



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joel Huopana

Tuotannon mittarit ja niiden digitaalinen käyttö

Opinnäytetyö

Syksy 2021

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Automaatio

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Joel Huopana

Työn nimi: Tuotannon mittarit ja niiden digitaalinen käyttö

Ohjaaja: Juha Hirvonen

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 36

Liitteiden lukumäärä: 0

Tässä opinnäytetyössä paneuduttiin tuotannonohjauksen kehittämiseen sekä selvitettiin, kuinka mittaustietoa voidaan automatisoida, miten siitä saadaan reaaliaikaista ja miten kerättyä tietoa voidaan käyttää hyväksi. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kattava näkemys tiedonkeräys- ja analysointitekniikoista tuotannonohjauksessa esimerkiksi valmistavan teollisuuden pk-yritysten käyttöön. Työtä voidaan soveltuvin osin soveltaa myös SeAMKin teollisen internetin tuotantolinjassa. Opinnäytetyön tuloksena on kirjallisuusselvitys tiedonkeruusta ja -käsittelystä sekä tuotannollisista mittareista ja menestystekijöistä.

¹ Asiasanat: Tuotannonohjaus, Mittaustieto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Machine Automation

Author: Joel Huopana

Title of thesis: Manufacturing Metrics and Their Digital Use

Supervisor: Juha Hirvonen

Year: 2021

Number of pages: 36

The thesis focused on the development of production control. The research examined how measurement data can be automated, how it can be obtained in real time and how the collected data can be used. The client of the thesis was Seinäjoki UAS.

The aim of the thesis was to collect a comprehensive information pack on the data collection and analysis techniques used in production control, which could then be used, for example, by manufacturing SMEs. The gained information can also be applied to the industrial production line at Seinäjoki UAS, where appropriate. As the result of the thesis there is a literature review on data collection, data processing, production meters and success factors.

¹ Keywords: production control, measurement data

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta ja tavoite	7
1.2 Opinnäytetyön rakenne	7
2 TUOTANNONOHJAUS	8
2.1 Tuotannonohjauksen automatisointi.....	10
2.2 Valmistavan teollisuuden yrityksen tietojärjestelmät.....	11
2.3 Tietojärjestelmän hankintavalmistelut.....	13
3 TUOTANNON MITTARIT	16
3.1 Yleiset tuotannon mittarit.....	16
3.1.1 Toimitusvarmuus.....	16
3.1.2 Läpimenoaika.....	17
3.1.3 Tuottavuus	17
3.1.4 Käyttösuhde	18
3.2 Datan kerryttäminen	19
3.3 KPI	20
4 MITTAAMINEN JA ANALYSOINTI	24
4.1 Datan käsittely.....	24
4.2 Analyysiteknologiat.....	25
4.2.1 Visualisointi.....	27
4.3 Tekoäly.....	28
5 YHTEENVETO	32
5.1 Pohdinnat.....	32
LÄHTEET	34

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Tuotannonohjausprosessin vaiheet	23
Kuvio 2. Tietojärjestelmän toimintaperiaate	11
Kuvio 3. Tuotannonohjaustasot ja järjestelmätasot.....	13
Kuvio 4. Valmisteluprosessin osat.	14
Kuvio 5. Menestystekijän toimenpiteiden määrittely	23
Kuvio 6. Tiedon hierarkia	24
Kuvio 7. Datat visualisointi.....	27
Kuvio 8. Tekoälyn tekninen koulutus	30
Taulukko 1. Tuotannonohjauksen toiminnot	8
Taulukko 2. Tavoitteiden asettaminen	16
Taulukko 3. Suoritusmittarit	21
Taulukko 4. Analysointitekniikat.....	26

Käytetyt termit ja lyhenteet

APS	Advanced Planning & Scheduling. Suunnittelutyökalu
ERP	Enterprise Resource Planning. Liiketoimintaprosessien hallintaohjelmisto.
KPI	Key Performance Indicator. Suorituskykymittari, joka perustuu kriittisiin menestystekijöihin.
KRI	Key Result Indicator. Tulostittari, yleensä taloudellinen.
MES	Manufacturing Execution System. Tuotannonohjausjärjestelmä.
PI	Performance Indicator. Tehokkuuden mittari. Hieman samankaltainen, kuin KPI, ei kuitenkaan yhtä merkityksellinen.
RI	Result Indicator. Useamman ryhmän tulostittari. Ei yhtä merkityksellinen kuin KRI

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoite

Työ käsittelee mittausten tekemistä tuotannosta ja tuotannon tulostuloksia. Työssä käydään läpi keskeisimmät tulostulokset sekä kuinka mittauksia automatisoidaan ja mittaustietoa analysoidaan. Opinnäytetyössä on tavoitteena luoda kattava esitys eri tiedonkeräystekniikoista ja kerätyn tiedon analysoinnista. Toimeksiantajana opinnäytetyölle toimii Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

1.2 Opinnäytetyön rakenne

Luvussa 2 käydään läpi yleistä tietoa tuotannonohjauksesta, esitellään valmistavan teollisen yrityksen tietojärjestelmiä ja tietojärjestelmien hankintavalmisteluja. Luvussa 3 esitellään tuotannon mittareita, käsitellään datan kerryttämistä ja havainnoidaan suoritusindikaattorien yhteys menestystekijöihin. Luku 4 käsittelee analysointia ja erilaisia analysointityökaluja. Lisäksi tutkitaan tekoälyn mahdollisuuksia pk-yrityksille. Viimeisessä luvussa tehdään yhteenveto työstä. Työ on kirjallisuusselvitys ja ei sisällä käytännön osuutta.

2 TUOTANNONOHJAUS

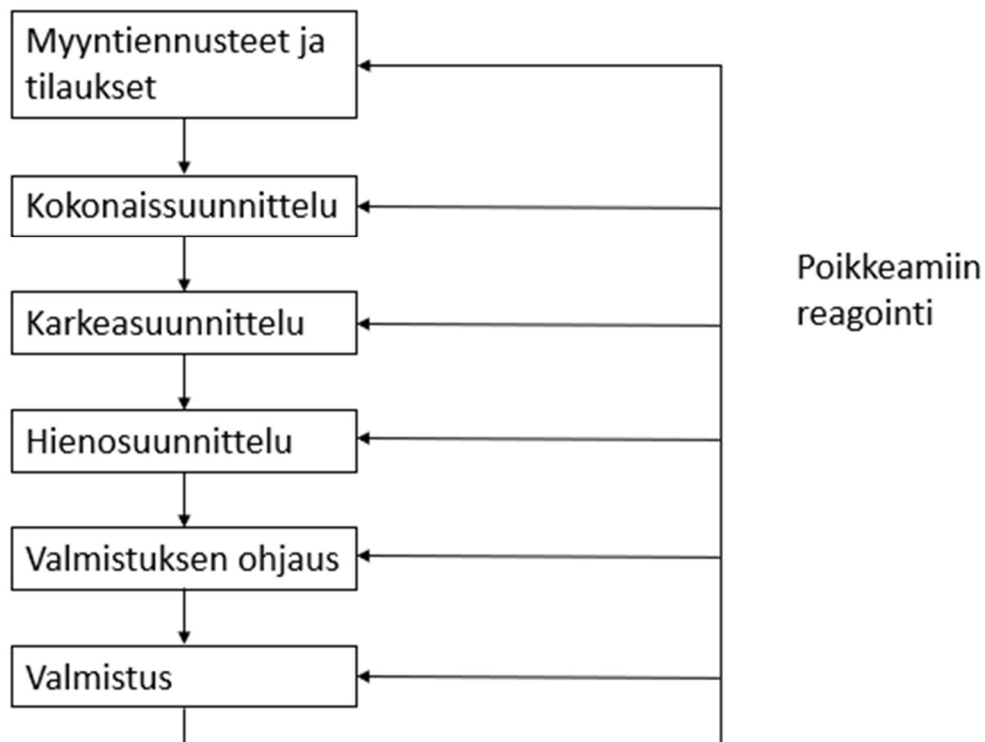
Tuotannonohjaus käsittelee tuotannon laatu-, määrä- toimitusaikatavoitteita (Oscar, i.a). Tuotannonohjaus koskee niitä yrityksen toimintoja, jotka liittyvät panosten muuttamiseen tuotoiksi (Chand, i.a). Tuotannonohjaus sisältää tuotantoprosessin suunnittelua, organisointia ja optimointia (Chand, i.a).

Taulukko 1. Tuotannonohjauksen toiminnot (mukaillen Chand, i.a).

Sisääntulo	Toiminnot tuotannossa	Ulostulo
<ul style="list-style-type: none"> • Materiaalit • Työntekijät • Laitteisto • Resurssit • Työjonot 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotannon suunnittelu ja toiminnot • Tuotteen/palvelun testaus • Laaduntarkkailu 	<ul style="list-style-type: none"> • Valmis tuote • Huolto ja ylläpito • Asiakastyytyväisyys

Taulukko 1 esittää, mitä toimintoja tuotannonohjaus pitää sisällään. Määritelmät osoittavat tuotannonohjauksen liittyvän pääasiassa tavaroiden ja palvelujen tuotantoon (Chand, i.a).

Aiemmin organisaatiot pyrkivät hallitsemaan työntekijäkustannuksia, koska niihin kului suuri osa tuotantokustannuksia (Chand, i.a). Nykyiseen muotoonsa tuotannonohjaus kehittyi, kun monimutkaisemmat ongelmat tehtaissa, kuten varastojenhallinta, laadunvalvonta ja aikataulutukset alkoivat vaatia tarkempaa analysointia ja asiantuntemusta tehdasjärjestelmien muuttuessa automaattiseksi (mt.).



Kuvio 1. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Haverila ym., 2009, s. 409).

Kuvio 1 esittää tuotannonohjausprosessin, jossa on muistettava, että ohjaus vaatii jatkuvaa uudelleensuunnittelua ja suunnittelutehtävien välistä koordinaatiota (Haverila ym., 2009, s. 409). Suunnittelun ja koordinoinnin määrä kasvaa riippuen suunnitelman yksityiskohtaisuudesta ja suunnittelutilanteen monimutkaisuudesta.

Kokonaissuunnittelulla tehdään tuotannon kokonaisvolyymiä, sekä taloutta koskevat suunnitelmat ja se voidaan suorittaa osana vuotuista budjettisuunnittelua (Haverila ym., 2009, s. 411–412). Karkeasuunnittelu on tarkempaa kuin kokonaissuunnittelu (mts. 415), mutta kokonaissuunnittelussa käytettäviä tietoja voidaan käyttää tarkemman suunnittelun lähtökohtana (mts. 412). Karkeasuunnittelussa käsitellään muun muassa: tilauskantaa, varastotilannetta ja valmistusbudjettien tarpeita, sekä resurssien käyttöä yleisesti ja toimituskyvyn määrittelyä. Ennusteet ovat huomattavasti pienemmässä osassa kokonaissuunnitteluun verrattuna (mts. 415).

Hienosuunnittelussa käsitellään valmistukseen liittyvää suunnittelua, jonka tuloksena kehittyi kattava suunnitelma tuotteiden valmistamiseen (Haverila ym., 2009, s. 417). Karkeasuunnittelussa suunnitelma, joka koskee tuotantoerien karkeaa ajoitusta, käytetään hienosuunnittelussa lähtökohtana (mts. 417). Valmistuksen ohjauksessa suunnitellaan yksityiskohtaisesti työn suorittaminen, työnjakelu, työtehtävien ohjaus, valvonta ja raportointi. Ohjauksen vaikein osio on yksittäin valmistettavat tilaustuotteet niiden suunnitelmallisuuden takia, vakiotuotteissa tehtävät toistuvat samanlaisina, joka helpottaa valmistusta (mts. 425).

2.1 Tuotannonohjauksen automatisointi

Automaatiolla tavoitellaan ensisijaisesti manuaalisen työn vähentämistä, jotta ihmisen työaika vapautuisi enemmän arvoa tuottaviin tehtäviin (Kaarlejärvi & Salminen, 2018, s. 182). Automatisointi tapahtuu joko järjestelmätoiminnoilla tai erillisvälineillä (mts. 182). Automaatio ja digitaalinen data avustavat ulkoisten sekä sisäisten vaatimusten vastaamisessa (mts. 13). Automaatiolla toteutetaan koneiden ja laitteiden itsenäinen toiminta ilman suoraa ohjausta ihmiseltä sellaisissa tehtävissä, joissa työtehtävät ovat toistuvia (Haverila ym., 2009, s. 493).

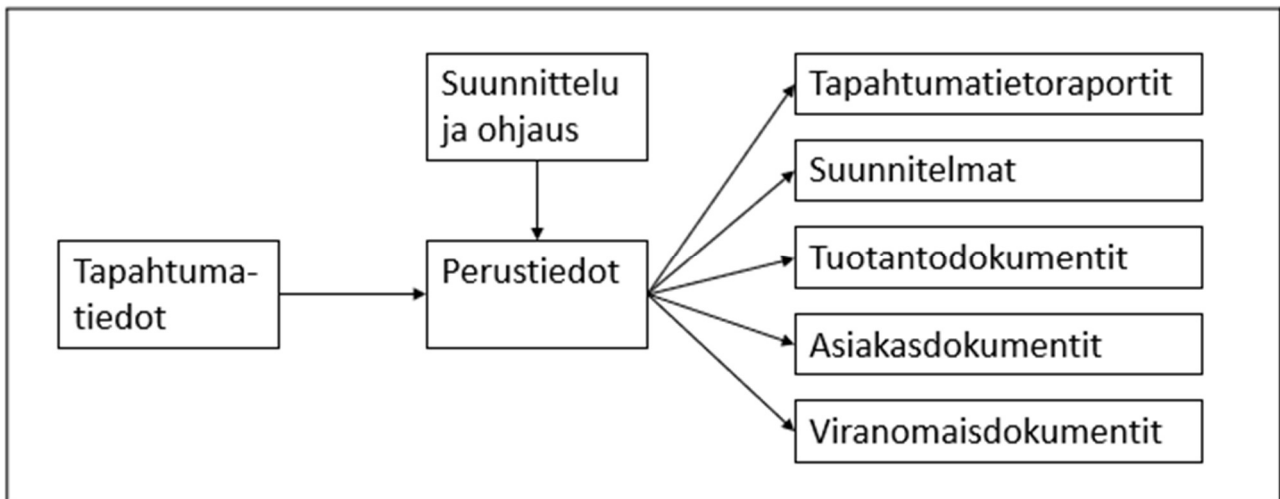
Automaation hyötyinä voidaan pitää tuottavuuden kasvua, laadun tasaisuutta, valmistuksen nopeuttamista, joustavuutta, kohonnutta käyttöastetta ja uusien valmistustekniikoiden hyödyntämistä (Haverila ym. 2009, s. 496). Digitaalinen data mahdollistaa sähköisen arkistoinnin, raportoinnin, ja tiedonsiirron (Kaarlejärvi & Salminen, 2018, s. 15), mikä mahdollistaa nopeamman reagoinnin muutoksiin tuotannossa (mts. 21). Muina etuina voidaan pitää datan käsittelyn tasaisuutta säännönmukaisesti (lopputulokset riippuu kuitenkin sääntöjen oikeellisuudesta), prosessien nopeuttaminen vuorokauden ympäri tapahtuvan asioiden käsittelyn ansiosta, skaalautuvuus vaihtelevan data määrän käsittelyssä, ja se on lähes aina halvempaa ihmisen tekemään työhön verrattuna (mts. 183).

Automaatiota voidaan soveltaa erilaisiin tehtäviin osavalmistuksessa, kokoonpanossa, pintakäsittelyssä ja materiaalikäsittelyssä sekä moniin muihin tehtäviin (Haverila ym., 2009, s.493). Automaation tuottavuus ja laatu riippuu merkittävästi siitä, kuinka soveltuvaa kyseisellä tekniikalla valmistettava kappale on (mts. 494). Investointi automaatioon lisää

merkittävästi taloudellisia riskejä (mts. 494) ja yleisinä haittoina on suuret investoinnit, edellytys henkilöstön osaamisessa, sekä tekniikan käyttöönotto on hankalaa ja aikaa kuluttavaa (mts. 496). Vaatimus henkilöstön osaamisesta riippuu siitä, kuinka monimutkaista käytettävä teknologia on (mts. 494).

2.2 Valmistavan teollisuuden yrityksen tietojärjestelmät

Ikäheimon ym. (2019, s. 18) mukaan taloushallinnon tietojärjestelmät rakentuvat erilaisista laskennan sovelluksista, sisäisestä ja ulkoisesta tarkastuksesta sekä raportointijärjestelmistä (kuvio 2). Nopeampi ja reaaliaikaisempi tiedonsiirto lisää tiedon käyttöarvoa, joten aikatavoitteet edellyttävät toimivia tiedonhallinta- ja raportointijärjestelmiä eli tietojärjestelmiä (mts. 16).



Kuvio 2. Tietojärjestelmän toimintaperiaate (Haverila ym., 2009, s. 431).

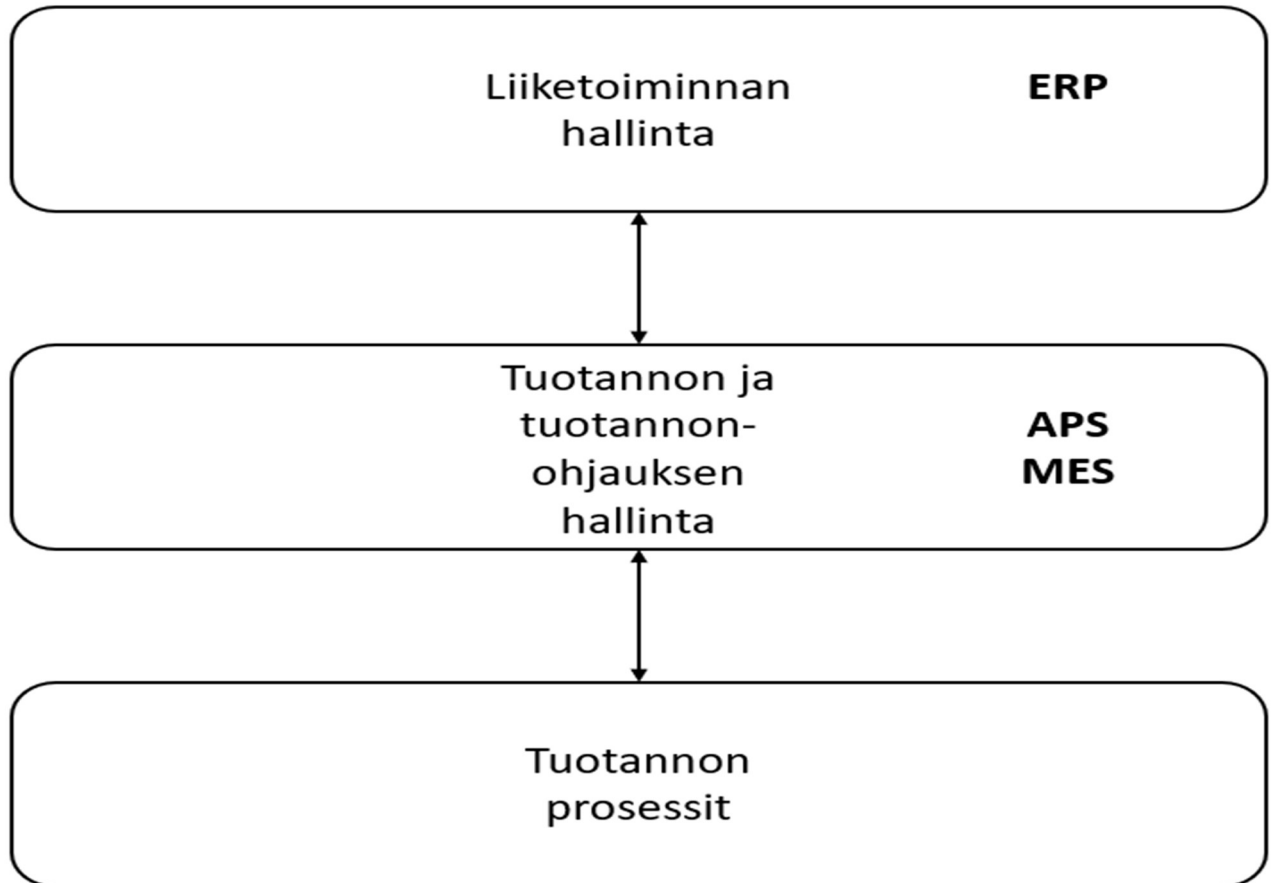
ERP (Enterprise Resource Planning) on liiketoimintaprosessien hallintaohjelmisto, joka integroi kaikki osatekijät yhdeksi informaatiojärjestelmäksi (Epicor, i.a). Tyypillisesti ERP-järjestelmät kattavat toiminnallisuudet myyntiin, tuotantoon, huoltoon, projektinhallintaan, henkilöstöön, logistiikkaan ja materiaalihallintoon (Kaarlejärvi, & Salminen, 2018, s. 35). ERP-järjestelmän ongelmakohtina voidaan pitää monimutkaisuutta, käyttöönotto kuluttaa aikaa ja resursseja, sekä yksittäisen toiminnon toteutuksessa ERP-järjestelmä voi olla

kömpelö, koska järjestelmä on laadittu laajan asiakaskunnan palveluun, eikä tuki yrityskohtaisiin tietojenkäsittelytarpeisiin ole kovin hyvä (Haverila ym., 2009, s. 431).

Siinä, missä ERP-järjestelmä kerää tietoa tuotannosta, MES (Manufacturing Execution System) kertoo, miten tuotantoa parannetaan (Epicor, i.a). Hyötyjä MES-järjestelmän käyttöönotossa on mm. noussut tuottavuus, parantunut datan talteenotto ja reaaliaikainen näkyvyys (Epicor, i.a). Kuitenkaan pienempien valmistajien tuotantotoiminnot eivät välttämättä ole riittävän suuria, jotta investointi MES-järjestelmään olisi kannattavaa (Epicor, i.a). MES-järjestelmä käsittelee toimintoja, jotka kuuluvat valmistuksenohjaukseen, kuten tuotannon aikataulutusta ja reseptien hallintaa, sekä toimintoja jälkikäteen, kuten datan keruu, raportointi ja analysointi (Scholten, 2009, s. 1). MES-järjestelmä kehitettiin paikkaamaan ERP-järjestelmän puutteita (mts. 13). Esimerkiksi ERP-järjestelmällä pystytään luomaan tuotantoaikataulu, mutta sitä ei olla räätälöity tuotannon todellisen kapasiteetin mukaan, eikä tehokkuutta ole otettu huomioon (mts. 2).

APS (Advanced Planning & Scheduling) on tuotannon suunnittelutyökalu (Siemens, i.a). Syy siihen, miksi APS-järjestelmä nousee esiin, on ERP-järjestelmän puute suunnittelun tukeen. Monissa yrityksissä ERP-järjestelmää käytetään taloushallinnon, tilaustenhallinnan, varastonhallinnan ja muiden liiketoimintojen tueksi (Wiers & de Kok, 2017, s. 9). Siinä, missä monille yrityksille ERP:n toiminnallisuus on lähes välttämätön, se ei ole riittävä työkalu suunnitteluun ja aikataulutukseen. APS-järjestelmää voi käyttää muun muassa hankinnan, tuotannon, jakelun, myynnin ja aikataulutuksen suunnitteluun (mts. 10).

Kuvio 3 esittää yllä mainittujen järjestelmien toiminnallisuuden tuotannonohjaustasoihin.

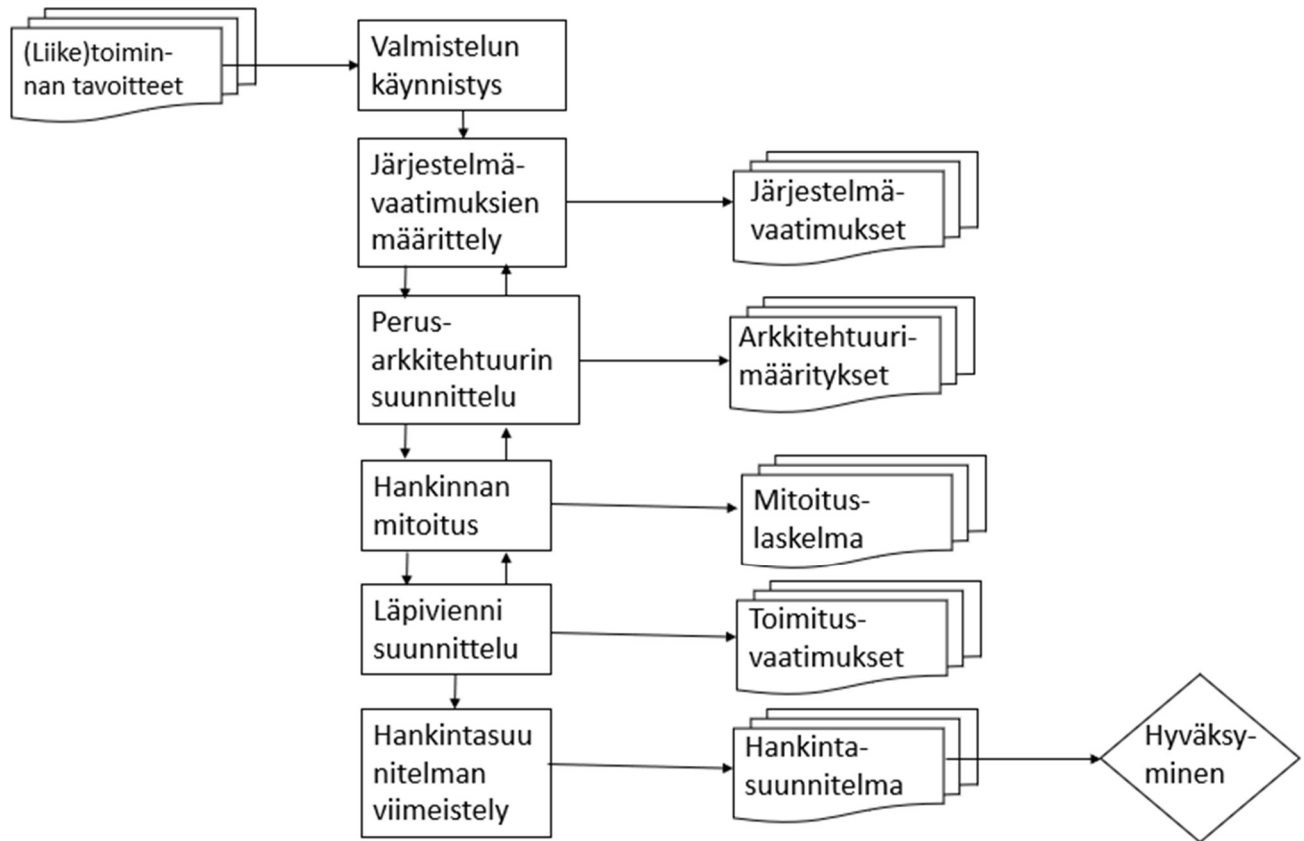


Kuvio 3. Tuotannonohjaustasot ja järjestelmätasot (soveltaen Scholten, 2009, s. 16).

2.3 Tietojärjestelmän hankintavalmistelut

Tietojärjestelmän hankintasuunnitelmaa tehdessä on suunniteltava huolellisesti valmistelut, etenkin suurissa tietojärjestelmähankkeissa. Hankintasuunnitelman osia voidaan käyttää tarjouspyyntöön pohjana ja suurin valmistelutyömäärä muodostuu yleensä järjestelmävaatimusten määrittelyyn (Forselius, 2013, s. 25). Valmisteluun suhtaudutaan yleensä kriittisesti, varsinkin järjestelmävaatimusten määrittelyssä, koska valmistelussa kulutetaan aikaa ja vaikuttaa siltä, että mitään ei tapahdu (mts. 26).

Kuvio 4 esittää keskeiset tehtävät ja tulokset tietojärjestelmähankkeen valmisteluprosessissa.



Kuvio 4. Valmisteluprosessin osat (soveltaen Forselius, 2013, s. 25).

Tietojärjestelmähankintaa ei tulisi käynnistää, jos sillä ei ole liiketoiminnallista kehittämistarvetta (Forselius, 2013, s. 27). Tällä tarkoitetaan uusien toimintaprosessien ottamista osaksi toimintaa, olemassa olevien prosessien kehittämistä tai joistakin prosessien osista luopumista (mts. 27).

Valmistelun käynnistyksessä käydään läpi lähtökohdat, kuvaillaan ja vahvistetaan toiminnan vaatimukset sekä perustetaan ja resursoidaan hankinnan valmistelutyö (Forselius, 2013, s. 26). Hankinnan valmistelussa osapuolina toimivat päätöksentekijät toimeksiantajina ja ohjauspäätösten tekijöinä, projektihenkilöt valmistelijoina ja muu henkilöstö tietojen antajina sekä järjestelmien käyttäjinä (mts. 28). Järjestelmävaatimusten määrittelyssä tavoitellaan kehittämisen osapuolten yhteisymmärrystä lopputuloksen toiminnallisuudesta, teknisistä ehdoista ja laadullisista ominaisuuksista (mts. 26). Järjestelmävaatimuksissa pohjana käytetään hankinnan vaiheina muun muassa työmäärää, kustannusarviota, aikataulua,

toimituksen suunnittelua ja muutosten hallintaa (mts. 39). Jos järjestelmävaatimusten perusteella ei kyetä arvioimaan tietojärjestelmän toiminnallista laajuutta noin 20 % tarkkuudella, sitä ei myöskään kyetä toteuttamaan tarpeiden mukaisesti (mts. 29).

Perusarkkitehtuurin suunnittelussa otetaan kantaa esimerkiksi työasema- ja palvelinalustoihin, käytettäviin työvälineisiin, käyttöliittymävaihtoehtoihin ja tietoliikennekysymyksiin (Forselius, 2013, s. 26). Arkkitehtuurivalintoihin vaikuttaa tietojärjestelmän rakenne, olemassa oleva tietotekninen infrastruktuuri ja tietojärjestelmät, tarvittavat yhteydet muihin ulkoisiin järjestelmiin ja järjestelmävaatimukset esimerkiksi ylläpidon automaatioasteelle sekä valmiiden komponenttien hyödyntäminen ja tuottaminen (mts. 49).

Tietojärjestelmähankinta mitoitetaan hinnan tai työmäärän mukaan, mikä tarkoittaa kuluttamista tietyn rahayksikkömäärän mukaan tai tietyn henkilömäärän ostamista (Forselius, 2013, s. 50). Hankinnan mitoituksessa muodostetaan mahdollisimman realistinen kuva kustannus-, työmäärä- ja aikataulumitoituksen pohjaksi. Mitoitus on lähes välttämätön, mikäli rahaa tai aikaa ei ole käytettävissä rajattomasti (mts. 26–27). Läpiviennin suunnittelussa täydennetään järjestelmän toimitusprosessille asetettavat vaatimukset ottamalla huomioon organisaation suosima hankintakäytäntö ja -aikataulu (mts. 27).

Hankintasuunnitelman viimeistelyssä kootaan määritykset yhteen ja täydennetään esimerkiksi perustelujen ja investointilaskelmien osalta (Forselius, 2013, s. 27). Muita jäljellä olevia valmisteluja ovat aikataulutus, hankinta- ja projektinhallintamenettelyt sekä ongelmien- ja riskienhallintamenettelyt (mts. 54). Kun hankintasuunnitelma on valmisteltu, se voidaan hyväksyä, hylätä tai palauttaa (mts. 27).

3 TUOTANNON MITTARIT

3.1 Yleiset tuotannon mittarit

Prosesseille tulisi asettaa tavoitteita, jotka ohjaavat toimintaa, ja joiden saavuttamista seurataan mittareilla (Kaarlejärvi & Salminen, 2018, s. 181).

Taulukko 2. Tavoitteiden asettaminen (Kaarlejärvi & Salminen, 2018, s. 182).

Tavoitteet	KPI	Kehitys	Seuranta
Määritä ja varmista onko tavoitteet oikeat.	Määritä mittarit, aseta tavoitteet ja toteuta.	Käynnistä kehityshankkeita tavoitteiden edistämiseksi.	Varmista tulosten toteutus seurannalla.

Prosessin eri osia mittaamalla mahdollistetaan resurssien käytön tehostaminen ja yrityksen kannattavuuden parantaminen (taulukko 2). Suoritusindikaattori (KPI) on mittaristo, johon kootaan strategisesti tärkeitä mittareita, joiden tehtävä on tarjota yleiskuvaa toiminnasta. KPI kerää tietoa päätöksenteon tueksi (Ikäheimo, 2019, s. 150). Yleisimpinä tuotannon mittareina käytetään toimitusvarmuutta, läpimenoaikaa, tuottavuutta ja käytösuhdetta (Pinja, 2016).

3.1.1 Toimitusvarmuus

Toimitusvarmuudella yritys huolehtii sovittujen aikataulujen pitävyyden ja valmiuden toimittaa tuotteita asiakkaan tarpeiden mukaisesti (Haverila ym., 2009, s. 402). Toimitusvarmuus voidaan määritellä oikealla tuotteiden määrällä, hinnalla, ajalla sekä logistiikalla (Salonen, 2019). Toimitusvarmuus toimii osana yrityksen laadunvalvontaa ja luonnollisesti jatkuva vaje toimituksissa heikentää liikevaihtoa (mt.). Hyvällä

toimitusvarmuudella vähennetään kuluja mahdollisten asiakkaiden reklamaatioiden takia, joita joudutaan hyvittämään (mt.).

3.1.2 Läpimenoaika

Haverilan ym. (2009, s. 401) mukaan läpimenoajalla tarkoitetaan kokonaisaikaa tai valmistuksen läpimenoaikaa. Kokonaisläpimenoaika viittaa kulutettuun aikaan tilauksen saannista toimitukseen asti, valmistuksen läpimenoajalla taas viitataan kulutettua aikaa valmistuksen aloituksesta tuotteen valmistumiseen asti ja läpimenoaika lasketaan ”kalenteriaikana”, joka kuvaa toimintaketjun kokonaisaikaa riippumatta, mitä tuotteelle tai tilaukselle tapahtuu läpimenoajan aikana (mts. 401). Läpimenoaikojen lyhentämisellä kyetään pienentämään toimintoihin sitoutunutta pääomaa, ylläpitämään toimituskykyä ja varasto-ohjautuvassa tuotannossa varastojen täydennykset voidaan suorittaa nopeasti, jolloin haluttu palvelutaso voidaan saavuttaa pienemmillä varastoilla (mts. 404).

Keskeisiä keinoja läpimenoaikojen lyhentämiseen on valmistuserien koon pienentäminen ja välivarastojen poistaminen. Välivarastojen poistamisella pienennetään myös varastoinnin aiheuttamia välillisiä kustannuksia (Haverila ym., 2009, s. 406). Läpimenoaikojen lyhentämisellä on myös vaikutusta tuottavuuden kehittymiseen (mts. 407).

3.1.3 Tuottavuus

Yritystason tuottavuus mittaa yrityksen kykyä yhdistää eri toiminnot mahdollisimman hyvän tuotantotuloksen aikaansaamiseksi, mutta on tärkeää, ettei tuottavuutta katsota yksinomaan valmistustasolla, vaan laaja-alaisesti ottamalla huomioon kaikki toiminnot (Haverila ym., 2009, s. 21). Pääoman tuottavuus paranee, mitä suurempi tuotanto on, ja tuotantoerät suunnitellaan tehostamalla keskeiset resurssit mahdollisimman tarkasti (mts. 402). Yrityksen tuottavuuden kasvaessa vaikutus välittömästi tai välillisesti parantaa hintakilpailukykyä, palkanmaksukykyä, turvaa työpaikkoja ja lisää taloudellista kasvua (mts. 20). Käytettäviä toimintoja tuottavuudessa voi olla materiaali-, työ- ja pääomapanokset sekä muita tekijöitä kuten koulutus, kokemus, organisaatio ja tekninen tietämys (mts. 21).

3.1.4 Käyttösuhde

Käyttösuhde tarkoittaa, kuinka paljon prosentuaalisesti tehtaan tuotantokapasiteetista on parhaillaan käytössä (Kenton, 27.6.2021). Käyttösuhde voidaan laskea kaavalla (1) ja lukema alle 100 % osoittaa, että organisaatio ei saavuta täyttä potentiaaliaan.

$$\frac{A}{B} \times 100 \quad (1)$$

Missä

A on todellinen ulostulo

B on potentiaalinen ulostulo

Käyttösuhdetta käytetään, jotta voidaan selvittää, kuinka tuotantoa kehitetään ilman sijoittamista uusiin laitteisiin ja se on tärkeää varsinkin valmistaville yrityksille palveluja tuottavien yritysten sijaan (Kenton, 27.6.2021). Kuitenkaan käyttösuhdetta ei välttämättä tarvitse pitää täydellä teholla, koska kysyntä on vaikuttava tekijä. Jos kysyntä on matalaa, myös tuotanto pidetään alhaisena ja kysynnän lisääntyessä käyttöaste kertoo, kuinka paljon tuotantoa voidaan lisätä ilman ylimääräisiä yksikkökustannuksia.

On tärkeää huomioda, että laajasta mittareiden valikoimasta ei valita juuri sitä, mitä kaikkissa muissakin yrityksissä mitataan, sillä oletuksella, että näin pitää tehdä, vaan hakea omalla datalla mittareita, joita organisaatiossa on oleellista seurata (Saramies & Törnroos, 2021, s. 138). Olemassa oleva data on tärkeä lähtökohta, mutta on kannattavaa pyrkiä tunnistamaan hyödyllisimmät mittarit ja valittavat mittarit voidaan supistaa tutkimustiedolla (mts. 139). Tutkimustieto tuottaa valmiiksi validoituja mittareita, joiden voidaan olettaa olevan vankemmalla pohjalla, kuin nopealla päättelyllä valittujen mittareiden (mts. 139).

3.2 Datan kerryttäminen

Mittareiden käyttö edellyttää dataa. Dataa voidaan kerryttää järjestelmäkehityksellä tai järjestelmän vaihtamisella ja kokonaan uusi järjestelmä avaa uusia mahdollisuuksia, mutta on kannattavaa pitää huoli vanhan järjestelmän tuottamien tietojen käytettävyydestä (Saramies & Törnroos, 2021, s. 143). Lisäksi on hyvä pohtia, mikä data vanhassa järjestelmässä on niin oleellista, että sitä voisi hyödyntää myös uudessa järjestelmässä (mts. 143). Hyvin suunnitellussa datahallintastrategiassa varmistetaan organisaation oikea informaatio ja informaation tarkoituksenmukainen käyttö (Davenport & Harris, 2007, s. 202).

Tarvittavaa dataa syntyy monessa paikassa ja on olennaista, että sen hallinnointi tapahtuu koko yrityksen kattavassa järjestelmässä (Davenport & Harris, 2007, s. 204). Tällä varmistetaan tiedon virtaviivaisuus, yhdenmukaisuus ja skaalautuvuus koko organisaation käyttöön (mts. 204). Looginen tapa aloittaa datan keruu tapahtuu toiminnanohjausjärjestelmän hankinnalla (mts. 204). Toiminnanohjausjärjestelmät ovat integroitua ohjelmistosovelluksia, joilla automatisoidaan, yhdistetään ja hallinnoidaan liiketoimintojen tiedonkulkua (mts. 205). Muina datalähteinä voidaan pitää organisaation tietokoneita, palvelimia, tietokantoja, laskentataulukoita, esityksiä ja raportteja, jotka voidaan varastoida yhteiseen tiedonhallintasovellukseen (mts. 205). Myös yrityksen nettisivut, joita asiakkaat ja tavarantoimittajat voivat täydentää, toimivat hyvänä tietolähteenä (mts. 205). Ulkopuolisina datalähteinä voidaan pitää esimerkiksi tietoa myyviä yhtiöitä, jotka tarjoavat rahoitus- ja markkinatietoa, luottotietoja sekä markkinatutkimuksia (mts. 205). On kuitenkin hyvä muistaa, mitä enemmän datan muoto eroaa perinteisistä numeroista ja kirjaimista, sitä hankalampaa sen integroiminen ja analysointi on (mts. 205).

Yrityksellä täytyy olla oikeanlaista dataa paljon, koska muuten sitä ei voi tiivistää trendeihin ja käyttäytymisen ennustaminen vaikeutuu (Davenport & Harris, 2007, s. 206). Kuitenkin on kannattavaa välttää sitä, että alkaa kerryttämään dataa ”varmuuden vuoksi”, jottei kaiken merkityksettömän tiedon keräämiseen ja analysointiin kuluteta liikaa resursseja, jolloin myös hyöty vähenee (mts. 206). Datan keruussa täytyy huomioida, että vaikka dataa olisi helposti saatavilla, se ei välttämättä ole merkityksellistä ja liiallisen tiedon keruun voi välttää vain älyllisellä tarkastelulla (mts. 206–207).

Kaikissa nykyisissä yritysohjelmistoissa ei ole työkaluja perustietojen käsittelyyn ja tätä varten pitäisi hankkia erillinen MDM (Master Data Management) -ratkaisu (Kaarlejärvi & Salminen, 2018, s. 49–50). MDM varmistaa tiedon yhdenmukaisuuden sekä oikeellisuuden ja osa ERP-järjestelmistä tarjoaa sisäänrakennettuja MDM-ratkaisuja (mts. 50). Digitaalisten dokumenttien hallinta, kuten sopimukset, asiakas- ja henkilöstödokumentit sekä projekti- ja laatudokumentit täytyy huomioida laajasti datan ja tiedonhallinnan arkkitehtuurissa (mts. 50). Perustiedot tulisi säilöä yhdessä sijainnissa esimerkiksi ERP-järjestelmässä, mikäli sellainen on hankittuna, mutta siinä ei mahdollisesti ole oikeaa rakennetta datan tallentamiseen (Wiers & de Kok, 2017, s. 103). Joitakin perustietotoja voi säilöä ERP- ja APS-järjestelmässä, kuten resurssitiedot (mts. 103).

Kuten luvussa 2 on mainittu, erilaisilla tietojärjestelmillä voidaan tuottaa reaaliaikaista tietoa. KPI-mittareilla voidaan seurata ja kehittää yrityksen toimintaa, ja mittareita voidaan seurata tietojärjestelmien kerryttämästä reaaliaikaisesta datasta, joka mahdollistaa nopean reagoinnin muutostilanteisiin (Pinja, 16.11.2016). Osa mittareista voi olla sellaisia, että niitä seurataan tuotannon työntekijöiden toimesta, kuten saavutettu tuotanto (Pinja, 16.11.2016).

3.3 KPI

Yritykset erehtyvät usein KPI:n määritelmästä ja käyttävät sopimatonta sekoitusta eri suoritusmittareista (Parmenter, 2010, s. 1). Suoritusmittareita on neljää eri tyyppiä (taulukko 3).

Taulukko 3. Suoritusmittarit (mukaillen Parmenter, 2015, s. 4).

	Mittari	Määritelmä
1.	Keskeinen tulosindikaattori KRI (Key Result Indicator)	Yleiskatsaus kuinka yritys suoriutuu
2.	Tulosindikaattori RI (Result Indicator)	Esittää johdolle mitä tiimit ovat tehneet tulosten tuottamiseksi
3.	Suoritusindikaattori PI (Performance Indicator)	Esittää johdolle mitä tiimit tuottavat
4.	Keskeinen suoritusindikaattori KPI (Key Performance Indicator)	Esittää miten yritys suoriutuu kriittisistä menestystekijöistä ja niitä seuraamalla ylin johto kykenee nostamaan suorituskykyä

Nämä neljä mittaria (taulukko 3) voidaan jakaa kahteen ryhmään tulos- ja suoritusindikaattoreiksi (Parmenter, 2015, s. 3). Tulosindikaattorit heijastavat tiedon siitä, että mittarit ovat useamman tekijän summa ja ne ovat hyödyllisiä tutkittaessa yhdistettyä tiimityötä (mts. 3). Niitä on hyvä käyttää eri tiimien yhteistyön arvioinnissa (mts. 5). Suoritusindikaattorit ovat tiimeihin sidottuja mittareita, joiden vastuulla on hyvä tai huono suoriutuminen ja nämä mittarit antavat selkeyttä sekä vastuullisuutta (mts. 3). Parmenter kuvailee (2010, s. 1–2) näitä suoritusmittareita kerroksina, joissa uloin kerros esittää yleiskunnon (KRI), sisemmissä kerroksissa löytyy lisää tietoa (RI & PI) ja alimassa kerroksessa löytyy suoritusindikaattorit (KPI).

KRI on useamman tuloksen summa, jota useat tiimit toteuttavat ja se kuvaa kulkeeko yritys oikeaan suuntaan, muttei kuitenkaan ilmaise kuinka tuloksia voidaan parantaa (Parmenter, 2015, s. 4–5). Sitä arvioidaan yleensä kuukausittain tai neljännesvuosittain (mts. 4). KRI-mittarit antavat yleisnäkemyksen aikaisemmista suorituksista ja ne voivat olla taloudellisia

tai ei-taloudellisia mittareita (mts. 20). KPI-mittarit ovat indikaattoreita, jotka keskittyvät organisaation nykyiseen tai tulevaan parantamiseen (mts. 7).

KPI ei ole taloudellinen mittari eli sitä ei ilmaista valuuttana, koska mittaria ilmaistaessa valuuttana, siitä muodostuu tulosindikaattori (Parmenter, 2015, s. 11). Sitä arvioidaan säännöllisesti 24/7, päivittäin tai viikoittain (mts. 11). Mikäli arviointi tapahtuu yli viikon tarkastelujaksona, esimerkiksi kuukausittain, se ei ole keskeinen tekijä yritykselle (mts. 12). Toimitusjohtaja ja ylin johtoryhmä vastaavat jatkuvasta tarkkailusta ja koko henkilökunta ymmärtää mittarin ja tietävät oikeat korjaavat toimenpiteet ongelmatilanteissa (mts. 12). KPI voidaan yhdistää tiettyihin tiimeihin ja sillä voi olla vaikutusta yhteen tai useampaan kriittiseen menestystekijään (mts. 12–13). Suoritusmittari täytyy testata, että sillä saadaan aikaan haluttu lopputulos, ennen kuin sitä voidaan käyttää keskeisenä suoritusindikaattorina (mts. 13).

Oikein valitut kriittiset toiminnalliset menestystekijät avustavat löytämään parhaimmat keskeiset suoritusindikaattorit (Parmenter, 2015, s. 165). Toiminnallisia menestystekijöitä kannattaa valita 5–8 yrityksen koosta riippumatta ja on tärkeää varmistaa, että ne ovat linjassa organisaation strategian kanssa (mts. 166–167). On mahdollista, että esimerkiksi taloudellisen tilanteen takia valitaan käyttöön väliaikaisia mittareita, jotka eivät ole linjassa yrityksen strategian kanssa (mts. 167). Toiminnalliset menestystekijät toimivat lähteenä suoritusmittareille, jotka yhdistävät päivittäiset aktiviteetit ja näin ollen antavat tarkoituksen yrityksen strategialle (mts. 168).

Kriittisten menestystekijöiden löytämiseksi voidaan käyttää SMART-kriteereitä (Parmenter, 2015, s. 171). Menestystekijän tulee olla erityinen (Specific), mitattavissa (Measurable), saavutettavissa (Achievable), oleellinen (Relevant) ja ajallinen (Time sensitive) (mts. 171). Kuitenkin on syytä olla luottamatta siihen, että vaikka mittari täyttää SMART-kriteerit, mittari ei välttämättä ole yhteydessä yrityksen menestystekijään (mts. 190). Muita metodeja voi olla strategia- tai tuloskartoitus (mts. 187). Strategiakartoituksessa yksinkertainen grafiikka näyttää loogisen syy-seurausyhteyden strategisten tavoitteiden välillä (Balanced Scorecard Institute, i.a). Strategiakartoituksella pyritään selkeyttämään strategiaa useammalle työntekijälle ja sillä vahvistetaan yhteisiä tavoitteita (Balanced Scorecard Institute, i.a).

Stacey Barrin kehittämällä tuloskartoituksella havainnoidaan, mitä yritetään saavuttaa, jatkuvan kehityksen etsimisen sijaan (Adura strategy, 27.10.2014).



Kuvio 5. Menestystekijän toimenpiteiden määrittely (soveltaen Parmenter, 2015, s. 197–198).

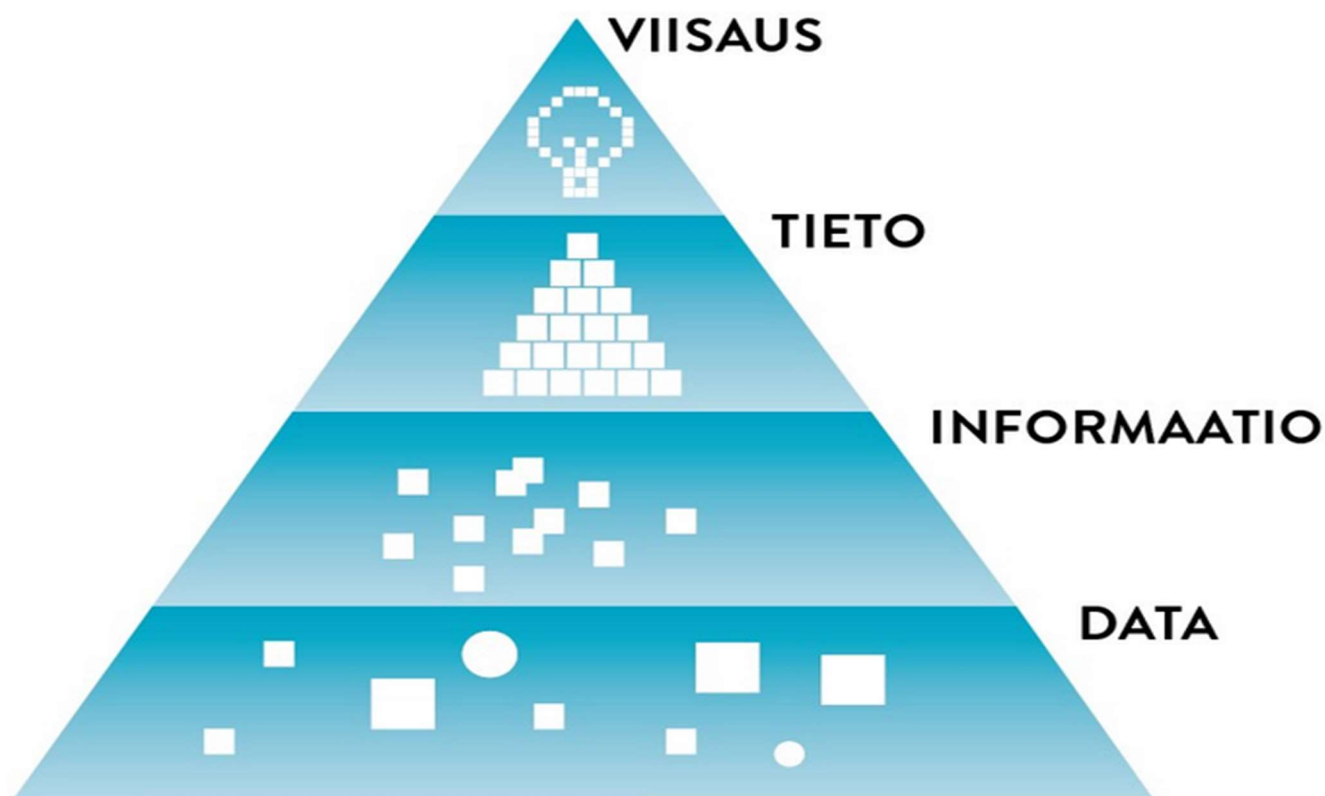
Kriittisiä menestystekijöitä tulisi mitata erilaisilla näkökulmilla tai alueilla (Parmenter, 2015, s. 197). Kuviossa 5 nähdään, minkälaisia toimenpiteitä menestystekijällä on. Tehokas tuotanto on kriittinen menestystekijä, jota mitataan toimitusvarmuudella, tuottavuudella, läpimenoajalla ja käyttösuhteella. Parmenter kehottaa (2015, s.197) miettimään vähintään viisi näkökulmaa tai aluetta, joilla mitata menestystekijöitä.

Kun näkökulmat tai alueet on valittu, selvitetään todennäköiset toimenpiteet (Parmenter, 2015, s. 197). Toimenpiteet sisältävät osastoittain annettujen tunnustusten lukumäärän (aikaisemmat toimenpiteet), toimitusjohtajan suunnitellut tunnustukset seuraaville viikoille (tulevat toimenpiteet) ja välittömät raportoinnit (nykyiset toimenpiteet) (mts. 197). Kuviossa 5 toiminnot jakautuvat mittareissa eri haaroihin.

4 MITTAAMINEN JA ANALYSOINTI

4.1 Datan käsittely

Mittaustiedoilla voidaan tuottaa dataa ja sitä voidaan esittää useassa eri muodossa. Data voi olla numeroita tekstiä, kuvia, lukuja tai videoita (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 71).



Kuvio 6. Tiedon hierarkia (Saramies & Törnroos, 2021, s. 114).

Kuvio 6 esittää informaation tuottamista datan jalostamisella ja datalähteiden yhdistelyllä (Saramies & Törnroos, 2021, s. 114). Informaatiosta saadaan tietoa, josta kehittyy viisautta käyttää ja soveltaa tietoa tai kykyä tunnistaa erilaisia ratkaisuja (mts. 114). Arvokkaan datan ominaisuuksia ovat muun muassa ajankohtaisuus, uskottavuus ja yhdenmukaisuus (Davenport & Harris, 2007, s. 207–208). Kun dataa on luotu tai hankittu, on tärkeää määrittää mitä dataa tarvitaan (mts. 208). Datan puhdistuksella pyritään havaitsemaan ja poistamaan vanhentunutta, väärää, epätäydellistä tai tarpeetonta tietoa, jonka jälkeen data voidaan erotella, integroida ja yhdistää oikeaan muotoon varastoitavaksi ja käytettäväksi (mts. 208–209). Dataa voidaan hyödyntää prosessien kehittämiseen huoltojen

ennakoinnissa ja laadunvalvonnassa, asiakasymmärryksessä tai liikevaihtojen ennustamisessa (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 83).

Analytiikka on datan hyväksikäyttöä, selittäviä ja ennustavia malleja sekä toiminnan, päätöksenteon ja johtamisen perustamista faktoihin (Davenport & Harris, 2007, s. 26). Analytiikalla tuotetaan aineistoa ihmisen päätöksiin tai ohjataan automatisoitua päätöksentekoa (mts. 26). Tuotannossa ja laaduntarkkailussa analytiikka on ollut jo kauan käytössä ja se on vaikuttanut selkeästi globaaliin tehdasteollisuuteen, mutta huomattavasti vähemmän ei-tuotannollisiin toimintoihin, koska näyttää siltä, että yritysten on vaikeaa toimia riittävän järjestelmällisesti tuotannon ulkopuolella (mts. 99). Kilpailu analyysin avulla on vaikeaa, koska analyttisyydellä keskitytään yleensä tuotannon tehostamiseen kilpailuetua luovien innovaatioiden sijasta (mts. 99). Todellisen analyttisen kilpailuedun saavat yritykset, jotka analysoivat myös tuotannon ulkopuolisia tapahtumia (mts. 99). Analyttisesti kilpailevat yritykset laativat toimintaperiaatteita heijastamaan tärkeimpiä tehtäviä (mts. 197). Periaatteisiin voi kuulua ristiriitaisten tietolähteiden alentaminen, integroitujen sovellusten käyttö ja analyysin yhteys osaan organisaation strategiaa ja ominaisuutta (mts.197).

Analytiikka voidaan jakaa neljään tasoon: ohjaavaa; esittämään, miten saada haluamasi aikaiseksi optimoinnilla ja suunnittelulla, ennakoivaa; kertomaan, mitä tapahtuu ennusteilla, koneoppimisella ja simuloinnilla, diagnostista; esittämään, mitä tapahtui kyselyillä, datan louhinnalla ja tilastollisella analyysillä sekä kuvaileva analytiikka; kertomaan, mitä tapahtui raporttien, hälytysten ja kartoitusten muodossa (Collin & Saarelainen, 2016, s. 208).

Analytiikan tulokset tulee visualisoida sellaiseen muotoon, että se on mahdollisimman helppolukuista (Collin & Saarelainen, 2016, s. 214). Datan esittäminen graafisena on huomattavasti helppolukuisempaa taulukoihin ja numeroihin verrattuna. Visualisoinnissa voi hyödyntää niin sanottua digitaalista kaksosta, joka on fyysisen tuotteen 3D-malli ja esimerkiksi tuotteen kulumista voidaan havainnollistaa 3D-mallilla.

4.2 Analyysiteknologiat

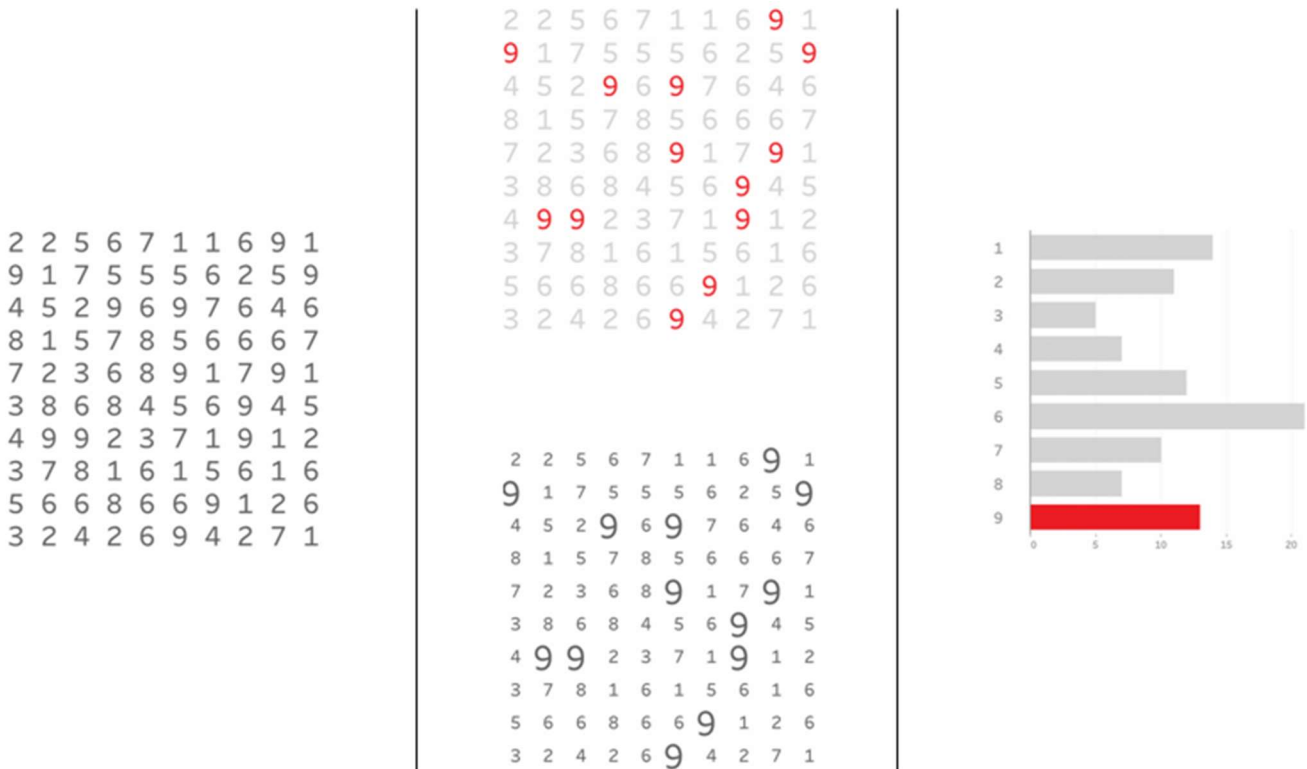
Analysointiin käytettävä työkalu tai sovellus valitaan käyttötarkoituksen mukaisesti eli harkitaan, kuinka syvälle liiketoimintaprosesseja päätöksenteko vaikuttaa ja arvioiko ihminen datan vai halutaanko päätöksenteon toteutuvan automaattisesti työn edetessä (Davenport & Harris, 2007, s. 211). Toisena asiana on harkittava, kehittääkö yritys oman

ratkaisun analysointiin esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmien valmistajien analyysisovelluksella vai ostetaanko ratkaisu yrityksen ulkopuolelta (mts. 212). Ratkaisu ongelmaan voi olla yksinkertainen, onko yrityksellä olemassa jo valmiita paketteja ja onko tarvittavaa osaamista. Ohjelmistopaketteja voidaan koota integroiduista työkaluista ja sovelluksista. Työkaluilla voidaan paloitella dataa, saavuttaa vakioituja muotoja, suorittaa tekstianalyyseja ja etsiä uusia trendejä tai suhteita. Taulukko 4 esittää erilaisia analysointitekniikoita.

Taulukko 4. Analysointitekniikat (mukaillen Davenport & Harris, 2007, s. 213–215)

Laskentataulukot	Laskentataulukot, kuten Microsoft Excel, ovat yleisimmin käytettyjä analyysityökaluja niiden helppokäyttöisyyden takia. Laskentataulukkoilla voidaan suorittaa viime hetkien analyysi ennen raportin jakoa päättäjille, mutta ne ovat kuitenkin alttiita inhimillisille virheille.
Online analytical processes	OLAP-työkalu on tehokas ratkaisu datan organisointiin, jota käytetään puolikonstruktoituun päätöksentekoon ja analyysiin. OLAP-työkalu on suunniteltu moniulotteisten ja jonopohjaisten ongelmien ratkaisuun, mikä mahdollistaa ajan, maantieteen ja tuotelinjojen analyysin.
Sääntökoneet	Sääntökoneilla käsitellään liiketoimintasääntöjen sarjoja, joissa haetaan ehdollista vastausta loogisiin kysymyksiin, esimerkiksi täyttääkö vakuutuksenhakija tietyt ehdot vakuutuksen myöntämiseen. Ne voivat olla osa laajempaa automaatiosovellusta tai antaa suosituksia käyttäjille, jotka tekevät tietyntyyppisiä päätöksiä.
Tiedonlouhintatyökalut	Tiedonlouhintatyökalut käyttävät tekniikoita, jotka ovat peräisin tekoälyistä, tilastoista, päätöksentekopuista tai neuroverkoista. Niillä voidaan tunnistaa kuvioita monimutkaisesta ja huonosti määritellystä datasta.
Simulaatiotyökalut	Simulaatiotyökaluilla mallinnetaan liiketoimintaprosesseja symbolisten, matemaattisten, tieteellisten, koneellisten ja rahallisten toimintojen avulla. Niillä pyritään saamaan käyttäjät ymmärtämään liiketoimintamuutosten vaikutuksia.

4.2.1 Visualisointi



Kuvio 7. Datan visualisointi. (soveltaen Wexler ym., 2017, s. 6–9).

Wexlering ym. (2017, s. 6) esimerkissä datan visualisoinnista annetaan tehtäväksi etsiä numerosarjasta numeron 9 lukumäärä. Tehtävä on aikaa kuluttavaa, kun numeroita ei ole käsitelty ja eteneminen tapahtuu selaamalla materiaali numero kerrallaan (mts. 6). Kun numero 9 korostetaan väri- tai kokomuutoksella, numeron löytäminen helpottuu ja ihminen pystyy erottamaan numeron selkeämmin lähes ajattelemattaan (mts. 6–8). Pylväskaaviolla voidaan esittää jokaisen numeron lukumäärä ja korostaa haluttu numero, tässä tapauksessa numero 9 (mts. 8–9). Kuten kuvioista 7 havaitaan, visualisoinnilla pystytään nopeuttamaan analysointia.

Visualisoinnin työkaluna voidaan käyttää erilaisia data dashboardeja. Data dashboardeilla organisoidaan ja esitetään dataa, jolla voidaan saavuttaa näkemystä yrityksen, osaston tai prosessin tilasta (Microsoft, i.a). Data dashboardeja voidaan linkittää mittareihin tai

suoritusindikaattoreihin, jolla saavutetaan tietämystä liiketoiminnoista ja kyvyn syventyä osioihin, jotka liittyvät onnistumisiin.

Esimerkiksi MES-järjestelmään on saatavissa kustomoitava MES dashboard, joka tarjoaa hyötyjä tuotannonohjauksessa (GFOS, i.a). Hyötyjä on yksityiskohtainen reaaliaikainen analyysi, prosessi ja käyttötietojen hallinta sekä tuotannon ja logistiikan datan sijainnista riippumaton visualisointi ja seuranta.

4.3 Tekoäly

Tekoälystä käytetään lyhennettä AI (Artificial Intelligence) ja tekoäly koostuu useasta eri menetelmästä ja tekniikasta (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 27). Pohjimmiltaan se on ohjelmointia, matematiikkaa, logiikkaa ja koneet käsittelevät hyvin moniulotteisia ja monitasoisia muuttuja nopeasti ja tehokkaasti (mts. 27). Tekoäly on numeerista laskentaa ja sen keskeiset toimintaperiaatteet kuvataan pienellä määrällä matemaattisia kaavoja, joista isoin osa on vektorialgebraa sekä matriisi- ja tensorilaskentaa (mts. 28). Tekoälyä käytetään tarkasti rajattuun ja selvästi määriteltyyn tehtävään (mts. 37). Tekoälyn laskentanopeus suuren data määrän käsittelyssä on ihmistä moninkertaisempi, mutta tekoäly ei ole kuitenkaan älykäs ja tietoinen samalla tavalla kuin ihminen (mts. 33–34). Kuitenkin se on kone, joka lähestyy inhimillisen älykkyyden tasoa ja voi soveltaa laajoja taustatietoja jonkin tasoisella tietoisuudella (Kaarlejärvi & Salminen, 2018, s. 52).

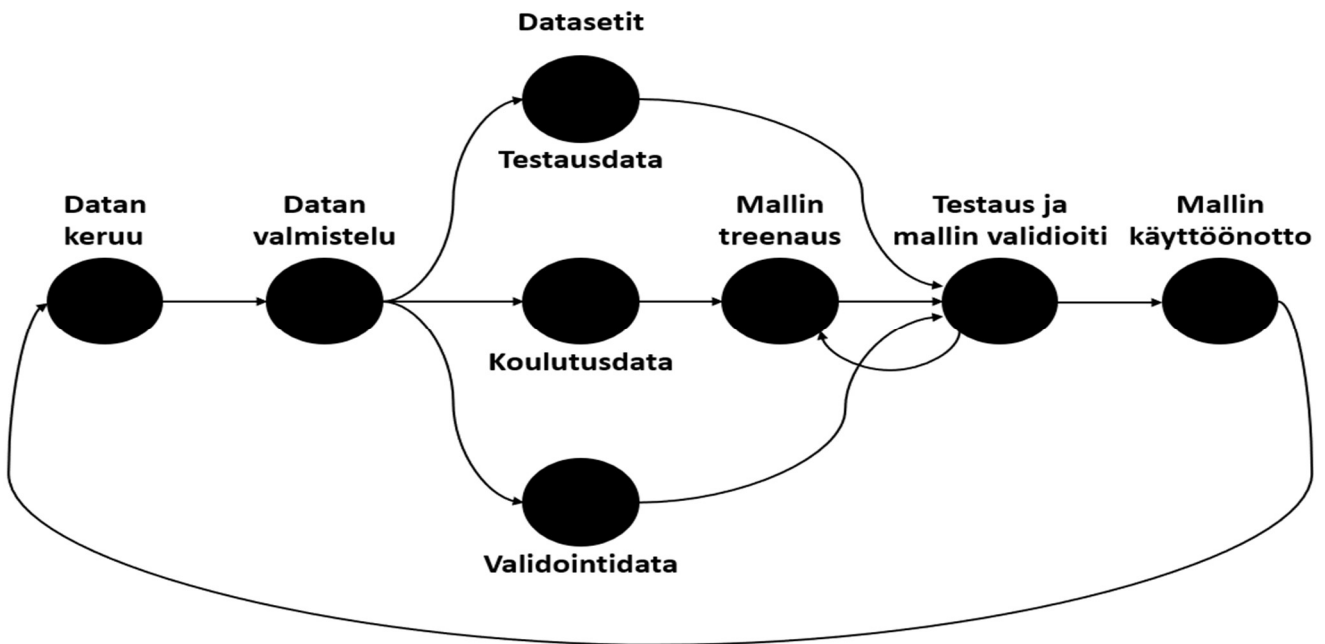
Digitalisaatiossa tekoälyn käyttöönotto nostaa automaatioastetta ja kehittää toimintaa (Kaarlejärvi & Salminen, 2018, s. 51). Organisaatiot hyödyntävät prosesseissaan koneoppimista ja muuta tekoälyä kehittyneillä käyttöliittymillä esimerkiksi tuottamaan sanallisia selityksiä talousraporteille tai muokkaamaan vapaamuotoisen viestin määrämuotoiseksi, jolloin ohjelmistot osaavat käsitellä sen (mts. 51). Koneoppiminen on tekoälyn osa-alue, jossa käytetään dataa oppimiseen ja luokitteluun algoritmeilla, jotka oppivat käytöstä olevasta datasta askel askeleelta (Merilehto, 2018, s. 27). Koneoppiminen eroaa perinteisestä ohjelmistokehityksestä siten, että ohjelmistokehitys perustuu logiikkaan, jossa ohjelmiston kehittäjä kirjoittaa ohjelmiston mallin sisään tavoitteen, sekä kuinka se saavutetaan, ja logiikka perustuu aiempaan ymmärrykseen liiketoiminnasta (mts. 29–30). Koneoppimisessa mallille annetaan vain tavoite ja se päättelee itsenäisesti, miten

tavoitteeseen päästään (mts.30). Koneoppiminen, neuroverkkolaskenta ja muistinvarainen analytiikka ovat tarpeellisia työkaluja virtaavan datan analysoinnissa tietojärjestelmistä ja sensoreista (Collin & Saarelainen, 2016, s. 209).

Tekoälyä voidaan kouluttaa ohjatulla oppimisella, ohjaamattomalla oppimisella tai vahvistusoppimisella (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 43). Koulutusmenetelmät eroavat siten, että ohjatussa oppimisessa käytetään yleensä neuroverkkojen ja koneoppimisen menetelmiä, ohjaamattomassa oppimisessa koneoppimisen menetelmiä ja vahvistusoppimisessa oppiminen tapahtuu jatkuvalla yritys ja erehdys -periaatteella (mts. 43–44). Ohjatussa ja ohjaamattomassa oppimisessa vaaditaan suuri määrä dataa, vahvistusoppimisessa datan tarve on pienempi (mts. 44).

Ohjatussa oppimisessa koneelle syötetään merkittyjä esimerkkejä valmiilla vastauksilla (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 48). Esimerkiksi, jos halutaan tunnistaa minkälaisia asiakkaita yrityksellä käy, asiakkaan kuvaan liitetään merkintä, minkälainen asiakas on kyseessä, jonka jälkeen algoritmin avulla luodaan säännöstö, joka kuvailee asiakastyypin ominaisuudet (mts. 48). Koneen kouluttamisen jälkeen algoritmille syötetään uutta dataa ilman merkintöjä ja aiemmin opitulla datalla algoritmi osaa tehdä päätöksiä ja antaa vastauksen ennusteena (mts. 49).

Ohjaamaton oppiminen ei sisällä varsinaista oikeaa vastausta, jota malli yritetään saada toistamaan, vaan koneelle syötetään dataa ja algoritmi etsii datasta säännönmukaisuuksia, jota kone organisoii itsenäisesti (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 51). Algoritmi hakee datasta poikkeuksia, joita ei merkitä dataan. Ryhmittely voi olla yhtenäisten tekijöiden hakemista asiakkaissa, esimerkiksi onko asiakas juoksija vai pyöräilijä, minkävärinen asu asiakkaalla on jne. (mts. 52) Suurin osa tuotannon tekoälymalleista on ohjattua tai ohjaamatonta oppimista (mts. 54).



Kuvio 8. Tekoälyn tekninen koulutus (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 45).

Kuvio 8 esittää vaiheet tekoälyn kouluttamiseen. Kouluttamisessa tarvitaan runsaasti dataa ja datan muoto voi olla esimerkiksi kuvia, tekstejä, anturituloksia, huoltotietoja tai kulutustietoja (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 46). Datan valmistelu on aikaa vievä prosessi, jonka tarkoituksena on tuottaa yhtenäinen ja johdonmukainen tietokanta, joka jaetaan kolmeen datasettiin (mts. 46). Kouluttamisen avulla luodaan matemaattinen malli, jota käytetään myöhemmin uudelle datalle ja koulutettu malli pystyy tunnistamaan riippuvuudet uudesta datasta ja ennustamaan etsittyjä arvoja (mts. 45). Testaus- ja validointiseteillä varmistetaan algoritmin toimivuus myös täysin uudella datalla (mts. 46). Koulutusvaihe perustuu melko vahvasti yritys ja erehdys -menetelmään (mts. 47). Koulutuksen jälkeisellä testauksella kokeillaan, kuinka tarkkoja ennusteita mallilla voidaan saada aikaan ja validoinnissa varmistetaan toimivuus (mts. 47). Kun mallin toimivuus on riittävä, malli voidaan sovittaa yrityksen tekniseen kokonaisratkaisuun (mts. 48). Mallin tarkkuutta on kannattavaa seurata ja sitä täytyy päivittää uuden datan tai teknisen ympäristön vuoksi.

Tekoälyn vaikutukset tulevat nopeasti näkyviin analyyseissa ja tutkimuksissa talouden alalla, jolla analyytikkoja käytetään paljon (Merilehto, 2018, s. 65).

Tampereen ammattikorkeakoulun ja Turun yliopiston yhteisessä AI-lähettiläs-hankkeessa pyritään tuottamaan lisää osaamista ja näkemystä tekoälyn hyödyistä pk-yrityksissä (Tampereen ammattikorkeakoulu, 23. 8. 2021). Tavoitteena hankkeessa suoritetaan nopeita kokeiluja tunnistamaan potentiaaliset hyödyt ja kannattavuus suuremmassa mittakaavassa. Keskeisimpänä asiana on havaittu, että monilla yrityksillä on jo sähköistä dataa helposti käsiteltävässä muodossa ja mietitään, miten sitä voisi paremmin hyödyntää.

Tekoälyratkaisuihin keskittyvä Orkestr.io Oy:n toimitusjohtaja Janne Parkkila esittää pk-yritysten mahdollisuuksia tekoälyn käyttöönotossa käyttämällä tekoälyä yksinkertaisiin, paljon toistoja vaativiin tehtäviin, esimerkiksi Excel-tilukoinnissa, arvioimaan markkinoinnissa mikä mainosteksti toimii parhaiten tai suunnittelemaan jakelualalla reittejä niin, että jakeluatot kulkevat mahdollisimman vähän tyhjänä (Reinikainen, 4.11.2020). Yleisenä syynä tekoälyn vähäiselle käytölle on, ettei tiedetä mihin sitä voidaan hyödyntää, datan puute ja investoinnin rahoitus.

5 YHTEENVETO

Työssä tavoitteena oli paneutua tuotannollisiin tulospittareihin ja tiedon kerryttämiseen sekä analysointiin. Työ eteni perustietoihin ja lähdemateriaaliin tutustumalla, sekä analysoimalla niitä. Suurin ongelma oli luotettavan lähdemateriaalin löytäminen aiheeseen liittyen. Aihe oli laaja ja sen tiivistäminen työhön oli haastavaa. Tiiviin aikataulun johdosta, lähdemateriaaliin ei ehditty tutustua halutussa laajuudessa. Kuitenkin materiaalin avulla saatiin käsitys kokonaisuudesta, mitä tiedonkäsittely ja mittarit tuotannollisella alalla edellyttävät.

Lopputuloksena materiaalin pohjalta voidaan todeta, että tuotannollisten prosessien automatisointi toistoa vaativissa tehtävissä kehittää huomattavasti tuotantoa, digitaalinen raportointi/dokumentointi nopeuttaa tietojen käsittelyä ja tietojärjestelmien hankinta tehostaa tietojen kerryttämistä.

Yrityksen pitää tunnistaa tärkeät tavoitteet. Tavoitteet helpottavat päätöksentekoa, ratkaisuja voidaan tehdä tavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitteisiin perustuvat menestystekijät tuottavat yritykselle uusia näkökulmia, kuinka toimintaa voidaan kehittää ja näitä seurataan mittareilla.

Oikeilla työkaluilla parannetaan tuotannollista ohjattavuutta. Tuotantotasolta tietojärjestelmällä kerrytetyltä reaaliaikaisella tiedolla, yhdistettynä analysointityökaluihin, voidaan havaita muutokset tuotannossa nopeasti.

Tekoälyä voidaan hyödyntää datan käsittelyssä yrityksissä, joissa dataa on runsaasti. Käyttöönotto on resursseja kuluttavaa, mutta tekoäly kehittyä dataa käsittelemällä ja sen avulla voidaan automatisoida datan käsittelyprosessia, analysointia ja jopa päätöksentekoa.

5.1 Pohdinnat

Työn aikana ei ilmennyt varsinaisia ongelmia, koska tehtävänanto oli rajattu siten, että asiaa tutkitaan teoreettisella pohjalla ja työssä ei ollut käytännön osuutta. Käytännön osuuden puuttuminen vaikeutti työn rajaamista työn laajuuden takia. Kuitenkin työhön koottiin keskeisimmät asiat selkeästi. Työn ollessa lähes valmis havaittiin, että olisi pitänyt perehtyä

hieman enemmän pk-yritysten nykytilanteeseen tuotannonohjauksen, järjestelmien ja käytettävien työkalujen osalta.

LÄHTEET

Adura strategy. (27.10.2014). *What is strategy mapping? And how it is different from results mapping?* <https://adurastrategy.com/what-is-strategy-mapping-and-how-is-it-different-from-results-mapping/?v=f0aa03aaca95>

Balanced Scorecard Institute. (i.a). *What is a strategy map.* <https://balancedscorecard.org/bsc-basics/what-is-a-strategy-map/>

Chand, S. (i.a). *Production management: its Meaning Definition, Function and Scope.* <https://www.yourarticlelibrary.com/production-management/production-management-its-meaning-definition-function-and-scope/27925>

Davenport, T., & Harris, J. (2007). *Analysoi ja voita: Kilpailun uusi tiede* (M. Paalosalo, käänt.). Talentum.

Epicor. (i.a) *Mikä on MES-järjestelmä.* <https://www.epicor.com/fi-fi/resource-center/articles/what-is-a-manufacturing-execution-system-mes/>

Forselius, P. (2013). *Onnistunut tietojärjestelmän hankinta* (3., uud. painos). Talentum.

GFOS. (i.a). *Customizable MES dashboard for production monitoring and control.* <https://www.gfos.com/en/manufacturing-execution-system/mes-solutions/gfosmes/mes-dashboard.html>

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., & Miettinen, A. (2009). *Teollisuustalous*. (6. painos). Infacs.

Ikäheimo, S., Malmi, T., & Walden R. (2019). *Yrityksen laskentatoimi*. Alma.

Kaarlejärvi, S., & Salminen, T. (2018). *Älykäs taloushallinto: Automaation aika*. Alma.

Kananen, H., & Puolitaival, H. (2019). *Tekoäly: Bisneksen uudet työkalut*. Alma

- Kenton, W. (27.6.2021). *Capacity Utilization Rate*. <https://www.investopedia.com/terms/c/capacityutilizationrate.asp>
- Merilehto, A. (2018). *Tekoäly: Matkaopas Johtajalle*. Alma
- Microsoft. (i.a). *What is a data dashboard?* <https://powerbi.microsoft.com/en-us/data-dashboards/>
- Oscar. (i.a). *Tuotannonohjaus*. <https://www.oscar.fi/tuotannonohjaus>
- Parmenter, D. (2010). *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing and Using Winning KPIs*. (2. painos). John Wiley & Sons.
- Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing and Using Winning KPIs*. (3. painos). John Wiley & Sons.
- Pinja. (16.11.2016). *Tuotannon mittarit tiedolla johtamisen välineenä*. <https://blog.pinja.com/tuotannon-mittarit-tiedolla-johtamisen-valineena>
- Reinikainen, P. (4.11.2020). *Automaattiset Excel-raportit, menekin ennustaminen, vastaisku Amazonille: Näin tekoäly hyödyttäisi pk-yrityksiä*. <https://www.yrittajat.fi/uutiset/automaattiset-excel-raportit-menekin-ennustaminen-vastaisku-amazonille-nain-tekoaly-hyodyttaisi-pk-yrityksia/>
- Salonen, J. (10.5.2019). *Huono toimitusvarmuus syö katetta ja vie asiakkaita. Mikä avuksi?* <https://oiwasolutions.fi/huono-toimitusvarmuus-syo-katetta-ja-vie-asiakkaita-mika-avuksi/>
- Saramies, J., & Törnroos, M. (2021). *Henkilöstöanalytiikka: Mittaa Ymmärrä Menesty*. Alma
- Scholten, B. (2009). *MES guide for executives: why and how to select, implement, and maintain a manufacturing execution system*. ISA
- Siemens. (i.a). *Advanced Planning and Scheduling*. <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/advanced-planning-scheduling/64111>

Tampereen ammattikorkeakoulu. (23.8.2021). *Pk-yrityksiin tarvitaan lisää tekoälyosaamista.* <https://www.tuni.fi/fi/ajankohtaista/pk-yrityksiin-tarvitaan-lisaa-tekoalyosaamista>

Wexler, S., Shaffer, J., Cotgreave, A. (2017). *The Big Book of Dashboards: Visualizing Your Data Using Real-World Business Scenarios.* Wiley

Wiers, V., & de Kok, A. (2017). *Designing, Selecting, Implementing and using APS systems.* Springer