



# Älykäs PI-kaavio

Älyteknologia osana prosessiteollisuuden tulevaisuutta

Sonja Iltanen

OPINNÄYTETYÖ  
Marraskuu 2023

Konetekniikka  
Tuotantotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Tuotantotekniikka

ILTANEN, SONJA:

Älykäs PI-kaavio

Älyteknologia osana prosessiteollisuuden tulevaisuutta

Opinnäytetyö 102 sivua

Marraskuu 2023

---

Opinnäytetyössä laadittiin Tampereen ammattikorkeakoululle opas älyteknologian tuomista mahdollisuuksista putkistokaavioiden suunnittelussa. Opinnäytetyöstä laadittiin kattava ohje älyteknologian hyödyntämiseen prosessiteollisuuden yrityksissä. Pohjana työn kirjoittamiseen käytettiin opinnäytetyön laatijan työkokemusta PI-kaavioiden päivitysprojektista prosessiteollisuuden yrityksessä.

Opinnäytetyössä kerrotaan yleisesti älyteknologian tuomista hyödyistä prosessiteollisuudessa toimivalle yritykselle ja on keskitytty erityisesti PI-kaavioiden luomiseen älykkään putkistokaavio-ohjelmiston avulla. Putkistokaaviot ovat tärkeä osa putkistosuunnittelua ja tehtaan ylläpitoa, operointia ja kunnossapitoa. On tärkeää, että putkistokaaviot ovat vaatimusten mukaisia. Niistä tulee käydä ilmi oikeat ja ajankohtaiset tiedot tehtaan eri prosesseista, sillä niillä on suuri merkitys myös prosessiturvallisuuteen.

Tulevaisuudessa älyteknologian hyödyntäminen liiketoiminnassa tulee kasvamaan. Tämä oikein suoritettuna tulee antamaan yritykselle paljon mahdollisuuksia yritystoiminnan kannattavuuden parantamiseksi. Opinnäytetyön tuloksena syntyi kirjallinen työ siitä, minkälaisia hyötyjä yritys voi saavuttaa PI-kaavioiden suunnittelussa ja ylläpidossa uudenlaisten suunnitteluohjelmistojen avulla. Älyteknologiaan investoimalla yritys voi lähteä kehittämään PI-kaavioitaan konkreettisilla toimenpiteillä, joka tukee koko organisaation toimintaa. Opinnäytetyö sivuaa yleisesti uuden ohjelman käyttöönottoa, sillä prosessi itsessään on samantyylinen ohjelmasta riippumatta. Opinnäytetyössä keskitytään myös projektinhallintaan, yrityksen talouteen ja prosessisuunnitteluun, koska aiheet liittyvät läheisesti prosessiteollisuudessa toimivan tehtaan päivittäiseen toimintaan ja näin ollen liittyvät läheisesti uuden ohjelman käyttöönottoon ja PI-kaavioiden ylläpitämiseen.

---

Asiasanat: PI-kaavio, prosessiteollisuus, älyteknologia, data-analytiikka, prosessisuunnittelu, standardit, AS-built dokumentaatio

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical Engineer  
Production Technology

Iltanen, Sonja  
Intelligent PI-diagram  
Smart technology as a part of process industry

Bachelor's thesis 102 pages  
November 2023

---

The purpose of this thesis was to create a practical guide for process industry on how to develop PI-diagram planning with a smart technology program. The client of this thesis was TAMK. This practical guide provides an extensive view on how to manage a software development project specifically related to smart PI-diagrams. The goal was to facilitate companies to make an investment decisions in the future if they want to start develop their design tools with smart technology.

This thesis provides a general introduction to what kind of benefits smart technology bring to company, which is operating in process industry. The thesis focused on the creation of PI-diagrams with a smart piping program and examining what kind of benefits could have been received by investing in a smart software. PI-diagrams are a very important part of piping design and maintenance as well as the operation of factories. It is very important that diagrams are correct and accurate information is shown for all processes.

In the future smart technology will be a major part of companies' operations. This will give companies many opportunities. Because of the development of technology, there are many possibilities for companies to change their operations to be more profitable and efficient. The result of the thesis was a guide for drawing piping diagrams with smart PI program with a smart technology for companies, which are operating in process industry.

---

Key words: PI-diagram, process industry, smart technology, data analytics, process design, standards, AS-built documentation

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | JOHDANTO .....   | 6   |
| 2 | PROSESSITEOLLISUUS .....                                   | 8   |
|   | 2.1 Prosessien johtaminen .....                            | 8   |
|   | 2.2 Erilaiset prosessit ja jatkuva parantaminen .....      | 8   |
| 3 | TEKNOLOGIA .....   | 14  |
|   | 3.1 Prosessiteollisuuden tulevaisuuden näkymät.....        | 14  |
|   | 3.2 Mittaristot .....                                      | 17  |
|   | 3.3 Teknologia yrityksen liiketoiminnassa .....            | 19  |
|   | 3.4 Älyteknologia ja data-analytiikka .....                | 23  |
|   | 3.5 Teknologian kehittyminen .....                         | 26  |
|   | 3.6 Teknologian hyödyntäminen prosessiteollisuudessa ..... | 27  |
| 4 | YRITYKSEN JÄRJESTELMÄT .....                               | 33  |
|   | 4.1 Investointi uusiin järjestelmiin.....                  | 33  |
|   | 4.2 Uuden tietojärjestelmän käyttöönotto .....             | 34  |
| 5 | SUUNNITTELU.....   | 42  |
|   | 5.1 Suunnittelu yleisesti .....                            | 42  |
|   | 5.2 Prosessisuunnittelu .....                              | 44  |
|   | 5.3 Putkistosuunnittelu .....                              | 47  |
| 6 | ÄLYKÄS PI-KAAVIO .....                                     | 55  |
|   | 6.1 Mikä on PI-kaavio?.....                                | 55  |
|   | 6.2 Älykäs putkistokaavio .....                            | 58  |
|   | 6.3 Älykäs putkistokaavio -ohjelma .....                   | 59  |
|   | 6.4 Käyttöönottoprosessi ja valmistumisvaihe.....          | 62  |
|   | 6.5 Investoinnin suuruus .....                             | 70  |
|   | 6.6 Muutoksen- ja riskien hallinta.....                    | 73  |
|   | 6.7 Integrointi muihin ohjelmiin.....                      | 77  |
| 7 | STANDARDIT, ASETUKSET JA LAIT .....                        | 84  |
|   | 7.1 Standardit.....  | 84  |
|   | 7.2 ISO standardit .....                                   | 86  |
|   | 7.3 PSK Standardit.....                                    | 87  |
|   | 7.4 SFS Standardisointi .....                              | 88  |
|   | 7.5 TUKES ja asetetut lait .....                           | 89  |
| 8 | DOKUMENTOINTI.....   | 93  |
|   | 8.1 Dokumentaation hallinta.....                           | 93  |
| 9 | POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....                           | 98  |
|   | LÄHTEET.....   | 101 |

|                     |  |
|---------------------|--|
| AS-built            | Lopulliset piirustukset ja dokumentit                    |
| Digitalisaatio      | Digitaalisen tietotekniikan yleistyminen                 |
| ERP                 | Toiminnanohjausjärjestelmä, Enterprise Resource Planning |
| Integraatio         | Kahden erillisen yhdistäminen kokonaisuudeksi            |
| IoT                 | IoT, Internet of Things                                  |
| ISO                 | International Organization for Standardization           |
| Isometri            | Isometrinen projektio putkesta                           |
| PI-kaavio           | Putkistokaavio   |
| Pk-yritys           | Pieni tai keskisuuri yritys                              |
| PSK Standardisointi | PSK Standardisointiyhdistys ry                           |
| SFS                 | Suomen Standardisointiliitto                             |
| TCO                 | Elinkaarilaskenta-ajattelu, Total Cost of Ownership      |
| Tukes               | Turvallisuus- ja kemikaalivirasto                        |
| Älyteknologia       | Edistyneen älyllisen teknologian hyödyntäminen           |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on Älykäs PI-kaavio: Älyteknologia osana prosessiteollisuuden tulevaisuutta. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Tampereen ammattikorkeakoulu. Aihe valikoitui aikaisemman työkokemuksen perusteella, kun olin mukana prosessiteollisuuden PI-kaavioiden päivitysprojektissa, jossa alettiin älyteknologian avulla kehittämään yrityksen putkistokaavioiden kokonaisvaltaista hallinnointia ja ylläpitoa. Projekti oli mielenkiintoinen ja toi paljon uudenlaisia näkökulmia siitä, kuinka älyteknologiaa voidaan hyödyntää tulevaisuudessa osana yritysten tehokkaita prosesseja.

Haluan opinnäytetyössäni tuoda esille projektissa hankitut tiedot ja opitut asiat. Digitalisaatio on nykypäivänä yksi suurimmista ja keskeisimmistä muutostekijöistä organisaatioiden toimintaan liittyen. Se luo organisaatioiden toimintaympäristössä sekä haasteita, että mahdollisuuksia. Oikein hyödynnettynä nämä mahdollisuudet antavat yritykselle valtavan kilpailuedun ja edistysaskeleen oman toimintansa kannalta.

Älykkäällä PI-kaaviolla tarkoitetaan sellaisella tietokoneohjelmalla piirrettyjä kaavioita, jossa voidaan integroida sekä piirtotyökalu että tietokanta. Usein ohjelma voidaan integroida toimimaan yhdistettynä toisen ohjelman kanssa, kuten toiminnanohjausjärjestelmän tai prosessilaitoksen 3D-mallin kanssa. Etuina älykkästä tietoa sisältävissä PI-kaavioissa ovat esimerkiksi tietojen helpompi ylläpitäminen, ohjelmien välillä datan siirtäminen, sekä dokumentoinnin ja suunnittelun tehostaminen. Kaavion tiedot tallentuvat tietokantaan, eikä se ole enää vain manuaalisesti syötetyillä tiedoilla varustettu 2D-piirros. Älykkäät PI-kaaviot sisältävät suuren määrän dataa ja tietoa eri prosesseista, laitteista, instrumenteista ja putkistoista, joita ohjelman avulla pystytään hyödyntämään entistä tehokkaammin.

Tulevaisuudessa markkinoille tulee entistä monipuolisempia ohjelmia, jolloin yrityksen on löydettävä ne, jotka palvelevat heidän tarpeitaan parhaiten. Ohjelman tulisi sisältää juuri ne ominaisuudet, jotka ovat yrityksen liiketoiminnan kannalta tarpeellisia ja järkeviä. Uusia ominaisuuksia voi olla paljon, jonka vuoksi on tärkeää, että ohjelma ei ole liian monimutkainen ja epäkäytännöllinen.

Työn tarkoituksena on tutkia älyteknologian tuomia hyötyjä yrityksen toiminnan kehittämisen kannalta. Uusien investointien tekeminen ja uusien työkalujen hyödyntäminen tulee tulevaisuudessa olemaan suuri osa yritysten liiketoimintaa, ja järkevillä ratkaisuilla voidaan edistää yrityksen kilpailukykyä ja tehokkaita prosesseja. Lait ja asetukset vaativat yrityksiä dokumentoimaan tietoja ja ylläpitämään putkistokaavioita eri prosesseista, mutta älyteknologian ja data-analytiikan avulla tätä voidaan helpottaa huomattavasti. Uusien integroitujen ohjelmistojen avulla voidaan kerätä myös muita tärkeitä tietoja, kunhan työkaluja ja data-analytiikkaa osataan hyödyntää oikein.

Työn on tarkoitus toimia teoreettisena tutkimustyönä, selvityksenä ja ohjeena yrityksille älykkäiden PI-kaavioiden käyttöönoton ja sen tuomien hyötyjen ja haasteiden hahmottamiseen. Tulevaisuudessa moni yritys tulee olemaan tämän kysymyksen äärellä, että tulisiko investoida älyteknologiaan ja millaisia hyötyjä se voisi yrityksen toiminnalle tuoda. Muutokset tuovat usein myös sellaisia haasteita, joita ei aina osata ottaa huomioon projektia aloittaessa. Toivon opinnäytetyöni tuovan apua näiden valintojen äärellä, sekä antavan selvityksen, millainen prosessi uuden kaavio-ohjelman käyttöönotto yritykselle on ja mitä olisi hyvä projektin aikana ottaa huomioon.

Opinnäytetyö on teoreettisesti laaja, joten se on pilkottu moneen eri osaluokkaan. Opinnäytetyössä käydään ensin läpi mitä on prosessiteollisuus ja yleisesti mitä tarkoittaa teknologia. Tämän jälkeen opinnäytetyö etenee yrityksen järjestelmiin, mitä tulee ottaa huomioon uuteen järjestelmään investoitaessa ja mitä kaikkea uuden järjestelmän käyttöönottoon liittyy. Seuraavassa vaiheessa esitellään älykäs PI-kaavio ja kerrotaan tarkemmin älyteknologiaa hyödyntävästä PI-kaavio-ohjelmasta. Työssä käsitellään myös projektinhallintaa, yrityksen taloutta, dokumentaatiota, lakeja ja standardeja, sekä prosessisuunnittelua, koska ne liittyvät läheisesti prosessiteollisuudessa toimivan tehtaan toimintaan ja PI-kaavioihin liittyvään kokonaisuuteen.

## 2 PROSESSITEOLLISUUS

### 2.1 Prosessien johtaminen

Prosessiteollisuuden tuotantolaitoksen strategisen suunnittelun tulisi usein lähteä kysymyksestä, että mikä on visio laadukkaasti toimivasta tehtaasta? Usein tähän on vastauksena tehdas, joka vastaa nopeasti ja joustavasti asiakkaan muuttuviin vaatimuksiin. On tärkeää, että tehdas toimii myös kustannustehokkaasti ja valmistaa laadukkaita tuotteita, sekä on luotettava yhteistyökumppani asiakkaille. Tavoitteena tulisi pystyä valmistamaan laadukkaat tuotteet asiakkaille luvatussa toimitusajalla ja niin, että tuotteiden laatu täyttää kaikki laatuvaatimukset ja täyttää asiakkaalle annetun arvolupauksen. (Laine, H. 2010, 104.)

Organisaation on tärkeä ymmärtää, kuinka prosesseja hallitaan ja ohjataan niin, että toiminta on tuottavaa ja laadukasta. On tärkeä ymmärtää, kuinka tätä laatua voidaan mitata ja kuinka organisaatio pystyy lunastamaan arvolupauksen, joka asiakkaille on annettu. Tämä vaatii prosessijohtamisen osaamista ja toiminnan jatkuvaa kehittämistä. (Laine, H. 2010, 145.)

### 2.2 Erilaiset prosessit ja jatkuva parantaminen

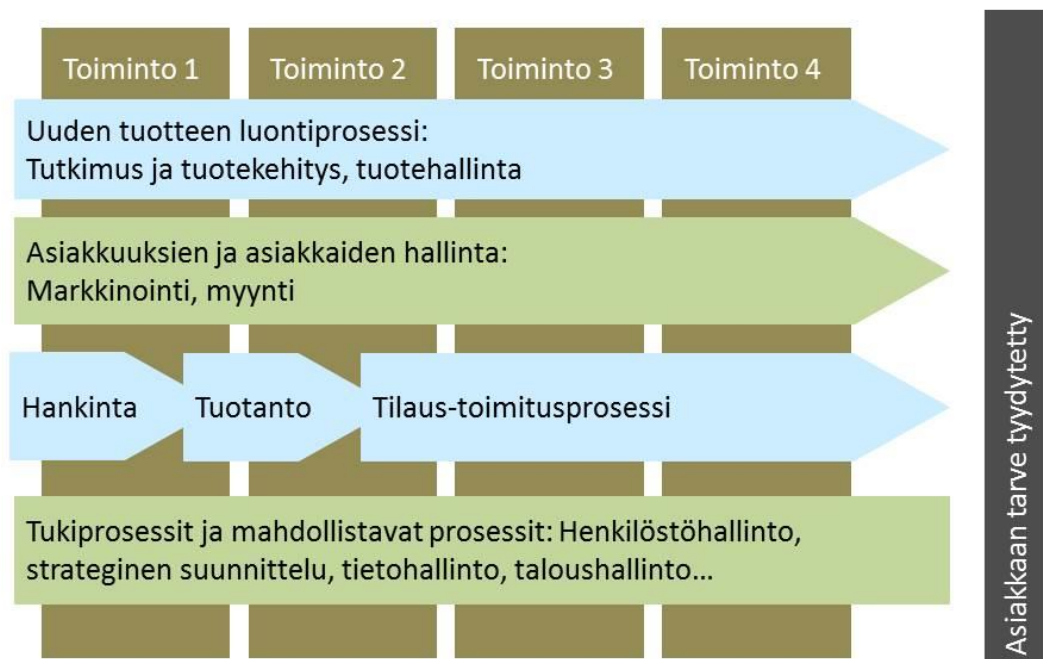
Prosessiteollisuuden organisaatioilla on laaja määrä erilaisia prosesseja, jotka integroituvat keskenään. On tärkeää ymmärtää, kuinka eri prosessit vaikuttavat toisiinsa. Muutokset yhdessä prosessissa tulevat vaikuttamaan jollain tapaa yleensä koko organisaation toimintaan. Tämän vuoksi ei voi keskittyä vain yhteen prosessiin, vaan on tärkeää huomioida kokonaisuus. Muutoksien vaikutukset voivat olla laajoja ja joskus ne voivat ilmentyä viiveellä.

Prosessilla tarkoitetaan toisiinsa liittyvien tehtävien ja tapahtumien muodostamaa kokonaisuutta, joka usein alkaa asiakkaan tarpeesta ja päättyy siihen, että asiakkaan tarve on tyydytetty. Arvo, jonka asiakas kokee, muodostuu eri prosesseista, jonka vuoksi on tärkeää, että prosessien tulee toimia tehokkaasti kokonaisuutena. Prosesseja, niiden toimintaa sekä ihmisiä, jotka prosessien



kanssa työskentelee, tulee johtaa ja kehittää jatkuvasti. (Logistiikan Maailma, 2021.)

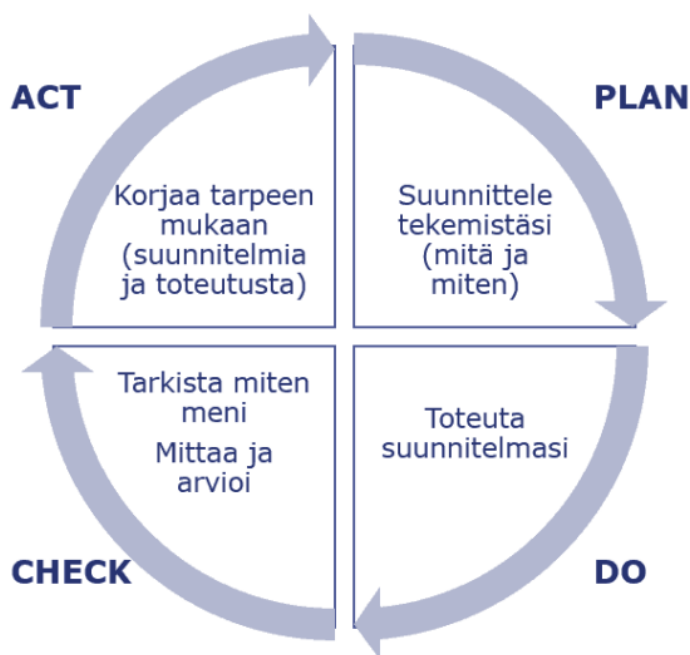
Organisaation toiminnan tulee perustua hyvin suunniteltuun ja tarkoin mietittyyn prosessikonaisuuteen, joka sitoo mahdollisimman vähän turhia resursseja organisaation käyttöön. (Peltonen, A. 1997, 17.) Kuviossa 1. esitetään erilaisia prosesseja, joille kohdistuu yrityksen eri toiminnot. (Logistiikan Maailma 2021.)



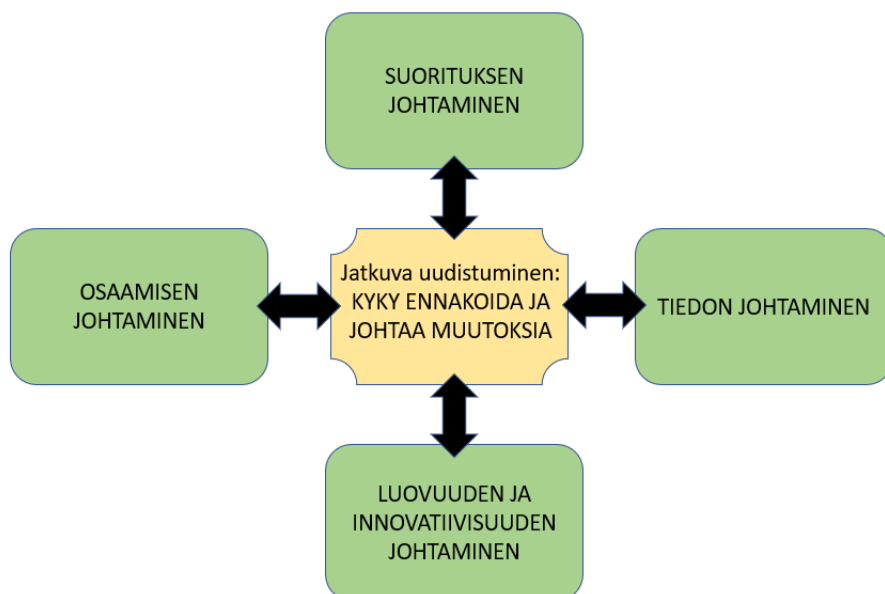
Kuvio 1. Erilaisia prosesseja kuvattuna (Logistiikan Maailma 2021.)

On tärkeää, että yritys jatkuvasti uudistuu ja kehittää toimintaansa tavoitellen jatkuvaa parantamista. Jatkuvan uudistumisen elementtejä on luovuuden ja innovatiivisuuden johtaminen, jatkuva oppiminen ja osaamisen kehittäminen, tiedon hankkiminen ja sen jalostaminen, yhdistely ja jakaminen, sekä suorituksen johtaminen, joka pohjautuu uudistuvan ja strategiseen ajatteluun. (Sydänmaalakka, P. 2009, 59.)

Koska yrityksen prosesseilla pyritään pääasiassa mahdollistamaan yrityksen ydintoiminnan toteuttaminen, on näitä tärkeää kehittää jatkuvasti. Prosessien kehittäminen on jatkuvaa ja pitkäjänteistä työtä, jonka vuoksi organisaatiossa voi olla montakin eri kehityshanketta kerrallaan kesken. On tärkeää, että on luotu suuntaviivat sille, mitä näillä muutoksilla pyritään saavuttamaan. Monessa yrityksessä hyödynnetään nykyään jatkuvan parantamisen -mallia, joka esitetään kuviossa 2. ja kuviossa 3. esitetään jatkuvaan uudistumiseen kuuluvia elementtejä.

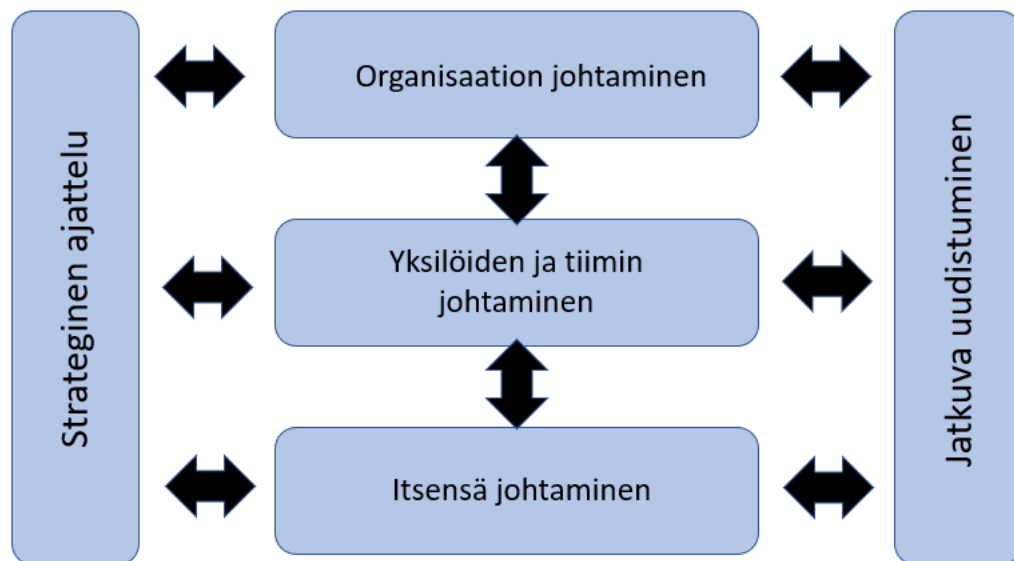


Kuvio 2. Jatkuvan parantamisen prosessi. (Arter 2022.)



Kuvio 3. Jatkuvan uudistumisen elementtejä. (Sydänmaanlakka, P. 2009, 59.)

ISO 9000:2000-laatustandardissa on otettu esille jatkuva parantaminen. Tässä tärkeimmät vaatimukset ovat: yrityksen arvojen, visioiden, strategian ja operatiivisen toiminnan yhdensuuntaisuus, prosessien mukainen tarkastelutapa, mitaaminen, jatkuva parantaminen sekä henkilöstön kyvykkyyden järjestelmällinen kehittäminen. (Laine, H. 2010, 261.) Kuviossa 4. esitetään älykkään liiketoimintajohtamisen elementit, jotka liittyvät jatkuvaan parantamiseen. (Sydänmaanlakka, P. 2009, 17.)



Kuvio 4. Älykkään liiketoimintajohtamisen elementit liittyen jatkuvaan parantamiseen. (Sydänmaanlakka, P. 2009, 17.)

Jatkuvan parantamisen tulee ulottua koko organisaation toimintaan ja se nimensä mukaan tulee olla jatkuvaa. Poikkeamiin tulee reagoida ja niitä tulee kehittää paremmaksi. Ongelmiin pitäisi löytää ratkaisut, sillä samojen ongelmien kanssa jatkuva painiminen syö turhaan resursseja ja näin vaikuttaa negatiivisesti organisaation tulokseen. (Laine, H. 2010, 263.)

Jatkuvaan parantamiseen liittyviä ajatusmalleja:

- Jatkuva parantaminen on jokapäiväistä toimintaa, pyrkimyksenä on saada asiat toimimaan entistä paremmin.
- Tavoitteena on ihannetila, mutta tätä ei kuitenkaan koskaan saavuteta, koska aina voidaan tehdä asioita paremmin kuin aikaisemmin.
- Etsi ongelman todelliset syyt, älä syyllisiä.
- Tartu prosesseihin, ei ihmisiin.
- Työntekijät ovat usein parhaita asiantuntijoita ongelmien ratkaisemiseen.

- Nykytila ei saa olla koskaan tyydyttävä, vaan aina on jatkettava jatkuvan parantamisen prosessimallia.

(Laine, H. 2010, 264.)

### 3 TEKNOLOGIA

Älykkään putkistokaavio-ohjelman käyttöönotto palvelee sitä, että yritys voisi tehokkaammin hallita omia prosessejaan. Näin ollen putkistokaavio-ohjelman käyttöönotto ei rajoitu pelkästään esimerkiksi dokumentointi tai suunnittelupuolelle, vaan tulee esimerkiksi nopeuttamaan ja kehittämään organisaation kunnossapitoprosessien hallintaa, joiden tehokas hallinnointi vaikuttaa taas suoraan organisaation ydinliiketoimintaan, eli siihen, että ydinprosessit saadaan pidettyä käynnissä mahdollisimman tehokkaasti ilman ylimääräisiä huoltoja, jonka vuoksi tuotanto pitäisi keskeyttää. Turhat tuotannonkeskeytykset tulevat usein yritykselle hyvin kalliiksi, jonka vuoksi esimerkiksi ennakoivan kunnossapidon avulla voidaan tehdä suuria kustannussäästöjä yrityksen toiminnassa.

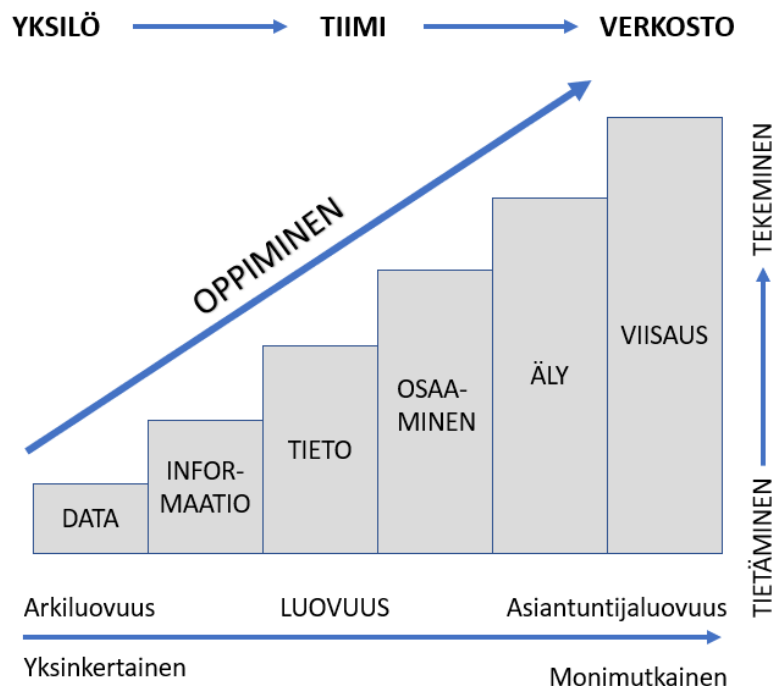
#### 3.1 Prosessiteollisuuden tulevaisuuden näkymät

Jatkuva kilpailu ja sen koveneminen pakottavat organisaatioita kehittymään jatkuvasti, joka lisää vaatimustasoa, jota yrityksen eri prosesseilta vaaditaan. Teknologian kehittyessä jatkuvasti vaaditaan organisaatiolta oikeanlaisia päätöksiä kehitysaskelien suhteen, jotta pysytään mukana jatkuvassa muutoksessa. On tärkeää, että pystytään tekemään oikeanlaisia valintoja, mutta ennen kuin näitä oikeita valintoja voidaan tehdä, on ymmärrettävä, mitä näillä muutoksilla halutaan saavuttaa.

Myös teknologian nopea kehittyminen on asettanut paineita yrityksen toiminnan kehittymiselle, jotta yritys selviää kasvaneesta kilpailusta. Tulevaisuudessa älyteknologia ja osaamisen merkitys kasvaa. Prosesseja automatisoidaan ja ohjelmistoja integroidaan keskenään. Digitalisaatio tunkeutuu pikkuhiljaa kaikkialle ja valtaa laajempia osa-alueita. Digitalisaatiolla tarkoitetaan tietotekniikan hyödyntämistä osana eri toimintoja ja se on poistanut paljon esimerkiksi ajan ja tilan luomia rajoitteita liiketoiminnassa. (Laamanen, K. 2005, 11-14.)

Maailma on muuttunut isolla vauhdilla viime vuosikymmenien aikana. Muutokset ovat olleet teknologisia, taloudellisia, poliittisia, sosiaalisia ja kulttuurisia (Laamanen, K. 2008, 20). Yritykset elävät jatkuvasti monien muutosten keskellä, jolloin kokonaisuutta on toisinaan vaikea hahmottaa ja tulevia muutostarpeita ennakoita. Tiedosta on tullut yrityksen ja koko yhteiskunnan tärkein pääoma, joten on erityisen tärkeää, kuinka toimintaa johdetaan tiedon avulla.

Kun erilaisia muutoksia ja kehitystöitä lähdetään toteuttamaan, on hyvin tärkeää, että näistä viestitetään niin, että myös kohdehenkilöt ymmärtävät tavoitteet, joita muutoksilla pyritään saavuttamaan. Näin myös henkilöstö pystytään sitouttamaan muutoksiin paremmin ja myös muutosvastarinta pienenee, jolloin kehityshankkeet ovat helpompi jalkauttaa organisaatioon ja voidaan varmistaa onnistunut lopputulos. (Laamanen, K. 2008, 25.) Kuviossa 5. esitetään tiedon arvoketju; kuinka data jalostetaan viisaudeksi, joka siirretään käytäntöön ja yrityksen aineettomaan pääomaan osaamisen kautta. (Sydänmaanlakka, P. 2009, 43.)



Kuvio 5. Tiedon arvoketju; datan jalostuminen viisaudeksi, joka siirretään käytäntöön ja yrityksen aineettomaan pääomaan osaamisen kautta. (Sydänmaanlakka, P. 2009, 43.)





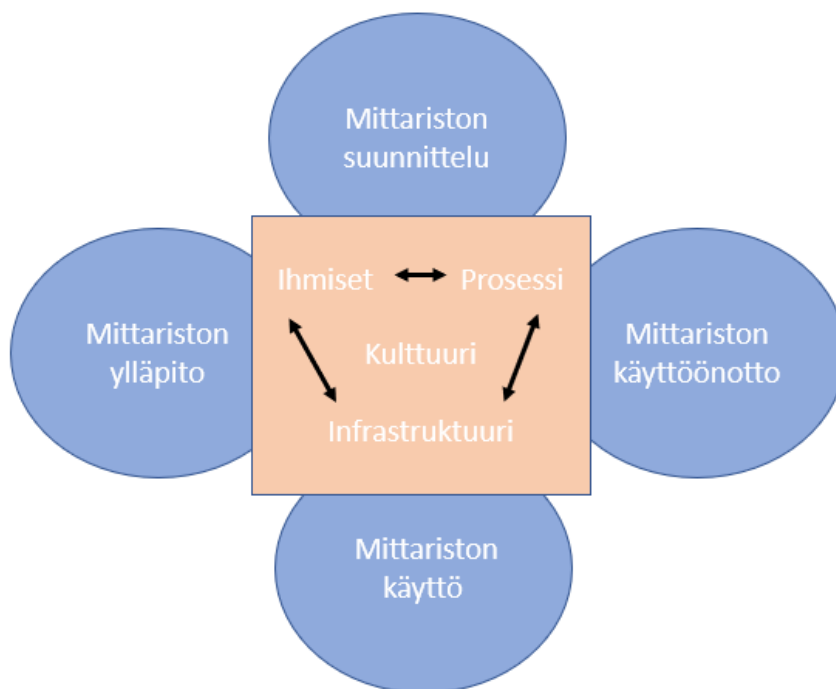
### 3.2 Mittaristot

On tärkeää, että organisaatio mittaa toimintaansa oikein valituilla mittareilla. Ennen mittareiden valintaa on ymmärrettävä organisaation strategia, mitä tehdään, miten ja miksi. On tärkeää määritellä operatiiviset tavoitteet, jonka avulla aletaan toteuttaa valittuja strategisia tavoitteita. Kun tämä on määritelty, voidaan valita sopivat mittarit. Mittareiden tulee olla sellaisia, että organisaatio saa kaiken tarvittavan ja hyödyllisen tiedon niistä irti. Dataa ja informaatiota on osattava analysoida mittauksen ohella, jotta osataan tehdä oikeanlaisia päätöksiä toiminnan kehittämisestä. Tästä kokonaisuudesta syntyy perusmittaristo. (Laine, H. 2010, 238.)

Menestyksellisen toiminnan edellytys on oikeiden asioiden mittaaminen. Kun tiedetään miten eri prosessit toimivat, ei tarvitse arvuutella ja suuntaviivat toiminnalle on helpompi asettaa. Mittareita käytetään päätöksenteon tukena. Seurannan tulee olla säännöllistä, sillä mittareista ei ole hyötyä, ellei niitä osata hyödyntää. (Laine, H. 2010, 262.)

Usein ylin johto keskittyy taseesta ja tuloslaskelmasta saatujen numeroiden tarkasteluun. Liian harvoin ymmärretään esimerkiksi tehtaan käynnissäpidon merkitystä tuottojen maksimoinnissa. Tuloslaskelmassa näkyy esimerkiksi kunnossapidon kustannukset, mutta tästä looginen jatkumo on niihin puuttuminen vaadittavilla toimenpiteillä, kuten kustannusten laskemisella tai toimintatapojen kehittämisellä, esimerkiksi panostaen ennalta ehkäisevään kunnossapitoon. Tuloslaskelmasta ei kuitenkaan tule ilmi menetetyt mahdollisuudet, joten niiden seuranta ja näin ollen myös ohjaus jää huomiotta, jolloin ei pystytä tekemään niitä ratkaisuja ja toimenpiteitä, joilla tehdas pystyisi parantamaan kannattavuutta paljonkin ja joskus toimenpiteet eivät välttämättä olisi edes suuria rahallisesti. Toisinaan lukuja siis analysoidaan paljonkin, mutta ei välttämättä ymmärretä sitä kaikkea, mitä niiden taustalla vaikuttaa eikä näin osata tehdä oikeita toimenpiteitä. (Laine, H. 2010, 239.)

Mittareilla on aina toisiinsa kohden jonkinlainen korrelaatio ja niiden ylläpitämiseen tulisi luoda oma hierarkia, joka tarkoittaa, että luodaan sekä koko organisaation menestyksekkääseen toimintaan käytettäviä mittareita, sekä myös yksittäisiin prosesseihin ja osastoihin sopivia mittaristoja, jonka avulla tuetaan osastojen ja koko organisaation onnistumista. Ylimpänä hierarkiassa on koko organisaation onnistumista mittaavat mittarit, kuten tulos, pääoman tuotto sekä prosessilaitoksen kokonaistuottavuus. Näistä mittareista voidaan yhdellä silmäyksellä huomata, kuinka organisaatiolla menee taloudellisesti. Jos tulos on kuitenkin esimerkiksi negatiivinen, mittarit eivät kuitenkaan kerro, mistä epäonnistuminen johtuu ja mitä korjaavia toimenpiteitä näiden eteen voitaisi tehdä. Jotta päästään ongelmien ytimeen, on oltava yksityiskohtaisempia ja tarkempia mittaristoja, jotka koskevat pienempiä toimintoja ja prosesseja. Esimerkiksi mittari, joka kertoo tuotantolinjan käyttöasteesta. (Laine, H. 2010, 244.) Kuviossa 6. kuvataan mittariston suunnittelun päävaiheet, jossa keskiössä on yrityksen kulttuuri. (Neely ym. 2002.)



Kuvio 6. Mittariston suunnittelun päävaiheet (Neely ym. 2002.)

Mittaristojen avulla voidaan esimerkiksi analysoida saamatta jääneitä tuottoja, jotka voivat johtua erilaisista syistä, kuten huonosta kunnossapidon suunnittelusta tai vääränlaisesta dokumentaatiosta. Saamatta jääneet tuotot ovat pääasiassa suurin kustannustekijä esimerkiksi kunnossapidon kustannuksista. Yrityksellä on mahdollisuus pienentää menetettyjen tuottojen suuruutta omalla toiminnallaan, mutta se on aikaa vievää ja on ymmärrettävä, millaisilla toimenpiteillä tuottoja saataisiin irrotettua lisää prosessista. (Laine, H. 2010, 244-248.) Olennaisinta ei ole kuitenkaan vain alentaa kustannuksia tai lisätä tuottoja, vaan löytää sellainen raja, että tuottojen ja kustannusten erotus olisi organisaatiolle mahdollisimman edullinen. (Laine, H. 2010, 251.)

### **3.3 Teknologia yrityksen liiketoiminnassa**

Mitä suurempaa kilpailuetua teknologian kehittymisellä tavoitellaan, sitä enemmän tämä vaatii osaamista sekä asiantuntemusta. (Peltonen, A. 1997, 197) Uudenlaisen teknologian käyttöönotto on aina investointi ja muutos, joka tulee huolellisesti suunnitella, johtaa ja toteuttaa. On myös ymmärrettävä, mitä ollaan muuttamassa ja mitä tavoitteita tämän avulla pyritään saavuttamaan. Uuden investoinnin tulee lisätä organisaation tuottavuutta ja tämän avulla lisätä sen arvon tuottavuutta. Esimerkiksi teknologian avulla prosessien automatisointi on kannattavaa silloin, kun se tehostaa prosessien toimintaa tai esimerkiksi vähentää tarvittuja työtunteja. Kaikkia investoinnin tuomia muutoksia ei kuitenkaan aina osata ennustaa täsmällisesti etukäteen. (Peltonen, A. 1997, 142-143.)

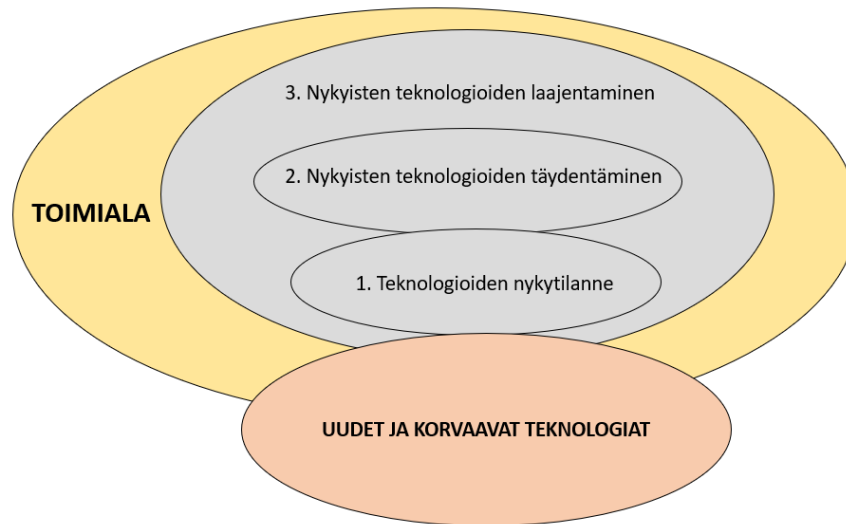
Investointien kannattavuutta voidaan arvioida esimerkiksi investoinnin tuotto-prosentilla, investointilaskentamenetelmien vertailulla, takaisinmaksuajanmenetelmän tai annuiteettimenetelmän avulla, investoinnin sisäisen laskentakorkokannan avulla tai nettonykyarvon laskennalla. (Järvenpää, M. ym. 2017, 393.) Kehittyneen tietotekniikan avulla tieto välittyy tietoverkkojen avulla tarvitsijoille nopeasti. Tietotekniikka mahdollistaa, kohdistaa, kehittää ja ohjaa toimintaa entistä suuremmin. Kun organisaation osaaminen perustuu henkilökunnan erityisosaamiseen ja eri teknologian käyttämiseen, sekä sitä kautta oman asiantunti-

juuden kasvattamiseen on myös yritysorganisaation kyettävä jatkuvaan oppimiseen. (Peltonen, A. 1997, 12.)

Ennen kun pystytään ottamaan liiketoimintaprosessi kokonaan ja tehokkaasti omaan hallintaan, on jouduttu todella paljon kehittämään erilaisia tapoja toimia organisaatiossa. Erityisesti tietojen automaattinen käsittely on lisännyt organisaation mahdollisuuksia hyödyntää teknologiaa omassa toiminnassaan. (Peltonen, A. 1997, 19.)

Tietotekniikan avulla pyritään tehostamaan ja yksinkertaistamaan muuten vaikeiden ja monimutkaisten toimintavaiheiden resursointia. Tämä helpottaa esimerkiksi tietojen käsittelyä ja niiden hyödyntämistä, ja auttaa stabiloimaan eri vaiheita organisaation sisällä. Tämän avulla pystytään paremmin hallitsemaan laajoja kokonaisuuksia ja isoja määriä erilaista tietoa. (Peltonen, A. 1997, 19.)

Uutta teknologiaa käyttöönottaessa tulee aina olla hieman innovatiivinen ja rohkea. On etsittävä mahdollisuuksia tehdä asioita entistä paremmin. Liian usein jäädytään vanhoihin totuttuihin toimintamalleihin, vaikka uuden kokeilu voisi parantaa organisaation tuottavuutta ja kannattavuutta paljonkin. On kuitenkin muistettava, että toisinaan uudet projektit menevät pieleen ja on vaihdettava sittenkin suunnitelmaa onnistuneen lopputuloksen saamiseksi. Tämän vuoksi myös investointien suunnittelu on avain asemassa. (Laine, H. 2010, 126-127.) Alla esitetyssä kuviossa 7. esitetään yrityksen eri mahdollisuuksia kehittää teknologiaansa. (Ruohomäki, I. ym. 2011, 49.)



Kuvio 7. Yrityksen eri mahdollisuuksia kehittää teknologiaansa (Ruohomäki, I. ym. 2011, 49.)

Yrityksessä käytössä oleva teknologia määrää sen, kuinka yrityksen tuotantoprosessissa tuotantopanoksia muunnetaan niin, että niistä tehdään hyödykkeitä eli yrityksen tuottamia tuotteita. Käytettävissä oleva teknologia määrää sen, kuinka tämä prosessi tapahtuu. Teknologiaksi kutsutaan niitä toimintatapoja ja osaamista, jonka avulla yrityksen tuotantotekijät yhdistetään tuotannossa niin, että tuotos eli tuote saadaan aikaiseksi. Käytännössä teknologia tarkoittaa tuotanto-osaamista, jolloin siihen sisällytetään esimerkiksi työn ja toiminnan väliaineet, näitä koskevat informaatiot, taidot ja menetelmät sekä eri organisaatiot, joita tuotannossa tarvitaan. Teknologia portfoliolla tarkoitetaan sitä teknologiaa, joita yrityksellä on käytössään. (Ruohomäki, I. ym. 2011, 49.)

On tärkeää, että yritys tarkastelisi käytössään olevia teknologioita säännöllisesti ja kriittisesti. Tämä suoritetaan, jotta:

- Voidaan arvioida teknologian yhteensopivuutta suhteutettuna yrityksen liiketoimintaan.
- Tunnistetaan teknologian nykyinen taso.
- Tunnistetaan teknologian nykyisen tason suhdetta verrattuna saatavissa olevaan parhaimpaan teknologiaan.
- Teknologia mahdollistaisi uusien teknisten ratkaisujen ja käyttökohteiden arvioinnin sekä tunnistamisen.
- Ymmärrettäisiin teknologian merkitys ja ylläpidettäisiin vaikutuksen arviointia yrityksen toiminnassa ja eri tuotteissa.
- Tunnistetaan teknologian vahvuudet ja heikkoudet.
- Voidaan jättää pois vanhentuneet teknologiat, jotka eivät enää palvele yrityksen toimintaa.

(Ruohomäki, I. ym. 2011, 49.)

Teknologiastrategialla tarkoitetaan sitä, että yritys tekee pitkän aikavälin suunnitelman oman teknologisen osaamisen kehittämisestä. Strategian suunnittelussa otetaan kantaa teknologian valintoihin, teknologiseen ydinosamiseen ja suunnitelmaan, kuinka teknologiaosaamista lähdetään tulevaisuudessa kehittämään niin, että yritys saisi siitä maksimaalisen hyödyn irti omaa ydintoimintaansa ajatellen. Teknologian kehittämisen avulla pyritään kehittämään strategisia resursseja, joka on tärkeää kilpailukyvyn ylläpitämisessä ja tulevaisuuden haasteisiin vastaamisessa. Teknologiaa kehittämällä voidaan pienentää paljon esimerkiksi yrityksen kustannuksia, jotka kohdistuvat tiettyihin prosesseihin. (Ruohomäki, I. ym. 2011, 49.)

Teknologiaan liittyviä päätöksiä tehdessä päätöksentekoa voidaan tukea taloudellisin, analyyttisin tai strategisin menetelmin. Taloudellisilla menetelmillä tarkoitetaan esimerkiksi kustannuslaskentaa tai nettohyödyntämisarvoa, analyyttisillä menetelmillä tarkoitetaan esimerkiksi riskianalyysia ja strategisilla menetelmillä esimerkiksi arvoketjuanalyysia tai skenaariotarkastelua. (Ruohomäki, I. ym. 2011, 31–42.)

### **3.4 Älyteknologia ja data-analytiikka**

Data-analytiikalla tarkoitetaan prosessia, jossa hyödynnetään erilaisia matemaattisia ja tilastollisia menetelmiä. Data-analytiikassa hyödynnetään tietotekniikkaa kerätyn datan analysoimiseen ja tulkintaan. Hyvin kerätty ja analysoitu data auttaa organisaatioita omassa päätöksenteossaan. Tiedon käsittelyn tarkoituksena on koota saatu data yhteen niin, että se on analysoitavissa. Yrityksessä kerääntyy paljon erilaista dataa, jota on mahdoton hyödyntää, ellei se ole hallittavissa. Hallittavuuteen on pyritty vastaamaan erilaisten älykkäiden tietokoneohjelmistojen avulla. (Laamanen, K. 2005, 166.)

Älyteknologialla tarkoitetaan teknologisia järjestelmiä, laitteita ja sovelluksia, jotka hyödyntävät toiminnassaan tekoälyä. Niiden avulla pyritään helpottamaan ja automatisoimaan eri prosesseja, sekä tiedon hallintaa, sen kulkua ja proses-

sointia. Älyteknologian avulla sovellus pystyy edistämään oppimistaan ilman ihmisen manuaalista tukea. (Laamanen, K. 2005, 168.)



Tiedon määrä yrityksen sisällä on lähivuosina kasvanut paljon. Haasteena on, että miten tätä kerätään ja hallitaan. Data on hyvin monipuolista, joten sen hyödyntäminen tehokkaasti on haastavaa. (Salo, I. 2013, 10.) Tähän ongelmaan on kuitenkin lähiaikoina alettu kehittää paljon uudenlaista teknologiaa, joka hyödyntää tekoälyä, jonka avulla data-analytiikan hyödyntäminen on helpompaa. Eri ohjelmia on mahdollista integroida keskenään niin, että datan kerääminen ja tallentaminen on helpompaa. Erityisesti yritysten tulisi panostaa siihen, että hallussa olevaa dataa osattaisiin hyödyntää oikein. (Salo, I. 2013, 12.) Mitä monipuolisemmin dataa kerätään ja mitä paremmin sitä hyödynnetään, sitä täydellisempi kokonaiskuva saadaan. Turhaa tai hyödyntämättömissä olevaa dataa ei kuitenkaan kannata kerätä tai analysoida, sillä se vie turhaan resursseja. (Salo, I. 2013, 32.)

Tietojen käsittelyssä on pohdittava, kuinka tieto laitetaan analysoitavaan muotoon ja millaista dataa oikeastaan halutaan kerätä ja kuinka sitä halutaan hyödyntää. On myös tiedettävä missä muodossa tiedot halutaan esittää, sekä millaisia analyyseja tiedoista on tulevaisuudessa tarkoitus tehdä. (Laamanen, K. 2005, 177.) Kerättyä dataa vaaditaan tulevaisuudessa, jotta osataan tunnistaa liiketoiminnan uhkat ja mahdollisuudet mahdollisimman realistisesti. Datan rooli tulee tulevaisuuden liiketoiminnassa nostamaan päätään entisestään. Datan avulla esimerkiksi tulevaisuudessa on helpompi tehdä todellisiin seikkoihin perustuvia investointilaskelmia, jos miettii esimerkiksi uuden ohjelmiston käyttöönottoa. (Salo, I. 2013, 136.)

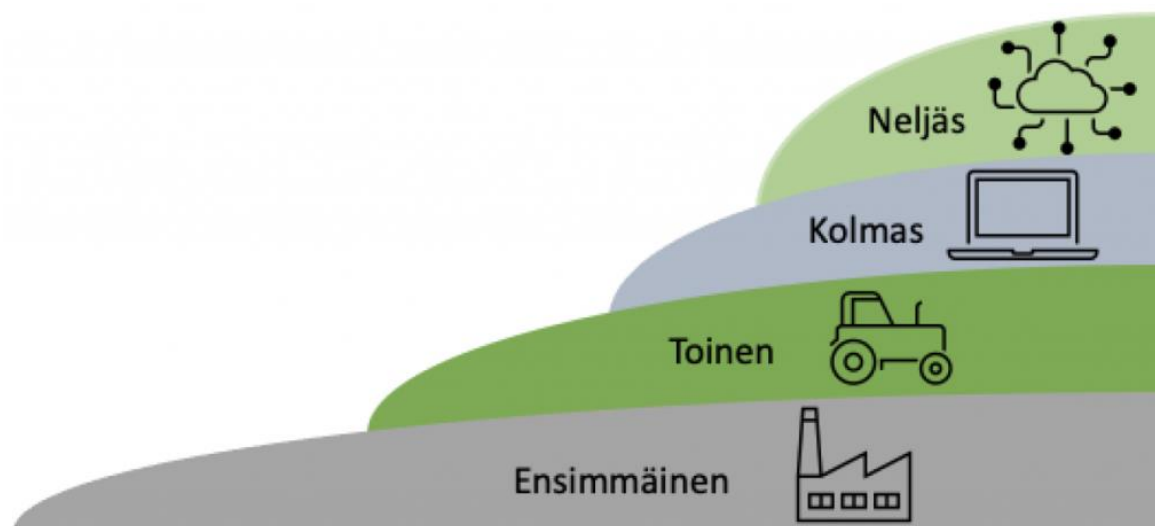
Tietokoneet ja ohjelmistot eivät osaa käsitellä tietoa itsestään, vaan se vaatii tiedon järjestelmistä eli data-analytiikkaa. Data on tietojärjestelmien raaka-aine ja niiden avulla saadaan parempaa informaatiota, jota voidaan kutsua datan synnyttämäksi lopputuotteeksi, kunhan sitä osataan hyödyntää oikealla tavalla. Muihin teknisiin laitteisiin verrattuna tietotekniikan tuoma selvä ero on niiden kyky hallita tietoa. Näin saadaan aikaisempaa monipuolisemmin ja tarkemmin oikea-aikaista tietoa eri asioista. Koska tietokoneet eivät kuitenkaan osaa itse hyödyntää kerättävää tietoa, on määriteltävä niiden käsittelyssä tarvittavat tiedot ja käsittelysäännöt. (Tiirikainen, V. 2010, 118.) Hajallaan eri paikoissa ja erilaisessa muodossa olevaa tietoa on hankala hallita. Käsitteistön ja tietojen saata-

vuuden edellyttämät periaatteet ovat sovittava ennen, kun yrityksessä otetaan yhtäkään uutta tietojärjestelmää käyttöön. (Salmela, H. ym. 2010, 118.)

Jotta tietokoneilla voidaan käsitellä ja välittää tietoa tehokkaasti, on eri muodoissa saatavaa tietoa pystyttävä kohdistamaan tarkasti niihin käsitteisiin ja mittaristoihin, joita yrityksessä tarvitaan. Liiketoiminnan parantamiseksi on pystyttävä tunnistamaan ja luokittelemaan tieto täsmällisesti, jotta sitä voidaan hyödyntää oikeaan aikaan, oikeassa prosessissa ja oikeassa muodossa. Virheellinen tieto tai väärin muotoiltu tieto ei paranna toimintaa millään tavoin vaan aiheuttaa lisää sekaannuksia. Nykypäivän haasteena yrityksillä on se, että tietoa on niin monessa eri järjestelmässä, joka lisää virheiden määrää ja heikentää tiedon hallittavuutta. (Salmela, H. ym. 2010, 120.)

### 3.5 Teknologian kehittyminen

On esitetty, että historiassa on esiintynyt 1.-4. teollista vallankumousta, joista 4. on käsillä juuri nyt. Ensimmäisessä teollisessa vallankumouksessa otettiin käyttöön vesi- ja höyryvoima, jonka avulla voitiin suorittaa koneellisesti useita eri töitä. Toisessa teollisessa vallankumouksessa alettiin käyttää sähköä hyödyksi, jonka avulla voitiin paremmin mahdollistaa esimerkiksi erilaiset massatuotannot. Kolmas teollinen vallankumous käsittää elektroniikan, sekä informaatioteknologian käyttöönoton ja sen kehittymisen automaatioksi. Tietokoneet ja erilaiset järjestelmät lisääntyivät, jonka avulla töitä saatiin suoritettua tehokkaammin. Nyt neljäs teollinen vallankumous pohjautuu tähän automaatioon, jonka kolmas teollinen vallankumous otti käyttöön. Tätä automaatiota ja sen kehitystä on alettu hyödyntämään täysin erilaisella tavalla hyödyntäen data-analytiikkaa, tekoälyä, erilaisia teknologioita ja järjestelmiä, joiden avulla on mahdollistettu esimerkiksi erilaiset IoT –järjestelmät (*Internet of Things*). Kuviossa 8. on esitetty neljä teollista vallankumousta. (Logistiikan Maailma, 2021)



Kuvio 8. 1.-4. teollinen vallankumous. (Logistiikan Maailma, 2021)

### 3.6 Teknologian hyödyntäminen prosessiteollisuudessa

Erilaisia teknologioita tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään prosessiteollisuudessa monella eri osa-alueella eri tavoin. Esimerkiksi teknologian kehittymistä voidaan hyödyntää ennakoivassa kunnossapidossa, sillä ohjelmistoihin integroidusta tiedosta saadaan kerättyä sellaista dataa, jonka avulla pystytään esimerkiksi suunnittelemaan eri prosessissa tarvittavien koneiden ja laitteiden huoltotoimen piteet. On tärkeää, että yhteistyö eri osastoilla organisaatiossa toimii saumattomasti, sillä tämän avulla kunnossapidon toimintaan liittyvä tieto ja informaatio saadaan kulkemaan reaaliajassa eri osastoiden välillä (Laine, H. 2010, 11).

Teknologian avulla voidaan kehittää organisaation työn tuottavuutta. Usein tätä tunnuslukua mitataan esimerkiksi työtunneilla, mutta on tärkeää ymmärtää, että tuottavuutta mitataan myös muilla mittareilla, jotka vaikuttavat tunnuslukujen muodostumiseen. Mittaristot kertovat usein, kuinka hyvin työn suunnittelussa ja toteutuksessa on onnistuttu, sekä antaa hälytysmerkkejä, jos jotain prosessia tulisi kehittää enemmän. Tunnuslukujen avulla voidaan tulkita sitä, kuinka hyvin investointi on onnistunut. (Laine, H. 2010, 14.)

Mittaristojen hyödyntämisessä on oltava tarkkoja, sillä esimerkiksi vähentyneet työtunnit voivat johtua automaation lisääntymisestä, mutta esimerkiksi tuotantoprosessin laadulliset virheet ovat voineet kasvaa. Siksi on tärkeää, että mittaristoja osataan hyödyntää oikealla tavalla ja niillä osataan mitata oikeita asioita. Työn tuottavuutta voidaan parantaa esimerkiksi käyttämällä olemassa olevaa laitekantaa tehokkaammin, jota edesauttaa uudenlaiset ohjelmistot ja ennakoiva kunnossapito. (Laine, H. 2010, 14.)

Jotta yritys voi kehittää toimintaansa, vaatii se joitakin investointeja, jotta pystytään pidemmällä aikavälillä kehittämään ja ylläpitämään yrityksen toimintaedellytyksiä, sekä kehittää ja laajentaa toimintaa. Investointeihin liittyy läheisesti myös budjetointi, sillä budjetoinnin avulla investointibudjetit kohdentavat suunnitelmat tarkasti vuositason. Budjettiohjauksen avulla varmistetaan, että suunnitellut investoinnit on mahdollista toteuttaa asetettujen raamien sisällä. (Järvenpää, M. ym. 2017, 373.)

Erilaisilta investoinneilta vaaditaan erilaisia tuotto-odotuksia. Uuteen järjestelmään investoiminen on esimerkiksi reaali-investointi, sillä reaali-investoinnilla tarkoitetaan laajennusinvestointeja, korvausinvestointeja, pakollisia investointeja, tuottamattomia investointeja sekä tutkimukseen ja tuotekehitykseen keskittyviä investointeja. Eri investointiprojektien suunnitteluvaihe eroaa toisistaan ja niille saattaa olla laadittu erilaisia ohjeita esimerkiksi seurantaan liittyen. Uuden järjestelmän käyttöönotto luokitellaan pääasiassa tutkimus- ja tuotekehitysinvestoinniksi. Näillä on usein ratkaiseva tekijä tulevaisuudessa yrityksen menestyksen suhteen, koska usein järjestelmänkehityshankkeeseen ei lähdetä ilman selkeää syytä, mitä sen avulla pyritään toiminnan kannalta tavoittelemaan. (Järvenpää, M. ym. 2017, 373–375.)

Tehtaan tulosprosenttia voidaan parantaa esimerkiksi alentamalla kustannuksia. Vaikka investointi vaatii yrityksessä aina rahaa, uudella ohjelmistoilla saadaan hyötynä myös pidemmällä aikavälillä pienemmät kustannukset, kunhan ohjelmiston käyttöönotto on toteutettu hyvin sekä niistä saatava informaatio on monipuolisempaa ja helpommin käytettävissä, kuin aikaisemmassa ohjelmistossa. Tämä helpottaa esimerkiksi prosessien hallitsemista ja pienentää esi-

merkiksi kunnossapidon tai suunnitteluosaston kustannuksia. (Laine, H. 2010, 15.)

Investointitilanteessa kannattaa miettiä, että voidaanko nykyisillä investoinneilla ja resursseilla saada lisää tuotantoa ilman uusia investointeja tai voitaisiinko nykyistä laitekantaa ja toimintaa parantaa modernisoinneilla ilman, että aletaan tekemään esimerkiksi kokonaan uutta. Näin saadaan pidettyä sidottu pääoma alhaalla ja samalla kuitenkin parannetaan pääoman tuottoa. (Laine, H. 2010, 15.) Toisinaan on kuitenkin tarpeellista uusia laitekantaa tai tietokoneohjelmistoa kokonaan, eikä modernisointi olisi järkevää tai tehokasta.

Kustannustehokkuudella ei tarkoiteta sitä, että kustannuksia pienennetään. Se tarkoittaa sitä, että tuotetaan asiakkaalle tuotetta mahdollisimman pienin yksikkökustannuksin, kuitenkin niin, että haluttu laatu säilyy. Kilpailukyvyn kehittymisen kannalta ei siis ole tärkeää, että nousevatko vai laskevatko tuotantolaitoksen kustannukset. Kustannustehokkuus voi siis parantua, vaikka kokonaiskustannukset jopa nousisivat. Investoinneista tulevia hyötyjä on hyödynnettävä mahdollisimman tehokkaasti, sillä pystytään aina vaikuttamaan tehtaan kustannustehokkuuteen. (Laine, H. 2010, 16.)

Uudenlaisten ohjelmistojen kehittämisellä voidaan varmistaa, että tehtaan tuotantolinjat tuottavat virheetöntä laatua korkealla tehokkuudella varmistuen asiakkaalle annettu arvolupaus. Uusien ohjelmistojen ominaisuudet poistavat turhaa työtä ja vääränlaista dataa, jolloin esimerkiksi kunnossapitokustannukset pienenevät ja tehtaan taloudellinen kannattavuus paranee. Ohjelmistojen laadukas toiminta vaikuttaa moneen eri prosessiin, kuten yrityksen tuotantoon. Sen avulla voidaan varmistaa, ettei tule odottamattomia seisakkeja tai laitevikoja ja voidaan toteuttaa lyhyet ja hyvin suunnitellut huoltoseisakit. Tämän avulla koneet toimivat jatkuvasti suurella teholla ja optimaalisella prosessitehokkuudella, koneet tuottavat laadukkaita tuotteita, jolloin voidaan pitää kilpailukykyiset kunnossapito- ja muut kustannukset. (Laine, H. 2010, 20.)

Aina ei ymmärretä, että järjestelmä voi tuottaa organisaatiolle hyvin tärkeää tietoa, vaikka ei olisikaan pääprosessi tuotannon toteuttamisessa. Esimerkiksi vääränlainen dokumentaatio saattaa tuottaa isojaakin kustannuksia huolto- ja kunnossapitotöiden aikana, kun ei olla esimerkiksi päivitetty oikeaa putkimateriaalia ohjelmaan. Laatutappioiden jakaminen erilaisten syiden avulla ei ole aina yksiselitteistä ja niillä voi olla kauaskantoinenkin seuraus. Esimerkiksi vääränlainen tieto putkikaavioissa voi johtaa prosessin vioittumiseen, kun yritetään esimerkiksi asentaa vääränlaista pumppua tai venttiiliä. (Laine, H. 2010, 26.)

Teknologian kehittymisellä ja eri ohjelmistojen hyödyntämisellä voidaan parantaa tuotantotehokkuutta. Tämä tarkoittaa sitä, että samalla työvoimalla, koneilla, laitteilla ja työaikamuodoilla voidaan saada enemmän myytävää tuotetta. Tämän vuoksi jatkuvalla parantamisella on suuri merkitys organisaation toiminnan, tehokkuuden ja kannattavuuden kannalta. Nykymarkkinoiden kova kilpailu vaatii sen, että organisaatio pyrkii jatkuvasti kehittämään toimintaansa entistä kannattavammaksi ja taloudellisemmaksi. Tähän on isona apuna kehittyvä teknologia ja erilaiset toiminnanohjausjärjestelmät. Käytettävyys ja kapasiteetti kasvaa, kun investoidaan rakennuksiin, koneisiin, teknologiaan, toimintojen kehittämiseen ja ihmisiin. (Laine, H. 2010, 28-29.)

Hyvä tietojärjestelmä oikeaoppisesti ja systemaattisesti käytettynä tukee suuresti organisaation korkean kustannustehokkuuden saavuttamista. Järjestelmän avulla tulee pystyä ohjaamaan päivittäin organisaation toimintaa, esimerkiksi kunnossapitotöitä. Järjestelmään tulisi kirjata selkeästi kaikki tarvittava informaatio, jotta sitä voidaan hyödyntää maksimaalisesti. Hyödyt hyvästä tietojärjestelmästä saadaan kuitenkin vain, jos sen käyttöön sitoudutaan ja sitä osataan hyödyntää oikealla tavalla. Dataa on kerättävä jatkuvasti ja näiden tietojen perusteella on analysoitava, mitkä ovat tarvittavat toimenpiteet jatkossa. (Laine, H. 2010, 39.)

Järjestelmiä käyttöönottaessa on tärkeää sitouttaa henkilökunta niiden käyttämiseen. Työntekijöiden on ymmärrettävä, mikä on se tarkoitus ja tavoite, mitä ohjelmalla pyritään saavuttamaan. Heidät on myös saatava ymmärtämään, että heidän panos ja motivaatio ovat avain onnistumiseen ja siihen, että kuinka päämäärä tullaan lopulta saavuttamaan. Organisaation johto pystyy oikein toimimalla luomaan sellaisen toimintaympäristön ja organisaatiokulttuurin, jonka avulla työntekijöissä saadaan herätettyä motivaatio toimia oikealla ja halutulla tavalla, tekemällä parhaansa halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Järjestelmät tulee jalkauttaa organisaation jokapäiväiseen toimintaan sen avulla, että henkilöstö ymmärtää, miksi tätä ohjelmistoa käytetään ja mitä tuloksia sen avulla halutaan saavuttaa. Henkilöstö sitoutuu paremmin uusiin ohjelmistoinvestointeihin, kun ymmärtävät mistä on kyse ja pääsevät osaksi projektiryhmää. (Laine, H. 2010, 42.)

Toisinaan uusien ohjelmistojen muutostarvetta on hankala perustella ja havainnollistaa etukäteen tai pelätään sen tuovan esimerkiksi henkilöstövähennyksiä, jonka vuoksi muutosvastarinta uuden ohjelmiston käyttöönotolle saattaa olla suurta. Muutosten suunnittelu ja toteuttaminen vaatii suuren ja hyvin suunnitellun prosessin taustalleen. (Laine, H. 2010, 75.) On myös tärkeää, että johto on sitoutunut uuden järjestelmän käyttöönottamiseen, sillä jos johto ei ole sitoutunut, on selvää, ettei he tule onnistumaan sitouttamaan työntekijöitensäkään kehitysprojektiin täydellä teholla. Uudesta järjestelmästä tulee informoida henkilökuntaa mahdollisimman kattavasti, aloittaa pilotointi- ja valmennusryhmät. On tärkeää, että kerrotaan mitä ollaan tekemässä ja miten. Informaatioon ja koulutukseen pitää panostaa, sillä se on yksi tärkeimmistä askelista muutosvastarinnan voittamiseen, kun ollaan isojen muutosten edessä. (Laine, H. 2010, 70)

Jotta organisaation johto pystyy selvästi näyttämään mihin suuntaan ollaan menossa ja miten, pitää olla selkeästi määritellyt tavoitteet ja päämäärät, sekä suuntaviivat kuinka nämä tullaan saavuttamaan. Tavoitteiden tulee olla selkeitä ja perustua analysoituun tietoon nykytilanteesta, ja sisältää selkeitä potentiaalisia parantamismenetelmiä tulevaisuutta ajatellen. (Laine, H. 2010, 71.)

Toiminnan ja tehokkuuden mittaristot tulee ottaa käyttöön, jotta niiden avulla voidaan mitata saavutettuja tuloksia, sekä niiden perusteella voidaan kehittää toimintaa jatkossakin. Vain näin voidaan asettaa haastavia, mutta kuitenkin realistisia tavoitteita. On tärkeää asettaa sekä lyhyen, että pitkän aikavälin tavoitteita ja seurata niiden toteutumista. Tavoitteet tulee jakaa osiin hierarkisesti ja ajallisesti. (Laine, H. 2010, 71.)

On ymmärrettävä, että pienetkin katkokset tehtaan tuotannossa aiheuttaa organisaatiolle mittavat kulut. Näitä voitaisiin vähentää toimivilla järjestelmillä ja ennaltaehkäisevällä kunnossapidolla. Lyhyet prosessihäiriöt ja suunnittelemattomat seisakit aiheuttavat vuoden mittaan merkittävän tuotantohävikin. Yleensä voidaan ajatella, ettei pieni katkos ole kovin vaarallinen. Todellisuudessa näiden pienien katkokkien välttäminen voisi parantaa organisaation tulosta paljonkin. (Laine, H. 2010, 121.) Monessa prosessiteollisuuden tuotantoprosessissa voidaan tuotantomääriä suurentaa ilman merkittäviä investointeja. Esimerkiksi 10-50%:n kunnossa- ja käynnissäpidon tehostamisella saavutetaan merkittäviä hyötyjä, joka saavutetaan turhien tuotantokatkoksien ja huoltoseisakkien välttämällä. Tämä parantaa merkittävästi tehtaan taloudellista tulosta, parantaa oleellisesti kilpailukykyä ja lisää tehtaan mahdollisuuksia menestyä kovenevassa hintakilpailussa. (Laine, H. 2010, 241.)



## 4 YRITYKSEN JÄRJESTELMÄT

### 4.1 Investointi uusiin järjestelmiin

Järjestelmien käyttöönotossa ja kehitystyössä ongelmallista sekä haastavaa on, että nykyaikaisessa yritysmaailmassa toimintaympäristöt muuttuvat jatkuvasti nopealla vauhdilla. Tämän vuoksi tietojärjestelmien kehitystyö on oltava osa organisaation jatkuvaa prosessia. Myös eri tietojärjestelmät on saatava kommunikoimaan keskenään tehokkaasti niin, että organisaatio saisi järjestelmien toiminnasta parhaan mahdollisen hyödyn irti. (Kettunen, S. 2002, 18.)

Haasteena erilaisissa tietojärjestelmissä organisaation sisällä on, että eri järjestelmien välillä on usein erilaista tietoa, joilla saattaa myös olla päällekkäisyyksiä toistensa kanssa. Tämä on kasvattanut organisaatioiden tarvetta integroida erilaisia ohjelmia keskenään, mikä helpottaa järjestelmien ylläpitoa. Tämä pienentää myös sitä vaaraa, että kahdessa eri järjestelmässä olisi erilaista tietoa liittyen samaan prosessiin. Integroinnin avulla mahdollistetaan myös se, että tietojen käsittelyä voidaan automatisoida ja näin resursseja käyttää tehokkaammin muuhun liiketoimintaan. (Kettunen, S. 2002, 21.)

Tietojärjestelmät ovat syntyneet jatkuvan parannuksen tuloksena. Kehitystä on jarruttanut muutosten iso työmäärä, investointien suuruus, riskit sekä suuri työ viedä radikaaleja ajattelu- sekä toimintatapamuutoksia organisaatiossa läpi onnistuneesti. Tekniikka etenee yksittäisien tekniikkojen kehittämisen avulla. Usein uusia tekniikoita saadaan kehiteltyä, kun jokin tietty tekniikka saavuttaa sitä tukevat riittävät teknistaloudelliset tasot. Tieto saattaa olla kuitenkin huonosti analysoitavissa ja hyödynnettävissä, mikä tuo omat haasteet organisaation investoinneille uusia teknologioita ja järjestelmiä ajatellen. Tehtaan tietojärjestelmän suunnittelu on kuitenkin suurien kokonaisuuksien suunnittelua. Kokonaisuuksien tutkiminen on saanut kuitenkin vähemmän arvoa yksittäisten tekniikkojen kehittämisen yhteydessä. (Lapinleimu, I. 2000, 10.)

Nykypäivänä IT-ohjelmia kehittäessä joudutaan painimaan entistä monimutkaisempien kokonaisuuksien kanssa, sillä teknologia on hyvin kehittynyttä ja järjestelmät ovat laajasti integroitavissa keskenään, jonka avulla ne voivat tukea myös liiketoiminnan muita prosesseja. (Salmela, H., ym. 2010, 14.)

Riskit IT-palveluiden uusimisessa ovat isot, mutta niin ovat myös mahdollisuudet, joita uudet kehittyneet ohjelmistot yritykselle tarjoavat. Projekti on pystyttävä viedä alusta loppuun suunnitelman mukaan. Aina hyvin tehty projektisuunnitelma ei kuitenkaan ole toteuttavissa ilman muutoksia kesken projektin, jolloin suuntaa tulee pystyä muuttamaan tarpeen mukaan. Tämän vuoksi on hyvä tehdä erilaisia skenaarioita ja riskianalyyseja projektisuunnitelmaa luodessa. Toisinaan projektin aikana tulee kuitenkin sellaisia yllätyksiä tai käytännönasioita, joita ei olisi voitu tietää ennen projektin toteutusta. Tärkeää on, että näihin reagoidaan ja keksitään parempi tapa toimia. Valmistuksessa ja toteutuksessa on käytettävä korkealaatuista osaamista sekä menetelmät, prosessit ja käytännöt ovat määriteltävä hyvin. (Salmela, H., ym. 2010, 16.)

## **4.2 Uuden tietojärjestelmän käyttöönotto**

Tietojärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jonka tarkoitus on tietoja käsittelemällä tehostaa tai helpottaa jotakin toimintaa tai tehdä jokin toiminta mahdolliseksi. (Kettunen, S. 2002, 18.) Nykypäivänä liike-elämä on jatkuvassa murroksessa kehityksen ja maailmantilanteen vuoksi. Jatkuvasti muuttuvassa liiketoimintaympäristössä yrityksen ylin johto joutuu jatkuvasti pohtimaan yrityksen kykyä kehittää ja uudistaa omaa liiketoimintaansa. Teknologian kehittyminen on tuonut täysin uudenlaisia mahdollisuuksia, jonka avulla kehittää yrityksen toimintaa tulevaisuudessa. (Salmela, H., Hallanoro, M., Sippa, S., Tapanainen, T. & Ylitalo, J. 2020, 5.)

Yritykset joutuvat nykypäivänä ostamaan tietojärjestelmiä ja kehittämään niiden käyttöä toiminnassaan, jotta voivat saavuttaa kustannustehokkuutta sekä kilpailuetua verrattuna muihin markkinoilla toimiviin yrityksiin. Tietojärjestelmät ja tietotekniikka ovat usein kriittinen osa koko yrityksen toimintaa, jonka vuoksi järjestelmien tarve ja vaikutus korostuu. Voidaan jopa sanoa, että toimintajärjestelmät rakentavat osittain yrityksen strategisen kivijalan. Kasvanut digitalisaatio on tuonut valtavasti yrityksille uudenlaisia mahdollisuuksia, jolloin ohjelmistotarjonta on nykypäivänä suuri erilaisine ominaisuuksineen. (Kettunen, S. 2002, 11.)

Uuden järjestelmän läpivienti ei ole ikinä helppo asia, vaan vaatii ketteryyttä, vahvaa strategista päätöksentekokykyä, sekä myös kyvykkyyttä rakentaa ja integroida niin sisäisiä, kuin ulkoisiakin valmiuksia, jotta haluttua strategiaa voidaan lähteä toteuttamaan. Järjestelmien uusiminen voi onnistuessaan olla erittäin hyvä apu koko liiketoiminnan uudistuksille ja niiden läpiviennille. Vastaavasti kuitenkin huonosti viety järjestelmien uusiminen muodostaa esteen ketterälle toiminnalle ja liiketoiminnan uudistamiselle. Järjestelmien uusiminen liiketoiminnan uudistusten tueksi vaatii johdolta kykyä tehdä linjauksia ja päätöksiä, sekä tehdä skenaarioita ja oma strategia tulevaisuuden kehitysaskelista. Hyväkin päätös muodostuu huonoksi, jos toteutus epäonnistuu. Päätöksenteon tukena on oltava valmiita linjauksia, jotta kehitystyö voidaan viedä maaliin asti onnistuneesti. (Salmela, H., ym. 2020, 5.)

Organisaation tietojärjestelmät ovat samanlainen investointihanke, kuin muutkin investointiprojektit. Tämän vuoksi uutta järjestelmäinvestointia tulee perustella samalla tavalla, kuin muitakin investointeja organisaation sisällä. On tärkeää, että järjestelmä palvelee organisaation toimintaa vuosiksi eteenpäin, joten on tarkkaan mietittävä millaiset tietojärjestelmät auttavat organisaatiota pääsemään tavoitteisiinsa ja millaiset tietojärjestelmät palvelevat parhaiten yrityksen prosesseja. (Kettunen, S. 2002, 23.)

Tietojärjestelmien investoinnit voidaan jakaa operatiivisiin ja strategisiin investointeihin. Operatiiviset investoinnit pitävät sisällään välttämättömät investoinnit, tuottojen lisäämisen, kustannusten alentamisen sekä laajennus- ja korvausinvestoinnit. Strategiset investoinnit pitää sisällään markkina-aseman turvaamisen ja uusien alojen tai asiakkaiden valtaamisen. Operatiiviset investoinnit jakautuvat välttämättömyysinvestointeihin, tuottojen lisäämiseen, kustannusten alentamiseen ja laajennus- tai korvausinvestointeihin. Strategisilla investoinneilla pyritään parantamaan markkina-asemaa ja turvaamaan se, tai esimerkiksi valtaamaan uusia aloja tai asiakkuuksia. (Kettunen, S. 2002, 24.)

Investointina voidaan pitää sellaisia sijoituksia tai sellaista rahankäyttöä, jossa on käytössä suuri rahamäärä investoivan yrityksen käytössä olevaan rahamäärään nähden ja sillä on pitkä ulottuvuus ajallisesti, usein jopa vuosia tai vuosikymmeniä. Investoinnin tarkoituksena on turvata sekä parantaa yrityksen tuloksentekokykyä ja näin kehittää toimintaedellytyksiä.

(Vilkkumaa, M. 2005, 306.)

Investointi eroaa operatiivisista päätöksistä seuraavilla tavoilla:

- Investointipäätös on usein kertaluontoinen.
- Investointiprosessi on ajallisesti melko pitkä.
- Tulevaisuudella on suuri merkitys ja ajallinen ulottuvuus pitkä, usein vuosia tai vuosikymmeniä. Tämän vuoksi myös epävarmuuden merkitys korostuu.
- Ympäristö- ja maailmantilanteen muutokset kasvavat pitkän aikajänteen vuoksi.
- Investointipäätökset ovat monimutkaisia, koska monet tekijät ovat ristiriitaisia tai sisältävät riskejä ja epävarmuutta.
- Investoinnin tuomat tuotot ja sen vuoksi aiheutuneet kustannukset tulee arvioida kokonaisuutena, vaikka ne toteutuisivat eri ajankohtina investoinnin aikana.
- Investointipäätös tulee vaikuttamaan suuresti yrityksen muiden prosessien toimintaan.

(Vilkkumaa, M. 2005, 307.)

Investointipäätöksentekoprosessi etenee yleensä seuraavan prosessin mukaan:

- Havaitaan investointitarve ja tiedetään, että tarve voidaan ratkaista investoinnin avulla.
- Asetetaan investoinnille tavoitteet, jolloin arvioidaan sitä, mitä investoinnin avulla tulee saada aikaiseksi ja mitkä ovat perusteet investointipäätökselle.
- Arvioidaan eri investointivaihtoehtoja.
- Tutkitaan eri vaihtoehdot ja valitaan parhaimmat toteutettavissa olevat vaihtoehdot.
- Tehdään investointilaskelmat eri vaihtoehdoista.
- Verrataan eri investointivaihtoehtoja laskelmien avulla, käyttäen valittuja valintaperusteita.
- Valitetaan toteutettavaksi parhain vaihtoehto.
- Selvitetään, paljonko investointiin tarvitaan pääomaa ja hankitaan tarvittava rahoitus.
- Suoritetaan riskianalyysi ja analysoidaan, kestetäänkö olemassa olevat riskit ja kuinka niitä voitaisiin pienentää tai ennaltaehkäistä.
- Tehdään investointipäätös.
- Investointi toteutetaan.
- Investoinnin toteutusta valvotaan ja ohjataan.
- Investointi otetaan käyttöön.
- Toteutetaan investoinnin seuranta ja tarkkailu, sekä tehdään jälkilaskelmia toteutumisen onnistumisesta taloudellisesti. Jos investoinnin tarkoitus ei ole parantaa taloudellista asemaa, voidaan arvioida sen tuomia hyötyjä suhteutettuna aiheutuneisiin haittoihin.

(Vilkkumaa, M. 2005, 306.)

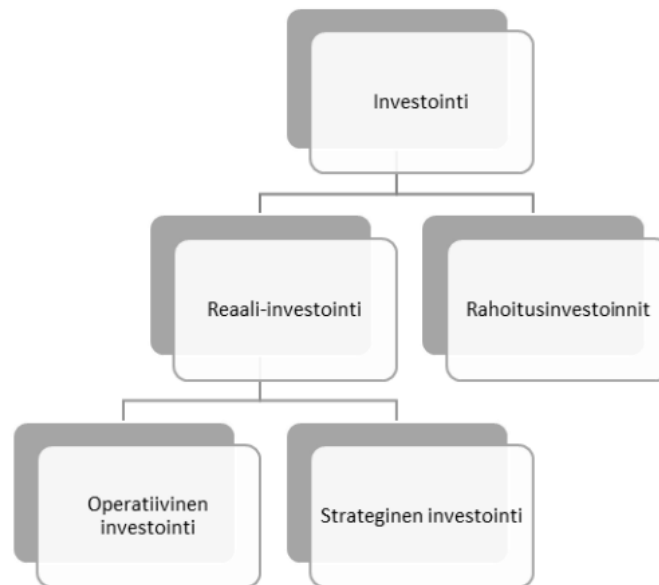
On erityisen tärkeää, että investoinnin jälkeen arvioidaan sitä, kuinka investoinnin toteutus onnistui verrattuna suunnitelmiin ja laskelmiin. Ilman tätä on mahdotonta kehittää yrityksen omaa päätöksentekokykyä tulevaisuudessa. Yrityksen ja koko yhteisön on opittava tekemistään päätöksistä ja heidän tulee pystyä kehittämään toimintaansa jatkossa tämän avulla paremmaksi ja tehokkaammaksi. Investointien seurannassa on suoritettava laaja vertailu tuottojen, kustannusten ja muiden vaikutusten sekä suunnitelmien välillä. Tämän avulla yritys oppii parantamaan investointipäätöksentekokykyään. Seuranta tulee toteuttaa

järjestelmällisesti, sekä pienten, että isojen investointien osalta. (Vilkkumaa, M. 2005, 307.)

Erityisesti tulisi kiinnittää huomiota tuottojen ja kustannusten välisiin suhteisiin. Lisäksi tulisi pohtia, että oliko tuotot ja kustannukset osattu arvioida realistisesti? Ovatko perusteet näille olleet oikeat? Kun investointien seuranta tehdään perusteellisesti, järjestelmällisesti ja säännöllisesti, voi yritys kehittää investointitoimintaansa ja saada riskejä pienemmäksi tulevaisuudessa. On tärkeä oppia tehdyistä virheistä, jotta niitä ei toisteta tulevaisuudessa. Usein myös yritys yliarvioi saatuja tuottoja, sekä aliarvioi aiheutuneita kustannuksia. On tärkeää, että laskelmia tehdessä ollaan realistisia. (Vilkkumaa, M. 2005, 308.) Kuviossa 9. ja 10. esitetään investointien luokittelutapoja.

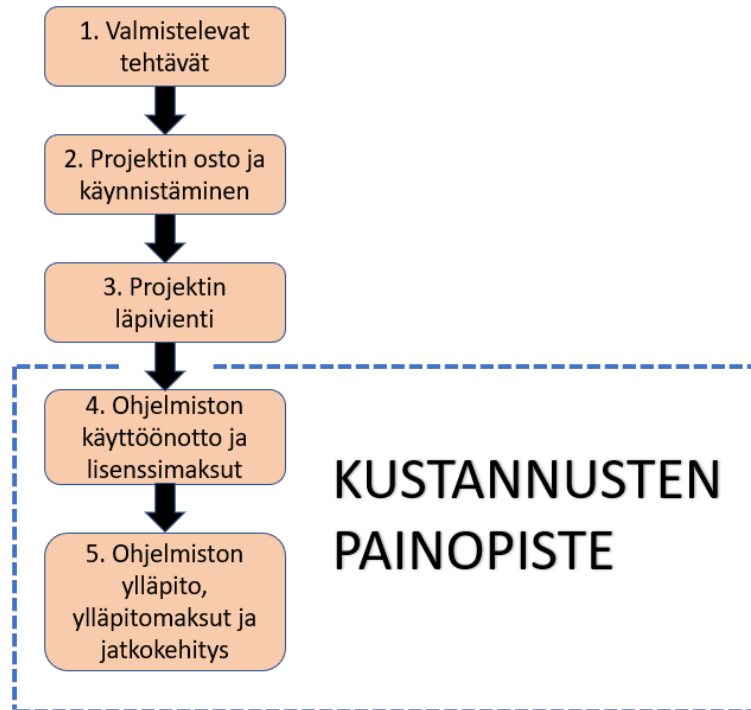


Kuvio 9. Strategisen ja operatiivisen investoinnin viitekehyksien erot. (Bodie et al., 2005)



Kuvio 10. Investointien luokittelu. (Bodie et al., 2005)

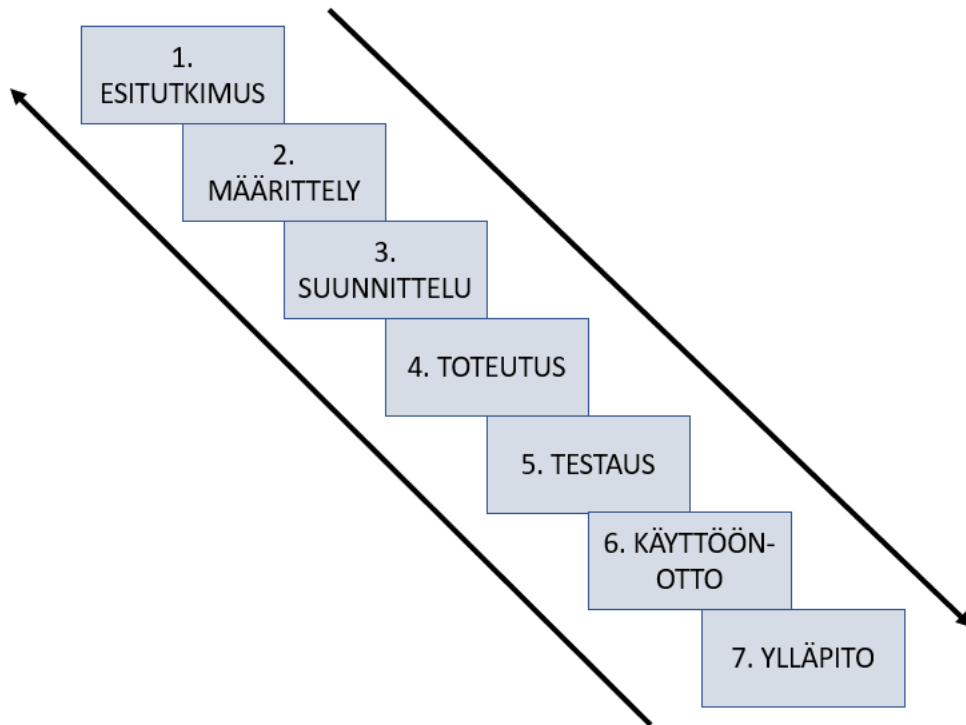
Investoitaessa järjestelmiin on ymmärrettävä, mitkä investoinnit ovat tarpeellisia yritykselle sen strategian, päämäärien ja tavoitteiden toteutumisen suhteen ja mitkä taas ovat vaihtoehtoisia investointeja yritykselle. Erilaisia vaihtoehtoja on syytä punnita, jotta löydetään mahdollisimman kannattava vaihtoehto, kuinka toimintaa lähdetään tulevaisuudessa kehittämään. Yrityksen tulisi suunnata investointinsa niin, että voivat itse keskittyä ydinliiketoimintaansa ja pohtia, millä kehityshankkeilla voisivat tavoittaa kilpailuetua. Uusi investointi saattaa jopa huonontaa aikaisemmin toteutettujen investointien tuottoja, joten tämä olisi hyvä huomioida laskelmissa. (Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V. & Pellinen, J. 2017, 376–377.) Kuviossa 11. esitetään kustannusten painopisteen jakautuminen ohjelmistoprojekteissa. (Kettunen, S. 2002, 40.)



Kuvio 11. Kustannusten painopiste ohjelmistoprojektissa (Kettunen, S. 2002, 40)

Ohjelmistoprojektin alussa on luotava projektisuunnitelma, jossa on huomioitu projektin budjetti. Jos eteen tulee jotain mitä sopimuksessa ja projektisuunnitelmassa ei ole, tullaan tämä toteuttamaan lisätöinä. Kustannukset eivät tule kuitenkaan loppumaan projektin päättymiseen, sillä järjestelmän ylläpitäminen, kehittäminen ja erilaiset lisenssit tulevat maksamaan tulevaisuudessakin. Lisäksi yritys tulee luultavasti tarvitsemaan toimittajalta jonkinlaista konsultaatiopalvelua. Lähes poikkeuksetta, kun uusi tietojärjestelmä otetaan yrityksessä käyttöön, tiedetään jo ennen projektin loppua, kuinka tätä tulevaisuudessa tulisi kehittää. Skenaario tulevaisuuden näkymistä olisi hyvä olla olemassa jo etukäteen. (Kettunen, S. 2002, 47.) Kuviossa 12. on esitetty käyttöönottoprojektin vaiheet (Kettunen, S. 2002, 56.)





Kuvio 12. Käyttöönottoprojektin vaiheet, usein joudutaan menemään myös askel takaisin päin. (Kettunen, S. 2002, 56)

## 5 SUUNNITTELU

### 5.1 Suunnittelu yleisesti

Suunnittelulla on keskeinen rooli tuotantojärjestelmään sekä mahdollisuuksiin, kuinka voidaan auttaa tuotantojärjestelmää toimimaan mahdollisimman optimaalisesti niin, että organisaatio pystyy mahdollisimman kannattavasti, tehokkaasti ja tuottavasti toteuttamaan omaa ydinliiketoimintaansa – Eli valmistamaan tuotettaan tai tuottamaan palveluitaan asiakkaille. (Lapinleimu, I. 2000, 29.)

Tulevaisuudessa suunnittelu tulee muuttumaan digitalisaation ja älykkäiden ohjelmistojen myötä. Nykyään kun organisaatio tavoittelee arvonlisäystä, on rutiinistöiden merkitys vähentynyt. Samalla ongelmien ratkaisutaito ja uudenlaisten tapojen kehittäminen on noussut tärkeään asemaan. Organisaation ydinosaminen, sen koordinointi ja kehitys ratkaisevat organisaation menestymisen tulevaisuuden markkinoilla. Organisaatiot pyrkivät keskittymään ydintoimintaansa, ulkoistamaan muita prosesseja ja etsimään ratkaisuja toiminnan tehostamiseen erilaisista ATK-ohjelmistoista. (Peltonen, A. 1997, 21.)

Prosessiteollisuudessa dokumentoidaan ja ylläpidetään valtavasti erilaisia dokumentteja ja piirustuksia liittyen prosessin toimintaan, joita käytetään apuna suunnittelutyössä. Esimerkiksi erilaisia putkistopiirustuksia on paljon, kuten PI-kaavioita, virtauskaavioita ja isometrejä. Dokumentit kertovat tarkalleen esimerkiksi putkiston rakenteen ja materiaaluokat, sekä kirjallisissa luetteloissa, että putkistokaavioissa, layout kuvissa ja isometreissä.

Putkisto on iso toiminnallinen kokonaisuus, jonka avulla on tarkoitus siirtää nestettä tai kaasua kahden eri kohteen välillä. Jos putkisto vaatii lämmitystä, siirretään aineeseen myös sitoutunutta energiaa. Putkistoon kuuluu paljon erilaisia komponentteja, kuten eri putkenosia, pumppuja, venttiilejä, automaatiovarusteita ja kannakkeita. Prosessiteollisuuden putkiston toiminnan säätämiseen ja seu-

rantaan liittyy todella paljon automatiikkaa, jota on lähivuosina kehitetty paljon.  
(Heikkilä, M. 2001, 255.)

Putkisto on monimutkainen kokonaisuus, joka sisältää usein myös monenlaisia turvallisuusriskejä esimerkiksi erilaisten prosessien ja kemikaalien vuoksi. Putkiston luotettava toiminta on erittäin tärkeää prosessiturvallisuuden kannalta. Jotta putkistoa ja prosessilaitoksen toimintaa voidaan ylläpitää, tulee viat huomata ja korjata. Kunnossapito vaatii suunnittelutyötä, eli aina ei tarvitse rakentaa mitään uutta, kun tarvitaan suunnitteluorganisaation palveluita. Suunnittelun vieminen alusta loppuun tehokkaasti ja kannattavasti, mutta niin, että saadaan aikaan turvallinen laitos, on helpompaa, jos esimerkiksi dokumentaatio on luotettavaa ja paikkaansa pitävää. Vaikka dokumentteja on paljon, tulisi näitä pystyä ylläpitämään huolellisesti niin, että eri prosessien tiedot ovat hyvin hallinnassa. (Heikkilä, M. 2001, 255.)

Tietokoneavusteinen suunnittelu helpottaa valtavasti suunnittelutyötä ja nykypäivänä onkin markkinoille kehitetty todella paljon erilaisia ohjelmistoja. Integroidut ja viisaat suunnitteluohjelmat helpottava putkistokaavioiden ylläpitoa ja dokumentaation hallintaa sekä mahdollistaa lukuisten eri piirrosmerkkien hallintaa, käyttöä ja muokkausta kehittyneemmillä menetelmillä. (Heikkilä, M. 2001, 255.)

## 5.2 Prosessisuunnittelu

Prosessilla tarkoitetaan fysikaalista tai kemiallista tapahtumaa tai tapahtumasarjaa. Esimerkiksi fysikaaliseksi voidaan kutsua, kun kuumennetaan vettä 100 asteeseen, muuttuu se höyryksi. Kyseessä on nestemäisen olotilan muuttuminen kaasumaiseksi tai kun esimerkiksi pöly erotetaan kaasuista. Kemiallinen reaktio on kyseessä, kun aineista ja niiden reaktiosta syntyy kokonaan uusia aineita. Esimerkiksi, kun vety reagoi typen kanssa isossa paineessa, syntyy tästä katalyytin vaikutuksesta ammoniakkaa. Kemiallisessa reaktiossa materiaalin fysikaalinen luonne sekä myös kemiallinen koostumus muuttuvat. Prosessitekniikassa tätä hyödynnetään eri prosesseihin ja prosessilaitteistoihin. Tähän tarvitaan kemiaa, fysiikkaa ja luonnontieteitä. Näin materiaaleista jalostetaan valmiita tuotteita tai aineita, joita jatkojalostetaan. Prosessitekniikkaa hyödyntävää teollisuutta kutsutaan prosessiteollisuudeksi. (Pihkala, J. 2011, 10.)

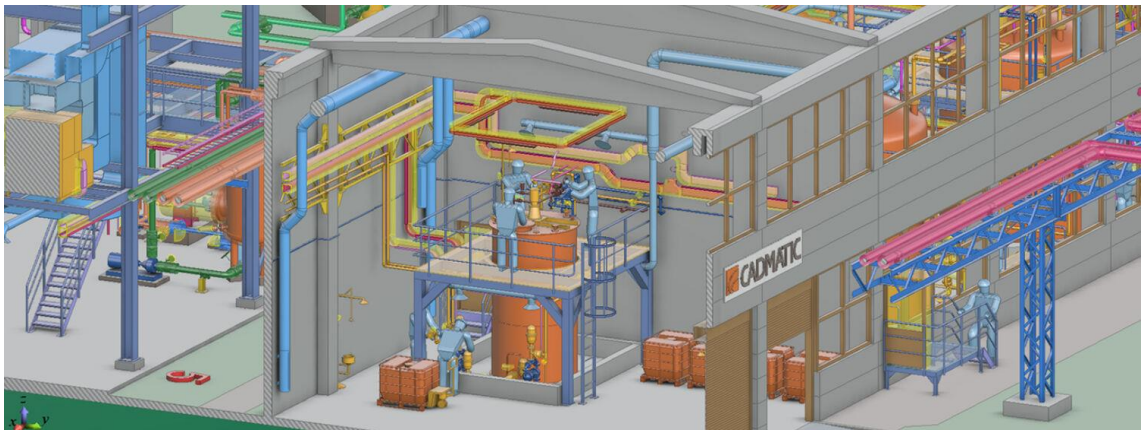
Tuotantoprosessit koostuvat yksikköoperaatioista, joiden avulla voidaan saada järjestelmä toimivaksi teollisuuden valmistamismenetelmäksi, kuten esimerkiksi rikkihapon valmistus. (Pihkala, J. 2011, 12.) Tuottavalla tehtaalla tarkoitetaan organisaatiota, joka on keskittynyt toimiviin prosesseihin, kehittyvän valmistuksen periaatteisiin, muuttuvaan yrityskulttuuriin, ideaaliprosesseihin ja tehtaan optimaaliseen toimintaan, yhteiseen tuloksetekoon ja verkostoitumiseen, tuoteistamiseen, valmistamiseen, markkinointiin, jakeluun, toimintoperusteiseen kustannuslaskentaan, tuotteen hinnan määrittämiseen, arvonnäytteen ja turvien toimintojen karsimiseen, toimivan tiimin muodostamiseen sekä koko tehtaan organisaation kehittämiseen. Tämä kaikki lähtee liikenteeseen tehtaan ydinosaamisesta ja sujuvilla prosesseilla on tarkoitus saada tehtaan tuottavuus mahdollisimman kannattavaksi. (Peltonen, A. 1997, 8.)

Prosessisuunnittelussa on tärkeää, että organisaatio osaa ratkaista ongelmia. Suunnittelun avulla pyritään löytämään uudenlaisia ja tehokkaampia tapoja tehdä asioita tai korjata mahdollisia ongelmia. Ongelmia ratkaistaessa yhdistetään erilaista tietoa keskenään ainutlaatuisella tavalla ja tämän avulla pyritään saamaan parhaat mahdolliset ratkaisut suunnittelun tueksi. Suunnittelussa tarvitaan tarkkaa informaatiota siitä, kuinka eri laitteet toimivat koko prosessikokonaisuudessa. Tämä olemassa oleva tieto on muunnettava suunnitelmaksi, jonka avulla aletaan tehdä muutoksia, joiden avulla pyritään saavuttamaan asetettuja tavoitteita ja haluttuja tuloksia. (Peltonen, A. 1997, 9.)

Prosessisuunnittelun ongelmia ratkaistaessa tarvitaan tietoa, tekniikkaa ja erilaisia taitoja, joiden avulla lähdetään ratkaisemaan erilaisia tunnistettuja ongelmia. Prosessisuunnittelussa on tunnettava erilaisia teknologioita ja projektikokonaisuus, jotta pystytään kartoittamaan mahdollisuudet ja yhdistämään oikeat tiedot ongelman ratkaisemiseksi. On myös löydettävä oikeanlaiset ihmiset ja työkalut näiden kehitysideoiden toteuttamiseen. Kun esimerkiksi tehtaan toimintaa lähdetään kehittämään, lähdetään liikkeelle aina sisäisellä muutoksella, jonka avulla pyritään saavuttamaan tavoitteet henkilöstön voimin. (Peltonen, A. 1997, 10.)

Hyvän suunnittelun lähtökohtana on, että prosessilaitoksessa saadaan aikaiseksi merkittäviä tuloksen parantumista tekemällä nykyisillä resursseilla ja laitteilla entistä parempaa laatua. Tehokkaampaa ei ole leikata vain nykyisiä kustannuksia, vaan on tärkeää noudattaa suunnittelussakin jatkuvan parantamisen mallia, jotta voidaan tehdä organisaation toiminnasta entistä tehokkaampaa tulevaisuudessa sekä ylläpitää jo nykyisiä olemassa olevia laitteita. (Laine, H. 2010, 253.)

Nykypäivänä prosessilaitokset ylläpitävät 3D-tehdasmallia, jonka avulla voidaan tehdä esimerkiksi eri prosessien putkistosuunnittelua. Vaikka teknologia on kehittynyt, on silti tärkeää, että suunnittelija vierailee myös paikan päällä, jotta saa tarpeeksi kattavat tiedot suunniteltavasta alueesta. Vaikka 3D-tehdasmallia pyritään tekemään mahdollisimman oikeelliseksi, se ei anna silti välttämättä täysin oikeellista kuvaa työn alla olevasta alueesta. Alueella vierailun avulla voidaan ehkäistä turhat virheet ja riskit, sekä säästää aikaa ja rahaa. Alla olevassa kuvassa 1. (Cadmatic 2023) on esimerkki siitä, millaiselta tehtaan 3D-malli voi näyttää. 3D-malliin on tarkoitus visuaalisesti mallintaa prosessitehdas ympäristöineen mahdollisimman realistisesti.



Kuva 1. Esimerkki tehtaan 3D-mallista. (Cadmatic [www-sivut](http://www.cadmatic.com), 2023.)

Tehtaan sisällä on monia eri prosesseja, jolloin myös on hyvin monenlaisia eri suunnittelutöitä. Alla olevassa kuviossa 13. käy ilmi, kuinka eri laitossuunnitte-

lun osa-alueet jakautuvat pääsääntöisesti. Kuvasta voi huomata, että putkistosuunnittelu on hyvin isossa roolissa prosessiteollisuudessa.



Kuvio 13. Arvio laitossuunnittelun jakautumisesta. (Kesti, M. 1992, 13)

### 5.3 Putkistosuunnittelu

Putkistosuunnittelu on iso osa tehtaan suunnitteluprosessia. Putkistojen avulla yhdistetään tehtaan paineellisia järjestelmän osia, kuten säiliöitä, kattiloita ja erilaisia pumppuja. Putkiston avulla siirretään erilaisia virtaavia aineita prosesseissa ja nämä aineet voivat erota toisistaan paljonkin. Aineet voivat olla esimerkiksi kemikaaleja, höyryjä tai vaikka vettä. Aineet ovat eri olomuodoissa, poikkeavat lämpötilaltaan sekä muilta ominaisuuksiltaan, jonka vuoksi putkistosuunnittelussa on otettava huomioon monta erilaista tekijää, jotta prosessi voidaan suunnitella tehokkaasti ja turvallisesti. Näistä ominaisuuksista ja prosesseista riippuen myös putkiston paine eroaa toisistaan, joka on otettava huomioon suunnitteluprosessissa. Putkistosuunnittelua koskee myös tarkat viranomaisvaatimukset, sekä lait ja eri standardit. Vaatimuksia on vuosien saatossa ko-

vennettu, koska esimerkiksi työturvallisuuteen ollaan haluttu panostaa entistä enemmän. Putkistosuunnittelu on monen eri muuttujan vuoksi vaativaa, jonka vuoksi oikea dokumentaatio on erittäin tärkeää. (Hämäläinen, J. 2005, 1.)

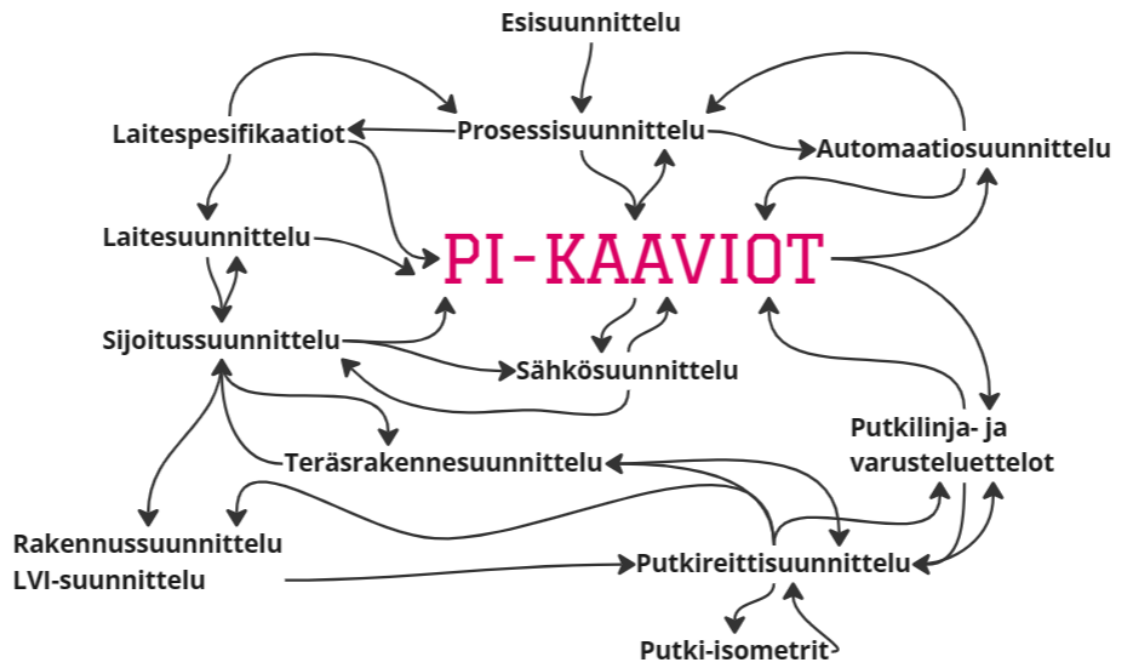


Lisäksi esimerkiksi dokumentointivaatimukset ovat tarkentuneet. Putkistosuunnittelulle rajoitteita asettaa myös tehtaan omat sekä tietyn prosessin vaatimukset. Suunnittelijan päätehtävänä on luoda toimiva ja tehokas prosessi mahdollisimman kustannustehokkaasti, mutta kuitenkin niin, että se täyttää vaaditut toiminta- ja turvallisuuskriteerit. Putkistosuunnittelu toteutetaan erilaisten 2D- ja 3D-suunnitteluohjelmistojen avulla. (Hämäläinen, J. 2005, 1.)

Putkistot ovat lainsäädännössä erotettu omaksi ryhmäksi, jonka vuoksi putkistosuunnittelussa ja putkien valmistuksessa on huomioitava kyseiset määräykset. Tähän vaikuttaa esimerkiksi paineluokka ja putkessa virtaava aine. Putken valmistajalta saatetaan vaatia valmistuslupaa ja valmistuksen valvojaa. Putkistot, jotka ovat lainsäädännön alaisuudessa on saatava valvontaviranomaisen hyväksyntä. Tämä tarkoittaa, että putkistolla on oltava rakennesuunnitelma lujuuslaskelmineen ja erillisin piirustuksineen. (Kesti, M. 1992, 124-125.) Putkistomateriaalille vaaditaan myös normaalisti materiaalitodistus, jolla varmistetaan materiaalin laatu ja taataan, että se soveltuu käyttötarkoitukseensa. (Kesti, M. 1992, 46.)

Prosessiteollisuudessa putkistosuunnittelun tavoitteena on tuottaa toimiva putkistosysteemi, jonka avulla eri prosessit saadaan toimimaan niin, että tarvittavat virtausaineet pystytään kuljettamaan laitteelta toiselle tai esimerkiksi eri tuotantoyksikön tai varaston välillä. Laitossuunnittelulla tarkoitetaan prosessilaitoksen kokonaisvaltaista suunnittelua, jonka tavoitteena on toimiva prosessilaitos. Prosessilaitos on tuotantolaitos, jonka raaka-aineet muuttuvat eri vaiheiden mukaan niin, että lopputuote poikkeaa paljonkin itse raaka-aineista. Laitossuunnittelulle on ilmeistä informaation suuri määrä ja isot prosessi- ja suunnittelukokonaisuuudet. Putkistosuunnittelu on yksi isoin osa-alue prosessisuunnittelussa. Laitossuunnitteluun kuuluu putkistosuunnittelun ohella layoutsuunnittelu, prosessisuunnittelu, laitesuunnittelu, teräsrakennesuunnittelu, automaatio suunnittelu, sähkösuunnittelu, rakennussuunnittelu ja LVI-suunnittelu. (Kesti, M. 1992, 12.)

Kuten alla olevasta kuvasta voi päätellä, niin suunnittelussa todella monet asiat vaikuttavat toisiinsa. Näin ollen on todella haastavaa ylläpitää dokumentointia ja hallita prosessien tietojen oikeellisuutta tai suunnittelun täsmällisyyttä. Kun yksi asia muuttuu, muuttaa tämä usein suunnittelussa jotain toista osa-aluetta. Tai jos esimerkiksi yhtä dokumenttia päivitetään, tulee päivittymään luultavasti monta muutakin dokumenttia. Integroitujen ohjelmien avulla tämän ylläpito on helpompaa, koska prosessien kokonaisuuksiin päästään helpommin käsiksi. PI-kaaviolla tarkoitetaan putkistokaaviota, ja alla olevassa kuviossa 14. on esitetty, kuinka moneen eri asiaan PI-kaavio prosessiteollisuudessa liittyy. Isometrillä tarkoitetaan kuvaa tietyistä putkenosasta, jossa on tarkemmin esitetty mittatiedot ja putkessa esiintyvät laitteet sekä varusteet. (Kesti, M. 1992.)



Kuvio 14. Laitossuunnittelun informaation tiedonkulku. (Kesti, M. 1992, 12.)

Putkistosuunnittelussa ennen perussuunnittelua tehdään esisuunnittelu, jossa selvitetään investointi- ja käyttökustannukset. Eisuunnittelussa tehdään tutkimustyötä, tehdään virtauskaaviot ja testataan toimintaa prosessiolosuhteissa. Kun riittävä varmuus saadaan, että suunnitelma toimii, voidaan tehdä hankearvio ja tutkia projektin kannattavuutta. Jos esisuunnittelu toimii ja hankearviosta saadaan kannattava, voidaan sen pohjalta tehdä investointipäätös ja aloittaa perussuunnittelu. Perussuunnittelussa tarvitaan tilavaraukset prosessilaitoksen layouttiin, alustava virtauskaavio, josta tulee ilmi putkikokoarviot, linjamääräarviot, varustemääräarviot, alustavat putkimateriaalivalinnat sekä selvitys muista prosesseista ja järjestelmistä, joihin suunniteltava alue tulee liittymään. Lisäksi tarvitaan alustavat työmääräarviot, sekä kustannusarvion tekeminen. (Kesti, M. 1992, 19.)

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös tehdaskoordinaatisto, kerroskorot, laitteiden sijoitukset, putkiston, sähköistyksen, instrumentoinnin, LVI:n, hoitotilojen ja kunnossapidon tilavaraukset, sekä hätäuloskulkuväylien ja hätäsuihkujen sijainnit. Detaljisuunnittelussa kootaan perussuunnitteluvaiheessa koottu tieto ja tehdään lopulliset valinnat esimerkiksi laitteiden suhteen, sekä mitoitetaan putkistot oikeaan kokoon niin, että ne mahtuvat sinne, minne niitä ollaan rakentamassa. Detaljivaihetta voidaan kutsua myös toteuttavaksi suunnitteluksi, koska tässä vaiheessa perussuunnittelun tiedot laitetaan spesifiseen muotoon. Tehdyn dokumentaation avulla putkisto laitteineen hankitaan ja lopulta asennetaan paikoilleen. Putkistosuunnittelussa tarvitaan seuraavat lähtöarvot, jotta detaljisuunnittelu voidaan toteuttaa: Virtauskaavio, alustava PI-kaavio, putkiston suunnitteluohje ja -standardi, virtaavien aineiden tiedot ja lujuuslaskentaa vaativien linjojen lisätiedot. (Kesti, M. 1992, 21.)

Putkistokaavioissa näytetään putket- ja putkivarusteet, kuten putket ja putkikanakkeet, liittimet ja tiivisteet, venttiilit, lämpösaatot, lauhteenpoistimet, -nostimet ja suodattimet. Niissä kerrotaan nesteen ja kaasun kuljetus putkistoissa, eli näytetään pumput, kompressorit, puhaltimet ja tyhjiöpumput. Lisäksi näytetään kiinteiden aineiden kuljetus, eli kuljettimet ja siirtimet. (Pihkala, J. 2011, 12.)

Instrumentointipositioita voi putkistosuunnittelussa olla esimerkiksi paineen mittausta, lämpötilan mittausta, virtauksen ja määrän mittausta, pinnankorkeuden mittausta, tiheyden mittausta, viskositeetin mittausta, sakeuden mittausta, kosteuden mittausta, nesteiden sähkökemialliset mittaukset, kaasuanalyysit, voiman mittausta, nopeuden mittausta ja asennonmittaus. Kaikille positioille on oma standardisoitu symboli. (Pihkala, J. 2011, 13.)

Alla olevassa kuvassa 2. (Speweld 2023) näkee esimerkin siitä, kuinka paljon prosessilaitos voi sisältää erilaista putkistoa, jossa voi esimerkiksi liikkua vaarallista kemikaalia.



Kuva 2. Esimerkki siitä, kuinka paljon prosessilaitos voi sisältää erilaista putkistoa. (Speweld [www-sivut](#), 2023.)

Kemikaalit ja putkistojen sekä eri prosessien määrä tuo omat haasteensa esimerkiksi suunnitteluun tai ihan päivittäiseen toimintaan. Tämä saattaa yllättää sellaiset ihmiset, jotka eivät ole prosessiteollisuuden kanssa ennen olleet tekemisissä. Putkistoja ja erilaisia prosesseja on paljon, jolloin myös ylläpidettävää tietoa ja informaatiota on todella paljon. Tämän vuoksi esimerkiksi dokumentaationhallinta on haastavaa, jotta voidaan panostaa oikeelliseen ja luotettavaan tietoon. Koko prosessin hallinnalla on valtava merkitys esimerkiksi työturvallisuuden ja prosessilaitoksen turvallisen operoimisen kannalta. On tiedettävä mikä putki kulkee missäkin, mitä materiaalia putkessa menee, millä paineella, mikä on lämpötila ja esimerkiksi mitä materiaalia kyseinen putki on. Hallittavaa informaatiota on valtavasti, jonka vuoksi älyteknologia ja data-analytiikka on tuonut helpotusta esimerkiksi prosessi- ja putkistosuunnitteluun, sekä työturvallisuuden koordinointiin ja suunnitteluun.

Nykypäivänä putkistosuunnittelun tehokkuutta ollaan parannettu teknologian kehittymisen avulla, sillä käytössä on paljon erilaista älyteknologiaa, jota voidaan hyödyntää integroimalla suunnitteluohjelma muiden ohjelmistojen kanssa, jolloin prosessit saadaan pidettyä entistä tehokkaampana tuottaen tarkempaa ja informatiivisempaa dataa. Dataa voidaan analysoida kattavasti data-analytiikan avulla tehtaan tarpeiden mukaisesti, jolloin prosesseja saadaan tehostettua ja toimintaa kehitettyä kustannustehokkaammaksi. Lähtötietoina putkistosuunnittelussa käytetään PI-kaavioita, putkilinja- ja venttiililuetteloita. PI-kaavioista selviää yleissilmäys prosessista, prosessiin kohdistuvat putkilinjat, virtaussuunta, prosessiin kuuluvat laitteet ja automaatiovarusteet, kuten esimerkiksi pinnanmittaus- ja paineanturit. PI-kaavioista selviää myös laitteiden- ja varusteiden tunnuksat, sekä putkilinjojen linjatunnukset. Putkilinjaluettelosta selviää esimerkiksi putkiston koko, virtaava aine, materiaaliluokka, putkilinjatunnukset, käyttö- ja suunnittelupaine. Venttiililuettelosta tulee ilmi käytetty venttiilityyppi, koko, paine ja missä linjassa tämä sijaitsee.

On tärkeää, että saatavilla olevan dokumentaation ja 3D –mallin lisäksi suunnittelija käy tehtaalla katsomassa layoutin ennen suunnittelun aloittamista, jotta osaa ottaa varmasti kaikki tarvittavat asiat huomioon ennen töiden aloittamista. Tämä tulee usein halvemmaksi, sillä 3D mallista on voinut esimerkiksi jäädä pois jokin tärkeä lähtötieto, kuten esimerkiksi rakennusta kannatteleva pilari, jota ei voi lähteä siirtämään. Jos muutokset huomataan, kun suunnittelu on jo valmis ja työt aloitettu, tulee tämä aina kalliimmaksi verrattuna, että jos suunnitelmaa pystytään muokkaamaan jo alkuvaiheessa. Onnistuneen ja kustannustehokkaan suunnittelun toteutumisen vuoksi on tärkeää, että dokumentaatio on ajan tasalla ja tarpeeksi informatiivista. Jos lähtötiedot ovat puutteellisia, on suunnittelua hankalaa lähteä viemään eteenpäin ja ylimääräiseen selvittelytyöhön menee aina ylimääräisiä resursseja. Ylimääräisen ajan ja rahan käyttäminen vaikuttaa suoraan tehtaan kustannuksiin ja näin toiminnan kannattavuuteen.

## 6 ÄLYKÄS PI-KAAVIO

### 6.1 Mikä on PI-kaavio?

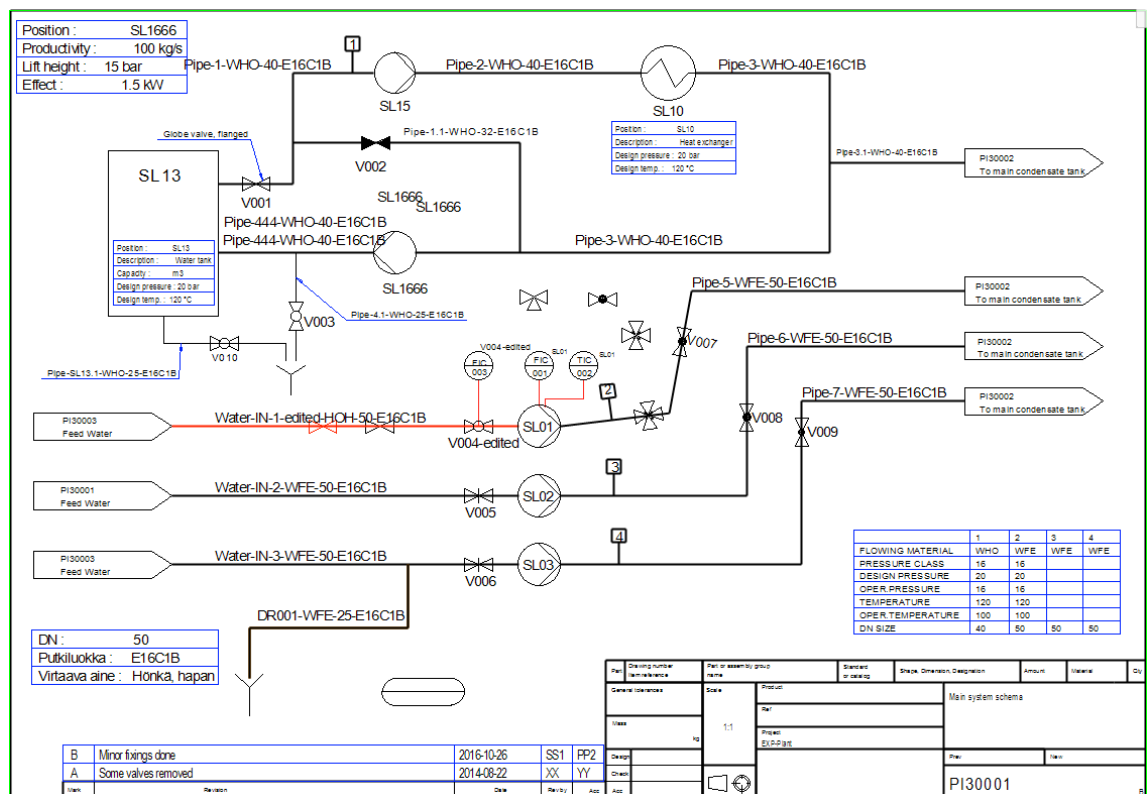
PI-kaaviolla tarkoitetaan putkistokaaviota, jossa putkistot ja instrumentoinnit ovat esitetty kaaviomuodossa. Se antaa tiedon prosessissa käytetyistä ohjaus- ja mittaustoiminnoista, jolloin näistä varusteista puhutaan sanalla instrumentointi, joka liittyy usein automaatioon. Usein kaavioalue on rajattu esimerkiksi prosessin tai virtaavan aineen mukaan, jotta kaavioiden tulkitseminen pysyisi mahdollisimman helppolukuisena. PI-kaavioissa esitetään putkiston ja instrumentoinnin lisäksi esimerkiksi prosessilaitteet ja erilaiset koneet. Putkistokaavioiden lisäksi usein ylläpidetään erillistä venttiili- ja laiteluetteloja, jossa kaikki tarpeelliset tiedot ovat lueteltu tekstimuodossa. Kun putkistokaavioon tehdään muutos, tulee tämä muistaa päivittää myös muuhun dokumentaatioaineistoon, kuten venttiili- ja laiteluetteloihin. (Harju, P. 2007, 130.)

Putkistokaavioiden piirtämistä on ohjattu erilaisin standardein. Koneet, laitteet ja varusteet esitetään erilaisin symbolein, jotka ovat määritellyt standardeihin, jotta prosessiteollisuus voi käyttää putkistokaavioissaan yhteneväisiä symboleja. Laitteiden tietoja voidaan täydentää vielä tekstillä lisäämällä esimerkiksi säiliön tunnus ja tilavuus. Tekstin lisäämisen mahdollisuus on kuitenkin rajattu, koska putkistokaaviot ovat usein jo valmiiksi liian ahtaita, eikä näin ollen ylimääräistä informaatiota juuri mahdu ilman, että niiden luettavuus ei kärsisi. PI-kaaviossa tulee esittää mahdollisimman selkeästi, mutta kattavasti prosessin laitteet, putkistot, putkivarusteet, haaroitukset ja supistukset, instrumentit ja muut komponentit. PI-kaaviosta tulee selvittää niiden sijainti toisiinsa nähden ja siitä tulee saada selville perustiedot liittyen putkistoon, instrumentointiin ja näiden sähköistykseen. (Harju, P. 2007, 132.)

PI-kaavion tarkoituksena on antaa mahdollisimman selkeä ja ajan tasalla oleva informaatio tehtaan prosesseista. On tärkeää, että putkistokaaviot pidetään päivitettyinä, sillä vanha tieto on organisaatiolle turvallisuusriski. Kaaviot auttavat esimerkiksi ymmärtämään, kuinka prosessit ovat riippuvaisia toisistaan, proses-

sin kokonaiskuvan ja niitä voidaan käyttää apuna esimerkiksi suunnittelutyössä ja erilaisissa kustannusarvioissa. (Harju, P. 2007, 133.)

PI-kaavion avulla laitteiden ja koko prosessin hallinnoiminen on helpompaa. Suunnittelutöiden lisäksi kaavioista on apua esimerkiksi kunnossapito- ja muutostöissä, sekä prosessin ohjaamisessa ja erilaisissa riskianalyseissä. PI-kaavio lyhenne pohjautuu englannin kielen sanoihin Piping & Instrumentation diagram (*P&I Diagram, PID*). On asetettu lakeja ja säädöksiä, mitä kaikkea PI-kaavioiden tulee kattaa, sillä niiden hallinnointia ja ylläpitoa seuraa myös viranomaiset. (Tukes www-sivut 2023, www.tukes.fi) Kuvassa 3. on esitetty miltä PI-kaavio näyttää (Vertex 2023).



Kuva 3. Esimerkki PI-kaaviosta (Vertex www-sivut – Tuotedokumentaatio, 2023)



PI-kaavion tavoitteena on antaa tiedot prosessin teknisistä ratkaisuksista ja esittää prosessin eteneminen. Se antaa perustiedot putkiston isometriä laatimista varten sekä myös taso- ja leikkauspiirustuksia varten. PI-kaavio on pohjana laitteiden jatkosuunnittelulle ja kehitystyölle ja sen avulla tarkennetaan laitetietoja. Putkistokaavio on tarkoitus olla suunnittelu-, kunnossapito-, asennus- ja käyttöhenkilöstön käytettävissä niin, että he voivat perehtyä prosessin toimintaan ja käyttää PI-kaaviota apuna osana prosessin käyttöohjetta, sekä tämän avulla tarkentaa eri instrumenttietoja. (Kesti, M. 1992, 24.) Putkistokaaviossa jokaisella laitteella ja symbolilla on oma tarkoituksensa, joka tekee piirustuksesta yksiselitteisen. Symbolit ovat standardisoitu. (Harju, P. 2007, 136.)

PI-kaavioita hyödyntävät monet eri sidosryhmät yhden prosessilaitoksen sisällä, kuten kunnossapito, suunnittelu ja projektityöntekijät. Näin ollen yksikin väärä tieto väärässä paikassa voi vaikuttaa moneen eri asiaan, kuten projektien onnistumiseen ja työturvallisuuteen. Myös eri putkistokaaviorevisioiden hallussapito on mahdollista (esimerkiksi tulostettu versio tai omalle työpöydälle tallennettu vanha versio), jolloin tieto ei ole välttämättä enää validia. Tämän vuoksi putkistokaaviot tulisi aina ottaa arkistointijärjestelmästä, jotta voidaan olla varmoja siitä, että käytetään viimeisintä versiota. Suurena kehityskohteena putkistokaavioiden ylläpidossa ja hallinnassa onkin se, että kuinka voidaan antaa henkilöstölle oikeanlaiset ohjeet, kuinka toimia ja valvoa, että jokainen toimii ohjeen mukaan, jolloin voidaan välttyä virheiltä ja ylimääräisiltä riskeiltä.

Kuten luvussa 2.1. käytiin läpi prosessijohtamista, on myös PI-kaavioiden kehittäminen liittyväinen prosessijohtamiseen. Tämän avulla esimerkiksi pyritään:

- yhdistämään erilliset toiminnot yhtenäisiksi, ns. lisäarvonluontiketjuiksi.
- lyhentämään aikaa, joka kuluu palveluiden tuottamiseen ja näin kokonaisaika pienenee.
- poistamaan toiminnan heikkouksia, päällekkäisyyksiä ja turhia resursseja vieviä työvaiheita.
- tehostamaan koko organisaation toimintaa, itsenäistämään prosessirooleja ja selkeyttämään vastuita.
- selkeyttämään tiedonkulkua ja fokuoimaan oikean dokumentaation tuottamiseen.

- parantamaan organisaation tehokkuutta tulevissa muutoksissa ja projekteissa.
- parantamaan organisaation valmiutta eri muutoksiin ymmärtämällä toimintojen välisiä yhteyksiä ja syy-seuraussuhteita.

(Laine, H. 2010, 147.)

## 6.2 Älykäs putkistokaavio

Älykkään PI-kaavion tarkoituksena on automatisoida sekä helpottaa yrityksen PI-kaavioiden ylläpitoa ja viestintää muiden ohjelmistojen ja osastojen välillä. Syitä kehittyneemmän ohjelman käyttöönottoon on esimerkiksi virheiden vähentäminen ja laadun varmistaminen, kilpailukyvyyn varmentaminen, alihankintaketjun tiivistäminen, tiedon hallinta, olemassa olevien järjestelmien toiminnan kehittäminen ja kustannusten vähentäminen. (Kettunen, S. 2002, 27.)

Erillisten järjestelmien hallinnoima tieto on usein päällekkäistä eri tietojärjestelmissä ja muutoksia tehdessä kaikkia muutoksia ei aina muisteta päivittää jokaiseen eri tiedostoon, joihin pitäisi. Tämä on kasvattanut tarvetta integroida ohjelmistoja keskenään. Näin tieto voidaan keskittää tiettyihin järjestelmiin, jotka kommunikoivat keskenään, eikä tietoa tarvitse muistaa päivittää moneen eri paikkaan. Nämä järjestelmät ovat yhteydessä toisiinsa siten, että tietojärjestelmät voivat hyödyntää tietoja ristiin keskenään. Järjestelmien integroiminen mahdollistaa tietojen käsittelyn automatisoinnin, tekoälyn käyttämisen ja data-analytiikan hyödyntämisen. Tietojärjestelmä voi ylettyä myös yrityksestä ulospäin, eli esimerkiksi eri yritysten suunnittelijat ja muut alihankkijat pystyvät hyödyntämään myös PI-kaavioita kyseisen ohjelman sisällä, joka helpottaa esimerkiksi suunnittelutyötä. Verkostoituminen ja sidosryhmien yhteistyön kehittäminen on johtanut siihen, että pitää pystyä vaihtamaan tehokkaasti tietoa myös eri yritysten välillä. (Kettunen, S. 2002, 21.)

Yritysten sisällä liikkuva tieto on kasvanut lähivuosina ja tietomassojen hallinta korostuu erityisesti, kun kyseessä on iso ja monimutkainen prosessilaitos. Yrityksen toiminnassa syntyy jatkuvasti uudenlaista informaatiota, joka on saatava

hallittua ja varastoitua tehokkaasti. Varastoinnissa on erityisen tärkeää se, että tieto on saatavilla helposti ja tehokkaasti. (Kettunen, S. 2002, 34.)

Aikaisempaan 2D-putkistokaavioon verrattuna suurin ero älykkäässä putkistokaaviossa on se, että se pitää paljon tietoa sisällään, joka on helpommin löydettävissä, käytettävissä ja hyödynnettävissä. 2D-putkistokaavioihin kaikki piti piirtää tai kirjoittaa manuaalisesti, kun 3D-putkistokaavion taustalle saa tallennettua paljon sellaista tietoa, mikä ei kuitenkaan näy itse putkistokaavion visuaalisessa ilmeessä ja mitä voidaan hallinnoida sekä tuottaa muiden järjestelmien avulla.

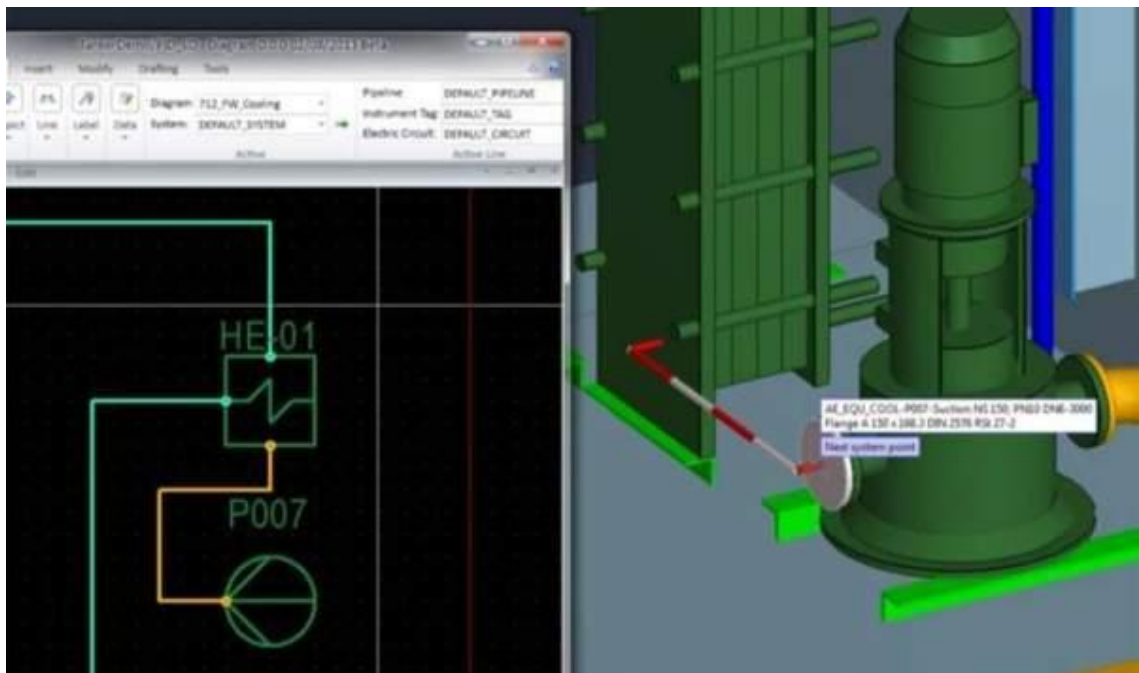
### **6.3 Älykäs putkistokaavio -ohjelma**

Älykkäällä PI-kaavio-ohjelmalla tarkoitetaan sellaista suunnitteluohjelmaa, jonka taakse on mahdollista tallentaa niin sanottua älykästä dataa. Älykäs PI-kaavio poikkeaa tavanomaisesta 2D-kaaviosta niin, että piirretyt putkilinjat, laitteet ja muut varusteet kätkevät taakseen tietoa, jota tavallisissa 2D-ohjelmissa on mahdoton tallentaa, ellei halua näitä käsin esimerkiksi kirjoittaa manuaalisesti. Putkistokaaviosta tulee kuitenkin helposti liian informatiivinen ja täyteen ahdettu. Tämän vuoksi putkistokaavion taustalle tallennettu älykäs data on erinomainen ratkaisu tiedon säilyttämiselle niin, että putkistokaavio kuitenkin ajaa päätehtävänsä, eli antaa yleissilmäyksen millainen prosessi on putkiston ja laitteiden suhteen ja se on siististi sekä pelkistetysti esitetty.

Älykkään putkistokaavion taakse tallennettua dataa on mahdollista kerätä ja analysoida, ja koska se on integroitu muihin ohjelmiin, on tämän vuoksi tiedon käsittelystä ja hyödyntämisestä mahdollista luoda entistä monipuolisempaa. Tietoa on helppo jatkojalostaa yrityksen omiin tarpeisiin. Integroitu PI-kaavio-ohjelma tarjoaa enemmän mahdollisuuksia yritykselle hyödyntää erilaisia tietoja eri prosesseissaan, jolloin esimerkiksi päällekkäisyydet eri järjestelmien kesken pienenee. Riittää, että tieto tallennetaan yhteen paikkaan, jolloin integroimisen vuoksi tieto tallentuu myös muihin linkitettyihin järjestelmiin. Kun eri ohjelmistot saadaan integroitua keskenään, tehostaa tämä työvaiheita, kun esimerkiksi dokumentaation etsimiseen ei mene niin kauan aikaa ja päästään heti käsiksi

kaikkeen informaatioon, mitä esimerkiksi kyseinen pumppu pitää sisällään tai mihin putkilinjaan se on liitetty.

Kuvassa 2. näkyy esimerkkinä Cadmaticin P&I Diagram ohjelma, jossa on vierekkäin itse PI-kaavion piirustusohjelma (vasemmalla) ja tehtaan 3D-malli (oikealla). PI-kaaviosta esimerkiksi pumppua P007 klikkaamalla pääsee suoraan siirtymään tehtaan 3D malliin ja näkemään, missä kohtaa tehdaslayoutia ja prosessia tämä pumppu sijaitsee. Jos ohjelmaan on vielä integroitu esimerkiksi dokumentointi, pääsee myös kyseiseen positioon liittyviin dokumentteihin käsiksi. Tämä helpottaa monen eri järjestelmän välillä seilaamista ja tekee suunnittelu- tai kunnossapitotöistä helpompia. Kokonaisuutta on helpompi hallita, kun ohjelmat ovat integroitu keskenään ja PI-kaaviot piirretty älykkääksi. Jos PI-kaavio ei olisi piirretty niin, että se kätkee taakseen viisasta dataa ei ohjelmistojen välisellä integraatiolla olisi mitään hyötyä, sillä tietoa ei löydettäisi eikä voitaisi hyödyntää. Kuvassa 4. ja 5. esitetään, millaista erilaista dataa ohjelman sisälle voidaan tallentaa ja linkittää putkistokaavioon, jota voi myös muut ohjelmat hyödyntää. (Vertex www-sivut, 2023)



Kuva 4. Esimerkki Cadmaticin P&I Diagram ohjelmasta. (Cadmatic www-sivut 2023)

Nimiketiedot 2)

3) Linjapostio Materiaali Luokka Koodi Metadata Lisää ruuvit

Linjapostio: PI EXP-P1 Laitepostio: PI

Koodi: Pipe-76.1x2.9-C1 Määrä: 1

Kuvaus: Putki Kulma/Pituus: 960

Materiaali: P235GH Paino: 4.994

Metatiedot: 76.1x2.9 Standardi: SFS-EN10216-2

Luokka: E16C1B Virtaava aine:

Lisätiedot: DN65

Toimittaja: PI Valm./Hinta:

Luokke: Päähymä: Kertavastus:

Kopioi 3D-mallista PI Kopioi PI-kaaviosta Lisää kokoonpanopuusta

1/1

7) OK Peruuta Ohje

LINJAPOSITION TIEDOT 4)

Sivu 1 | Sivua 2 |

PI Päivitä tiedot projektin PI-kaaviotiedoista Mallista osoittamalla Toisesta linjapostioista Toisesta projektista

Linjapostio: EXP-P1 Postio kuvaan: Putkiluokka: E16C1B

DN: 65 DN2: Paineluokka:

Halkaisija: 76.1 Seinämä: 2.9 Materiaali: P235GH

VKT Virtaava aine: Kotilävesi 5)

|                            | Min. bar | Max. bar |                | Min. °C | Max. °C        |
|----------------------------|----------|----------|----------------|---------|----------------|
| Suunn.paine:               |          |          | Tehys:         |         | Suunn.lämpöt.: |
| Käyttöaine:                |          |          | Vakosteetti:   |         | Käyttölämpöt.: |
| Koepaine:                  |          |          | Syöpmivara:    |         | As.lämpötila:  |
| Virtaus m <sup>3</sup> /h: |          |          | Molekyyliaine: |         | Kiintoaine %:  |

Maalaus: Eristystandardi: Tyypit Ts

Maadoitus: Eristyspakkaus: Saatto:

Mitä: Todistus: PED luokka:

Mihin: Kaavio: PED asäätö:

Kuvaus: Toimittaja: Hinta:

Huomautus:

Metadata

Aseta virtaava aine mallin komponentille Aseta materiaali linjaposition tiivistelle Selaa listana

6) OK Peruuta

Kuva 5. Esimerkki, kuinka yhden putkilinjan taakse voidaan tallentaa älykästä dataa paljon monipuolisemmin verrattuna esimerkiksi perus 2D AutoCAD-piirustukseen. (Vertex www-sivut, 2023. Vertex tuotedokumentaatio)

## 6.4 Käyttöönottoprosessi ja valmistumisvaihe

Kun ollaan ottamassa käyttöön uutta järjestelmää, on tärkeää, että käyttöönoton suunnitteluun varataan tarpeeksi aikaa. On ymmärrettävä, mitä muutoksella halutaan saavuttaa ja kuinka näihin tavoitteisiin olisi mahdollista päästä mahdollisimman tehokkaasti ja kannattavasti. Turhia projekteja ei kannata lähteä toteuttamaan, joten suunnitteluvaihe on todella tärkeä, jotta muutos palvelisi organisaation toimintaa mahdollisimman kattavasti tulevaisuutta ajatellen. Kehitystyötä aloittaessa on myös ymmärrettävä tulevaisuuden haasteet, eikä vain keskittyä nykyhetkeen. Tämän avulla mahdollistetaan pitkän tähtäimen päätökset ja linjaukset, jonka avulla voidaan valita oikeanlaiset kehitysprojektit, jotka palvelevat organisaation toimintaa myös tulevaisuudessa. Projekti on rajattava järkevästi, mutta ei kuitenkaan vain nykytilannetta palvelemaan – on ymmärrettävä, minkälaista kehitystä organisaatiolta vaaditaan myös tulevaisuudessa.

Tietojärjestelmän hankintaprojekti on suunniteltava ja valmistettava huolellisesti. Muuten on riskinä, että organisaatio menettää turhaan esimerkiksi aikaa tai rahaa projektin turhiin vaiheisiin. Tietojärjestelmää hankkiessa asiakasyrityksellä on oltava tehtynä vaatimusmäärittely, että mitä tämän tietojärjestelmän kanssa halutaan saavuttaa. (Kettunen, S. 2002, 65.)

Projektisuunnitelmaa tehdessä olisi tärkeää tietää seuraavat asiat:

- Projektin tarkoitus ja sen tavoitteet.
- Tarkoituksen ja tavoitteiden saavuttamisen kontrolloiminen ja mittaaminen.
- Taustat, oletukset projektin ympäristöstä ja muista olosuhteista.
- Tuotot ja muut hyödyt, kassavirta- ja investointilaskelmat.
- Rajaukset, mitä projekti sisältää ja mitä jätetään ulkopuolelle?
- Vastuuhenkilöt, roolit ja projektin organisointi.
- Päätöksen tekotavat, hyväksymiset, valtuudet ja näiden prosessit projektin aikana.
- Resurssit ja niiden varaaminen.
- Työmäärät ja kustannukset.
- Laadunvarmistus ja erilaiset katselmukset projektin aikana.
- Riskit ja niihin varautuminen.

- Dokumenttienhallinta ja muutoshallinta.
  - Viestintä ja tiedottaminen.
  - Raportointi ja seuranta.
- (Laamanen, K. 2005, 302.)

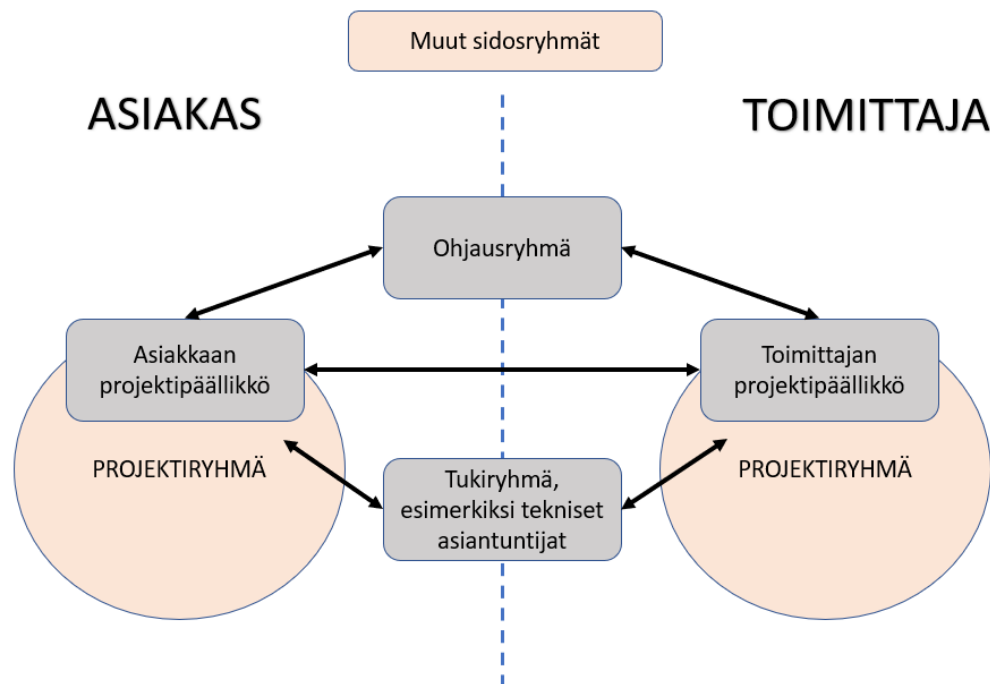
Projektin etenemistä on tärkeä seurata jatkuvasti ja tämän avulla kehittää toimintaa ja reagoida mahdollisiin ongelmiin. Kuviossa 15. näytetään kehitysprojektin tietotarpeita projektin eri vaiheissa. (Laamanen, K. 2005)



Kuvio 15. Kehitysprojektin tietotarpeita projektin eri vaiheissa. (Laamanen, K. 2005, 305.)

On itsestään selvää, että kaikki järjestelmän käyttöönottoon liittyvien kustannusten ja tuottojen vaikutukset tulee selvittää perusteellisesti ennen, kuin tehdään investoinnin mahdollinen toteuttamispäätös. Näin voidaan estää mahdolliset ongelmat mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. (Laine, H. 2010, 90.) Yrityksellä tulee olla selkeä toimiva prosessi, jossa strategiat muunnetaan operatiiviksi suunnitelmiksi ja tavoitteiksi. Näitä mitataan mittaristojen avulla ja näiden avulla analysoidaan, kuinka toimintaa voitaisiin edistää strategian toteutumiseksi. Tärkeää siis on päämäärien asettaminen, niiden toteutumisen edellytysten luominen ja tavoiteasetanta. (Laine, H. 2010, 98.)

Kehittämiprojektia eteenpäin viedessä on tärkeää analysoida nykytilanne, asettaa kehitystavoitteet ja mitata sekä antaa palautetta. (Laine, H. 2010, 114) Ohjelmistojen toimittajat tulee arvioida ja kartoittaa, jotta voidaan valita ohjelmistotuottaja, jonka tarjoama palvelu ja tuote vastaavat parhaiten juuri oman yrityksen tarpeita. Toimittajan on oltava myös luotettava ja heidän oman liiketoimintansa sekä projektinhallintakyvyt ovat oltava kunnossa. Toimittajat tulee arvioida sekä liiketoiminnallisesta, että teknisestä näkökulmasta. Tärkeää on, että valitun ohjelmiston tekniset ominaisuudet riittävät kattamaan yrityksen haluamat muutostarpeet. (McConnell, S. 2002, 497.) Kuviossa 16. näkyy tavanomainen esimerkki projektiorganisaatiosta, joka koostuu sekä asiakkaan, että toimittajan projektiryhmistä. (Haikala, I. ym. 2011)



Kuvio 16. Tavanomainen esimerkki projektiorganisaatiosta. (Haikala, I. ym. 2011, 154.)

Projektin edetessä on tärkeää tehdä kriittinen polku, mitkä työvaiheet ovat tehtävä ensin ja ovat projektin onnistumisen kannalta tärkeimpiä. Tämän jälkeen voidaan alkaa tehdä hienosäätöä ja täyttää sellaisia informaatioita ja dataa, mitkä eivät ole avainasemassa ohjelman tai organisaation toiminnan kannalta. On myös selkeää, että projektin aikana tulee niitä osa-alueita, joita halutaan muo-



kata tai kehittää toiminnaltaan erilaiseksi, kun huomataan, että tämä osio ohjelmasta ei palvelekaan organisaatiota tarpeeksi hyvin. (Laine, H. 2010, 139.)

Johdon on huolehdittava, että yrityksessä on osaavia ammattilaisia, jotka voivat osallistua projektin läpiviemiseen. Projektiin osallistuvilla henkilöillä on oltava valmiudet uudistamisen läpivientiin tai jos ei ole, heille on annettava koulutusta ja tukea, jotta he voivat selviytyä järjestelmän käyttöönotosta tavoitteet saavuttaen.

Projektin läpivienti vaatii kärsivällisyyttä ja sitoutumista, sillä käyttöönottovaihe voi kestää pitkäänkin. Aikataulu uuden ohjelman käyttöönotolle on syytä luoda ja pyrkiä pitämään projekti aikataulussa. Yrityksen tulisi löytää henkilöstön kyvykkyudet, joita voivat projektissa hyödyntää, sekä ymmärtää milta osin toimintaa lähdetään kehittämään ja kuinka se tulee toteuttaa, jotta asetetut tavoitteet saavutetaan. Uuden järjestelmän käyttöönotto vaatii myös IT-osaston tukea, sekä vakiintuneita käyttäntöjä. (Salmela, H., ym. 2020, 6.)

On tärkeää, että ohjelmiston käyttöönottoprojektille asetetaan myös välitavoitteita, jotta voidaan seurata aikataulun ja koko projektin etenemistä. Välitavoitteiden tulee olla realistisia pienempiä askeleita itse päätavoitteen saavuttamiseen. Edistymistä tulee seurata säännöllisesti ja jos jostain syystä jäädään aikataulusta jälkeen, on tärkeä ymmärtää juurisyyt ja tehdä muutoksia toimintamalleihin, jotta tavoitteet voitaisiin edelleen saavuttaa aikataulussa. Riskien- ja muutoksenhallinta on tärkeässä asemassa projektin läpiviemisessä onnistuneesti loppuun asti. Riskit tulee tunnistaa ja niitä pitää pystyä hallitsemaan, jotta ne eivät toteutuisi. Välitavoitteiden ja jatkuvan seurannan avulla voidaan reagoida ajoissa, jos projekti lähtee väärille raiteille. (McConnell, S. 2002, 484-488.)

Usein toimintajärjestelmän implementointi yrityksen käyttöön vaatii toimittajalta työtä ohjelmiston räätälöimiseksi juuri yritykselle sopivaksi. Ohjelmistosta on saatava hyvä juuri kyseisen yrityksen käyttöympäristöön. Tämän vuoksi on osittain hankala vetää rajaa ohjelmiston ja projektityön välillä, sillä projekti tulee luultavasti sisältämään otteita molemmista. Usein koko järjestelmää ei tarvitse rakentaa alusta asti, vaan se rakennetaan asiakkaan tarpeisiin niin sanotuista

valmiista ohjelmistokomponenteista. Näin saadaan rakennettua yritykselle joustava ja räätälöity toimintajärjestelmä, joka kattaa kaikki ne tarpeet, joita yritys toimintajärjestelmältä vaatii. (Kettunen, S. 2002, 38.)

Yksi haastavimmista tietojärjestelmäprojekteista on se, että otetaan kokonaan uusi ohjelma käyttöön, joka tulee korvaamaan kokonaan vanhan järjestelmän. Haasteena on yrityksen toiminnan jatkuvuuden varmentaminen silloin, kun uutta järjestelmää ollaan ottamassa käyttöön ja vanhaa aletaan ajaa alas. (Kettunen, S. 2002, 34.)

Vaatimustenmäärittely on tehtävä kunnolla projektia käynnistäessä, jotta tiedetään mitä kaikkea ohjelmiston tulee pitää sisällään, jotta se toimii parhaalla mahdollisella tavalla. On myös kartoitettava ohjelman käyttäjät ja eri prosessit, jotta tiedetään, mitä vaatimuksia heillä ohjelman toiminnan kannalta on. Hyvällä vaatimustenmäärittelyllä voidaan taata myös onnistuneesti mennyt projekti, sillä jos vaatimustenmäärittelyä ei tehdä huolellisesti, tulee projektin aikana tulemaan paljon erilaisia muutoksia, kun huomataan, että jokin ominaisuus ei tule toimimaan tai puuttuu kokonaan. (Kettunen, S. 2002, 40-41.)

Yhtenä syynä on myös se, että usein organisaatiossa tehdään samat asiat monella eri tavalla ihmisestä riippuen. Tämän vuoksi on tärkeää, että nämä eri toimintamallit tulevat tutuksi ja projektin alkuvaiheessa, jonka jälkeen voidaan luoda yhteiset pelisäännöt, kuinka uuden ohjelman kanssa tullaan toimimaan. Lopputulos tulee olemaan näin paljon laadukkaampi ja toimivampi. (Laine, H. 2010, 149.)

Kehitysprojekteja ei voi täysin suunnitella loppuun asti, vaikka tavoitteet projektille tuleekin asettaa. Projekti on luonteeltaan iteratiivinen, eli projektin kuluessa uusi saatu tieto saattaa vaikuttaa merkittävästikin projektin etenemiseen. On pystyttävä ketterästi vaihtamaan suuntaa, jos huomataan, että jokin aikaisemmin projektille määritelty asia ei toimikaan ja jokin muu vaihtoehto toimisi paremmin. Projektin eri vaiheissa saadaan tietoa, joka saattaa merkittävästi vaikuttaa projektin tuleviin vaiheisiin. Näitä on osattava hyödyntää, jos se on pro-

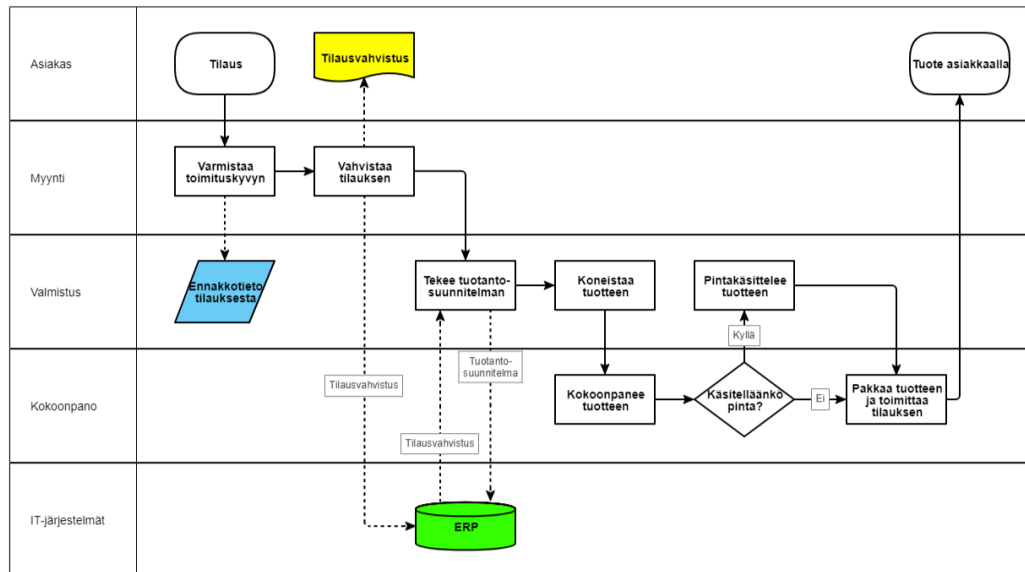
jektin kannalta järkevää ja auttaa saavuttamaan entistä parempia tuloksia.  
(Laamanen, K. 2005, 222.)

Isoimmat ongelmat uuden järjestelmän käyttöönotossa voivat pääasiassa liittyä seuraaviin asioihin:

- Projektin budjetti ylittyy asetetusta.
- Projektin aikataulu viivästyy.
- Järjestelmä jää suunniteltua vähäisemmälle käytölle.
- Tekniset ongelmat projektin aikana tai tuotantokäytössä.
- Monesta eri toimittajasta johtuvat hallintaongelmat.
- Ennakoitua kalliimpi ohjelmiston ylläpitäminen.
- Henkilöstön toimintatapojen muuttumattomuus tai säilyminen entisenä, esimerkiksi muutosvastarinnan vuoksi, jolloin tavoitteita ei saavuteta.
- Asiakkaiden ja sidosryhmien toimintatapojen muuttumattomuus.
- Johtamistapojen muuttumattomuus tai säilyminen.
- Tavoiteltuja taloudellisia hyötyjä ja asetettuja tavoitteita ei saavuteta.
- Prosesseja ei ole määrätty tarpeeksi selkeästi, jolloin etenemistä ei voida ohjata ja seurata.
- Ennakoimattomat muutokset.

(Tiirikainen, V. 2010, 62.)

Usein uuden IT-järjestelmän hankintaa ja käyttöönottoa perustellaan sillä, että halutaan tehdä tehokkaampaa liiketoimintaa alentamalla toimintakustannuksia, lisäämällä myyntiä ja nopeuttamalla prosesseja. Tavoitteena olevaa parempaa liiketoimintaa on kuitenkin vaikea konkretisoida projektin lopputuotoksena. Tietojärjestelmää ja sen toimintaa joudutaan jatkuvasti kehittämään ja testaamaan, jolloin se vaikuttaa myös muiden osa-alueiden toimintaan. Tästä kierteestä voi tulla odotettua pidempi, vaikka projekti olisikin suunniteltu hyvin. (Tiirikainen, V. 2010, 68-69.) Ongelmia voi teettää myös, että vanhaa olemassa olevaa IT-tekniikkaa yritetään siirtää uutta tekniikkaa sisältävään järjestelmään, jolloin tekniikan vaihtaminen saattaa tuoda haasteita. (Tiirikainen, V. 2010, 73.) Kuviossa 16. näkyvä prosessikuvaus voidaan liittää projektisuunnitelmaan, sillä siitä käy ilmi, että mitä tehdään missäkin vaiheessa ja kuka näistä työvaiheista on vastuussa. (Arter 2023)



Kuvio 16. Prosessikuvan avulla voidaan määrittää helposti mitä eri prosessien aikana tapahtuu ja ketkä eri osastot ovat prosesseista vastuussa missäkin vaiheessa toimintaa. (Lähde: Arter [www.sivut](http://www.sivut) 2023)

Kun projekti valmistuu, on tärkeää, että tehdään yhteenveto, kuinka projekti saatiin suoritettua. On tärkeää tarkastella projektin onnistumista siltä näkökantilta, että kuinka projektijohtamista tai ohjelmistojen kehittämisprojekteja voidaan tulevaisuudessa kehittää. Saavutettuja tuloksia tulisi tarkastella realistisesti, että ollaanko saavutettu ne tavoitteet, jotka haluttiin saavuttaa. Toisaalta pitää muistaa, että vaikka projekti valmistuu, niin kehitystyön tulee jatkua myös tulevaisuudessa. Myös tulokset saattavat näkyä vasta vuosien saatossa, kuinka ohjelmiston kehitysprojekti on vaikuttanut esimerkiksi yrityksen prosesseihin ja koko liiketoimintaan. On tärkeää, että yritys sisällyttää tavoitteet omaan strategiaansa ja visioonsa. (Pelin, R. 2020, 35.) Kuviossa 17. esitetään projektin elinkaari. (Pelin, R. 2020)



Kuvio 17. Projektin elinkaari kuvattuna (Lähde: Pelin, R. 2020, 86.)

## 6.5 Investoinnin suuruus

Järjestelmän kehittämiseen liittyvien kustannusten on tärkeää olla selvillä, sillä yrityksessä on paljon erilaisia IT-järjestelmiin liittyviä kustannuksia, joita syntyy eri tavalla eri prosesseissa. Projektin budjetti ja kustannustekijät tulee selvittää, pyytää tarjoukset eri järjestelmätoimittajilta ja päättää, mikä ohjelma olisi juuri oman yrityksen kannalta paras ratkaisu. (Kettunen, S. 2002, 36.)

Uuden tietojärjestelmän käyttöönotto on usein sen vuoksi melko kallista, että ohjelmisto tulee räätälöityä yrityksen toimintaan sopivaksi, eikä voida tarjota aina valmista pakettia. Tämä on kuitenkin tärkeää tehdä, jotta yritys saa mahdollisimman tehokkaan ohjelmiston käyttöönsä niin, että asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa ja toimintaa saada tehokkaammaksi sekä kannattavammaksi. Investoinnin suuruus johtuu siitä, ettei se sisällä pelkästään ohjelmiston käyttöönottoa vaan myös määrittely- ja projektityötä, sekä koulutusta henkilökunnalle. Usein projektin aikana ja sen jälkeenkin tarvitaan vielä ohjelmiston myyjältä konsultointiapua ja tukea ohjelmiston käytössä sekä mahdollisessa kehitystyössä. (Kettunen, S. 2002, 39.)

Eri järjestelmien ominaisuudet tulee selvittää perin pohjin ja on oltava kartalla, mitä yritys järjestelmän kehitysprojektilla pyrkii saavuttamaan. On huomioitava, että halvin tarjous ei välttämättä ole aina se kannattavin. On tärkeää ajatella toimintaa myös pidemmällä aikavälillä, sillä liike-elämä muuttuu ja kehittyy jatkuvasti. Olisi tärkeää, että järjestelmä pystyy tarjoamaan yritykselle riittävät ominaisuudet tulevaisuudessakin, jotta ei tarvitse heti aloittaa kehitystyötä uudestaan. Investointi on usein myös rahallisesti iso ja vaatii yritykseltä paljon resursseja, jonka vuoksi on tärkeää, että projekti voidaan viedä laadukkaasti läpi, niin, että se tuottaa yrityksen liiketoiminnalle ja eri prosesseille lisäarvoa myös tulevaisuudessa. (Salmela, H., ym. 2010, 46.)

Järjestelmän ylläpito tulee myös projektin päättymisen jälkeen tuottamaan kustannuksia. TCO eli Total Cost of Ownership on menetelmä, joka avulla IT-kustannuksia voidaan arvioida kokonaisvaltaisesti. Arviointiin sisällytetään kaikki IT-järjestelmiin liittyvät kustannukset, kuten esimerkiksi sijoitukset, lisenssimaksut, vuokratkustannukset, palvelumaksut, sekä suorat- että epäsuorat työkustannukset. TCO menetelmä on kehitetty todellisten IT-kustannusten arviointiin ja menetelmä pohjautuu muihin laskentamenetelmiin, joiden avulla on laskettu kokonaiskustannuksia. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi yhdessä ROI (*Return on Investment*) ja IRR (*Internal Rate of Return*) tai muiden vastaavien sijoitusten arvoa mittaavien menetelmien kanssa, kun pyritään arvioimaan IT-investoinnin kannattavuutta. (Salmela, H., ym. 2010, 46.)

TCO ottaa huomioon kahdet eri kustannukset, sisäiset ja ulkoiset. Sisäisiä kustannuksia on helpoin mitata ja tämän vuoksi yrityksen huomio keskittyykin turhan usein liikaa sisäisten kustannusten arviointiin. Ulkoiset kustannukset jäävät toisinaan liikaa huomiotta, vaikka todellisuudessa niiden merkitys voi olla hyvin suuri, usein jopa yli puolet investoinnin kokonaiskustannuksista. Ulkoiset kustannukset määräytyvät osittain sen mukaan, että kuinka paljon yritys investoi sisäisiin kustannuksiinsa. Säästäminen sisäisissä kuluissa ei välttämättä tule säästämään ulkoisia kuluja, vaan juuri toisinpäin. Tätä ei aina osata ottaa huomioon kokonaiskustannuksia laskettaessa. (Salmela, H., ym. 2010, 47.) Valitettavan usein tietojärjestelmiä aletaan ottaa käyttöön puutteellisin lähtötiedoin ja

toimittajan valinta tehdään liian heikoin perustein, jonka vuoksi projektilla on iso riski mennä pieleen. (Kettunen, S. 2002, 11.)

Johdon laskentatoimen on tarkoitus tuottaa informaatiota ja tietoa tueksi päätöksenteolle. Talouslaskennan avulla tuotetulle informaatiolle on iso rooli eri päätöksentekotilaisuuksissa, kuten eri investointiprojekteissa. Tätä tietoa tarvitaan suunnittelun, ohjaamisen ja valvonnan tukena sekä kehitystyössä. Johdon laskentatoimen avulla saadaan myös apua strategian laadintaan sekä strategisen muutoksen eri vaiheisiin. On tärkeää, että eri laskelmat vaikuttavat ja perustelevat yrityksen eri päätöksiä. (Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V. & Pellinen, J. 2017, 36-37.)

Projekti on ainutlaatuinen itsenäisesti johdettu taloudellinen hanke ja sillä on omat taloudelliset asetetut tavoitteet, joita tulee seurata ja laskea. Projektin kustannusarvioinnin sekä ohjauksen onnistuminen on hyvin tärkeää, sillä projektin tuotto alkaa vasta projektin valmistuttua. Projektin aikana syntyvät kustannukset kohdistuvat suoraan tuottamattomaan pääomaan, joten projektin aikataululla ja kustannuksilla on selvä yhteys. Suurin osa kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä päätetään ennen projektin alkua, eli noin 60-80%. Osa kustannuksista tulee tarkentumaan vasta projektin edetessä, jonka vuoksi siihen olisi hyvä jättää pelivaraa. Näin projektin aikana tehdyllä detaljisuunnittelulla voidaan vaikuttaa noin 30% kustannuksista. Suunnitteluvaihe ottaa noin 6-10% koko projektin kustannuksista. Kustannukset tulisi kirjata mahdollisimman tarkasti toimittajan kanssa tehtyyn sopimukseen, sillä kaikki mitä ei ole sopimuksessa hinnoiteltu, tullaan tekemään lisätyönä, joka aiheuttaa lisäkustannuksia. Projektisuunnitelma ja tekniset määrittelyt toimivat projektin ohjauksen perustana. (Pelin, R. 2020, 159.)

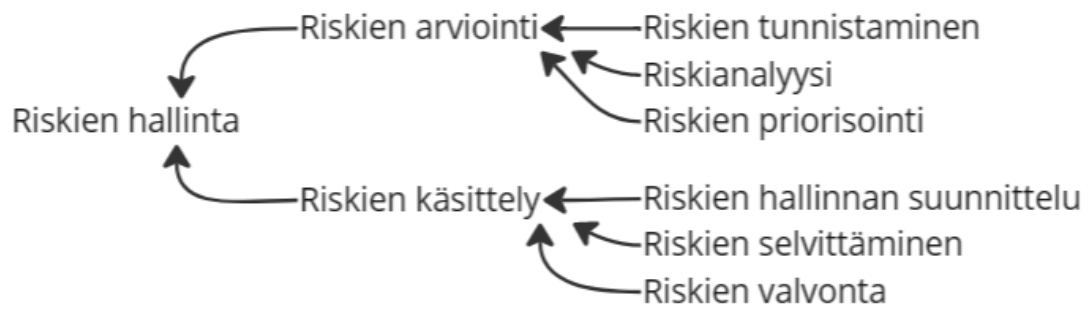


## 6.6 Muutoksen- ja riskien hallinta

Toimintaympäristöt muuttuvat jatkuvasti ja nopealla vauhdilla, joka luo oman riskinsä uuden järjestelmän käyttöönotossa. (Kettunen, S. 2002, 18.) Tärkeää on, että uuden järjestelmän käyttöönotolla saadaan haluttu hyöty ja saavutetaan asetetut tavoitteet, eikä lähdetä ottamaan käyttöä uutta järjestelmää vain siksi, että teknologia kiinnostaa yritystä. Tietojärjestelmän kehitysprojektin on oltava perusteltu. Päätöstä ei tule tehdä vain sen vuoksi, että uuden teknologian ollessa saatavilla halutaan olla ensimmäisten joukossa, jos kyseisestä teknologiasta olisi mahdollista saada kilpailuetua. Projekti tulee aina suunnitella hyvin, tehdä investointilaskelmia ja kartoittaa, mitä tavoitteita tällä lähdettäisiin saavuttamaan. (Kettunen, S. 2002, 36.)

Tietojärjestelmän tulee tukea yrityksen strategisia linjauksia sekä koko toimintaa. Tämän takia järjestelmäprojektit tulee hyväksyttävä johtoryhmällä tarkkojen hyötyanalyysien ja kannattavuuslaskelmien kanssa. Selvityksessä on aina käytävä ilmi: Kustannukset, mahdollinen tuotto tai muut saatavat hyödyt, projektin tarvitsemat resurssit, vaikutukset yrityksen toimintaan, kuinka järjestelmä liitetäisiin osaksi olemassa olevaa IT-arkkitehtuuria ja millaisia muita muutoksia IT-arkkitehtuurissa tulisi tehdä tai yrityksen muissa toimintatavoissa ja prosesseissa. (Kettunen, S. 2002, 36.)

Yrityksellä on paljon erilaisia mahdollisuuksia ottaa riskit huomioon omissa investointilaskelmissaan. Riskit ja epävarmuus tulee aina huomioida. Joskus tämä suositellaan tehtävän esimerkiksi investoinnin laskentakorkokannassa, näin yrityksen investointien tuottovaatimukset riippuvat riskien suuruudesta. Myös takaisinmaksuajan vaihtelun avulla voidaan riskit ottaa huomioon, jolloin esimerkiksi investoinneilta, joissa on iso riski, vaaditaan nopeampaa takaisinmaksuaikaa. Vastaavasti investoinnilta voidaan myös olettaa esimerkiksi suurempaa tuottovaatimusta, jos siinä on isot riskit. Riskien aiheuttamat kustannusvaikutukset tulee laskea sekä määrittää, kuinka iso riskin vaikutus on. (Järvenpää, M. ym. 2017, 397.) Kuviossa 18. näkyy riskien hallinta prosessina (McConnell, S. 2002).



Kuvio 18. Riskien hallinta perustuu riskien arvioinnista ja hallinnasta. (McConnell, S. 2002, 84.)

Riskien arviointi koostuu riskianalyysista, riskien tunnistamisesta ja riskien luokittelusta, eli priorisoinnista. Riskien tunnistamisen avulla tehdään lista realistisista riskeistä, riskianalyysillä arvioidaan näiden todennäköisyys ja vakavuusaste, sekä riskien luokittelun avulla järjestetään riskit vakavuusasteen ja todennäköisyyden mukaan. (McConnell, S. 2002, 85.)

Riskien käsittelyn avulla hallitaan riskejä, selvitetään ne ja valvotaan niiden toteutumista. On tärkeää tuottaa suunnitelma siitä, kuinka riskejä aiotaan hallita ja kuinka niiden toteutumista voitaisiin ehkäistä. On myös tärkeää tunnistaa ja arvioida jatkuvasti uusia riskejä, jotka ovat mahdollisesti voineet syntyä projektin aikana olosuhteiden muuttuessa. (McConnell, S. 2002, 85.)

Kun riskit ovat tunnistettu, riskianalyysin avulla arvioidaan niiden vakavuusaste sekä todennäköisyys. Riskianalyysin avulla voidaan hallita riskien valvontaa ja toteutumista. Riskianalyysin jälkeen riskit voidaan priorisoida, jotta tiedetään, mitkä ovat ne riskit, joihin tulee eniten kiinnittää huomiota ja joiden hallinta on kaikista tärkeintä projektin onnistumisen kannalta. Riskien priorisointi on tärkeä työväline, jotta ei käytetä liikaa resursseja pienien ja epätodennäköisten riskien hallintaan. (McConnell, S. 2002, 86.)

Tyypillisimpiä riskejä ohjelmiston käyttöönotossa on:

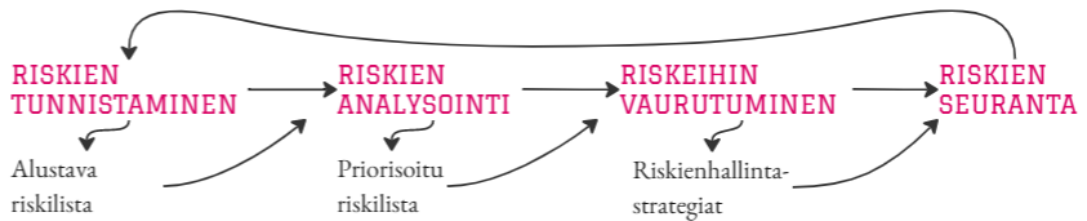
- Suunnittelun epäonnistuminen.
- Johdon huono sitoutuminen ja henkilöstön muutosvastarinta.
- Budjetin ylittäminen ja aikataulun venyminen.
- Toimittajan vaikeudet resurssien ja aikataulujen kanssa.
- Yrityksellä hankaluuksia resurssien ja projektin eteenpäin viemisen kanssa.
- Toimittajalla ongelmia teknologian kanssa tai puutteita osaamisessa.
- Teknologia ei riittävän kypsä halutuilla ominaisuuksilla.
- Teknologia liian vanhaa ja lyhentää järjestelmän elinkaarta.
- Integraatio olemassa oleviin järjestelmiin hankalaa.
- Markkinatilanteen nopeat muutokset ja kustannusten säästöpainet.
- Markkinoiden toimintatapojen nopeat muutokset projektin aikana.
- Oman organisaation projektijohtaminen puutteellista.
- Projektilla ei tehokasta projektiryhmää organisaatiotta projektin aikana tai sen jälkeen.

(Kettunen, S. 2002, 86.)

Projektin aikana voi myös tulla muutoksia, mutta harvoin projektin aikana muutosten kokonaan kieltäminen on järkevää, vaan ne tulee hallita. Esimerkiksi projektin aikana saatetaan hyvästä suunnittelusta huolimatta huomata, että jokin tietty asia ei tule yrityksen omissa prosesseissa toimimaan hyvin, jolloin on järkevää tehdä muutoksia projektin toteuttamiseen. Muutokset tulee kuitenkin hallita, jotta muutokset voidaan viedä onnistuneesti läpi.

Muutoksen hallinnan menetelminä pidetään, että sallitaan muutokset. Muutokset tulee hallita tehokkaasti ja järjestelmällisesti. Muutoksenhallinnassa tulee keskittyä myös projektin uusiin tavoitteisiin, joita muutoksilla pyritään saamaan aikaiseksi. Muutokset, jotka auttavat yritystä pääsemään tavoitteisiinsa on järkevää hyväksyä. Muutokset, jotka eivät auta yritystä eteenpäin tavoitteisiinsa ei ole järkevää hyväksyä. On tärkeää, että muutokset hyväksytetään ylimmällä johdolla, että muutoksista informoidaan jokaiselle projektin taholle. (McConnell, S. 2002, 338) On kuitenkin hyvin yleistä, että projektisuunnitelmaa projektin alussa tehdessä ei osata ottaa vielä kaikkea tarpeellista huomioon, vaan projektiin tulee sen elinkaaren aikana lisää muutoksia projektin edetessä.

Projekteilla on riskinsä myös investointilaskelmiin nähden, sillä aina uutta investointia ei olla osattu laskea niin, että laskelmat oikeasti pitävät paikkaansa. Ei olla esimerkiksi osattu käyttää oikeaa laskentakorkoa tai investoinnin pitoaika on arvioitu väärin. Mitä korkeampi riski itse investoinnilla on, sitä nopeampi takaisinmaksu aika sillä tulisi olla, sekä sitä korkeampi nettonykyarvo tulisi saavuttaa. Riski ja sen suuruus on sisällytettävä investointilaskelmiin. (Kettunen, S. 2002, 103.) Kuviossa 19. on esitetty riskienhallintaprosessi riskien tunnistamisesta riskien analysoimiseen ja riskeihin varautumisesta riskien seurantaan. (Haikala, I. ym. 2011).



Kuvio 19. Riskienhallintaprosessi (Haikala, I. ym. 2011, 165)

Kaikkiin projekteihin kohdistuu muutostarpeita koko projektin elinkaaren aikana. Muutoksia voidaan toteuttaa ja on järkevääkin, jos niille on tarve – Kunhan se tehdään hallitusti asetettuja ohjeita noudattaen. Muutokset tulee kirjata kirjallisesti ja perustella, ne hyväksytetään asiakkaalla ja projektijohdolla. Muutosten kustannusvaikutukset lasketaan ja kirjataan sopimusmuutokset projektisopimukseen. On tärkeää, että valvotaan, ettei toimittaja tee turhia lisätöitä, joille ei oikeasti ole tarvetta. Tarvittaviin muutoksiin on kyettävä myös valmistautumaan mahdollisimman nopeasti, jotta ohjelmisto toimii oikein ja on kilpailukykyinen. (Pelin, R. 2020, 198.)

## 6.7 Integrointi muihin ohjelmiin

Kehityksen mennessä eteenpäin ja teknologian kehittyessä, on tärkeää, että ohjelmia voidaan käyttää rinnakkain ja integroida ne keskenään entistä paremmin, jotta erilaisia tietoja ja dataa pystytään hyödyntämään entistä paremmin. Monilla yrityksillä on mahdollisuuksia parantaa kilpailukykyä nykyaikaisten ohjelmistojen avulla, joissa hyödynnetään kehittyneitä teknologioita, kuten tekoälyä ja data-analytiikkaa. Nykypäivänä yrityksissä on alettu kiinnittää enemmän huomiota tuotetiedon hallintaan suunnittelun ja jatkuvan kehitystyön tukena. Tuotetiedolla tarkoitetaan sitä kaikkea teknistä tietoa, joka liittyy valmistettavaan tuotteeseen tai suoritettavaan palveluun. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 9.)

Tuotteisiin liittyviä integroituvia tietoja ovat esimerkiksi piirustukset, 3D-mallit, esitteet, käsikirjat, hinnastot, valmistusohjeet, materiaalilaskelmat, testaustulokset, tilaukset, toimitetut tuotteet, erilaiset tuoterakenteet ja ohjelmistot, osaluettelot sekä laskut. Monesti dokumenttien hallinta on ensimmäisiä ongelmia, joihin yritys pyrkii hakemaan apua kehitystyössään, sillä säilytettävää tietoa on niin paljon, että niiden hallitseminen on hankalaa. Integroiduista ohjelmistoista saadaan valtava apu dokumentointiprosessissa usein vallitsevaan kaaokseen. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 10.)

Monet yritykset ovat lähivuosina kehittäneet omia ERP-järjestelmiään (Enterprise Resource Planning), eli toiminnanohjausjärjestelmiään. Toiminnanohjausjärjestelmän tavoitteena on hallita lähes kaikkea yrityksen sisällä liikkuvaa informaatiota, jonka vuoksi myös tuotetiedon hallinta ja siihen liittyvien toimintojen voidaan kuvitella olevan osa toiminnanohjausjärjestelmää. Usein yrityksellä on kuitenkin käytössä useita eri järjestelmiä, jonka vuoksi tietojen päällekkäisyys eri ohjelmistoissa tuottaa hankaluuksia. Samojen tietojen käsittely useassa eri järjestelmässä ei myöskään ole tehokkuuden kannalta kovin järkevää. Integroiduilla järjestelmillä näistä ongelmista pyritään pääsemään eroon, koska integroiduissa ohjelmistoissa riittää, että tietoa ylläpidetään yhdessä paikassa, mutta on löydettävissä myös muiden ohjelmistojen avulla. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 10-11.)

Kun tavoitteena on tuottaa dokumentaatiota teknologian avulla, pyritään usein tuottamaan parempaa tietoa pienemmällä työmäärällä. Näin tietojen käsittelyyn käytetty aika pienenee, mutta dokumentaation laatu ja oikeellisuus silti kasvavat. (Peltonen, A. 1997, 134.) Monesti integroidun ohjelman tavoitteena onkin parantaa dokumentaation hallintaa, sillä yhtenä tavoitteista on usein tuoda tietynlaista kurinalaisuutta takaisin dokumentaation ylläpitoon kehittyneiden tietokoneohjelmistojen avulla. Järjestelmä ei kuitenkaan itsessään ikinä ratkaise kaikkia ongelmia, vaan yrityksen on oltava kartalla siitä, millaisia parannuksia halutaan uuden ohjelmiston ja sen integroinnin avulla saada aikaiseksi. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 47.)

Älykkään PI-kaavio-ohjelman integrointi esimerkiksi dokumentointijärjestelmään auttaa hallinnollisten rutiinien järjestämisessä, tuote- ja prosessimenetelmien yhteistyössä, reaktiokyvyn, laadun ja tuotantokyvyn parantamisessa, yhteisen tietotaidon hyväksikäytössä, nopeissa mukautumisissa markkinoiden muutoksiin ja se parantaa kokonaisvaltaisesti myös organisaation tehokkuutta ja tuotavuutta. (Peltonen, A. 1997, 126) Suunnitteluohjelmiston integroinnin avulla dokumentaatiota on helpompi hyödyntää osana suunnitteluprosessia. Myös tehdasdokumentaation ylläpito on helpompaa ja tiedot ovat helpommin löydettävissä, kun ohjelmistot kommunikoivat keskenään ja tuovat laajasti monipuolista sekä oikeellista tietoa esiin ohjelmiston käyttöliittymän avulla. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 47.)

Esimerkiksi yhteen putkilinjaan voi liittyä monta erilaista dokumenttia, kuten PI-kaavio, isometrikuvat, venttiilitiedot sekä kannakekuvat. Integroidun suunnitteluohjelmiston avulla tiedot ovat helposti löydettävissä yhdellä kertaa putkea klikkaamalla, verrattuna, että näitä kaikkia dokumentteja tulisi erikseen lähteä hakemaan yrityksen dokumentaationhallintajärjestelmästä. Tämä säästää aikaa ja yrityksen resursseja, jolloin toiminnasta tulee tehokkaampaa ja se on taloudellisesti kannattavampaa. Tämän avulla saadaan helposti tehtyä yleissilmäys siitä, mitä kaikkia dokumentteja kyseisestä prosessista on olemassa. Myös yksi dokumentti voi liittyä esimerkiksi useaan eri putkilinjaan, jolloin kyseinen dokumentti on linkitetty jokaiselle sille kuuluvalla toimintopaikalle. Ohjelman avulla

pystytään helposti siirtymään eri paikkojen välillä, jossa on käytetty esimerkiksi saman tyyppistä venttiiliä.

Lohkokaaviossa prosessi on esitetty jaettuna eri osaprosesseihin. Virtauskaaviossa esitetään eri prosessit ja operaatiot tapahtumajärjestyksessä, päälaitteet ovat yksilöity, prosessivirrat sekä niiden tulo- ja lähtöosoitteet on merkattu ja erilaiset säätötarpeet esitetty. PI-kaavio mukana lukien näitä kaikkia kutsutaan yhteisesti prosessikaavioiksi. (Heikkilä, M. 2004, 264.)

Koska erilaisia dokumentteja voidaan hakea eri attribuuttiarvojen avulla, voidaan niitä hakea myös sisällön perusteella. Ilman suurempaa metadataa dokumenttikortin taustalla ei voida kuitenkaan hakea sisältötietoa tarkasti, sillä tietodata on hyvin mielivaltaista. Näin ollen ei päästä yhtä helposti kaikkeen tarvittavaan tietoon käsiksi. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 51.)

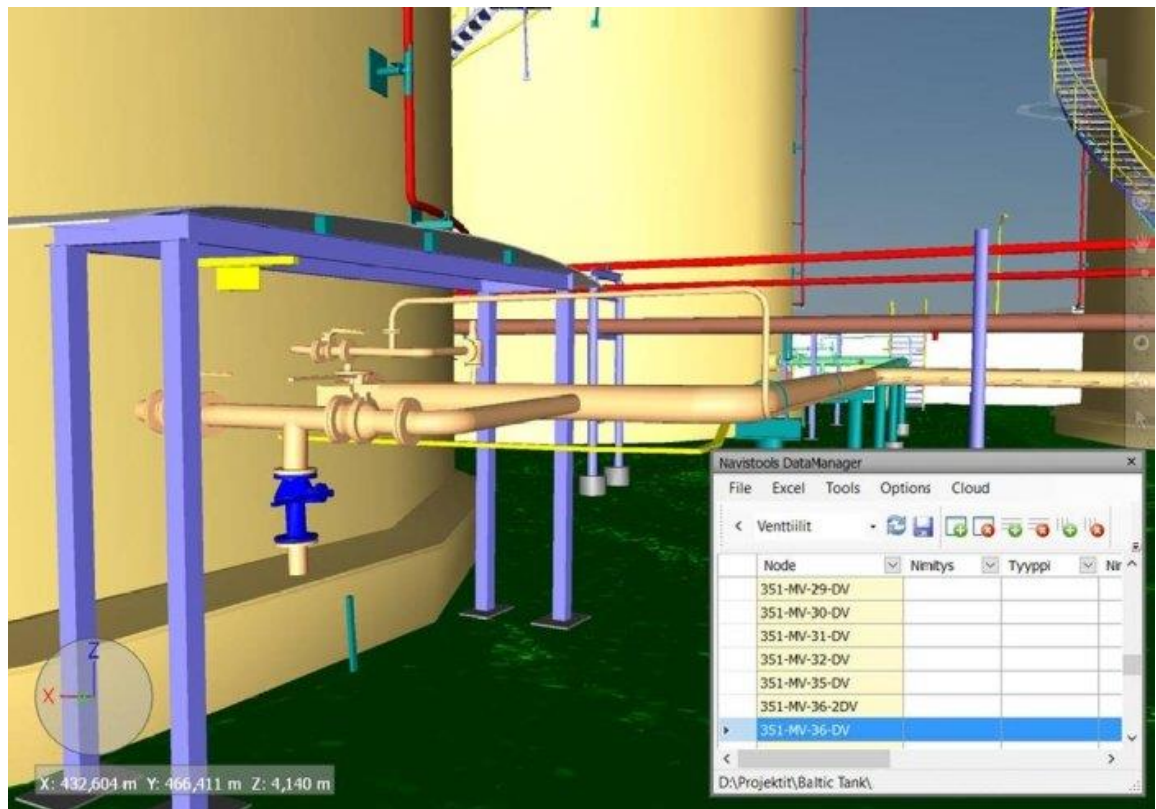
Tämän vuoksi integroitu ja älykäs PI-kaavio -ohjelma helpottaa erilaisten dokumenttien hakemista tarkan sisällön avulla, joka helpottaa tiedon etsimistyötä. Ohjelmaa kehittäessä eteenpäin on valtavat mahdollisuudet kehittää dokumentaation hallintaa sekä muitakin tehtaan sisäisiä prosesseja entistä tehokkaammaksi. Etsimiseen kuluu valtavasti aikaa, jos etsii vain esimerkiksi kustannus- tai toimintopaikan perusteella, missä kyseinen dokumentti voisi mahdollisesti sijaita, jonka jälkeen aletaan esimerkiksi 3D-mallista kartoittamaan sitä kohtaa, missä kyseisen piirustuksen venttiili oikeasti tehtaalla mahdollisesti sijaitsee. Integroitujen ohjelmistojen avulla saadaan vältettyä monta työvaiheita, koska kaikki tieto on älykkäästi koottu yhteen. Näin voidaan löytää esimerkiksi kaikki dokumentit, joissa toistuu tietty sana ja ohjelma määrittelee, missä dokumenttien laitteet tarkalleen sijaitsevat.

Yksi integroitujen ohjelmistojen tärkein tekijä on se, että eri prosessien dokumentit ovat saatavilla ajantasaisesti, luotettavasti ja nopeasti. Integroiduilla älykkäillä suunnitteluohjelmistoilla pyritään jatkuvasti kehittämään tietojen saatavuutta ja laadukkuutta. Lisäksi päällekkäisiä työvaiheita halutaan poistaa, lisää resurssien tehokkuutta sekä taata dokumentaation oikeellisuus niin, että ei voi löytyä esimerkiksi kahta eri tietoa kahdesta eri paikasta. Joskus eriäviä tieto-

ja saattaa löytyä monestakin eri paikasta, koska tietojen päivittyessä, ei olla osattu ottaa kaikkia dokumentteja huomioon, jotka kyseiseen asiaan liittyvät. Tiedonkulkua pyritään kehittämään yrityksen sisällä integroimalla ohjelmistoja ja tietoja keskenään. Tämän vuoksi on luontevaa integroida ohjelmistoja keskenään niin, että informaatio siirtyy eri ohjelmistojen sisällä nopeasti ja mahdollisimman helposti. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 14.)

Alla olevassa kuvassa näkee esimerkkinä, millaista metadataa 3D-malli voi pitää sisällään. Esimerkkinä säiliöön kiinnittyvät putkilinjat, joita klikkaamalla pysyy siirtymään esimerkiksi kyseisen putkilinjan isometriin, PI-kaaviossa kohtaan, jossa putkilinja sijaitsee tai esimerkiksi tuotedokumentaatioon. Isometrit voivat sijaita yrityksen arkistointijärjestelmässä, kun taas esimerkiksi PI-kaavioille on usein oma ohjelmansa. Ilman ohjelmistojen älykästä integraatiota ohjelmistojen välillä hyppiminen ei olisi mahdollista, jolloin tiedon esiin saaminen ei olisi niin helppoa, vaan nämä tiedot jouduttaisiin etsimään erikseen esimerkiksi yrityksen dokumentaatiohallintaohjelmistosta. Esimerkiksi yllänäkyvä putkilinja 351-MV-36-DV on nimetty niin, että 351 on juokseva numero, MV on virtaava aine, 36 on putkikoko ja DV putkiluokka.





Kuva 6. Esimerkki tehtaan 3D-mallista ja sen takana olevasta metadatatista, jota voidaan hyödyntää integroimalla tieto muihin ohjelmiin. (Smartgeo www-sivut, 2023)

Älykkään järjestelmien välisen integraation avulla pyritään siihen, että liiketoimintaprosessien tietotarpeet saadaan tyydytettyä. Järjestelmien avulla huolehditaan siitä, että yrityksen henkilöstöllä ja sidosryhmillä ovat tarvittavat tiedot luotettavasti käytössään sillä hetkellä, kun niitä oikeasti tarvitaan. (Salmela, H., ym. 2010, 16.)

IT-järjestelmät ovat kuitenkin myös isoimpia riskitekijöitä yrityksen liiketoiminnan ja sen jatkuvuuden kannalta. Ne myös vaikuttavat yrityksen muihin liiketoiminnallisiin riskeihin. Järjestelmillä huolehditaan kuitenkin tietojen käytettävyydestä, oikeellisuudesta, todennettavuudesta ja siihen liittyy myös paljon erilaisia tietosuojaan ja tietoturvaan liittyviä kysymyksiä. Järjestelmien riskienhallinta on tärkeä ja olennainen osa organisaation riskienhallinnan kokonaisuutta. (Salmela, H., ym. 2010, 46.) On tärkeää, että järjestelmien tiedot pidetään ajan tasalla ja dokumentaation oikeellisuuteen panostetaan kunnolla. Hyväkään tietojärjestelmä ei ole luotettava, jos yrityksen dokumentaatiohallintaprosessissa on puutteita.

Ohjelmistojen integroimiseen lähtiessä tulisi kartoittaa kaikki tarvittavat sidosryhmät, joita tarvitaan tiedon ylläpidossa ja käsittelyssä. Lisäksi tulisi kartoittaa ne järjestelmät ja prosessit, joissa tietoa tällä hetkellä on ja kuinka tulevaisuudessa niiden tietoja tullaan hyödyntämään, eli mikä tulee olemaan missäkin prosessissa se pääohjelma, josta tietoa tullaan integroimaan muualle ja kuinka ohjelmat jakavat tietoa keskenään. (Salmela, H. ym. 2010, 118.)

Ohjelmien keskenään integroiminen tulee olemaan tulevaisuudessa hyvin monipuolista, esimerkiksi prosessiteollisuudessa älykäs suunnittelu ei tule tulevaisuudessa rajoittumaan vain putkistokaavio-ohjelmaan, arkistointijärjestelmään ja tehtaan 3D-malliin, vaan tulevaisuudessa tullaan kehittämään myös muita ohjelmia, jotka laajentavat kokonaisuutta, kuten esimerkiksi kunnossapidon suunnittelu.

Usein uudenlaisia tietojärjestelmiä otetaan käyttöön yrityksen tukitoiminnoissa. Tukitoiminnoilla tarkoitetaan sellaista työtä, joka ei kuitenkaan yrityksessä ole suoraan kytköksissä ydinliiketoimintaan. Tukitoiminnoista ja niiden toimivuudesta kasvaa kuitenkin lopulta iso summa esimerkiksi kustannusten suhteen, jonka vuoksi niiden kannattavuuden maksimointi on tärkeää. (Tiirikainen, V. 2010, 47.) Esimerkiksi älykkäät PI-kaaviot ei sinänsä liity itse prosessilaitoksen ydintuotteen valmistamiseen ja itse tuotantoprosessiin, mutta on hyvin tärkeä osa prosessilaitoksen ylläpitoa ja sen luotettavan toiminnan varmistamisessa.

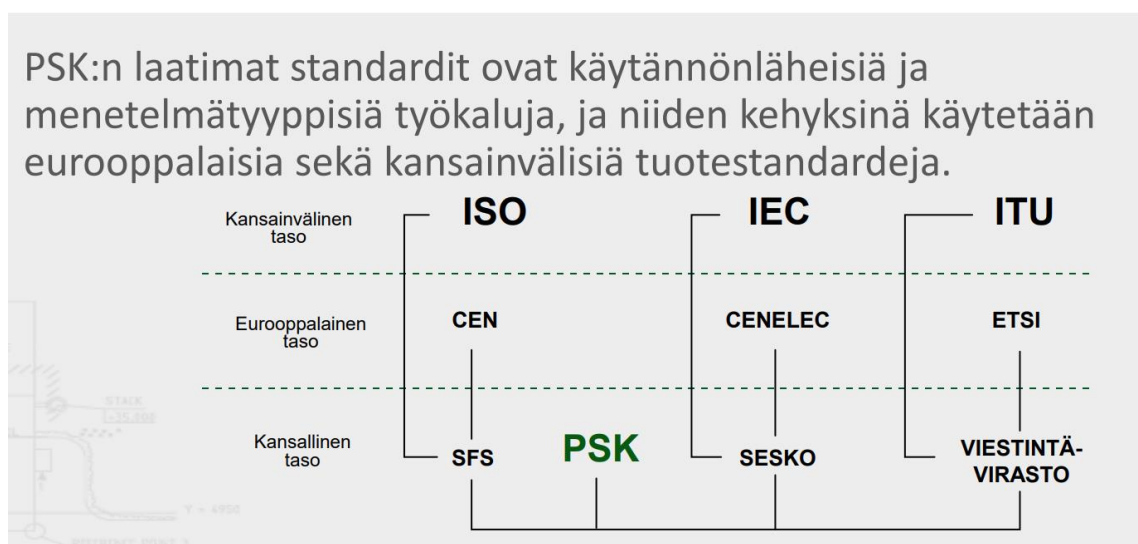
## 7 STANDARDIT, ASETUKSET JA LAIT

### 7.1 Standardit

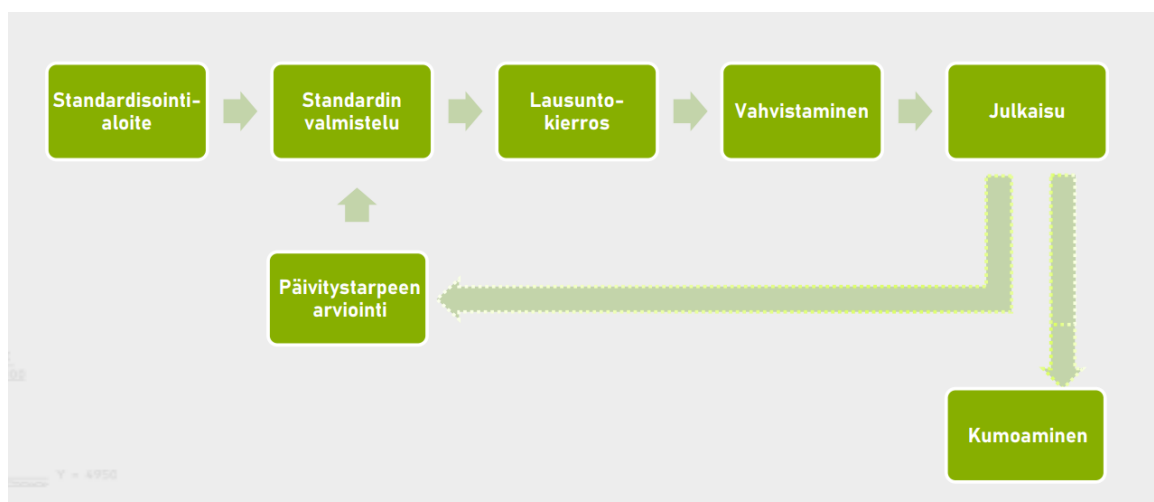
Prosessilaitoksen toimintaa ja esimerkiksi putkistosuunnittelua valvotaan monin erilaisin laein, standardein ja direktiivien avulla. Tämä vaikuttaa prosessiteollisuudessa toimivan laitoksen päivittäisiin prosesseihin ja näin ollen myös PI-kaavioiden ylläpitoon. Tämän vuoksi standardit ovat hyvin merkityksellisiä putkistosuunnittelussa.

Esimerkiksi tunnettuja standardeja ovat PSK:n, ISO:n, CEN ja SFS:n standardit. PSK on standardisointiyhdistys ja SFS on Suomen standardisoimisliitto. ISO eli International Organization for Standardization on isoin standardisoimisjärjestö, kun taas CEN edistää Euroopan standardisointikäytäntöjä. Kuviossa 19. ja 20. on esitetty standardisoinnin toimintakenttä, sekä sen eri vaiheet. (Kespets Oy 2023).

## STANDARDISOINNIN TOIMIKENTTÄ



Kuvio 19. Standardisoinnin toimintakenttä. (Kespets Oy:n www-sivut, 2023. <https://www.kespets.fi/wp-content/uploads/2021/03/Teollisuuseristysstandardit.pdf>)



Kuvio 20. Standardisoinnin vaiheet. (Kespets Oy:n www-sivut 2023, [www.kespet.fi](http://www.kespet.fi))

Standardit tarkoittaa yhteisten toimintatapojen luomista. Ne helpottavat viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien arkea. Näiden avulla pyritään lisäämään yhteensopivuutta ja turvallisuutta, suojellaan kuluttajia ja ympäristöä, sekä pyritään helpottamaan kotimaista ja kansainvälistä kauppaa. Yhteisesti hyväksytyt määritelmät ja eri käsitteet tekevät toiminnasta järkevempää, nopeuttavat eri prosesseja, pienentävät virheen mahdollisuuden sekä auttaa pääsemään entistä parempiin tuloksiin. Standardisoinnin ansiosta tuotteet, palvelut ja eri menetelmät sopivat juuri siihen käyttöön ja juuri niihin olosuhteisiin, joihin ne ovat tarkoitettu. Kun tuote tai palvelu on valmistettu standardien mukaan, se hyväksytään myös kansainvälisille markkinoille, joten tämän avulla poistetaan kansainvälisen kaupan esteitä. (Standardi www-sivut, 2023.)

Standardeilla rahoitetaan standardien luomista, ylläpitoa ja hallintaa, vaikka standardisoimisliitot eivät itsessään pyri saamaan voittoa toiminnastaan. Standardien kehittäminen kuitenkin maksaa, jonka vuoksi myös standardit ovat suureksi osaksi maksullisia. Tutkimukset näyttävät, että standardien hyödyt yhteiskunnalle ovat olleet mittavia. Standardien hyötyjä ovat myös esimerkiksi laadunvarmistus, kustannusten minimointi sekä terveys- ja turvallisuusriskien pienentäminen. Standardit helpottavat myös tehokkaasti viestinnässä liittyen kaupankäyntiin niin ulkomailla, kuin kotimaassa. Eri standardeja hyödynnetään suuresti eri teollisuudenalan yrityksissä heidän päivittäisessä toiminnassaan. Standardit liittyvät suuresti myös putkistosuunnitteluun ja PI-kaavioiden ylläpi-

toon, sillä niissä tulee paljon ilmi asioita, jotka tulee ottaa huomioon. (Standardi www-sivut, 2023.)

## 7.2 ISO standardit

Iso eli International Organization for Standardization on isoin ja laajin kansainvälinen standardisoimisjärjestö, joka ei tavoittele voittoa toiminnallaan. ISO:n jäseniä ovat esimerkiksi kansalliset standardisoimisjärjestöt, kuten SFS, DIN ja JIS, sekä monia muita. ISO on perustettu vuonna 1947 ja sen pääkonttori sijaitsee Sveitsissä, Genevessä. (Valmistajat www-sivut, 2023.)

ISO standardit ovat käytössä monessa eri teollisuuden alan yrityksessä. ISO standardien avulla määritellään myös esimerkiksi yleisten tuotteiden ominaisuuksia, kuten paperin koko, maakoodit tai esimerkiksi kielten lyhenteet. ISO standardit ovat saatavilla sähköisesti, mutta ne maksavat. (Valmistajat www-sivut, 2023.)

ISO standardisointiliiton jäsenet voivat vahvistaa ja myydä standardeja kansallisella tasolla. Esimerkiksi Suomi myy vahvistettuja ISO standardeja SFS:n, eli Suomen Standardisointiliiton kautta. ISO standardisointiliiton jäsenillä on myös mahdollisuus vaikuttaa standardien kehittämiseen ja osallistua niiden muutoksiin. Yksityiset henkilöt tai yritykset eivät kuitenkaan voi olla ISO standardisointiliiton jäseniä, mutta voivat silti vaikuttaa standardeihin. Näitä kehitetään teknisissä komiteoissa, jotka koostuvat kansallisten jäsenten määräämistä alan asiantuntijoista. (Valmistajat www-sivut, 2023.)

Tunnettuja ISO standardeja ovat esimerkiksi: ISO 9000 - Laadunhallinnan standardisarja, ISO 14000 - Ympäristöjohtamisen standardisarja, ISO 27000 - Tietoturvallisuuden standardisarja, ISO 31000 - Riskienhallinta ja ISO 45001 - Työterveys- ja turvallisuusjohtaminen (SFS www-sivut, 2023.)

### 7.3 PSK Standardit

PSK Standardisointi on teollisuuden sekä sen alaisuudessa toimivien yritysten oma yhteinen kehitysorganisaatio, joka on ollut toiminnassa jo 49 vuotta. PSK Standardisoinnin tavoitteena on tukea jäseniensä kotimaista sekä kansainvälistä liiketoimintaa teollisuuden standardisoinnin avulla. PSK Standardisointi kouluttaa myös jäsenyrityksiään paljon, jonka avulla lisätään osaamista ja tietoisuutta. PSK:n liikevaihto on ollut viimeksi 66 miljardia euroa, jonka avulla voidaan todeta toiminnan olevan suurta. Standardeja laaditaan ja kehitetään jatkuvasti vuosittain ja työryhmiin osallistuu satoja ihmisiä. Ratkaisuja yritetään löytää vallitseviin ongelmiin, kuten jos on huomattu esimerkiksi puutteita toimintatavoissa työturvallisuuden suhteen. PSK:n standardit ovat käytännöllisiä ja menetelmätyyppisiä. Niiden viitekehyksenä on käytetty muita kansainvälisiä ja eurooppalaisia tuotestandardeja. Standardisoinnin avulla puututaan nopeasti esimerkiksi onnettomuustilanteihin johtaneiden puutteiden korjaamisella ja standardisoinnilla. Taulukossa 1. on esitetty eri standardisointiryhmiä PSK standardisoinnissa. (PSK Standardisointi [www-sivut](http://www.psk-standardisointi.fi), 2023).

|          |   |          |   |
|----------|---|----------|---|
| Ryhmä 02 | Venttiilit  | Ryhmä 58 | Tehdassuunnittelupiirustuksien laadinta ja sisältö                        |
| Ryhmä 09 | Lyhenteet ja merkinnät  | Ryhmä 59 | Tiedonsiirto ja -hallinta   |
| Ryhmä 10 | Tiivistäminen   | Ryhmä 61 | Kone- ja laitehankinnat. Tekniset erittelyt                               |
| Ryhmä 18 | Jakokeskukset   | Ryhmä 62 | Kunnossapidon käsitteet ja laitoksen kuntokartoitus                       |
| Ryhmä 20 | Sähkötilat ja kaapelointi   | Ryhmä 63 | Muovituotteiden hankinta, käsittely ja kunnonvalvonta                     |
| Ryhmä 24 | Putkiston suunnitteluohjeet ja hankinta                               | Ryhmä 65 | Teollisuuden varastot ja varastotavaroiden ryhmittäminen ja nimitysohjeet |
| Ryhmä 26 | Sopimukset ja hankintaan liittyvät asiakirjat                         | Ryhmä 67 | Teollisuushydraulijärjestelmän suunnittelu ja hankinta                    |
| Ryhmä 27 | Pintakäsittely  | Ryhmä 68 | Teollisuuden riskienhallinta  |
| Ryhmä 29 | Asennusvalvonta ja vastaanottotarkastukset                            | Ryhmä 71 | Tehdashierarkia ja osastojen nimeäminen                                   |
| Ryhmä 30 | Laiteperustukset ja kiintopisteet                                     | Ryhmä 73 | Putkiston kannakointi   |
| Ryhmä 31 | Paineettomat säiliöt  | Ryhmä 75 | Tunnusluvut   |
| Ryhmä 32 | Palveluputkistot  | Ryhmä 76 | Maahan asennettavat johdot  |
| Ryhmä 34 | Mittaustekniikka  | Ryhmä 77 | Kunnonvalvonnan sähköiset menetelmät                                      |
| Ryhmä 35 | Läpiviennit   | Ryhmä 78 | Prosessiyhteet ja liittimet   |
| Ryhmä 36 | Prosessikaaviot ja merkinnät  | Ryhmä 81 | Saattolämmitys  |
| Ryhmä 37 | Teollisuuden putki- ja säiliöeristykset                               | Ryhmä 82 | Ultrakorkeat paineet  |
| Ryhmä 41 | Melun hallinta teollisuuden laitehankinnoissa                         | Ryhmä 83 | Akselin linjaus   |
| Ryhmä 42 | Putkiluokat   | Ryhmä 84 | Palautteen anto teollisuudessa  |
| Ryhmä 46 | Automaatiojärjestelmien hankinta                                      | Ryhmä 85 | Voimalaitoksen vesikemia  |
| Ryhmä 47 | Kulkutiet ja työskentelytasot   | Ryhmä 88 | Aikataulut  |
| Ryhmä 49 | Painelaite- ja kemikaaliturvallisuuslain alaiset putkistot ja säiliöt | Ryhmä 91 | Käyttövarmuuden hallinta  |
| Ryhmä 52 | Instrumentiasennusten tyyppiirustukset ja hankintarajat               | Ryhmä 92 | Tehdastarkastukset  |
| Ryhmä 55 | Voitelu   |          |   |
| Ryhmä 56 | Lattiakanaalit  |          |   |
| Ryhmä 57 | Kunnonvalvonnan värähtelymittaus                                      |          |   |

Taulukko 1. Listaus PSK:n standardisointiryhmistä. (PSK:n [www-sivut](http://www.psk-standardisointi.fi) 2023, [www.psk-standardisointi.fi](http://www.psk-standardisointi.fi))

## 7.4 SFS Standardisointi

SFS on suomalaisten standardien keskusjärjestö. SFS:n tarkoituksena on huolehtia, että suomalaiset pystyvät vaikuttamaan standardeihin ja tämän avulla markkinoilla vallitseviin yhteisiin pelisääntöihin, sekä pystytään tarkemmin seuraamaan standardien edistymistä ja kehittymistä. SFS:lle on tärkeää, että Suomessa on käytettävissä eri yrityksiä ja organisaatioita palveleva suuri standardikoelma. SFS pyrkii rakentamaan standardien avulla kestävästä kehitystä ja vakaata tulevaisuutta Suomessa, Euroopassa sekä myös maailmanlaajuisesti. Standardien käytön avulla voidaan tehdä asioita tehokkaammin ja taata turvallinen toiminta ympäri maailman. On tärkeää, että myös suomalaiset voivat vaikuttaa standardeihin. SFS edistää kansainvälisten standardien tekemistä yhdessä maailmanlaajuisen standardisointijärjestö ISO:n ja eurooppalaisen standardisointijärjestön CEN:in jäsenenä yhdessä muiden asiantuntijoiden kanssa. (SFS www-sivut, 2023.)

Tunnettuja PI-kaavioiden piirtämiseen liittyviä SFS standardeja ovat: SFS-ISO 14617-5: Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit, mittaus- ja ohjaslaitteet, SFS-ISO 14617-6: Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit, mittaus- ja ohjaustoiminnot, SFS-EN ISO 10628: Prosessikaaviot, yleiset ohjeet prosessikaavioiden laatimiselle. (Pihkala, J. 2011, 14.) Taulukossa 2. on esitetty, kuinka SFS-standardit ovat jaettu (SFS 2023).



Standardit voidaan jakaa seuraavasti:

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Perusstandardit</b>               | ▼ |
| <b>Tuotestandardit</b>               | ▼ |
| <b>Palvelustandardit</b>             | ▼ |
| <b>Menetelmästandardit</b>           | ▼ |
| <b>Hallintajärjestelmästandardit</b> | ▼ |

Taulukko 2. SFS:n standardit voidaan jakaa seuraavasti. (SFS www-sivut, 2023. [www.sfs.fi](http://www.sfs.fi))

## 7.5 TUKES ja asetetut lait

Tukes on lupa- ja valvontaviranomainen, joka valvoo, että teollisuusyritys noudattaa asetettuja lakeja ja säädöksiä. Tarkoituksena on edistää tuotteiden, palveluiden ja teollisuuden toiminnan turvallisuutta, sekä luotettavuutta. Yleisesti Tukes on määritellyt paljon yleisiä säännöksiä liittyen prosessiteollisuus yrityksen eri prosesseihin, joita tulee noudattaa.

Valvonnan avulla Tukes pyrkii varmistamaan sen, että yritykset noudattavat niille asetettuja lakeja ja säädöksiä. Näin pyritään varmistamaan se, että Tukesin valvonnan alla olevat yritykset, laitteistot, kemikaalit, tuotteet, palvelut ja muu toiminta ovat turvallista sekä täyttää vaatimukset. Valvonnan avulla tavoitteena on ehkäistä turvallisuusriskejä, onnettomuuksia, henkilö-, omaisuus- ja ympäristövahinkoja. Myös terveys- ja ympäristöhaitat pyritään minimoimaan valvonnan avulla. Valvonnan avulla halutaan kohdella yrityksiä tasapuolisesti eikä yritykset

pysty hyödyntämään kilpailuetua sen vuoksi, että jättäisivät noudattamatta joitakin ohjeistuksia ja lakeja. (Tukes www-sivut, 2023.)

Esimerkiksi 1261/2010 on asetettu laki Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta, 856/2012 Valtioneuvoston asetus liittyen vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista ja 390/2005 Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta. (Tukes www-sivut, 2023) Prosessiteollisuuslaitokset sisältävät yleensä melko paljon erilaisia vaarallisia kemikaaleja, jonka vuoksi lakien, asetusten ja säädöksiä seuraaminen on työturvallisuuden vuoksi erityisen tärkeää. Esimerkiksi Tukes määrää ATEX –räjähdysvaarallisten alueiden direktiiveistä, joka vaikuttaa paljon prosessiteollisuuden työturvallisuuteen. (Tukes www-sivut 2023.)

Lisäksi erityisesti painelaitteille on tehty lakeja, standardeja ja painelaitedirektiivi. Painelaitedirektiivi uusittiin vuonna 2016 ja se koskee painelaitteiden suunnittelua, valmistusta ja vaatimustenmukaisuuden arviointia. Tämä on EU:n painelaitedirektiivi 2014/68/EU. Lisäksi on: Painelaitelaki 1144/2016, Valtioneuvoston asetus painelaitteista 1548/2016, Valtioneuvoston asetus yksinkertaisista painesäiliöistä 1550/2016, Valtioneuvoston asetus painelaiteturvallisuudesta 1549/2016, Asetus kattilalaitosten käytön valvojen pätevyyskirjoista 891/1999 ja Aerosoliasetus 1433/1993. (Tukes www-sivut 2023.)

Painelaitedirektiivin sisältö vastaa esimerkiksi muiden tuotedirektiivien CE-vaatimustenmukaisuusvakuutusta. Muutoksien avulla on pyritty parantamaan esimerkiksi tuotteiden jäljitettävyyttä sen jälkeen, kun tuote on saatettu markkinoille. (Tukes www-sivut 2023.) Tämä asettaa myös vaatimuksia esimerkiksi dokumentoinnin suhteen, sillä laitteista on löydettävä valmistajan CE vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Painelaitteella tarkoitetaan prosessia, joka sisältää paineen alaisia laitteita. Esimerkiksi säiliö, putkisto tai muu tekninen kokonaisuus, johon voi tulla ylipainetta. Painelaite kattaa myös painelaitteen suojaamiseksi tarkoitettuja teknisiä kokonaisuuksia, kuten kaasun tai nesteen siirtoputkistoa, kompressorisäiliötä tai varoventtiileitä. (Tukes www-sivut 2023.)

Painelaitelain tarkoituksena on varmistaa, ettei painelaitteita sisältävät prosessit aiheuta kenellekään vaaraa. Painelaitteissa on pakko olla riittävät käyttöturvallisuuden varmistavat laitteet ja järjestelmät. On tärkeää, että ne toimivat asianmukaisesti ja niiden toiminta on jatkuvasti luotettavasti varmistettavissa. (Tukes www-sivut 2023.) Paineastioiden ja muiden painelaitteiden valmistusta ja käyttö valvotaan viranomaisten toimesta, mutta lopullinen vastuu on suunnittelijalla ja käyttäjällä. (Kesti, M. 1992, 45.)

Alla taulukossa 3-5 on esimerkkejä Tukesin valvomista asioista, asetetuista laista ja säädöksistä.

| TEOLLISUUS                                     |                                      | YHTEISET TURVALLISUUSTEKIJÄT    |                            |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Kaivos, malminetsintä, kullanhuuhtonta         | Kemikaalilaitokset                   | Päätökset ja kuulutukset        | Vastuuhenkilöt             |
| Räjähteet, ilotulitteet, ruuti, patruunat      | Maankäytön suunnittelu               | Standardit                      | Tarkastuslaitokset         |
| Nestekaasulaitokset                            | Kemikaalisäiliöt                     | Karttatiedostot RSS-atomfeedina | KemiDigi <a href="#">↗</a> |
| Kemikaalien suhdelukulaskuri <a href="#">↗</a> | Kemikaaliputkistot                   | Kiertotalous                    | Tukes-ohjeet ja oppaat     |
| Painelaitteet                                  | VAK - vaarallisten aineiden kuljetus | Lomakkeet                       | Lait ja säädökset          |
| Maakaasu ja biokaasu                           | Räjähdyksivaaralliset tilat          |                                 |                            |
| Konfliktimineraalit                            |                                      |                                 |                            |

Taulukko 3. Tukesin määrittelemiä lakeja ja säädöksiä liittyen teollisuuteen. (Tukes www-sivut 2023, [www.tukes.fi](http://www.tukes.fi))

| VAATIMUKSIA TUOTTEILLE JA PALVELUILLE       |                                      | YHTEISET TURVALLISUUSTEKIJÄT |   |
|---|--------------------------------------|------------------------------|---|
| Henkilönsuojaimet                           | Hissit                               | Vaatimustenmukaisuus         | CE-merkintä   |
| Hyväksytyt liikkeet                         | Jalometallituotteet, korut ja kellot | Vaarallinen tuote            | EU Safety Gate -järjestelmä vaarallisille tuotteille          |
| Kaasulaitteet                               | Kertakäyttöiset muovituotteet (SUP)  | Jakelijan velvollisuudet     | Maahantuojan velvollisuudet                                   |
| Koneet                                      | Kosmetiikka                          | Valmistajan velvollisuudet   | Valmistajan, maahantuojan ja myyjän velvollisuudet taulukossa |
| Kuluttajille tarjottavat palvelut           | Kylmäala                             | Tunnen tuotteeni             | Lait ja säädökset   |
| Lelut                                       | Mittauslaitteet                      | Tuoteyhteyspiste             | Markkinavalvonnan yhteyspiste                                 |
| Painelaitteet                               | Pelastustoimen laitteet              |                              |   |
| Pesuaineet                                  | Rakennustuotteet                     |                              |   |
| Räjähteet, ilotulitteet, patruunat ja ruuti | Sähkölaitteet                        |                              |   |
| Tekstiilit ja jalkineet                     | Yleiset kulutustavarat               |                              |   |
| Vaaralliset aineet ajoneuvoissa             |                                      |                              |   |

Taulukko 4. Tukesin määrittelemiä lakeja ja säädöksiä liittyen tuotteisiin ja palveluihin. (Tukes www-sivut 2023, [www.tukes.fi](http://www.tukes.fi))

| TUOTE- JA AINEKOHTAISET VAATIMUKSET |                              | YLEISET VAATIMUKSET                         |  |
|-------------------------------------|------------------------------|---|--|
| Biosidit                            | Kasvinsuojeluaineet          | CLP - Luokitus, merkinnät ja pakkaaminen    | Käyttöturvallisuustiedote  |
| Kosmetiikka                         | Pesuaineet                   | REACH - Rekisteröinti, luvat ja rajoitukset | Kemikaali-ilmoitus Tukesille   |
| Rakennus- ja korjausmaalit          | Pakkaukset ja pakkausjätteet | Kemikaalien vähittäismyynti                 | Kemikaalien varastointi, käsittely ja kemikaaliluettelo teollisuudessa |
| Esineet                             | Nanomateriaalit              | Kemikaalien kuljetus                        | Kemikaalien valvonta   |
| Kylmäaineet                         | Elohopea                     | Ilmoitus myrkytystietokeskuksille ja UFI    | SCIP-ilmoitus esineistä  |
| Pysyvät orgaaniset yhdisteet        | Räjähteiden lähtöaineet      | Kysy tai anna palautetta                    | Kemidigi - kemikaalitieto yhdessä palvelussa <a href="#">☞</a>         |

Taulukko 5. Tukesin määrittämiä lakeja ja säädöksiä liittyen kemikaaleihin. (Tukes www-sivut 2023, [www.tukes.fi](http://www.tukes.fi))

## 8 DOKUMENTOINTI

### 8.1 Dokumentaation hallinta

Putkistokaavioiden ylläpitoon ja päivittämiseen liittyy suuresti dokumentointi, sillä putkistokaaviot ovat dokumentoitava ja muun dokumentaation tulee olla yhteneväisiä putkistokaavioiden tietoihin. Dokumentaatiota on päivitettävä jatkuvasti, sillä on tärkeää, että se on luotettavaa ja ajantasaista. PI-kaavioiden ylläpito liittyy läheisesti myös yrityksen dokumentaation hallintaan.

SFS standardiin EN-ISO 11442 on kirjoitettu teknisen dokumentaation ylläpidon ja tuottamisen vaatimuksista. Standardi on kansainvälinen ja siinä on määritelty teknisen dokumenttien hallintaan liittyvät perussäännökset. (Online SFS www-sivut, 2023) Dokumentaatiota ei yleensä pidetä niin tärkeänä työtehtävänä, mitä se oikeasti on. On tärkeää muistaa, että todella monet työtehtävät ja niiden eteneminen riippuvat siitä, kuinka hyvin dokumentaatio eri prosesseista on hoidettu. Myös moniin turvallisuusriskeihin oltaisiin voitu varautua paremmalla dokumentoinnilla. Dokumentointi on myös tietyillä osin pakollista, sillä siihen kohdistuvat vaatimukset ovat esitetty eri laeissa, säädöksissä, asetuksissa ja standardeissa.

Tekninen dokumentaatio on yksi osa-alue teknisen viestinnän alaisuuteen kuuluvasta prosessista. Teknisellä dokumentaatiolla tarkoitetaan eri palveluiden tai tuotteiden koko elinkaaren aikana syntynyttä dokumentaatiota, joka voi olla esimerkiksi piirustuksia tai esimerkiksi tekninen asiakirja. Tekninen dokumentaatio on yleinen termi sellaisille tietoluokille, jonka avulla on pyritty kuvaamaan palvelun, tuotteen tai järjestelmän käyttöön liittyviä asioita, toimivuutta tai esimerkiksi arkkitehtuuria.

Haasteena dokumentaatiossa on se, että osataanko ohjelmia käyttää oikein ja tuottaa oikeanlaista dokumentaatiota. Tiedetäänkö mistä dokumentit löytyvät tai minne ne pitäisi arkistoida. Päivitetäänkö dokumentteja jatkuvasti niin, että kaik-

ki muutokset otetaan huomioon ja dokumentteihin voidaan luottaa, koska niiden tulisi olla aina ajan tasalla ja sisältää oikeaa tietoa.

Dokumentaatioprosessin hallinta on tärkeää, jotta osataan päivittää kaikki tarvittavat dokumentit, tiedetään mikä on esimerkiksi viimeisin hyväksytty versio, onko joku muokkaamassa versiota juuri sinä hetkenä tai onko joku tekemässä kyseiseen dokumenttiin muutoksia lähiaikoina. Dokumentaatiosta olisi tärkeä käydä ilmi tehdyt revisiot ja se, mitä muutoksia kyseiseen dokumenttiin on tehty.

Väärin ylläpidetty tai huolimattomasti tehty dokumentaatio voi aiheuttaa esimerkiksi huomattavia turvallisuusriskejä yritykselle. Myös hyvin tehty dokumentaatio auttaa pitämään suunnittelutyön kustannustehokkaana, kun turhaan selvittelytyöhön ei mene ylimääräisiä resursseja. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 47.)

Dokumentit ovat tietynlaisia nimikkeitä, sillä niihin tallennetaan usein erilaista dataa ja attribuutteja, kuten erilaisia tunnisteita, tyyppejä ja luokitteluita. Tämän avulla dokumentteja on helpompi ylläpitää ja löytää dokumentteja helpommin arkistosta erilaisten hakutekijöiden avulla. Dokumentista löytyy attribuuttitietojen lisäksi itse tiedosto, joka voi olla esimerkiksi piirustus, kuten PI-kaavio, tai tekninen käsikirja tai mitä tahansa muuta tietoa, jota tulee hallita teknisen dokumentaation avulla. Dokumentti voi olla eri tiedostomuodoissa, kuten PDF tai DWG. DWG on AutoCAD:lla luotu tiedostomuoto ja on huomioitava, että DWG-versiota on tulevaisuudessa helpompi muokata, kuin pelkkää PDF-tiedostoa. Siksi on tärkeää suunnittelutoimistolta vastaanottaa PDF:n lisäksi myös suunnitteluohjelmalla luodut tiedostot. Hyvin dokumentoitua tietoa on helpompi integroida myös muiden ohjelmien kesken, kun esimerkiksi attribuuttien tiedot ovat oikein. Kehittynyt tietotekniikka on tuonut dokumentaation hallintaan huomattavasti enemmän mahdollisuuksia. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 47.) Yksi dokumentaation tärkeimpänä tekijänä on, että tieto on ajantasaista, sen oikeellisuus voidaan taata ja se on nopeasti saatavilla jokaisesta yrityksen prosessista.

Dokumentoinnissa on tärkeää, että niin sanotut pysyvät nimikkeet annetaan ilman personoitua informaatiota, sillä nämä tiedot voivat jälkikäteen muuttua. Esimerkkinä putkilinjan linjatunnuksen numero (tämä on usein juokseva numero, ilman mitään tarkempaa informaatiota) tai vaikka dokumenttikortin numero, sillä niitä ei voi myöhemmin muuttaa, vaikka itse dokumentointikortin sisältö muuttuisi tai vaihtoehtoisesti putkilinjan pysyvään nimikkeeseen ei voida laittaa putkikokoa, koska tämä voi jonkin kunnossapitokorjauksen yhteydessä kasvaa tai pienentyä. Dokumentaationsääntöjä luodessa on tärkeää siis miettiä, kuinka dokumentointi on järkevää hoitaa. Mitä enemmän tietoa nimikkeelle antaa, sitä enemmän dokumentointi tuottaa informaatiota. Järjestelmien ominaisuudet vaihtelevat hieman ohjelmasta riippuen, mutta olisi tärkeä miettiä etukäteen, millaiset säännöt dokumentoinnille tulee luoda.

Attribuuttitietoja tulee muuttaa sen perusteella, mitä tietoja kyseisessä kohteessa on. On tärkeää, että ne tiedot, jotka voivat muuttua ovat helposti muutettavissa eikä ainakaan tämän vuoksi dokumentointiin jää vääristyneitä tietoja. (Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002, 17.) Ihanteellisella tiedonsaannilla tarkoitetaan sitä, että tieto on saatavissa oikeaan aikaan ja se on luotettavaa, sekä helposti löydettävissä. On erittäin tärkeää, että kohteesta annetaan mahdollisimman paljon dokumentoitavaa tietoa, mutta turhaa tietoa on kuitenkin turha tallentaa yrityksen järjestelmiin. (Peltonen, A. 1997, 194).

Yrityksen on pystyttävä suuresta dokumentaatiokirjastosta löytämään nimikkeitä erilaisin perustein. Esimerkiksi prosessiteollisuudessa voidaan tarvita sijaintitiedot kaikista saman tyyppisistä pumpuista, että missä ne sijaitsevat ja minkälaisia dokumentteja pumppuihin liittyy. Tämän vuoksi nimikkeiden attribuuttitiedot ja hakuehdot ovat äärimmäisen tärkeitä, jotta dokumentaatiota pystytään hallitsemaan ja oikeita asioita löytämään oikea-aikaisesti, sekä näihin tietoihin pystytään luottamaan. Näin ollen luokittelu ja attribuuttiarvot parantavat nimikkeiden ja dokumentaation käytettävyyttä sekä tiedon hyödyntämistä. (Peltonen, H. ym. 2012, 27.)

Dokumentaatiossa tulee ottaa huomioon dokumentaation elinkaari, kun uusia versioita tulee, pitää dokumenteista tehdä uusi revisio. Revisiosta tulee tulla ilmi, mitä osaa dokumentissa on muutettu, päivämäärä, kuka on muuttanut ja kuka muutoksen on hyväksynyt. Usein dokumentissa muutoskohta esitetään erillisellä revisiopilvellä, jossa on kirjainmerkintä, että tiedetään mistä revisiosta on kyse. Näin muutokset dokumentista havaitaan helpommin, että mitä osiota muutos on koskenut.

Dokumentit tulee luokitella niin, että ne ovat eroteltavissa toisistaan, esimerkiksi piirustukset, käyttöoppaat ja muistiot. Dokumenttien tila pitää pystyä ilmoittamaan, jolloin saadaan tieto esimerkiksi keskeneräisistä dokumenteista, käytöstä poistetuista dokumenteista tai vasta suunnitteluvaiheessa olevista laitteista ja prosesseista. Usein dokumentaatiolla on myös yhteyksiä toisiin dokumentteihin tai esimerkiksi moneen eri kustannuspaikkaan, joka tulee huomioida dokumentointiprosessissa. (Peltonen, H. ym. 2012, 57.)

Dokumentoinnissa tulee ottaa huomioon muutostenhallinta, sillä kun yksi pieni muutos tehdään johonkin projektiin, joudutaan dokumentaatiossa päivitys tekemään usein myös moneen muuhun paikkaan ja dokumenttiin. Muutokset aiheuttavat usein myös kustannuksia, jonka vuoksi nykypäivänä eri ohjelmistojen integroiminen yhteen on kannattavaa. (Peltonen, H. ym. 2012, 71.) Esimerkiksi putkilinjan muuttuminen PI-kaaviossa tulee huomioida myös isometripiirustuksissa ja linja- ja varusteluetteloissa. Jos kaikkia muutoksia ei huomata tehdä, dokumentaation luotettavuus ja käytettävyys kärsii, joka voi vaikuttaa myös yrityksen prosessiturvallisuuteen ja tulevaisuuden projektien onnistumiseen.



Dokumentaatio ei kuitenkaan aina ole itse tuotedokumentaatiota, vaan dokumentointia voi olla myös esimerkiksi erilaisten ohjeiden tekeminen ja ylläpito. Järjestelmän dokumentointia miettiessä tulee ymmärtää, että järjestelmä toimii hyvin vain, jos sen toiminta on hyvin dokumentoitu. Ohjeiden dokumentoinnista on erittäin suurta hyötyä, kun palkataan uusia työntekijöitä. Kun on antaa olemassa olevia dokumentoituja ohjeita ohjelmiston käyttöön ja muihin ohjelmaan liittyviin prosesseihin, saadaan tehtyä paljon parempi pohjatyö uuden henkilön perehdyttämiselle. Ohjeita voidaan käyttää apuna myös luodessa käytäntöjä yrityksen tavoille toimia. Ne ovat yksinkertaisempia sisäistää ja ottaa käyttöön, kun on mustaa valkoisella ja asioista on sovittu yhteisesti. Näin ohjelmistosta tullaan saamaan enemmän hyötyä irti nopeammalla aikataululla myös tulevaisuudessa. Järjestelmän- ja eri prosessien ohjeiden dokumentaatio nopeuttaa perehdyttämiskoulutusta ja säästää uuden työntekijän perehdyttäjän työaika, jolloin resursseja voidaan hyödyntää tehokkaammin. (Laine, H. 2010, 190.)

## 9 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Putkistokaavioiden ylläpito ja päivittäminen on iso osa prosessiteollisuudessa toimivan tehtaan toimintaa ja vaikuttaa moneen eri osa-alueeseen. Tämän vuoksi niiden ja koko tehdasdokumentaation ei voida vähätellä. Dokumentaation oikeellisuus ja luettavuus vaikuttaa tehtaan moneen eri osa-alueeseen.

Teknologian kehittyminen ja älyteknologian lisääntyminen tarjoavat prosessiteollisuuden yrityksille täysin uudenlaisia tapoja toimia. Kun valitaan oikeanlaiset työvälineet ja ohjelmistot, voidaan yrityksen eri prosesseja tehostaa paljonkin, jonka avulla yritys kasvattaa omaa kilpailuetuaan markkinoilla.

Älyteknologia, data-analytiikka ja kehittyneet muihin ohjelmistoihin integroitavat suunnitteluohjelmistot tulevat olemaan osana tulevaisuutta monessa eri yrityksessä. On tärkeää, että yritykset kartoittavat omia mahdollisuuksiaan ja osaavat tehdä oikeanlaisia investointipäätöksiä tulevaisuutta ajatellen. Yrityksillä on oltava uudistumiskykyä, jotta ne pystyvät pitämään toimintansa tehokkaana ja kannattavana. Markkinoilla kilpailutilanne kovenee jatkuvasti, joten on tärkeää, että yritys arvioi ja kehittää omia toimintatapojaan nykyaikaisemmaksi ja tehokkaammaksi.

Älykäs PI-kaavio tuo yritykselle monia hyötyjä. Sen avulla voidaan parantaa suunnitteluprosessin tehokkuutta ja kannattavuutta, voidaan parantaa dokumentaation hallintaa sekä madaltaa esimerkiksi kunnossapitokustannuksia. Älyteknologiaan pohjautuvat ohjelmat tuovat yrityksille monia erilaisia mahdollisuuksia, mutta on tärkeää, että yritys osaa kartoittaa ne ominaisuudet, joita he omassa toiminnassaan tarvitsevat ja jotka tuovat heidän toiminnan kannalta eniten etua myös tulevaisuutta ajatellen. Niihin asioihin ei kannata panostaa, jotka eivät tuo yrityksen toiminnalle lisäarvoa.

Pääsääntöisesti nykyään putkistokaaviot on piirretty erilaisilla 2D-ohjelmistoilla, kuten esimerkiksi AutoCAD-ohjelmalla. 2D-putkistokaaviot eivät itsessään sisällä sen syvällisempää tietoa, vaan kaikki tarvittava tieto pitää kirjoittaa putkistokaavioon näkyville tekstiominaisuudella tai erilaisilla symboleilla. 2D-putkistokaaviot käyvät usein liian ahtaaksi, eikä niihin pysty lisäämään mitään ylimääräistä tai tarpeetonta informaatiota. Uudenlaiset älykkäät putkistokaavio-ohjelmat sisältävät tietoa paljon integroituna itse ohjelman sisälle, joka tarkoittaa, että kaikki tieto ei ole manuaalisesti tekstin avulla näkyvissä, mutta on kuitenkin löydettävissä ja hyödynnettävissä ohjelman taustalla jatkuvasti.

Älykäs PI-kaavio tekee putkistosuunnittelusta helpompaa ja turvallisempaa. Eri-laista informaatiota ja dokumentaatiota suunnittelussa tulee paljon, jota on helpompi hallita älykkäällä putkistokaavio-ohjelmalla. Ohjelman avulla tietoa saadaan integroitua myös muihin ohjelmistoihin, kuten toiminnanohjausjärjestelmään tai dokumentaation hallintajärjestelmään, joka nopeuttaa yrityksen dokumentointia ja helpottaa sen ylläpitoa sekä tietojen etsimistä.

Älykkään integroidun putkistokaavio-ohjelman avulla tietoa saadaan etsittyä ja päivitettyä nopeammin. Tieto on annettu vain yhteen paikkaan, eikä ole vaarana, että hyödynnetään sellaista tietoa, joka on kerrottu kahdessa eri paikassa eri tavoin. Monet yritykset käyttävät montaa eri ohjelmistoa, jonne tallennetaan manuaalisesti erilaisia suunnittelutietoja. Näin ollen vaarana on, että kahdessa eri paikassa sijaitsee kahta eri tietoa, jolloin toinen on virheellinen ja toinen paikkansapitävä. Kun tieto päivittyy, ei enää muisteta mistä kaikista järjestelmistä tämä tieto löytyy, jolloin inhimillisenä erehdyksenä sitä ei muisteta päivittää kaikkiin tarvittaviin dokumentointiversioihin ja järjestelmiin. Tämä mahdollistaa virheiden syntymisen eri projektien aikana, koska tehdasdokumentaatio ei ole kunnossa. Älyteknologian hyödyntäminen parantaa paljon tiedonhallintaa ja näin ollen vaikuttaa myös esimerkiksi työturvallisuuteen ja suunnittelun kustannuksiin.

Uuden ohjelman käyttöönottoprojekti tulee suunnitella hyvin, jotta voidaan varmistua onnistuneesta kokonaisuudesta. On selkeää, että projekti elää läpi sen elinkaaren ja matkan varrella huomataan, että jokin asia ei toimikaan. Tällöin on muutettava kurssia ja muutoshallinnan kautta tehtävä projektille hallitusti ne muutokset, joita ohjelmiston käyttöönoton ja toiminnan kannalta on järkevä tehdä. On selvää, että vaikka projekti suunnitellaan alussa huolellisesti, matkan varrella luultavasti silti tulee muutostarpeita, jolloin projektin laajuutta esimerkiksi halutaan hieman laajentaa.

Lisäksi kun projekti tulee päätökseen, on tärkeää, että yritys pyrkii kehittämään omaa toimintaansa ja toimintamallejaan jatkuvasti, eikä jämähdä tiettyihin toimintamalleihin. Monessa yrityksessä onkin otettu käyttöön niin sanottu jatkuvan parantamisen malli. Tärkeää on analysoida omia projektejaan, että kuinka ne on mennyt ja mitä tulevaisuudessa niistä voitaisiin ottaa opiksi.

On selkeää, että uuden tietojärjestelmän käyttöönotto on iso työ. Sen vuoksi ohjelma on valittava huolella ja mietittävä, millaisia ominaisuuksia yrityksen prosesseissa tullaan tulevaisuudessa tarvitsemaan. On tärkeää valita luotettava toimittaja ja myös kilpailuttaa potentiaaliset toimittajat. Tietojärjestelmän käyttöönotossa on aina haittoja ja hyötyjä, mutta onnistuneen projektin kannalta on tärkeää, että hyötyjä löydetään ehdottomasti enemmän, kuin haittoja. Investointi saattaa olla rahamäärältään suurikin, mutta on tehtävä kattavat investointilaskelmat siitä, että onko lopputulos kuitenkin pidemmällä aikavälillä kannattava verrattuna investoinnin suuruuteen. Hyvin suunniteltu projekti tulee onnistumaan hyvin paljon todennäköisemmin, kuin projekti, joka ollaan käynnistetty huolimattomasti. On tärkeää, että yrityksellä on selkeä strategia ja tavoitteet, mitä ohjelmistoprojektin kanssa lähdetään tavoittelemaan.

## LÄHTEET

Arter www-sivut 2023. Viitattu 09.05.2023. [www.arter.fi](http://www.arter.fi)

Bauer, J.E., Duffy, G.L. & Westcott, R.T. 2002. The Quality Improvement Handbook. ASQ: United States.

Cadmatic www-sivut, 2023. Viitattu 15.08.2023.  
<https://www.cadmatic.com/en/products/design-applications/>

Collins, J. & Porras, J-I. 2004. Pysy parhaana – Kestäväksi kehitetty. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä.

Haikala, I. & Mikkonen, T. 2011. Ohjelmistotuotannon käytännöt. Talentum: Helsinki.

Harju, P. 2007. Teknisen piirtämisen perusteet. Kotkaset Oy: Hamina. Viitattu 01.05.2023.

Heikkilä, M. 2004. Tekniset piirustukset. WSOY: Helsinki. Viitattu 24.04.2023.

Hernandez, M-J. 2000. Tietokannat – Suunnittelu käytännössä. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä.

Hämäläinen, J. 2005. Putkistosuunnittelu pähkinänkuoressa. Teollisuusputkistojen suunnittelu. Helsinki: AEL. Viitattu 15.04.2023.

Järvenpää, M., Lämsiluoto, A., Partanen, V. & Pellinen, J. 2017. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. Sanoma Pro Oy: Helsinki. Viitattu 10.04.2023.

Lapinleimu, I. 2001. Ideaalitehdas. 2. painos. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu. Viitattu 27.04.2023.

Laamanen, K. 2005. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona. 6. painos. Ota-van kirjapaino Oy: Keuruu. Viitattu 15.05.2023.

Laamanen, K. 2008. Johda suorituskykyä tiedon avulla. 2. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy. Viitattu 10.04.2023.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito, tuottavuut käynnissäpidolla. Kerava: Savion Kirjapaino Oy. Viitattu 01.04.2023.

Lehtimäki, T. 2006. Ohjelmistoprojektit käytännössä. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä.

Lemola, T. 2000. Näkökulmia teknologiaan. Yliopistopaino: Helsinki

Logistiikan Maailma www-sivut, 2021. Viitattu 15.03.2023.  
[www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi)

Kesti, M. 1992. Teollisuusputkistot. VAPK-Kustannus: Helsinki. Viitattu 10.03.2023.

Kespet Oy – Hyttinen, A. 2021, Teollisuuseristysstandardit. Power Point esitys. <https://www.kespet.fi/wp-content/uploads/2021/03/Teollisuuseristysstandardit.pdf>

Kettunen, S. 2002. Tietojärjestelmän ostaminen: Käytännön opas yrityksille. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö yhteistyössä WSOY:n ja Ekonomiliitto. Viitattu 05.03.2023.

Kunnossapitoyhdistys Ry. 2000. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito – Kunnossapidon julkaisusarja nro. 4. Oy Kotkan Kirjapaino Ab: Hamina.

McAllister, E.W. 2005. Pipeline Rules and Thumb Handbook – A manual of quick, accurate solutions to everyday engineering problems. Elsevier: USA.

McConnell, S. 2002. Ohjelmistotuotannon hallinta. Helsinki: Edita Prima Oy. Viitattu 15.02.2023.

Moubray, J. 1997. RMC II Reliability-Centered Maintenance. 2nd edition. Industrial Press: United States.

Pelin, R. 2020. Projektijohtaminen. 8. painos. BoD: Norderstedt. Viitattu 02.03.2023.

Peltonen, A. 1997. Tuottava Tehdas. Helsinki: Hakapaino Oy. Viitattu 01.04.2023.

Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002. PDM – Tuotetiedon hallinta. Helsinki: Edita Prima Oy. Viitattu 14.04.2023.

Pihkala, J. 2011. Prosessitekniikka – Prosessiteollisuuden yksikkö- ja tuotanto-prosessit. Juvenes Oy: Tampere. Viitattu 14.05.2023.

PSK Standardisointi www-sivut, 2023. Viitattu 19.05.2023. <http://www.psk-standardisointi.fi/>

Rennels, D.C. & Hudson, H.M. 2012. Pipe flow – A Practical and Comprehensive Guide. John Wiley & Sons Inc.: New Jersey.

Ruohomäki, I., Anttila, J-P., Heikkilä, A., Hentula, M., Kansola, M., Leino, K., Paro, J. & Salmi, T. 2011. Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin. Tammerprint Oy: Tampere. Viitattu 17.04.2023.

Salmela, H., Hallanoro, M., Sippa, S., Tapanainen, T. & Ylitalo, J. 2010. Ketterän organisaation IT. Helsinki: Talentum. Viitattu 21.05.2023.

Salo, I. 2013. BIG DATA – Tiedon vallankumous. Offset Oy: Saarijärvi. Viitattu 14.04.2023.

Sanders, R.E. Chemical Process Safety. 2005. Third Edition. Elsevier Butterworth-Heinemann: USA.

Savransky, S.D. 2000. Engineering of Creativity – Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving. CRC Press LLC: Florida.

Schenk, M., Wirth, S. & Müller, E. 2010. Factory Planning Manual – Situation-Driven Production Facility Planning. Springer-Verlag: Berlin.

SFS Online www-sivut, 2023. SFS EN ISO 11442 (Julkaisuvuosi: 2010) – Teknisen tuotedokumentaation hallinta. Viitattu 18.05.2023. <http://www.sfs.fi/>

Sharp, A. & McDermott, P. 2001. Workflow Modeling – Tools for process improvement and application development. Artech House: London.

Silla, H. 2003. Chemical Process Engineering – Design and Economics. Stevens Institute of Technology Hoboken: New Jersey, USA.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. 2016. Operations Management. Eight Edition. Edinburgh Gate: United Kingdom.

Smartgeo www-sivut, 2023. Viitattu 02.03.2023. <https://smartgeo.fi/palvelut/>

Sommerville, I. 2001. Software Engineering. Edinburgh Gate: Harlow. Sixth edition.

Standardi www-sivut, 2023. Viitattu 12.05.2023. <https://www.standardi.fi/>

Sydänmaanlakka, P. 2009. Jatkuva uudistuminen – Luovuuden ja innovatiivisuuden johtaminen. Talentum: Helsinki. Viitattu 03.05.2023.

Tiirikainen, V. 2010. IT ja parempi bisnes. Talentum Media Oy: Helsinki. Viitattu 15.05.2023.

TEKES, Teknologian kehittämiskeskus. 1998. Teknologia ja tulevaisuus. Paino-Center Oy Helsinki

ISO standardit, Valmistajat www-sivut, 2023. Viitattu 12.04.2023. <https://valmistajat.fi/standardit/iso-standardit>

Vilkkumaa, M. 2005. Talouden apuvälineet johdolle. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä. Viitattu 08.04.2023.

Vilkkumaa, M. 2007. Viisas yritys. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä. Viitattu 11.05.2023.

Vertex www-sivut, 2023. Vertex tuotedokumentaatio - Isometripiirustukset. Viitattu 11.05.2023. <https://kb.vertex.fi/plant2021fi/kaeyttoevihjeitae/itseopiskelumateriaali/laitossuunnittelun-perusteet/6-isometripiirustukset>

Vertex www-sivut, 2023. Vertex tuotedokumentaatio – PI-Kaaviosuunnittelu.  
Viitattu 11.05.2023. <https://kb.vertex.fi/g42020fi/yleiskatsaus-vertex-g4-n-kaeyttoeen-ja-ohjelman-lisaeoptioihin/pi-kaavio>