. Lisäksi muita OPS-yksikön tiimejä oli joko suoraan projektissa mukana, tai sidosryhmän edustajat ohjausryhmässä osoittivat projektiin kuuluvia tehtäviä tiimeilleen tarpeen mukaan. Neljällä viidestä projektista oli nimetty ohjausryhmä, joista kolme ohjausryhmää kokoontui säännöllisesti. Hankkeista neljällä oli taustalla samanaikaisesti käynnissä samaan tuotteeseen tai tuoteperheeseen liittyvä tuotekehitysprojekti. Viidessä projekteina toteutetuissa hankkeissa, neljässä tehtiin projektisuunnitelma ja laajuuslausuntodokumentti, sekä noudatettiin tuotekehitysprojekteille suunniteltua rakennetta, katselmuksineen ja toimituksineen. Kaikissa neljässä projektissa rakenteen mukaisia toimituksia oli muokattu omalle projektille sopivammaksi.

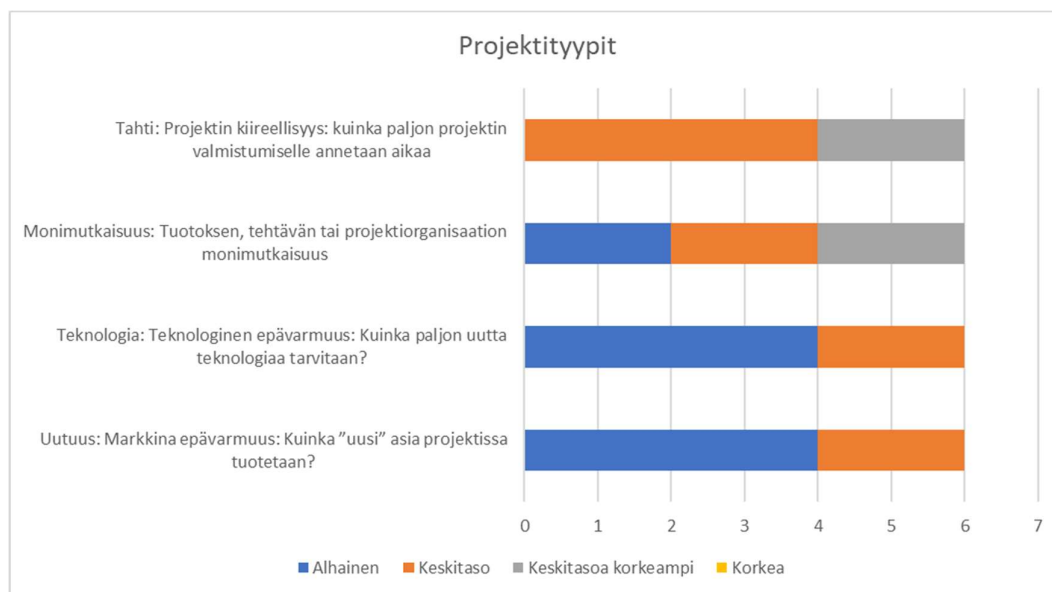
Yhdessäkin tarkastellussa hankkeessa lähtötilanteen tuotantokapasiteetti ei ollut tarkasti tiedossa. Kapasiteetista oli tuotteesta vastaavilla prosessi-insinööreillä käytännön käsitys, mutta laskentaa ei ollut toteutettu ennen hankkeen käynnistämistä. Neljässä kuudesta hankkeesta kapasiteetista tehtiin alkutilanteen laskelmat. Jokaisessa kapasiteetilaskelmat toteutaneessa hankkeessa laskelmista vastasi prosessi-insinööri, ja laskelmat oli toteutettu Excelillä ilman yhtenäistä ohjeistusta, kukin eri tavalla. Tavoitellulle tuotantokapasiteetille oli annettu numeerinen tavoite neljässä kuudesta hankkeesta, vain yhdelle hankkeelle annettiin lisäksi toimitusaikatavoite. Käytännön toimenpiteet kapasiteetin nostamiseksi jakautuivat kolmeen eri osa-alueeseen;

- Koneen tai useamman hankinta
- Tuotantolinjan rakennus, sisältäen koneen tai useamman hankinnan
- Tuotantoprosessin parannus

Koneen hankinta tarkastelluissa hankkeissa tarkoitti joko konekapasiteetin lisäystä hankkimalla uusi vastaava kone olemassa olevan lisäksi tai rakentamalla täysin uusi kone. Tuotantolinjan rakennus tarkastelluissa hankkeissa tarkoitti joko tuotantokapasiteetin lisäystä rakentamalla uusi vastaava tuotantolinja olemassa olevan lisäksi tai rakentamalla kokonaan uuden tuotantolinjan, joka mahdollistaa suuremman tuotantokapasiteetin. Tuotantoprosessin parannus tarkastelluissa hankkeissa tarkoitti tuotantoprosessin kokonaisvaltaista parannusta erilaisin toimin kuten työjärjestyksen optimointia, tuotantotilan pohjapiirustuksen optimointia tai tuotannon työntekijöiden osaamisen ja monitaitoisuuden lisäämistä.

Haastatteluissa käytiin läpi myös hankkeiden työllistävimpiä ja haastavimpia osa-alueita, sekä havaittuja ongelmia ja puutteita esimerkiksi työkaluissa. Kolmessa hankkeessa työllistävimmäksi osuudeksi nostettiin alkuvaiheen suunnitelmien ja selvitysten teko. Haastavimmaksi osa-alueeksi hankkeissa kaksi projektipäällikköä nosti resurssit ja hankkeeseen osallistuneiden henkilöiden sitouttamisen tekemiseen. Yhdeksi esimerkiksi nostettiin tuotantotyöntekijöiden osallistamisen haasteet, kun pitää priorisoida tuottavaa työtä, eikä projektityölle anneta riittävästi aikaa. Kaikissa tarkastelluissa hankkeissa projektin aikataulu oli vähintään keskitasoa kiireellisyydessä, kahdessa jopa keskitasoa kiireellisempi, johtuen kysyntäennusteiden nopeasta kasvunäkymästä. Työkaluista ja järjestelmistä kolme hanketta hyödynsi tuotekehitysprojekteille tehtyjä projektinhallintajärjestelmässä olevia projektirakenteita ja vaatimuskirjastoja, mutta jokainen oli niistä muokannut omaan hankkeeseensa sopivat sisällöt. Myös tuotekehitykselle tarkoitettuja valmiita projektisuunnitelmapohjia hyödynnettiin, ja niidenkin osalta myös tehtiin muutoksia, jotta ne soveltuisivat paremmin kapasiteettiprojektille. OPS Projektinhallintamallia ja siihen liittyviä valmiita pohjia käytti kaksi hanketta, mutta vain osittain.

Projektin eri osa-alueiden tarkastelussa jokaiselta projektipäälliköltä pyydettiin arvio Shenhar & Dvir (2007) esittämän timanttimallin pohjalta. Seuraavassa kuvassa on esitetty tarkasteltujen hankkeiden yhteenveto timanttimallin osa-alueiden pohjalta.



Kuva 7 Tarkastellut hankkeet yhteenvetona timanttimallin osa-alueiden pohjalta.

Tarkasteltavia osa-alueita olivat projektin tuotoksen uutuusarvo, projektissa käytetty tai projektin tuotoksena syntynyt uusi teknologia, projektin tai tuotoksen monimutkaisuus sekä projektin kiireellisyys. Hankkeista yksikään ei tuotoksen uutuusarvon tai uuden teknologian osalta yltänyt korkeimmalle tasolle. Sen sijaan projektin kiireellisyys nähtiin kaikissa hankkeissa keskitasoisena tai korkeampana. Monimutkaisuus oli hankkeiden kesken vaihtelevin osa-alue.

5 Tulokset

Tässä luvussa käsitellään teoreettisen viitekehyksen keskeisimmät löydökset ja pyritään vastamaan tutkimuskysymyksiin, jotka olivat:

- Miten tuotannon kapasiteettia lasketaan?
- Miten tuotannon kapasiteettia voidaan lisätä?
- Minkälainen prosessi tai toimintamalli tukee parhaiten tuotannon kapasiteetin nostoa kohdeyrityksessä?
- Millaisia työkaluja ja resursseja kohdeyrityksessä tarvitaan hankkeiden läpiviemiseksi?

Luvun lopuksi esitellään kohdeyritykselle annettavat ratkaisuehdotukset, jotka ovat syntyneet nykytila-analyysin ja teoreettisen viitekehyksen pohjalta.

5.1 Kapasiteetti

Tuotannon kapasiteetin laskentaan ei ole selvää yksiselitteistä laskentakaavaa, vaan useita eri työkaluja ja mittareita, joita voidaan soveltaa riippuen tarkasteltavasta kohteesta. Yksinkertaisimmillaan kapasiteettina käsitellään prosessin kyvykkyyttä ja tarkemmin ylärajaa tuotannon ulostulosta, eli jotakin kappalemäärää jossakin ajan yksikössä. Kapasiteetin laskentaan vaikuttaa se, kuinka standardisoitu tarkasteltava prosessi on, kuinka paljon siinä on suunniteltua ja suunnittelematonta vaihtelua, ja onko prosessissa esimerkiksi koneita ja laitteita vai pelkkää työvoimaa. Kapasiteettina voidaan myös käsitellä joko teoreettista suunniteltua kapasiteettia, suunniteltua kapasiteettia, joka huomio suunnitellun hukkan, tai todellista ulostuloa, jossa on mukana myös suunnittelematon kapasiteettia vähentävä hukka.

Littlen laki, jossa keskeneräisen tuotannon määrä on yhtä kuin läpimenon ja jaksoajan tulo, on keskeinen tehdasfysiikan laki, jota voidaan hyödyntää kapasiteetin laskennassa ja hallinnassa eri tavoin. Esimerkiksi käyttämällä Littlen lain parhaan ja huonoimman tapauksen laskentaa hyödyksi, voidaan tarkastella mihin prosessin sen hetkinen kyvykkyys (jaksoaika ja läpimeno) asettuvat parhaan, huonoimman ja käytännön huonoimman tapauksen kuvaajalla.

Jos ne asettuvat käytännön huonoimman tapauksen ja huonoimman tapauksen väliin, se kuvaa sitä, että prosessissa on potentiaalia parannuksille, kun taas käytännön huonoimman ja parhaimman tapauksen väliin tai jopa parhaimman tapauksen yli, niin prosessi on hyvin optimoitu.

Kapasiteettia laskettaessa on tärkeää ymmärtää sekä kapasiteettiin, että prosessiin liittyvät erityispiirteet. Prosessissa, jossa on koneita, on kapasiteetin kannalta merkityksellistä ymmärtää koneiden käyttöasteet ja tätä kautta prosessin mahdolliset pullonkaulat, jotka rajoittavat kapasiteettia. Laskemalla pullonkaulan valmistusnopeuden ja prosessiajan tulon, saadaan tuloksena se keskeneräisen tuotannon määrä, joka tuo linjalle suurimman läpimenon. Yksi erityispiirteistä on prosessissa esiintyvä vaihtelu, joka olennaisesti vaikuttaa prosessin kapasiteettiin. Vaihtelua voidaan tarkastella historiatiedon pohjalta, vaikka prosessiaikojen tai tehollisen työajan kautta, tai esimerkiksi prosessiin kohdistuvan asiakaskysynnän kautta. Mikäli prosessissa on paljon vaihtelua, on siellä myös potentiaalia vähentää vaihtelun määrää, jonka seurauksena kapasiteettia saadaan kasvatettua. Tässä tulee kuitenkin huomioida erot hallitun ja satunnaisen vaihtelun välillä. Satunnaista vaihtelua aiheuttaa esimerkiksi asiakaskysyntä ja siitä voidaan johtaa prosessille tahti aika, joka selvästi kuvaa kysynnän ja prosessin suorituskyvyn välistä suhdetta ja antaa täten kuvan kapasiteetin riittävydestä suhteessa kysyntään. Hallitun vaihtelun vähentämispotentiaalin havaitsemiseen ja toisaalta tuotannon kokonaistehokkuuden tarkasteluun voidaan hyödyntää käytettävyyden, nopeuden ja laadun ulottuvuuksia, joiden avulla tarkastellaan prosessia ja pyritään löytämään parannuskohteet.

Kapasiteetin laskennan lisäksi on tärkeää ymmärtää mitä kapasiteetin hallinta pitää sisällään ja mitkä asiat siinä ovat keskeisiä. Kapasiteetin hallintaan vaikuttavat sekä ulkoiset, että sisäiset tekijät, joihin ei suoraan prosessissa voida vaikuttaa. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi tuotevalikoima, tuotteiden elinkaaret ja hankintaverkoston päätökset, kuten tuotantotiloihin ja varastointiin liittyvät rajoitteet ja mahdollisuudet. Pitkällä aikavälillä yrityksen strategia ohjaa, miten kapasiteettia hallitaan ja kasvatetaan. Kapasiteetin hallinnassa keskiössä on tuote-ennusteet, joiden avulla voidaan kapasiteettia suunnitella keskipitkällä aikavälillä, sekä resurssienhallinta, jolla tehdään lyhyen tähtäimen hallintaa.

Kapasiteetin hallintaan osana kuuluu tuotantokapasiteetin lisääminen tarvittaessa. Kapasiteetin lisäämiseksi on olemassa useita eri keinoja, ja valittavat keinot riippuvat yrityksen kapasiteetin hallinnan asettamista rajoitteista ja mahdollisuuksista, prosessin erityispiirteistä

ja prosessin (nykyisestä) suorituskyvystä. Yksinkertaisimmillaan kapasiteettia voidaan lisätä resurssienhallinnan avulla tai prosessin parantamisella, vaikka ennakoivien konehuoltojen avulla. Resurssi- ja aikataulumielessä pidemmän tähtäimen keinoja ovat koneinvestoinnit ja prosessien uudelleensuunnittelu. Myös strategisilla valinnoilla voidaan vaikuttaa kapasiteettiin, sekä nopealla aikavälillä, että pidemmällä, tekemällä muutoksia esimerkiksi palvelutukseen tai tuotevalikoimaan.

5.2 Projektinhallinta

Projekti on väliaikainen, tiettyyn lopputulokseen tähtäävä, ainutkertainen kokonaisuus. Jokin kokonaisuuden asettaminen projektiksi mahdollistaa resurssien oikean kohdentamisen, tehokkaan johtamisen ja koordinoinnin, sekä paremman mahdollisuuden työn etenemisen seurantaan. Yrityksen ylläpitävien ja parannukseen tähtäävien töiden muuttaminen projektiksi, linjatyön sijaan, voi tuoda etuja etenkin, kun kyseessä on suurempi kokonaisuus.

Projektit voivat olla yrityksen strategian kannalta merkityksellisiä, jonka takia on tärkeää noudattaa systemaattista toteutustapaa projektin laajuudesta riippumatta. Yrityksen projektinhallinta on toimintaa, jossa projekteja määritellään ja suunnitellaan, sekä seurataan. Jotta projekteja voidaan hallita, tulee projekteja tarkastella ja tätä tarkastelua voidaan tehdä niiden erityispiirteiden kautta.

Erityispiirteinä voidaan tarkastella projektin tai sen tuotoksen uutuuden ja teknologian tasoja, projektin tai projektiorganisaation monimutkaisuutta ja projektin kiireellisyyttä. Eri tasoilla, erityispiirteet vaikuttavat eri tavalla projektin hallintaan. Esimerkiksi projektin uutuuden ollessa alhainen, voidaan projektille määrittää vaatimuksia hyvin aikaisessa vaiheessa projektia ja teknologisen tason avulla taas voidaan arvioida resursseja, aikaa ja suunnittelemattoman riskiä. Monimutkaisuus ja tahti taas vaikuttavat muodollisuuden tarpeeseen ja seurannan tasoon.

Systemaattista toimintatapaa kehitettäessä on kriittistä tunnistaa yrityksen tarpeet metodologialle ja projektien suunnittelulle. On myös ymmärrettävä tarpeet seurannan ja raportoinnin yhtenäistämiseksi. Yksi metodologia ei toimi kaikille, mutta toisaalta standardoidulla metodologialla voidaan saavuttaa merkittäviä parannuksia projektien kommunikaatiossa, kustannuksissa ja riskienhallinnassa. Mikäli yrityksellä on jo kehittynyt tapaa toteuttaa

projektitoimintaa, voidaan joustavalla metodologian kehittämisellä tukea erilaisia projekteja, kun projektipäällikkö voi valita tarpeisiinsa sopivat osat metodologiasta.

Metodologian rakentamiseen tarvitaan parhaita käytäntöjä, jotka voivat olla yrityksen sisältä nousseita tapoja ja ohjeita tai yleisesti tunnettuja standardeja kuten PMBOK. PMBOK esittää projektinhallinnan räätälöintiä, johon liittyy eri osa-alueita. Projektimallille tulee valita kehittämislähestymistapa, elinkaarimalli, prosessit, sitouttaminen, työkalut ja toimintatavat.

Projektinhallintaa voidaan täydentää esimerkiksi Six Sigman avulla, hyödyntämällä työkaluja ongelmanratkaisuun, juurisyiden löytämiseen ja priorisointiin, sekä päätöksentekoon.

Projektinhallintaan olennaisena liittyy myös resurssit, roolit ja sidosryhmät. Sekä resursseja, että sidosryhmiä tulee hallita eri tavoin, sillä ne ovat projektien yksi kriittisimmistä tekijöistä onnistumisen kannalta. Muita kriittisiä menestystekijöitä ovat itse projektiprosessi ja -menetelmät sekä projektinhallintatoiminta. Useat näistä kriittisistä menestystekijöistä linkittyvät projektin suunnittelu ja toteutusvaiheisiin, kuten esimerkiksi projektin tarkoituksen määrittely projektin alussa. Projektin suorituskykyä tulisi kuitenkin mitata koko projektin läpi. Varsinainen onnistumisen arviointi saattaa kuitenkin tapahtua vasta myöhemmin, mikäli projektin lopputuloksen tuottamaa arvoa yritykselle tarkastellaan toteutuneen kautta. Projekteissa tarvitaan siis sekä projektin aikaisia seurantatavoitteita, että projektin lopputuloksen arviointia myöhemmin.

5.3 Projektimalli

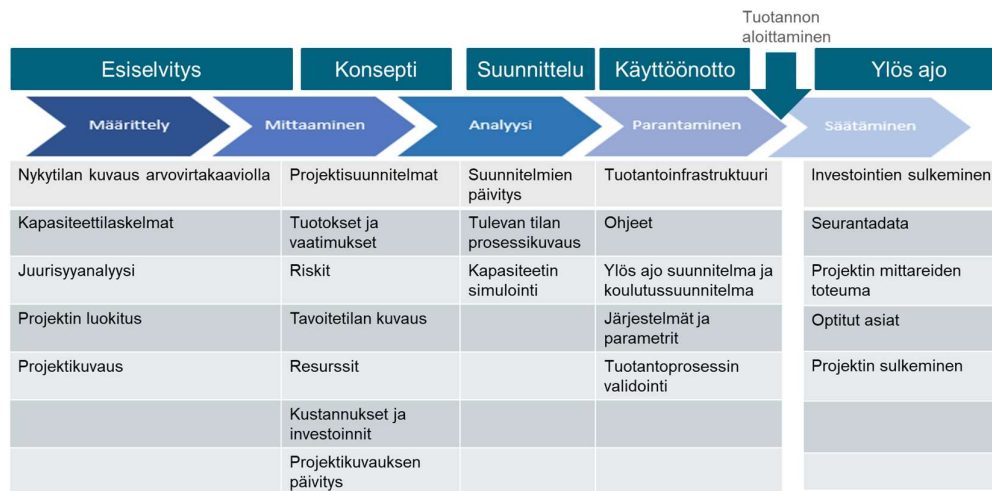
Yrityksen nykytilan kuvauksessa tarkastellut kapasiteettihankkeet oli pääsääntöisesti toteutettu projekteina. Hankkeiden toteutus projekteina on perusteltua hankkeiden ainutkertaisen luonteen ja resurssien tehokkaan kohdentamisen tarpeen takia. Jotta hankkeiden toteutus olisi systemaattista ja hankkeet vertailukelpoisia, tulisi hankkeita toteuttaa yhtenäisen metodologian avulla.

Yhtenäinen metodologia voidaan rakentaa tarkastelemalla projektien erityispiirteitä. Kappaleessa 2.2.1 esitettiin viitekehys projektien tarkasteluun ja eri osa-alueiden vaikutus projektinhallintaan. Tässä tutkimuksessa tarkastellussa viidessä hankkeesta tehtiin viitekehys mukainen arviointi, jonka tulokset on esitetty kappaleessa 4.4.6. Tulosten perusteella

nähtiin, että hankkeista yksikään ei tuotoksen uutuusarvon tai uuden teknologian osalta yltänyt korkeimmalle tasolle. Sen sijaan projektin kiireellisyys nähtiin kaikissa hankkeissa keskitasoisena tai korkeampana. Monimutkaisuus oli hankkeiden kesken vaihtelevin osa-alue. Hankkeiden uutuusarvon ollessa alhainen, voidaan projektin vaatimukset määrittää ja lukita projektin alkuvaiheessa. Projektin muodollisuus, hallinnan tarve ja dokumentaation vaatimukset liittyvät projektien monimutkaisuuteen. Monimutkaisuuden ollessa vaihteleva, tulee mallissa olla riittävä hallinta ja dokumentaatio, siten, että se on käytettävissä monimutkaisuudeltaan eri tasoille kapasiteettihankkeille. Kapasiteettihankkeiden ollessa tahdiltaan suhteellisen kiireellisiä, tulisi projektin itsenäisyyttä tukea ja pitää seuranta maltillisella tasolla.

5.3.1 Projektimallin vaiheet

Yhtenäinen metodologia, eli projektimalli, perustuu ennakoivaan lähestymistapaan, eli käytetään edellisiä samankaltaisia projekteja malleina. Projektinmallin elinkaarimalli on valittu yrityksen olemassa olevan projektinhallinnan elinkaarimallia mukailemalla, täydentämällä sitä Six Sigma DMAIC -prosessin alkuvaiheen määrittelyllä ja mittaamisella, jotta saadaan kapasiteetin laskenta ja kapasiteettivajeen juurisyiden tarkastelu vahvemmin osaksi projektimallia. Seuraavassa kuvassa on esitetty projektin elinkaarimalli ja eri vaiheiden päätuotokset.



Kuva 8 Kapasiteettiprojektien elinkaarimalli ja tuotokset

Koska kapasiteettitarve johtuu aina kapasiteettivajeesta suhteessa asiakkaiden kysyntään, tulee kapasiteettivajeen juurisyy ensin selvittää, ennen projektin varsinaista suunnitteluvaihetta. Tässä vaiheessa tehdään määrittely ja mittaaminen, esiselvitys. Tähän tulee käyttää yhteisesti sovittua dataa, jonka pohjalta tehdään kapasiteetilaskelmat ja mahdollisesti juurisyyanalyysi. Juurisyyanalyysin tuottamat ratkaisuehdotukset voidaan arvioida tai niitä voidaan vertailla keskenään käyttämällä esimerkiksi SWOT analyysia. Tämän vaiheen pohjalta syntyy projektikuvaus ja projektin luokittelu, johon voidaan käyttää yrityksen jo olemassa olevaa luokitteluasteikkoa projektin vaativuudelle. Tämän esiselvityksen pohjalta päätetään projektin etenemisestä seuraavaan vaiheeseen.

Esiselvitys -vaiheen jälkeen alkaa varsinainen projektin suunnittelu. Suunnittelu tehdään esiselvitysvaiheen antamien lähtötietojen perusteella, analysoimalla tietoa tarkemmin. Suunnittelu voidaan jakaa kahteen vaiheeseen, josta ensimmäinen vaihe, konseptointi, pitää sisällään projektisuunnitelman luomisen, tuotosten ja vaatimusten määrittelyn, resurssien määrittelyn, projektiriskien tunnistamisen ja projektin menestystekijöiden määrittämisen. Koska yksi kriittinen menestystekijä on projektin tarkoituksen määrittely, tulee suunnitteluvaiheeseen asettaa kriteeristö sille millä tarkkuudella projektin tarkoituksen määrittely tehdään ja mitä se pitää sisällään. Suunnittelun toinen vaihe tarkoittaa projektisuunnitelmia ja kuvaa tavoiteltua tulevaisuuden tilaa esimerkiksi arvovirtakaavion avulla. Mikäli mahdollista, tässä vaiheessa voidaan myös simuloida tulevaa kapasiteettia simulointityökalun tai laskelmien avulla. Suunnitteluvaiheen välissä ja lopussa on katselmukset, jossa hyväksytään projektin eteneminen seuraaviin vaiheisiin.

Suunnitteluvaiheen jälkeen alkaa varsinaisen ratkaisun rakentaminen ja käyttöönotto. Tässä vaiheessa tuotoksena on tuotannon infrastruktuuri, sen mukaan mikä valittu kapasiteetin noston keino oli. Tässä vaiheessa myös luodaan suunnitelma tuotannon ylös ajolle ja tarvittaville koulutuksille, tehdään tarvittavat ohjeet ja päivitetään järjestelmät ja parametrit vastaamaan uutta prosessia. Vaiheen lopuksi validoidaan ratkaisu tuotannossa ja katselmoidaan lopputulos. Mikäli katselmoinnissa hyväksytään tuotannon aloittaminen uudella ratkaisulla, alkaa ylös ajo -vaihe, jossa tuotoksen onnistumista seurataan ja kerätään dataa. Prosessia myös säädetään tarpeen mukaan tämän vaiheen aikana. Ylös ajo -vaiheen jälkeen seuranta-data katselmoidaan, esitetään projektin mittareiden toteuma, käydään läpi projektissa opitut asiat ja hyväksytään projektin sulkeminen.

5.3.2 Projektin resurssit ja roolit

Projektien resurssisuunnittelu tulisi tehdä projektin alussa. Nykytila-analyysissa yrityksen projektipäälliköt nostivat yhdeksi haastavimmaksi osa-alueeksi resurssien saamisen ja sitouttamisen hankkeisiin. Projektoimalla hankkeet ja yhtenäisen metodologian käyttäminen mahdollistaa resurssien tehokkaan kohdentamisen, ja määrittämällä vastuut ja valtuutukset, resurssit voidaan sitouttaa projektiin. Resurssien tarve ja roolitus kuitenkin riippuu aina projektista, ja valitusta strategiasta, jolla kapasiteettia lähdetään nostamaan. Lisäksi projektin teknologian taso ja monimutkaisuus vaikuttaa projektin resurssointiin. Mikäli teknologian taso on korkea, tarvitaan enemmän resurssointia koneiden suunnitteluun ja testaukseen, sekä mahdollisesti teknistä ohjausta projektille normaalin ohjausryhmän lisäksi. Mikäli taas projektin monimutkaisuus on korkealla, niin esimerkiksi sidosryhmien käsittelyyn ja sitouttamiseen tarvitaan enemmän panostusta.

5.3.3 Tarvittavat työkalut

Nykytila-analyysin pohjalta voidaan todeta, että tarve erilaisille työkaluille kapasiteettihankkeissa oli vaihteleva. Osa tarkastelluista hankkeista hyödynsi yrityksen olemassa olevia projektinhallinnan työkaluja ja asiakirjamalleja. Yrityksessä on käytössä projektinhallinnan ohjelmisto, jota hyödynnettiin osittain. Kapasiteetin laskentaan ei ollut työkalua tai pohjaa, vaan laskelmat toteutettiin jokaisessa hankkeessa eri tavoin ja perustein.

Kapasiteettihankkeissa keskeisintä on ymmärtää olemassa oleva kapasiteetti, mistä se muodostuu ja mitkä ovat sen rajoitteet. Tätä varten tulee olla ohjeet ja pohjat kapasiteettilaskentaan. Kapasiteettilaskentaan tulee käyttää yhteisesti sovittuja raameja ja muuttumattomia tunnuslukuja. Kapasiteettilaskelmia varten pitää määrittää mitä tunnuslukuja lasketaan, mistä datasta tarvittavat tiedot haetaan ja miten tieto esitetään. Kapasiteettilaskentaa varten voidaan määrittää pakolliset esitettävät tunnusluvut, sekä hankkeesta riippuvia täydentäviä tunnuslukuja. Kapasiteetin laskennan tulisi perustua oikeaan ja ajantasaiseen tietoon, ja siinä tulisi ottaa huomioon prosessin erityispiirteet kuten vaihtelu.

Projektinmallin kapasiteetin laskentaan käytettävät tunnusluvut:

- Läpimeno, TH
- Pullonkaulan nopeus
- Prosessin käyttöaste
- Prosessin suorituskyky
- Asiakastahti

Täydentävinä laskentoina voidaan esittää parhaan, huonoimman ja käytännön huonoimman tapauksen kuvaajat ja nykyprosessin sijoittuminen suhteessa niihin, kriittisen keskeneräisen tuotannon määrä, koneiden käyttöaste ja saanto, sekä vaihtelukerroin.

Kapasiteetilaskennan ohjeiden lisäksi tarvitaan työkaluja juurisyysanalyysiin. Juurisyysanalyysi tulee toteuttaa, mikäli kapasiteetilaskelmien avulla nähdään prosessissa parannuspotentiaalia. Juurisyysanalyysiin voidaan käyttää yrityksessä jo yleisesti käytettyjä työkaluja kuten 3D analyysi, kalanruoto diagrammi tai viisi kertaa miksi. Kun juurisyys on selvillä ja niille tunnistetut toimenpiteet, tarvitaan päätöksenteon työkaluja, jotta voidaan arvioida kapasiteetin nostolle parasta toimenpidettä. Päätöksenteon apuna voidaan käyttää esimerkiksi kustannus-hyöty-analyysejä.

Projektin suunnitteluvaiheessa tulisi käyttää jotakin prosessin tulevan tilan kuvaamiseen tarkoitettua työkalua kuten arvovirtakaavio tai SIPOC, jotta tavoitetila voidaan visualisoida.

Työkalujen lisäksi tarvitaan erilaisia dokumenttipohjia, joiden avulla yhdenmukaistetaan ja helpotetaan projektin hallinnollista osuutta. Nykytila-analyysin mukaan tarkastelluissa hankkeissa hyödynnettiin yrityksen tuotekehitysprojektien asiakirjamalleja, mutta niissä nähtiin puutteita tai sopimattomuutta kehitysprojekteihin. Toisaalta taas Operations -kehitysprojektinmallin pohjat eivät olleet monellakaan käytössä, joten tarve kapasiteettihankkeille sopiville asiakirjamalleille selvästi on. Asiakirjamallit tarvitaan projektisuunnitelmaan ja laajuuslausuntoon, sekä projektin ylös ajo -suunnitelmaan. Lisäksi hyödynnetään yrityksen olemassa olevia asiakirjapohjia arvovirtakaavioista, ylös ajon seurannasta ja kustannuslaskennasta.

Dokumenttipohjien lisäksi projektimallissa voidaan määrittää valmiiksi kiinteät tuotokset ja vaatimukset, jotka toistuvat jokaisessa kapasiteettihankkeessa. Nämä voidaan luoda

edellisten vastaavien hankkeiden pohjalta ja dokumentoida yrityksen projektinhallintajärjestelmään, josta ne ovat kopioitavissa uusiin hankkeisiin. Tämän lisäksi voidaan arvioida, ovat projektiriskit toistuvia hankkeista toiseen ja luoda vastaavat rakenteet järjestelmään myös niistä.

Yksi työkalu projektinhallinnassa on mittaristo. Kapasiteettiprojekteissa ensisijaisen tärkeää on valmistella kyvykkyydet tulevaisuutta varten, eli luodaan pohjaa tulevalle kysynnälle ja yrityksen kasvulle. Lisäksi näillä projekteilla tavoitellaan suoria asiakasvaikutuksia esimerkiksi lisääntyneen asiakastyytyvyyden ja lojaliteetin kautta, kun lisäkapasiteetin avulla voidaan tarjota lyhyempiä toimitusaikoja. Näin ollen näiden projektien arvioinnissa on siis huomioitava erityisesti vaikutus asiakkaisiin ja tulevaisuuden mahdollistamisen osa-alueet, joiden arvioiminen saattaa olla mahdollista vasta pitkällä tähtäimellä. Kapasiteettiprojekteilte tulee valita sekä projektin lopputulosta, että projektiprosessin aikaista laatua kuvaavia mittareita, joita voivat olla aikataulun ja budjetin lisäksi esimerkiksi liiketoiminnan kasvu ja (uuden) prosessin tuottavuus. Mittaristo voi olla osin sama jokaiselle kapasiteettiprojektille tai se voi osin vaihdella riippuen kapasiteettiprojektissa toteutettavasta muutoksesta prosessiin.

6 Johtopäätökset

Tuloksista voidaan todeta, että tutkimus onnistui vastaamaan kysymykseen siitä, kuinka kapasiteettihankkeita voidaan systemaattisesti kohdeyrityksessä menestyksellisesti toteuttaa. Toteuttamalla kapasiteettihankkeet yhteisen metodologian avulla projekteina, tulee resurssit kohdennettua paremmin, hankkeista tulee keskenään vertailukelpoisia ja päätöksenteko on läpinäkyvää ja perustuu oikeaan tietoon. Projektimalli antaa yritykselle ja projektitiimille raamit ja apuvälineet hankkeiden systemaattiseen toteuttamiseen, ja mallissa annetut työkalut ja asiakirjapohjat auttavat projektin hallinnollisten asioiden toteuttamista hankkeiden vaatimalla laajuudella. Tuloksissa esitetty ohjeistus kapasiteetin laskentaan antaa yhdenmukaiset tunnusluvut, jotka hankkeiden aluksi lasketaan ja esitetään, sekä valinnaiset tunnusluvut, joiden avulla täydennetään kapasiteettilaskelmia prosessin erityispiirteiden perusteella.

Tässä tutkimuksessa annettiin käytännölliset ehdotukset siitä, miten kapasiteettia tulisi yrityksessä laskea ja esittää päätöksenteon tukena, miten sitä voidaan lisätä ja millaisella toimintamallilla, tässä tapauksessa projektimallilla, kapasiteetin lisäystä voidaan hankkeina johtaa. Lisäksi annettiin ehdotukset siitä, millaisia työkaluja ja resursseja projekteihin tarvitaan. Näin ollen kaikkiin tutkimuskysymyksiin, jotka on esitetty ensimmäisen kappaleen alussa, sekä uudelleen kappaleessa 5, tuli vastattua.

Tutkimuksessa yllättävää oli, että kirjallisuuskatsauksen perusteella aiemmassa tutkimuksessa kapasiteetin laskentaan ei ole annettu kovin yksiselitteistä teoriaa. Kirjallisuuskatsauksessa ei myöskään löydetty merkittävää aiempaa tutkimusta suoraan tuotannon kapasiteetin lisäämisestä käytännössä, vaan aiempi tutkimus oli laajalti kapasiteetin lisäyksen teoreettisia laskentamalleja. Kiinnostavaa oli, että vaikka molemmat käsitellyt teoreettiset viitekehukset; kapasiteetin hallinta ja projektinhallinta, ovat aiheina hyvin laajoja, pystyttiin ne tässä tutkimuksessa käsittelemään ja tiivistämään käytännölliselle tasolle, luoden pohjan ehdotetulle projektimallille.

Tutkimus tehtiin teoreettisten viitekehysten lisäksi tietyn kohdeyrityksen nykytilaa ja tarpeita arvioimalla, joten tutkimuksen esittämien ratkaisuiden soveltuvuutta sellaisenaan muualle tai yleisesti ei voida arvioida. Koska kapasiteettiprojektien elinkaari on tyypillisesti

pitkä, tässä tutkimuksessa ei seurattu ehdotusten käyttöönottoa ja käyttöä jossakin yrityksen projektissa, jotta tutkimuksen aikataulu ja laajuus saatiin pidettyä kohtuullisena. Jotta tutkimuksen tuloksena syntyneen ehdotuksen toimivuutta voidaan kohdeyrityksessä käytännössä arvioida, tulisi ehdotukset ottaa yrityksessä käyttöön. Jatkotutkimuksena ehdotan toimintatutkimusta jonkin hankkeen kautta, joka ottaa ehdotetut toimenpiteet käyttöön.

Lähteet

Alias, Z., Zawawi, E.M.A., Yusof, K., Aris, NM. 2014. Determining Critical Success Factors of Project Management Practice: A conceptual framework. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Volume 153, s. 61-69.

Belout, A., Gauvreau, C. 2003. Factors influencing project success: the impact of human resource management. *International Journal of Project Management*. Volume 22, s. 1-11

Choudhury, S. 1988. *Project Management*. New Delhi, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. 244 s.

Colletta, A.R. 2012. *The Lean 3P Advantage. A Practitioners Guide to the Production Preparation Process*. Florida, CRC Press. 271 s.

Díaz-Reza, J., García-Alcaraz, J., & Martínez-Loy, V. 2019. *Impact Analysis of Total Productive Maintenance. Critical Success Factors and Benefits*. Springer Nature Switzerland AG. 346 s.

Ferraro, J. 2012. *Staying focus on Project Deliverables. Project Management for Non-Project Managers*. American Management Association. 169 s.

Garside, J. 1999. *Make it! engineering the manufacturing solution*. Oxford; Boston. Butterworth-Heinemann. 289 s.

Hopp, W. & Spearman, M. 2008. *Factory Physics*. Third Edition. Illinois, Waveland Press Inc. 697 s.

Kerber, B. & Dreckshage, B.J. 2011. *Lean Supply Chain Management Essentials. A Framework for Materials Managers*. Florida, CRC Press. 219 s.

Kerzner, H. 2014. *Project Management Best Practices: Achieving Global Excellence*. New York, International Institute for Learning, Inc 750 s.

Kerzner, H. 2015. *Project Management 2.0: leveraging tools, distributed collaboration, and metrics for project success*. New York, International Institute for Learning, Inc. 339 s.

Mirzaa, M., Pourzolfagharb, Z., Shahnazaric, M. 2013. Significance of Scope in Project Success. *Procedia Technology*. Vol. 9. s. 722–729.

Parjanen, S., 2011. *Laadullinen tutkimus. Luentomateriaali*. Lappeenrannan-Lahden Teknillinen yliopisto LUT.

Pinto, J. & Prescott, J. 1988. Variations in Critical Success Factors Over the Stages in the Project Life Cycle. *Journal of Management*. Vol. 14. s. 5-18.

Project Management Institute, Inc. (PMI). 2021. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – 7th Edition and The Standard for Project Management*. Project Management Institute, Inc. (PMI). s. 32-136

PSK Standardisointi. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2. painos. 32 s.

Rever, H. 2010. Six Sigma can help project managers improve results. International Institute for Learning, Inc, s. 1-5.

Rever, H. 2013. Applying the DMAIC Steps to Process Improvement Projects. International Institute for Learning, Inc. s. 1-6.

Ruuska, K. 2012. Pidä projekti hallinnassa. 7. painos. Talentum Media Oy. 291 s.

Shenhar, A.J. & Dvir, D. 2007. Reinventing Project Management: The Diamond Approach to Successful Growth and Innovation. Boston, Harvard Business School Publishing. 213 s.

Slack, N., Brandon-Jones, A. & Johnston, R. 2016. Operations Management. Eight Edition. Harlow, Pearson Education Limited. 680 s.

Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2012. SFS-ISO 21500 Ohjeita projektinhallinnasta. Helsinki. Suomen Standardoimisliitto SFS ry. s.50-80

Tenera, A. & Pinto, L. 2014. A Lean Six Sigma (LSS) project management improvement model. Procedia - Social and Behavioral Sciences. Vol. 119. s. 912–920.

Haastattelut

Projektipäällikkö. Haastattelu 24.1.2022

Kalibrointi ja testausylläpidon päällikkö. Haastattelu. 28.1.2022

Projektipäällikkö. Haastattelu. 28.1.2022

Projektipäällikkö. Haastattelu. 3.2.2022

Vanhempi Prosessi-insinööri. Haastattelu 24.2.2022

Prosessi-insinööri. Haastattelu 3.3.2022

Johdava Prosessi-insinööri. Haastattelu. 9.3.2022

Prosessi-insinööri. Haastattelu 9.3.2022

Projektipäällikkö. Haastattelu 10.5.2022

Liite 1 Haastattelukysymykset

Hankkeen perustiedot

- Mikä kapasiteettihanke oli kyseessä?
- Tehtiinkö hanke projektina vai jatkuvan parantamisen hankkeena? (Avattiinko projektinnumero toiminnanohjausjärjestelmään? Avattiinko projekti projektinhallintajärjestelmään?)

Resurssit, roolit ja sidosryhmät

- Projektitiimi ja roolit?
- Oliko projektitiimin ulkopuolisia resursseja, joita jouduttiin käyttämään?
- Projektin keskeiset sidosryhmät?

Kapasiteetti

- Mikä oli projektin tavoite?
- Oliko nykykapasiteetti tiedossa?
- Mitä työkalua käytettiin nykykapasiteetin laskentaan? / Miten se oli laskettu?
- Mikä oli haastavinta laskelmien teossa?
- Mitä työkaluja olisit kaivannut laskelmien tekemiseen?
- Millainen oli projektin asetanta? Oliko projektin halutut tuotokset määritetty valmiiksi?
- Projektiasetanta oliko riittävä/liiallinen, olitko tyytyväinen siihen, miten projekti annettiin?
- Mitä projektissa konkreettisesti tehtiin kapasiteetin nostamiseksi?
- Miten tähän päädyttiin? Oliko muita vaihtoehtoja pohdittu?
- Miten todistettiin, että haluttuun kapasiteettitavoitteeseen päästään määritetyillä toimenpiteillä?

Projektinhallinta

- Mitä Projektinhallinnan dokumentteja tuotettiin projektin suunnitteluvaiheessa?
- Oliko projektilla aikataulu ja budjetti?
- Oliko budjetille esitetty liiketoiminnallinen peruste? Oliko investoinnin takaisinmaksuaika laskettu etukäteen?
- Millaisia projektinhallinnan työkaluja käytettiin?
- Miten projektin seuranta oli toteutettu, noudatettiinkö jotain katselmus agendaa?
- Oliko projektilla ohjausryhmä?
- Miten projektin valmistuminen todettiin? Miten tavoitteisiin pääsy todettiin?
- Esitettiinkö jotain (laskennallisia) todisteita, että tavoiteltuun kapasiteettiin on päästy?
- Seurattiinko projektin tuotosten suorituskykyä projektin ”valmistumisen” jälkeen (ns. ylös ajon seuranta)?
- Miten projektin sulkeminen tapahtui, millä perustein?

- Mitä dokumentaatiota projektin lopuksi tuotettiin?
- Minkälaisia päätöksentekoprosesseja projektin aikana tarvittiin?

Parhaat käytännöt ja opit

- Havaittiinko projektin aikana tai jälkeen, että oli tehty turhaa työtä? Millaista?
- Havaittiinko projektin aikana tai jälkeen päällekkäistä työtä tai samaa työtä, joka on tehty aina uudestaan jokaisessa projektissa?
- Tukiko projektin hallinnollinen osuus (suunnitelmat, dokumentointi, seuranta) projektin onnistumista? Mitkä hallinnolliset asiat eivät mielestäni tuoneet hyötyä projektin toteuttamiselle?
- Mikä oli projektissa työllistävän osuus tai tehtävät?
- Mitä olisit halunnut lisää tai enemmän; työkaluja, puutteita, tukea projektissa?
- Vapaa sana, erityistä huomiota vaativia asioita tms.?

Määrittele projektisi seuraavien neljän kohdan perusteella;

	Alhainen			Korkea
	1	2	3	4
Uutuus: Markkina epävarmuus: Kuinka ”uusi” asia projektissa tuotetaan?	Johdannainen	Alusta	Läpimurto	
Teknologia: Teknologinen epävarmuus: Kuinka paljon uutta teknologiaa tarvitaan?	Alhainen	Keskitaso	Korkea	Erittäin korkea
Monimutkaisuus: Tuotoksen, tehtävän tai projektiorganisaation monimutkaisuus	Kokoonpano	Järjestelmä	Ryhmä	
Tahti: Projektin kiireellisyys: kuinka paljon projektin valmistumiselle annetaan aikaa	Tavanomainen	Nopea/kilpailtu	Aikakriittinen	Hyökkäys

Liite 2. Tarkasteltujen kapasiteettihankkeiden yhteenveto valituilta osa-alueilta.

Osa-alue	Hanke 1a	Hanke 1b	Hanke 2	Hanke 3	Hanke 4	Hanke 5
Projekti / muu parannus	Projekti	Projekti	Projekti	muu	Projekti	Projekti
Luokitus	B	B	B	n/a	B	n/a
Tuotekehitysprojekti taustalla / käynnissä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Ei
Toiminnanhajausjärjestelmässä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Projektinhallintajärjestelmässä	Kyllä	Yhdistetty	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä
Projektipäällikkö	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä
Tiimin resurssit	2	5	6	2	>10	>20
Ohjausryhmä	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä
Budjetti	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei	Ei
Aikataulu	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Suunnitelma ja laajuuslausunto	Kyllä	Yhdistetty	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä
Rakenne (sis. katselmukset)	Kyllä, tuotekehityksen rakenne	Yhdistetty	Kyllä, tuotekehityksen rakenne	Ei	Ei	Kyllä, tuotekehityksen rakenne
Vaatimukset	Kyllä	Yhdistetty	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä
Kapasiteetti tiedossa lähtötilanteessa	Ei	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Ei
Kapasiteetti laskettu alussa	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
Kapasiteetille tavoite projektin asetannassa	Kyllä, ennusteiden pohjalta	Ei	Kyllä, ennusteiden pohjalta	Ei	Kyllä, ennusteiden pohjalta	Kyllä
Toimitusaikatavoite	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Käytännön toimenpiteet kapasiteetin nostamiseksi	Koneen hankinta	Tuotantolinjan rakennus (sis.koneen hankinta)	Tuotantolinjan rakennus (sis.koneen hankinta)	Tuotantolinjan rakennus (sis.koneen hankinta)	Tuotantoprosessin parannus	Tuotantoprosessin parannus, koneen hankinta, tuotantolinjan rakennus, tuotemuutokset