



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Valtteri Niemelä

Tuotannon tehostaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

14.5.2021

Tekijä Otsikko	Valtteri Niemelä Tuotannon tehostaminen
Sivumäärä Aika	21 sivua 14.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	ICT
Ohjaajat	Harri Hiljanen -tuotantotalouden lehtori
<p>Insinööriyön tavoitteena oli tuottaa teoriapohjainen opas kohdeyritykselle helpottamaan yrityksen tuotannon kehittämistä ja tehostamista sekä tuomaan ideoita kehitykseen. Työssä käsiteltiin tuotantolaitoksen kehityksen kohteita ja prosesseja ja kuinka löytää ne. Lisäksi tutkittiin teoriaa näiden kehityskohteiden ja prosessien korjaamiseen ja kehittämiseen. Työn toteutus oli itsenäinen ja tarkoitus oli etsiä teoriaa, joka sopii oman työkokemuksen perusteella kyseisen asiakkaan tuotannon prosessien kehittämiseen.</p> <p>Työhön kuuluu salattu liite, joka käsittelee yrityksen toiminnan kannalta merkittäviä työn tuloksia sekä kohdeyrityksen yrityssalaisuuksia. Liite ei ole osana julkaistavaa kokonaisuutta.</p>	
Avainsanat	läpimenoaika, lean, tuotannon tehostus, prosessi

Author Title	Valtteri Niemelä Planning and Streamlining Production Process
Number of Pages Date	21 pages 14 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Engineering and Management
Professional Major	Information and Communications Technology
Instructors	Harri Hiljanen, Senior Lecturer
<p>The goal of this thesis was to produce a theory-based guide for the target company to assist them in planning and streamlining their production, and also to provide new development ideas. The work dealt with potential development objects and processes of a manufacturing plant and how to identify them. In order to produce the guide, theory for improving and fixing said objects and processes was studied. The work was carried out independently, and the outcome is the guide that is suited for the customer's manufacturing processes based on personal work experience.</p> <p>The thesis contains a confidential attachment, which includes the relevant results of this study. It also includes major business secrets and is therefore not part of the public version of this thesis.</p>	
Keywords	lead time, lean, production development, process

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tuotannon tavoitteet	2
2.1	Tehokkuus	2
2.2	Tuotannon aikatauluttaminen	3
2.3	Priorisointi	3
3	Lean	4
3.1	Esteiden teoria	7
3.2	Viisi kohdennusvaihetta	8
4	Prosessien kehittäminen	10
4.1	Prosessien virtaviivainen kehittäminen	10
4.2	Kapasiteetin nostaminen	12
4.3	Ajatteluprosessit	13
4.3.1	Nykyinen todellisuuspuu	13
4.3.2	Konfliktien ratkaisudiagrammi	17
4.3.3	Tulevaisuuden todellisuuspuu	18
5	Yhteenveto	19
	Lähteet	20

Lyhenteet ja käsitteet

CRT	Current Reality Tree. Ajatteluprosessien sisältämä ongelmien löytämistyökalu.
ECT	Evaporating Cloud Tree. Ajatteluprosessien sisältämä konfliktien ratkointityökalu.
FRT	Future Reality Tree. Ajatteluprosessien sisältämä ongelmien arviointityökalu.
Lean	Johtamisfilosofia, joka keskittyy turhan työn poistamiseen.
SPI	Streamlined Process Improvement. Prosessien kehittämisen käytäntö.
TOC	Theory of Constraints eli esteiden teoria. Leanista johdettu pullonkaulateoria.

1 Johdanto

Alati kiristynvä kilpailu markkinoilla ja voiton tavoittelu pakottavat yrityksiä säästämään toimintansa kustannuksissa. Jatkuva säästäminen resursseissa nostaa kuitenkin helposti esille epäkohtia tuotannon järjestelyssä ja toimintavoissa, jotka pahimmillaan toimivat jarruna jatkuvalla kehitykselle. Mitä pienemmät resurssit yrityksellä on käytössä, sitä paremmin sen toiminnan tulee olla suunniteltu, jotta tuotannon tavoitteet täyttyisivät.

Tämä tutkimus on tuotettu asiakasyritykselle teoriapohjaisena työnä helpottamaan yrityksen päätöksentekoa tuotannon tehostamisessa. Lean on yritykselle entuudestaan tuttu, mutta sen oppeja ei kuitenkaan hyödynnetä tai ymmärretä täysimittaisesti koko tuotannossa.

Yrityksessä on havaittu, että kaikkia tilauksia ei ehditä valmistamaan ajoissa ja tuotannon tahti ei ole tasainen, vaan siihen syntyy ruuhkia ja hidasteita. Näiden pohjalta opinäytetyön ohjaavana kysymyksenä on: "Miten tuotanto saadaan valmistumaan ajoissa ja kustannustehokkaasti kellon ympäri?" Tämän kysymyksen ympärille rakennetaan teoriaa tavoista, joilla päästäisiin tavoitteeseen.

Tutkimuksessa esitellään Leanin filosofiaa ja tuotetaan tarkentavaa teorian tietoa tämän tueksi. Lisäksi työssä esitellään tuotannon valmistumiseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden kehittämisen potentiaalisia vaikutuksia yrityksen toimintaan.

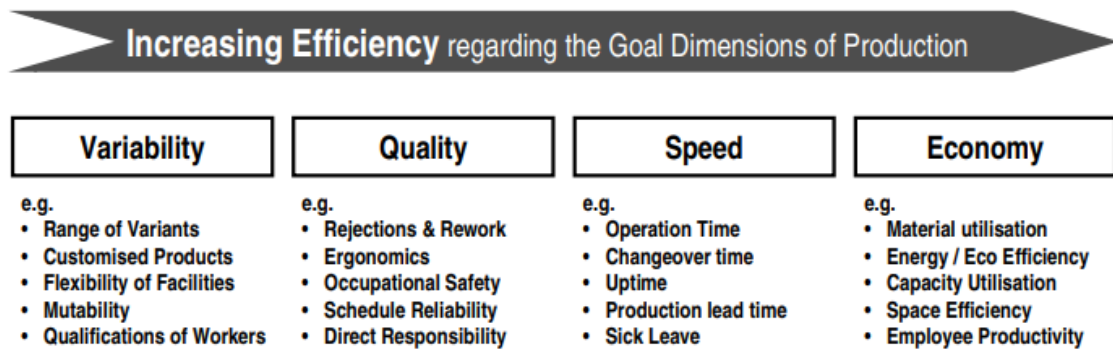
2 Tuotannon tavoitteet

Työn tarkoituksen ymmärtämiseksi on aluksi ymmärrettävä tuotannon tavoitteet ja miksi niitä ylipäätään kehitetään. Yrityksen tai organisaation pääasiallinen tehtävä on tuottaa arvoa asiakkaille tai itselleen. (Lean.) Kaikella tuotannolla on yleisesti kolmen päätavoitteen muodostama pyhä kolminaisuus: kustannus, laatu ja aika. Leanin mukaisessa tuotannon jatkuvassa kehityksessä kustannuksia pyritään ajamaan alas, laatua parantamaan ja tuotantoon käytettyä aikaa vähentämään. (Erlach 2013: 11.)

2.1 Tehokkuus

Näihin tavoitteisiin pääsemiseen vaikuttaa oleellisesti tuotannon tehokkuus. Tehokkuus yleisesti on niin laaja käsite, että sen ymmärtämiseksi ja kehittämiseksi on se jaettava pienempiin kokonaisuuksiin. Tuotannon tehokkuus koostuu aina neljästä itsenäisestä ulottuvuudesta: vaihtelevuudesta, laadusta, nopeudesta ja taloudesta. Käsitteet itsessään eivät kerro paljoa, joten niitä on avattava hieman. Vaihtelevuudella tarkoitetaan saatavilla olevan tuoteskaalan laajuutta ja joustavuutta muuttuvan kysynnän markkinoilla. Laatu kuvastaa prosessien onnistumista jokaisessa tuotannon vaiheessa. Se kattaa turvallisuuden, aikataulun ja lopputuotteen onnistumisen. Nopeus on seurausta laadun onnistumisesta, sillä se kuvastaa edellisten arvoa tuottavien vaiheiden ajallisen kulutuksen. Se kattaa myös kaiken muun tuotantoon kuuluvan ajankäytön kuten läpimenoajan, tuotannon seisonnan, hukka-ajan ja henkilöstön sairaspöissaolot. Viimeinen ulottuvuus, talous, kuvastaa kaikkia tuotannon kustannuksia, jotka muodostuvat vaihtelevuuden, laadun ja nopeuden kuluttamista resursseista, kuten materiaaleista, henkilökustannuksista ja kapasiteetin hyötykäytöstä. (Erlach 2013: 12.)

Vaikka jokainen ulottuvuus on itsenäinen osa tehokkuuden kehittämistä, ne ovat silti vahvasti sidoksissa toisiinsa. Tuotannon nopeutta ja kustannuksia (taloutta) on hyvin vaikea laskea ja kehittää, jos laatu vaihtelee suuresti ja tuotannon valmistumisen aikataulu on satunnainen. Toisaalta myös säästöt materiaaleissa tai työntekijöiden määrässä vaikuttavat suuresti laadun ja nopeuden onnistumiseen. (Erlach 2013: 12.)



Kuva 1. Tuotannon tehokkuuden 4 ulottuvuutta. (Erlach 2013: 13)

2.2 Tuotannon aikatauluttaminen

Kuten aiemmin todettiin, laadun vaihtelut vaikuttavat merkittävästi koko lopputuotannon kustannuksiin. Erlach (2013: 14) painottaa, että tuotannon aikataulutuksen tärkeimpänä tavoitteena on varmistaa asiakastilausten valmistuminen ajoissa. Toimitusvarmuus tulee maksimoida, sillä se mittaa kaikkien logististen prosessien luotettavuutta tuotantolaitoksessa. Periaatteessa vaihtelevan kysynnän tilanteessa toimitusvarmuuden voi varmistaa nostamalla tuotannon resurssit maksimiin, mutta resurssien ollessa rajatut aikataulutus pyrkii tehostamaan kapasiteetin hyötykäyttöä kustannuksien alentamiseksi vaarantamatta toimitusvarmuutta. (Erlach 2013: 14.)

Suuren kapasiteetin tuotannossa on tyypillistä, että on paljon samanaikaisia tilauksia ja tilauksia tulee myös jatkuvasti lisää. Tämä aiheuttaa tuotannonsuunnittelijoille ja työnohtajille haasteita töiden tehokkaan valmistumisen suunnittelussa. Tähän ongelmaan on luotu avuksi useita eri toimintatapoja. Yksi näistä tavoista on ns. prioriteettisäännöt, joiden tavoitteena on saada tuotteet tai tilaukset valmistumaan mahdollisimman tehokkaasti. (Kajander 2019: 23.)

2.3 Priorisointi

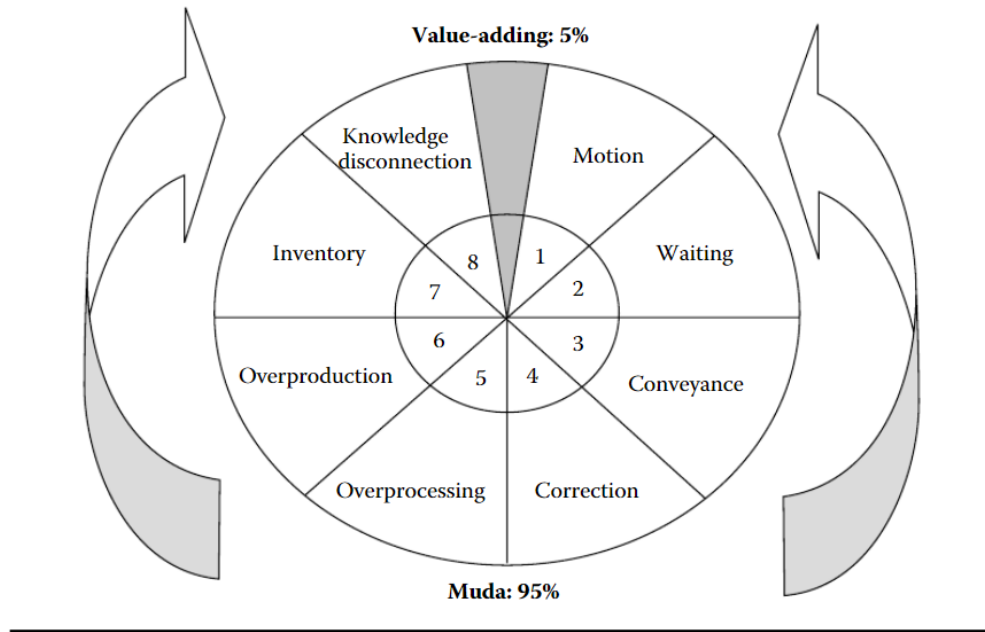
Priorisoinnilla tarkoitetaan minkä tahansa tekemisen asettamista tärkeysjärjestykseen. Sen tavoitteena on tehostaa toimintaa ja säästää rahaa. (Priorisointi 2019.)

Tuotannossa priorisointi on osa aikatauluttamista, joka pyrkii käyttämään valmiina olevaa valmistuskapasiteettia mahdollisimman tehokkaasti. Tuotannon sisältäessä useita samanaikaisia tilauksia priorisoinnilla voidaan varmistaa tuotannon sujuvuus. Jos samaan aikaan valmistettavien tuotteiden valmistumisjärjestyttä ei suunnitella tarkasti, saattavat tietyt työt valmistua liian aikaisin ja toiset myöhässä. Liian aikaisin valmistuva tuotanto saattaa aiheuttaa tuotteiden suunnittelemattomia jonoja myöhemmissä tuotannon vaiheissa. Oli tuotantotyyppi mikä tahansa, aikataulutuksen puuttuminen tai sen epäkohdat voivat aiheuttaa turhia kustannuksia. (Kajander 2019: 22.)

3 Lean

Lean on käsite, joka on noussut viime vuosikymmeninä esille kaikenlaisessa tuotannossa, mutta mitä se käytännössä tarkoittaa. Lean on laatujohtamisen periaatteiden soveltamista tuottamiseen. Sen tavoitteena on tuottaa asiakkaalle parasta mahdollista arvoa ja ottaa samalla huomioon tuottajan tarpeet ja resurssit (Lean.) Lean-filosofiaa soveltamalla voidaan kehittää lähes kaikkia tuotannon tehokkuuden ulottuvuuksia parantamalla koko organisaation toimintaa.

Lean-tuotanto pyrkii vähentämään tuotannon kustannuksia samalla, kun vastataan asiakkaiden tarpeisiin. Tähän päästään vähentämällä hukkia, ihmisten työtä, tuotantotilaa, tarvikkeisiin investointeja ja tuotteiden kehitysaikaa. Periaatteessa kaikki edellä mainittu on hukkaa, sillä hukalla tarkoitetaan kaikkea toimintaa, joka ei tuota lisäarvoa tuotteelle tai asiakkaalle. (Wang 2010: 1.) Hukka onkin yksi Leanin keskeisimmistä ja tärkeimmistä käsitteistä. Hukkaa on nykyään kahdeksan: ylituotanto, ylisuuret varastot, odottelu ja viivästykset, kuljettaminen, liike, yliprosessointi, laatuvirheet ja työntekijän luovuus. Hukkaa kuvataan eri järjestyksessä ja sanoilla eri lähteissä, mutta sisältö on aina sama.



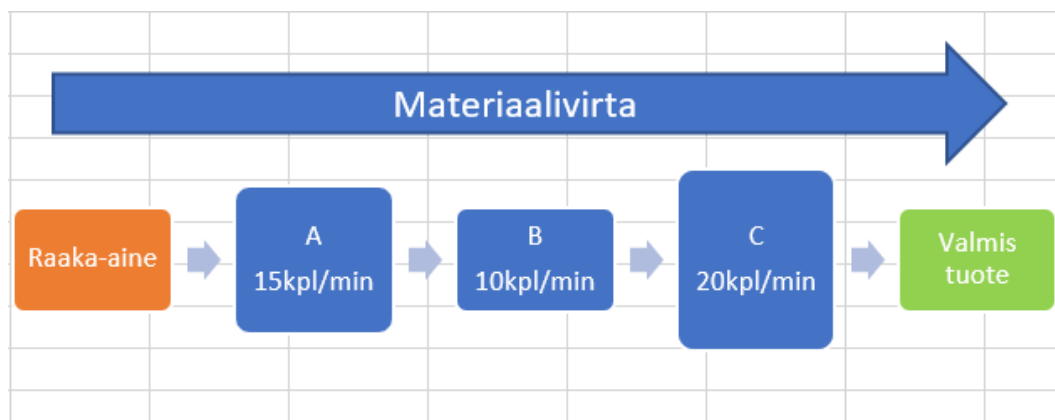
Kuva 2. Kahdeksan hukkaa. Japanin kielen Muda tarkoittaa hukkaa. Pascal esittää, että usein jopa 95 prosenttia toiminnasta on hukkaa ja vain 5 prosenttia arvoa tuottavaa. (Pascal 2017:30.)

1. Ylituotanto. Ylituotannolla tarkoitetaan tuotteen tuottamista ennen kuin sille on tarvetta tai kysyntää. Se tuottaa suuria kustannuksia, sillä se heikentää virtausnopeutta ja heikentää tuotteen laatua (Wang 2010:1.) Ylituotanto aiheuttaa hukkaa ja kustannuksia, sillä se sitoo varastotilaa ja pääomaa. Lean-tuotannon pioneeri Taiichi Ohno näkee ylituotannon monen muun tuotannon hukan juurisyynä. (Pascal 2017:33.)
2. Ylisuuret varastot. Ylituotanto, ylisuuret tilauserät, keskeneräiset tuotteet tai valmiiden tuotteiden pitkäaikainen varastointi aiheuttavat turhia kustannuksia. Lisäksi ne pitkittävät läpimenoaikoja ja hankaloittavat ongelmien havaitsemista. Tuotannon heilahtelut, toimitusten myöhästymiset, virhetilanteet ja pitkät asetusajat jäävät havaitsematta ylisuurten varastojen vuoksi. (4 askelta kohti lean-tuotantoa 2016: 6.)
3. Odottelu ja viivästykset. Kaikki työn tai tuotteen seisominen on hukkaa, sillä ne pidentävät tuotannon läpimenoaikoja eivätkä tuota lisäarvoa asiakkaalle. (Wang

- 2010: 1). Viivästyksiä voi aiheuttaa esimerkiksi pullonkaulat prosessissa, edellisen työvaiheen hitaus, kone- ja laitehäiriöt sekä materiaalien puutteet. (4 askelta kohti lean-tuotantoa 2016: 6.)
4. Kuljettaminen. Tuotteen siirtely ja kuljettaminen prosessien välillä luo kustannuksia mutta ei arvoa asiakkaalle. Lisäksi ne lisäävät tuotteiden rikkoutumisia ja laadun heikkenemistä. (Wang 2010: 1.) Turhaa kuljettamista on esimerkiksi tuotteen varastointi prosessien ja työvaiheiden välissä tai siirtely varastossa. (4 askelta kohti lean-tuotantoa 2016: 6.)
 5. Liike. Ihmisten liikkuminen työpisteiden välillä ja tuotteiden tai työkalujen etsiminen on hukkaa. Se voi aiheuttaa vahinkoja, työntekijöiden väsymistä, kulumista ja turvallisuusongelmia. (Wang 2010: 1) Ihmisten liike on seurausta työpisteen ergonomiasta. Kaikki ylimääräinen kävely, kurottelu ja vääntely laskee tuottavuutta. (Pascal 2017: 31.)
 6. Yliprosessointi. Kalliimpien resurssien käyttäminen tuotantoon tai tuotteen ylimääräinen suunnittelu ja kehitys silloin kun asiakas ei sitä tarvitse. Tarpeettoman suuren laadun tuottamiseen tarvitaan kalliimpia resursseja ja koneita. Nämä kannustavat ylituotantoon, kun yritetään väkisin saada kallis laite maksamaan itsensä takaisin (Wang 2010: 2.)
 7. Laatuvirheet. Laatuvirheet lisäävät materiaalien ja kapasiteetin kulutusta, lisäävät reklamaatioita ja aiheuttavat ylimääräistä työtä. Vialliset tuotteet eivät tuota asiakkaalle arvoa mutta ovat kalliita korjata. (4 askelta kohti lean-tuotantoa 2016: 6.) Lisäksi ne alentavat yrityksen imagoa.
 8. Seitsemän alkuperäisen hukan rinnalle on nostettu myös kahdeksas hukka, työntekijän luovuus ja sen käyttämättömyys. Prosessien parissa töitä tekevät henkilöt saattavat havaita puutteita ja hukkia prosessissa, ja heillä voi olla ideoita näiden kehittämiseen. Ylimääräisten kehitysideoiden huomiotta jättäminen hidastaa kehitystyötä. (4 askelta kohti lean-tuotantoa 2016: 6.)

3.1 Esteiden teoria

Esteiden teoria eli TOC (Theory of Constraints) on tuotanto- ja tilaus-toimitusketjuissa laajasti hyödynnetty ajattelutapa, joka perustuu ajatukseen ”ketju on vain yhtä vahva kuin sen heikoin lenkki”. TOC haastaa yleisen ajattelutavan, jonka mukaan ketjun minkä tahansa prosessin tehostaminen vähentäisi yrityksen kuluja. Teorian keskiössä ovat tuotannon pullonkaulat. Tuotannon pullonkaulalla tarkoitetaan prosessiketjun hitainta prosessia. (Wang 2010: 2.)



Kuva 3. Materiaalin virtaus pullonkaulan lävitse.

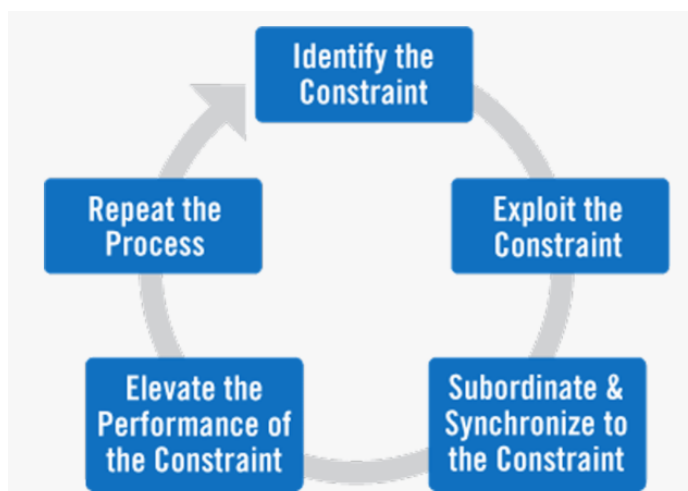
Pullonkaulasta on helppo antaa esimerkki. Kuvitellaan yllä olevan kuvan 3 tilanne. Raaka-aineesta valmistetaan tuotteita kolmella peräkkäisellä työvaiheella. Keskeneräinen tuote siirtyy työvaiheesta A työvaiheeseen B, jonka jälkeen vaiheeseen C, jonka lopputulos on valmis tuote. Vaihe A:n tehokkuus on 15 tuotetta minuutissa, vaihe B:n 10 tuotetta minuutissa ja vaihe C:n 20 tuotetta minuutissa. Vaihe C on ketjun tehokkain vaihe, mutta se ei valmista tuotteita maksimikapasiteetilla, koska se ei saa edelliseltä työvaiheelta töitä tarpeeksi nopeasti. Näin ollen vaihe B on ketjun pullonkaula ja se määrittää koko ketjun tehokkuuden. Yllä olevassa esimerkissä vaihe B ei pysty käsittelemään vaiheelta A tulevia töitä tarpeeksi nopeasti, joten sen ainoa vaihtoehto on kasata tuotteet pinoon, jotta vaihe A saisi jatkaa sen maksimikapasiteetilla. Tässä ketjussa tehokkain vaihe C ei pääse koskaan toimimaan sen maksimitehokkuudella, vaan puolet ajasta siellä ei ole töitä. Vaikka vaihe A saataisiin vielä tehokkaammaksi, se ei vaikuta valmiiden

tuotteiden valmistumisnopeuteen. Sen sijaan se kasaa ruuhkaa vaiheen B eteen ja luo painetta B:n työntekijöille. Oletetaan, että vaihe B:ssä on yksi työntekijä, joka kyllästyy jatkuvaan ruuhkaan ja päätetään, että palkataan toinen työntekijä vaiheeseen B. Täten B:n kapasiteetti tuplaantuu nopeuteen 20 kpl/min. Nyt pullonkaula siirtyy vaiheeseen A, josta on tullut ketjun hitain vaihe, ja vaiheissa B ja C ei ole tarpeeksi töitä kapasiteettiin nähden.

Esteiden teoria viittaa juuri kyseisiin prosessiketjuihin tuotannossa. Ketjulla ei tarkoiteta pelkästään yksittäisen tuotteen valmistusta, vaan se voi kattaa koko tilaus-toimitusketjun alusta loppuun. Sen sijaan, että jokainen osasto maksimoisi oman toimintansa, koko ketju tulee optimoida vastaamaan pullonkauloja tai rajoitteita. Tavoitteena on saada pullonkaulat operoimaan 100 %:n teholla jatkuvasti. TOC-teoria perustuu ajatukseen, että tuottoja rajoittaa ainakin yksi pullonkaula. Vain pullonkaulan virtausta parantamalla voidaan nostaa koko ketjun kokonaissuorituskykyä ja läpimenoaikaa. (Wang 2010: 167.)

3.2 Viisi kohdennusvaihetta

Esteiden teoria tarjoaa tiettyjä metodeja rajoitteiden löytämiseen ja poistamiseen. Yksi näistä metodeista on niin sanottu Five Focusing Steps, joka on jatkuvan parantamisen malli. ”Viisi kohdennusvaihetta” koostuu viidestä peräkkäisestä työvaiheesta, joista jokainen edellyttää edellisen vaiheen suorittamista. Ennen mallin hyödyntämistä tulee tunnistaa nykyhetken tavoite. Pyritäänkö nyt esimerkiksi parantamaan läpimenoaikoja tai säästämään rahaa? (Theory of Constraints.)



Kuva 4. Jatkuvan parantamisen malli (Theory of Constraints).

1. Tunnista rajoite tuotannossa tai ketjussa, joka estää tavoitteeseen pääsemisen. Rajoitteet tunnistetaan usein työvaiheina, joissa töitä kasaantuu paljon tai joissa on pitkät läpimenoajat. Hyödynnä tähän esimerkiksi virtausdiagrammia. (Wang 2010: 174.) Monimutkaisessa ongelmaketjussa ja tuotannossa rajoitteiden löytämiseen ja tunnistamiseen käytetään usein CRT (Current Reality Tree) mallia, joka esitellään seuraavassa kappaleessa.
2. Tehosta pullonkaulan toimintaa nopeasti hyödyntäen nykyresursseja eli ”tee mitä voit tällä hetkellä” (Theory of Constraints). Maksimoi virtaus nykyhetkellä keskittymällä kapasiteetin tehokkaaseen käyttöön ja läpimenoajan tehostamiseen (Wang 2010: 174).
3. Määritä pullonkaulaa edeltävien ja jälkeisten prosessien toiminta sellaiseksi, että pullonkaula voi toimia maksimiteholla jatkuvasti ilman, että keskeneräisiä töitä kuitenkaan kasaantuu pullonkaulan eteen. Esimerkiksi varmista, että raaka-ainetta on aina saatavilla pullonkaulassa mahdollisimman helposti ja että pullonkaulan jälkeinen kuljetus on aina valmiina valmiin erän saapuessa. (Wang 2010: 175.)
4. Tarkasta, ovatko edelliset muutokset siirtäneet pullonkaulaa muualle. Mieti lisämuutoksia pullonkaulan tehostamiseen. Tässä työvaiheessa muutoksia tehdään, kunnes pullonkaula on poistunut kyseisestä kohdasta. Pullonkaulan korjaamiseksi joudutaan viimeisenä vaihtoehtona nostamaan prosessin kapasiteettia eli sijoittamaan pääomaa. (Theory of Constraints.) Sijoitettu pääoma ei saa kuitenkaan olla suurempi kuin siitä koituneen tehokkuuden lisäyksen tuottama säästö. Älä sijoita pääomaa ennen kuin vaiheet 2 ja 3 ovat suoritettu, eli nykykapasiteetti on hyödynnetty täysin. (Wang 2010: 175.)
5. Toista. TOC-teorian mukaan järjestelmässä on aina pullonkaula, joka vain siirtyy muutoksia tehdessä. Jatkuvan kehittämisen tarkoitus on korjata pullonkaula ja siirtyä välittömästi seuraavaan pullonkaulaan, jolloin organisaatio pääsee pikkuhiljaa lähemmäs tavoitteitaan. (Theory of Constraints.)

4 Prosessien kehittäminen

Tuotannon ongelmia on helppo löytää, mutta niiden korjaaminen on huomattavasti vaikeampaa ja resursseja kuluttavampaa. On varsin helppo sanoa ”Kehitä pullonkaulan prosesseja tehokkaimmiksi”, mutta itse toteutus voi olla hyvinkin haastavaa. Toisaalta, kuten Harrington mainitsee Streamlined Process Improvement -kirjansa alussa, meillä on enemmän mahdollisuuksia kehittää prosesseja, kuin meillä on ongelmia ratkaistavaksi. (Harrington 2011: 1.) Prosessien kehittämisen ollessa työlästä, siihen on onneksi luotu hyödyllisiä työkaluja. Ennen kuin prosesseja kuitenkaan lähdetään kehittämään, on hyvä perehtyä Harringtonin listaan asioista, joita tulee ottaa huomioon prosesseja kehitettäessä.

4.1 Prosessien virtaviivainen kehittäminen

Streamlined Process Improvement (SPI) eli prosessien virtaviivainen kehittäminen on H. James Harringtonin luoma prosessien kehittämisen käytäntö. Hän on kehittänyt maailman johtavien teknologiayritysten prosesseja jo 40 vuoden ajan, jonka tuoman kokemuksen pohjalta hän loi SPI:n. (Streamlined Process Improvement.)

Lista on tarkoitettu SPI-kehitysprojekteihin, mutta se sisältää tärkeitä huomioita, vaikka prosessien kehityksessä ei hyödynnettäisi SPI-metodeja. Pelkästään kyseisen listan kohdat antavat lähtökohdat laajojenkin prosessien kehitykselle. Harringtonin mielestä optimaalinen prosessi on virtaviivainen prosessi. (Harrington 2011: 2.)

1. Virtaviivaistettava (kehitettävä) prosessi on valittava sen perusteella, kuinka arvokas se on organisaatiolle, kuinka pahasti se on rikki ja kuinka iso vaikutus sen kehittämällä olisi organisaation toiminnan kannalta.
2. On virhe yrittää kehittää liian montaa prosessia samaan aikaan. Maksimissaan 3-4 prosessia saa olla samaan aikaan kehitettävänä.
3. Prosessin nykytilasta ja toiminnasta tulee olla riittävän suuri määrä dataa, jotta muutoksien vaikutuksia pystytään arvioimaan tarkasti.

4. Ensimmäisenä tulee kysyä, onko prosessi välttämätön organisaatiolle?
5. Yksinkertaistaminen on parempi kuin tietokoneistaminen.
6. Prosessin oikea arvo syntyy siitä, miten se vuorovaikuttaa toisten prosessien kanssa.
7. Oli prosessi kuinka hyvin tahansa kehitetty, se on hyödytön, jos sitä käyttävät henkilöt eivät hyväksy muutoksia.
8. Luottamus ja kommunikaatio ovat virtaviivaisen prosessin onnistumisen salaisuus.
9. Johtoryhmän on ymmärrettävä ja tuettava prosessin kehitysmetodeja sekä prosessien kehitystiimin tuloksia.
10. Prosessin lopputuloksen määrittää ulkoinen asiakas.
11. Prosessin ja yhteistyökumppaneiden tarpeiden tulee yhdessä tuottaa organisaatiolle paras mahdollinen arvo. Yhteistyökumppaneiden toiveita ei voida kunnioittaa ja toteuttaa, jos ne eivät tuota lisäarvoa organisaatiolle.
12. Toimihenkilöiden prosesseissa on valtava kehityspotentiaali.
13. Prosessit, jotka palvelevat ulkoista asiakasta, eli tuovat arvoa asiakkaalle, tulisi optimoida. Muut prosessit suunnitellaan tukemaan näitä prosesseja.
14. Kokonaisprosessin päämittareita tulisi parantaa eikä keskittyä pienten aliprosessien mittareihin.
15. Kokonaisprosessin päämittareita ovat ulkoisten asiakkaiden tyytyväisyys, tuotantokustannukset, läpimenoaika ja työntekijöiden tyytyväisyys.
16. Prosessien loppukäyttäjät tulisi ottaa mukaan prosessien kehitysprojekteihin.

17. Riskit on ymmärretty ennen kuin muutoksia lähdetään tekemään prosessiin.
18. Virtaviivaistaminen (kehittäminen) vaatii resursseja. Sitä ei voida toteuttaa ilman budjettia ja ihmisiä. Kehitysprojektiin kuuluvien henkilöiden työtaakkaa tulisi vähentää muualla 20-40 prosenttia.
19. Läpimenoajan ja lopputuotteen laadun vaihtelut tulisi minimoida.

4.2 Kapasiteetin nostaminen

Kuten mainittiin, pullonkaulan suorituskykyyn ja läpimenoaikaan vaikuttaa oleellisesti prosessin kapasiteetti. Kapasiteettia voidaan nostaa hyvinkin yksinkertaisilla keinoilla. Mary Ann Anderson on kerännyt näistä keinoista yleisimmät ja hyödyllisimmät artikkeliansa "How to Manage Bottlenecks in Operations Management". (Anderson.)

1. Resurssien nostaminen. Käytännössä pullonkaulan työntekijöiden määrän kasvattaminen. Tämä ei kuitenkaan välttämättä tarkoita uusien henkilöiden palkkaamista, vaan henkilöitä voidaan siirtää auttamaan pullonkaulaan silloin, kun muualla on hiljaisempaa.
2. Varmista, että pullonkaulassa on aina työtä. Tämä tarkoittaa edellisten prosessien optimointia niin, että pullonkaulassa on aina tietty määrä töitä jonossa
3. Varmista, että pullonkaulaan ei eksy viallisia tuotteita/töitä. Pullonkaulassa on rajallinen määrä aikaa eikä sitä tule tuhjata laaduttomiin tuotteisiin.
4. Nosta pullonkaulan työtunteja. Varmista, että pullonkaulassa on aina myös työntekijä tekemässä töitä. Tämä tarkoittaa myös taukojen ja ylitöiden aikana.
5. Jaa pullonkaulan prosesseja pienemmiksi osiksi useammille työpisteille.
6. Kehitä pullonkaulan prosesseja tehokkaimmiksi.

4.3 Ajatteluprosessit

Harringtonin lista sisältää hyvin yleispäteviä huomioita prosessien kehityksestä, mutta ei vielä tarjoa konkreettisia ratkaisuja itse ongelman ratkaisemiseen. Ongelman juuret ovat usein paljon kuviteltua syvemmällä organisaatiossa ja ratkaisun kannalta oleellista on löytää nämä juuret. Tähän soveltuu esimerkiksi Rajoitteiden Teoriaan sisältyvät ajatteluprosessien työkalut. (Wang 2010: 172.)

Ajatteluprosessit ovat Eliyahu Goldrattin ongelmanratkaisuun kehittämä kokoelma työkaluja. Ne on tarkoitettu nimenomaan kompleksien ja monivaiheisten prosessiketjujen kehittämiseen. Kuten nimi antaa ymmärtää, ne ovat työkaluja, jotka helpottavat ongelmien pohdintaa ja ratkaisua. Ajatteluprosessit perustuvat syy-seuraus-ajattelutapaan, ja niiden tavoite on ensin tunnistaa ei halutut toiminnot prosesseissa ja sen jälkeen poistaa ne ilman, että syntyy uusia. Ajatteluprosessit helpottavat organisaatiota vastaamaan seuraaviin kolmeen kysymykseen:

1. Mitä täytyy muuttaa?
2. Mihin se tulisi muuttaa/mikä lopputuloksen tulisi olla?
3. Mitkä toimenpiteet tekevät muutoksen?

Ajatteluprosesseja esitellään kolme: Current Reality Tree, Evaporating Cloud Tree ja Future Reality Tree. Yleensä työkaluja käytetään edellä mainitussa järjestyksessä, mutta ne toimivat myös yksinään. (Wang 2010: 172.)

4.3.1 Nykyinen todellisuuspuu

CRT eli Current Reality Tree on työkalu, jonka avulla selvitetään, mitä tuotannossa tulee kehittää tehokkuuden parantamiseksi. Puukaavio kuvastaa kirjaimellisesti yrityksen nykyistä todellisuutta. Käytännössä työkalu lähtee liikkeelle tunnetusta ei-toivotusta tapahtumasta tuotannossa, ja selvittää sen juurisyyn visualisoimalla sitä edeltävät työvaiheet. Se muistuttaa tavallista virtauskaaviota, mutta on paljon laajempi ja yksityiskohtaisempi

kokonaisuus. Työkalu lähtee liikkeelle ei-toivotusta tapahtumasta tai ongelmasta. Haastatteluiden, datan ja asiantuntijoiden avulla selvitetään ongelman aiheuttajat. Seuraavaksi selvitetään ongelman aiheuttajien aiheuttajat. Näin edetään, kunnes aiheuttajille löytyvät juurisyyt. Goldrattin mukaan organisaation tulisi keskittää sen resurssit juurisyyden korjaamiseen, eikä tuhjata resursseja välivaiheiden korjaamiseen, koska se ei korjaa ongelman todellista aiheuttajaa. (What is Current Reality Tree?)

1. Laajuuden määrittäminen

Ensimmäisessä vaiheessa tulee määrittää kehitystutkinnan laajuus. Laajuuteen vaikuttavat käytössä olevat resurssit eli käytännössä asiantuntijat. Liian laajaa kehitysprojektia ei kannata ottaa työnalle, jos sen suorittamiseen ei ole tarvittavia osaajia ja resursseja. Ensimmäisen vaiheen tarkoitus on antaa kuva siitä, mitä osaajia tarvitaan työn tekemiseen. (Rance 2017.)

2. Ei-toivottujen tapahtumien listaus

Seuraavassa vaiheessa listataan kaikki tiedetyt projektiin liittyvät ei-toivotut tapahtumat eli UDE:t (undesirable effects). Käytännössä nämä selviävät vastamalla kysymykseen ”Mitä ongelmia esiintyy tällä hetkellä?” Jokainen ongelma tulee olla mahdollisimman tarkasti esiteltynä.

Käytämme selkeyden parantamiseksi Rancen (2017) luomaa esimerkkitalannetta fiktiivisen IT-palveluyrityksen prosessien kehityksestä. Yrityksen toiminnassa on havaittu seuraavia ongelmia:

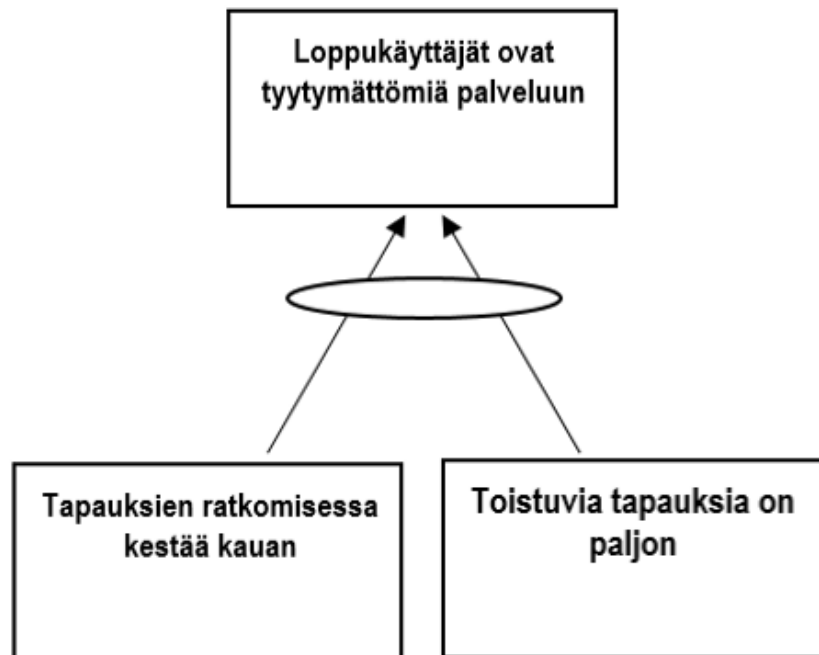
Rancen fiktiivisen yrityksen ongelmat: (Rance 2017.)

- Monet tapaukset ovat huonosti hoidettuja.
- Toistuvia tapauksia on paljon.
- Palvelutyöntekijät eivät osaa hoitaa tapauksia.

- Loppukäyttäjät ovat tyytymättömiä palveluun.
- Palvelutyöntekijöillä on suuri vaihtuvuus.
- Tapauksien ratkomisessa kestää kauan.

3. Syy-seuraussuhteiden analysointi

Kolmannessa vaiheessa analysoidaan löydetyt UDE:t. Ongelmia verrataan toisiinsa pohtien, mikä ongelma on toisen ongelman aiheuttaja ja mikä on kaikista vakavin ongelma. Tämän helpottamiseksi luodaan graafinen kaavio eli puu, jonka huipulle asetetaan kriittisin ongelma. Puussa ylempi ongelma on aina seuraus ja sitä alemmat ovat syitä. Esimerkin ongelmat on järjestetty seuraavalla tavalla.

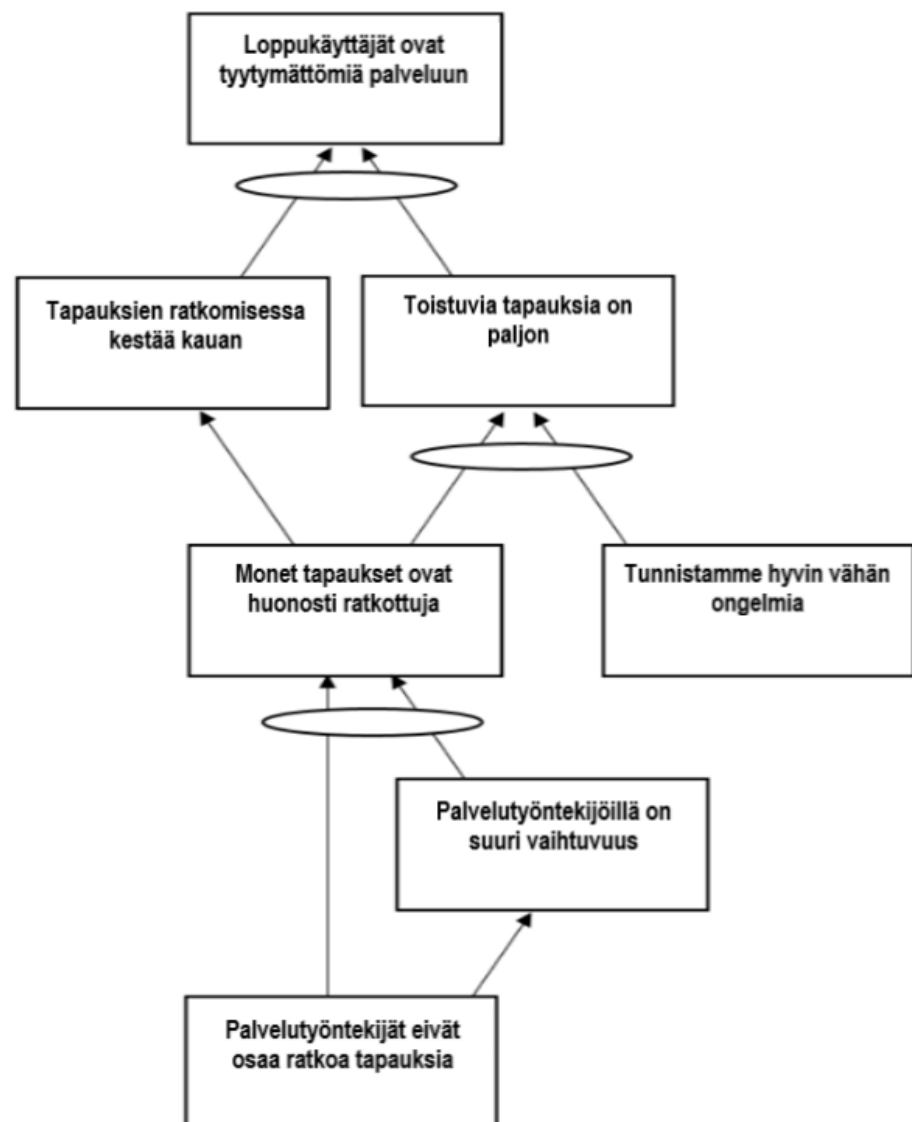


Kuva 5. CRT:n rakentaminen. (Rance, 2017).

Esimerkissä pahin ongelma on asiakkaiden tyytymättömyys palveluun. Ongelmat, jotka aiheuttavat asiakkaiden tyytymättömyyttä on listattu alemmas puuta. Jos seurauksen syntyyn vaikuttaa kaksi tai useampi syytä, ne on ympyröity ellipsillä. (Rance 2017.)

4. Täyttäminen

Viimeisessä vaiheessa kaikki UDE:t lisätään kaavioon joko syyksi tai seuraukseksi. Tässä vaiheessa voidaan lisätä myös ylimääräisiä syitä tai seurauksia sitä mukaa kun ne ilmenevät. Puu on valmis, kun kaikki ongelmat on lisätty puuhun ja kyetään lukemaan puuta ylhäältä alaspäin sanomalla "koska" joka ongelman välissä.

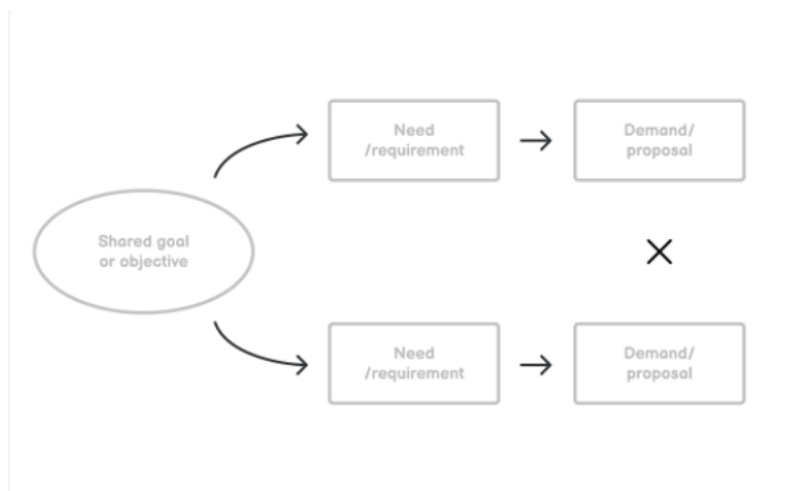


Kuva 6. Valmis Current Reality Tree. (Rance 2017).

Kuvassa 6 on valmis nykytilan puukaavio. Ylhäältä alas luettuna se tarkoittaa: asiakkaat ovat tyytymättömiä, koska tapauksien ratkaisussa kestää, koska monet tapaukset ovat huonosti ratkottuja, koska palvelutyöntekijät eivät osaa ratkaista ongelmia kunnolla. Näin ollen ongelman juurisyy löytyy kaavion alhaalta.

4.3.2 Konfliktien ratkaisudiagrammi

Evaporating Cloud Tree tai toiselta nimeltään konfliktien ratkaisudiagrammi on nykytilan kuvauksen luonnollinen seuraava askel. Työkalulla ratkaistaan nimensä mukaisesti konflikteja, joita saattaa syntyä prosessien ja ongelmien kehitystyön yhteydessä osapuolten välille. (Agilecoach.) Työkalu ei varsinaisesti tarjoa itse ratkaisuja ongelmiin, joten se esitellään lyhyesti osana ajatteluprosesseja.



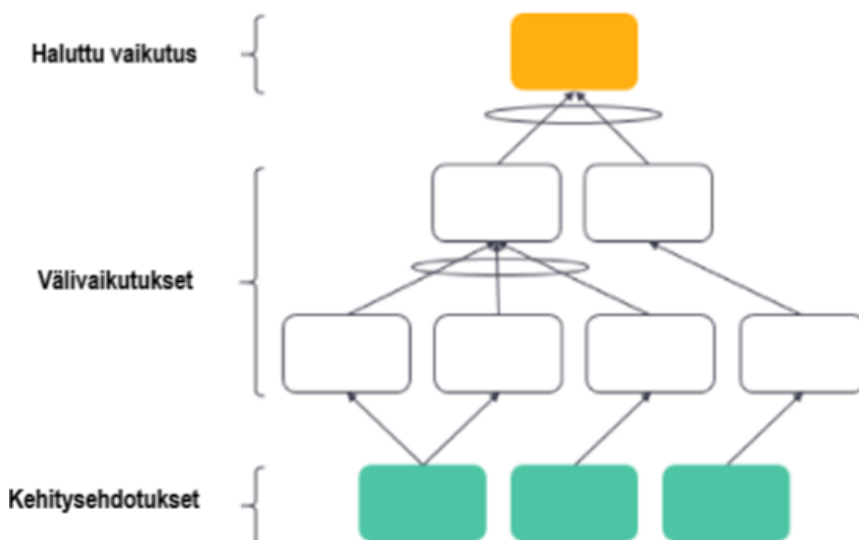
Kuva 7. Conflict Resolution -diagrammi (Amran 2021).

Työkalu lähtee liikkeelle oikealta vasemmalle eri osapuolten vaatimuksesta tai ehdotuksesta. Sen jälkeen listataan tarpeita, joilla tavoitteisiin voitaisiin päästä. Viimeisenä etsitään molemmille osapuolille yhteinen tavoite, johon molempien ehdotus johtaisi. Eri osastoilla saattaa olla samat tavoitteet mutta eri näkemykset tavoitteiden saavuttamisesta. Yhteisen tavoitteen löytäminen on kriittinen vaihe kompromissin löytämisessä. (Agilecoach.)

4.3.3 Tulevaisuuden todellisuuspuu

Future Reality Tree (FRT) hyödyntää nykytilan puukaavion ja konfliktien ratkaisudia-grammin suorittamisesta syntyneitä kehitysideoita. Työkalun avulla pohditaan kehitys-ideoiden vaikutuksia prosessiin/ongelmaan ja auttaa tunnistamaan mahdolliset negatiiviset vaikutukset, jotta ne voidaan korjata ennen implementointia. (Wang 2010: 172.)

”Tulevaisuuden todellisuuspuu” on rakenteeltaan samanlainen kuin nykytilaa kuvaava, mutta siinä lähdetään liikkeelle alhaalta ylöspäin niin, että huipulla on prosessin kehittä-misen tai ongelman korjaamisen tavoiteltu vaikutus.



Kuva 8. Future Reality Tree VisualParadigminin kuvaamana (What is Future Reality Tree?).

Jälleen hyödyntäen syy-seuraus-ajattelua kehitysehdotuksien seurauksia listataan yksitellen alhaalta ylöspäin. Seuraavaksi listataan seurauksien aiheuttamia seurauksia. Jos tällä ajattelutavalla päästään lopulta kaavion huipulle, eli tavoiteltuun vaikutukseen, voidaan kehitysehdotus hyväksyä. (What is Future Reality Tree?)

Vaikka työkalu kuuluu ajatteluprosessien sarjaan, voidaan sitä hyödyntää myös yksinään. Esimerkiksi Kapasiteetin nostaminen -luvussa esiteltyjen yleisten kehitysketojen potentiaalisia vaikutuksia voidaan testata helposti tällä työkalulla.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa teoriapohjainen opas asiakkaalle päätöksenteon tueksi. Asiakas halusi opinnäytetyön tuovan uusia näkökulmia ja ideoita tuotannon prosessien kehittämiseen. Opinnäytetyössä hyödynnettiin kirjallisuutta ja muiden tutkimuksia ja tuloksia samantapaisista kehityskohteista ja teoriasta, jota on hyödynnetty ympäri maailmaa samanlaisissa tuotantolaitoksissa jo kymmeniä vuosia. Teoriaa sovellettiin asiakkaan tarpeet huomioon ottaen, jotta se saisi mahdollisimman paljon tiivistä ja tarpeellista tietoa. Opinnäytetyö sisältää tietoa kehitysprosessien löytämisestä sekä tarjoaa työkalut niiden kehittämistä alusta loppuun.

Lähteet

Amran Adam. 2021. Verkkoaineisto. Conflict Resolution Diagram. <[Conflict Resolution Diagram | Untools](#)> Luettu 24.4.2021.

Agilecoah. Verkkoaineisto. Conflict Resolution Diagram<[Microsoft Word - Conflict Resolution Diagram.doc \(agilecoach.net\)](#)> Luettu 28.3.2021.

Anderson Mary Ann. How to Manage Bottlenecks in Operations Management. Verkkoaineisto. <<https://www.dummies.com/business/operations-management/how-to-manage-bottlenecks-in-operations-management/>> Luettu 5.4.2021.

Erlach Klaus. 2013. Value Stream Design. E-kirja. MetCat.

Harrington H. James. 2011. Streamlined Process Improvement. E-kirja. oreilly.

Kajander Erno. 2019. Hienokuormitus ja työjonojen hallinta. Opinnäytetyö. Tampereen yliopisto. Trepo.

Lean. Verkkoaineisto. SixSigma. <<http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/lean/>>. Luettu 23.4.2021.

Priorisointi. 2019. Verkkoaineisto. Wikipedia. <<https://fi.wikipedia.org/wiki/Priorisointi>>. Luettu 14.4.2021.

Rance Stuart. 2017. Verkkoaineisto. Theory of Constraints: Using a Current Reality Tree. <<https://www.optimalservicemanagement.com/blog/theory-of-constraints-using-a-current-reality-tree/>> Luettu. 2.4.2021.

Streamlined Process Improvement. Verkkoaineisto. Goodreads. <<https://www.goodreads.com/book/show/12990417-streamlined-process-improvement>> Luettu 8.4.2021.

Theory of Constraints. Verkkoaineisto. Leanproduction. <<https://www.leanproduction.com/theory-of-constraints.html>> Luettu 10.4.2021.

Wang John X. 2010. Lean Manufacturing : Business Bottom-Line Based. E-kirja. Ebook Central.

What is Current Reality Tree? Verkkoaineisto. Visual Paradigm Online. <[What is Current Reality Tree? \(visual-paradigm.com\)](http://visual-paradigm.com)> Luettu 19.4.2021.

What is Future Reality Tree? Verkkoaineisto. Visual Paradigm Online. <<https://online.visual-paradigm.com/knowledge/problem-solving/what-is-future-reality-tree/>> Luettu 22.4.2021.

4 askelta kohti lean tuotantoa. Verkkoaineisto. Pinja. <https://blog.pinja.com/hubfs/AR-RROW%20Docs/4_askelta_kohti_Lean-tuotantoa.pdf?utm_campaign=4%20askelta%20Lean-tuotantoon&utm_medium=email&hsmi=29133056&hsenc=p2ANqtz-IPiHX4WY5H9ivgexoZ-DXUjYXPgHD-womwOoAnKuT0WXBjpOzowMEazDu-901YFgjNvJ9ds8v2DiYURSXVO92Ujaipw&utm_content=29133056&utm_source=hs_automation> Luettu 16.4.2021.