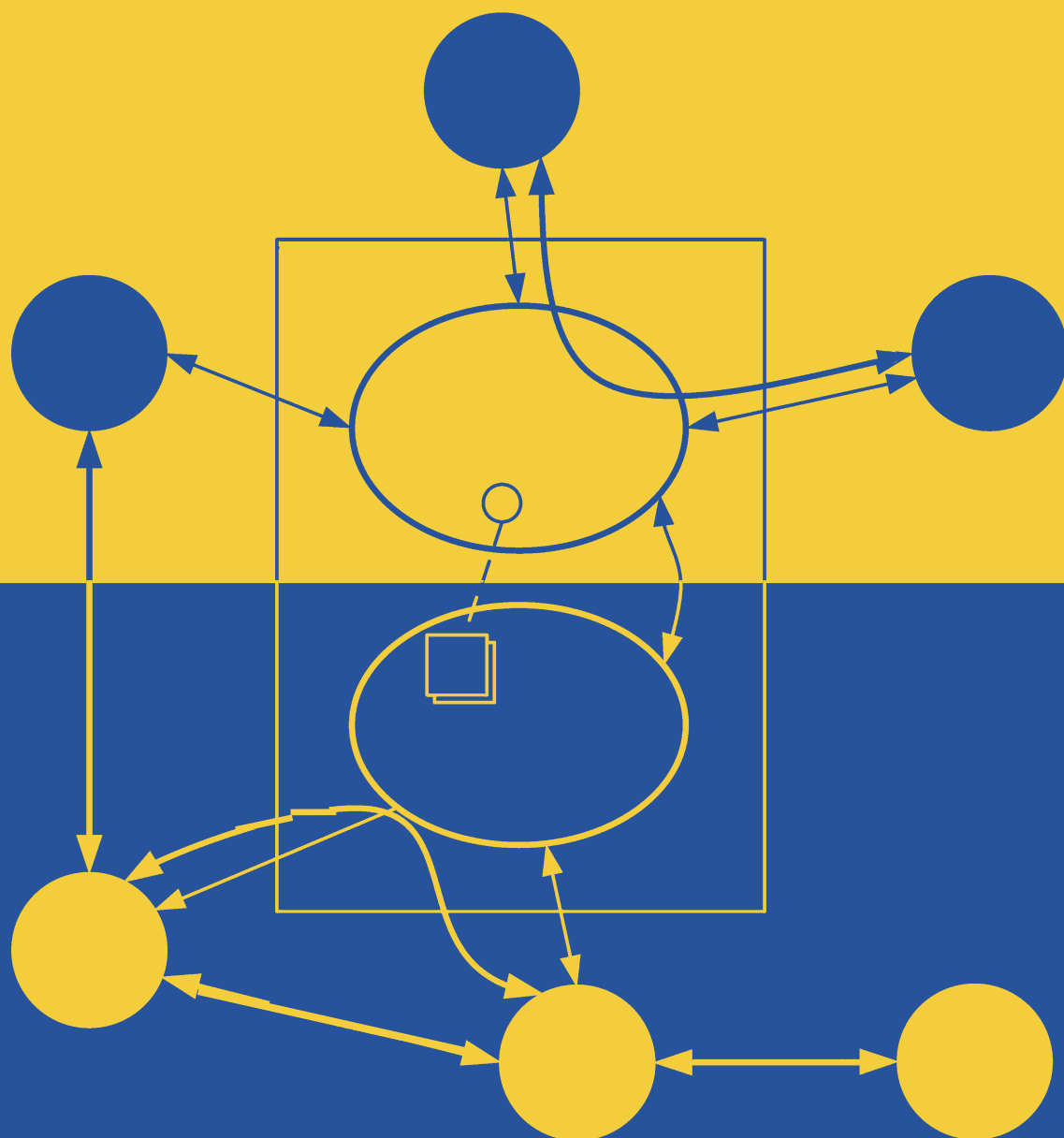


# Automaatiosuunnittelun PROSESSIMALLI

Yhteiset käsitteet verkottuneen suunnittelun perustana



Suomen Automaatioseura ry  
Finnish Society of Automation

Verkkójulkaisu

Julkaisija:

Suomen Automaatioseura ry

Asemapäällikönkatu 12 B, 00520 Helsinki

Puh. 0201 981 220

Fax 0201 981 227

office@atu.fi

www.automaatioseura.fi

Kansi ja taitto: Vitale Ay

Kielentarkistus: Hanna Hinttala

© Suomen Automaatioseura ry

ISBN 978-952-5183-34-4

ISSN 1455-6502

SAS julkaisusarja nro 35

Julkaisupaikka:

www.automaatioseura.fi

Helsinki 2007

# Sisällys

Tiivistelmä.....	4
Esipuhe .....	6
1. Johdanto .....	7
1.1 Haasteita.....	7
1.2 Automaatioprojekti .....	8
1.3 Dokumentin rakenne.....	9
2. Automaatiojärjestelmä.....	10
3. Suunnitteluprosessi .....	13
3.1 Yleisiä periaatteita .....	13
3.2 Automaatiosuunnittelun elinkaarimalli.....	15
4. Automaatiosuunnittelun sisältö .....	18
4.1 Lähtötiedot ja vaatimukset .....	20
4.2 Automaatiojärjestelmän tiedot ja toiminnot.....	21
4.3 Teknologiavalinnat.....	22
4.4 Automaatiojärjestelmän laitteet ja ohjelmistot.....	23
4.5 Käyttö- ja ylläpitoprosessin kuvaus.....	23
5. Tiedonhallinnan näkökulma .....	25
5.1 Suunnitteluinformaation hallinta ja jakelu .....	25
5.2 Tiedonkulun rooli suunnittelijoiden työssä ja osapuolten yhteistoiminnassa .....	27
5.3 Tiedonkulun tekninen tukeminen.....	28
6. Projektihallinnan näkökulma .....	30
6.1 Aikataulu ja henkilöresurssit.....	30
6.2 Talous.....	31
6.3 Roolit ja organisaatiot.....	32
7. Kohti uudenlaista suunnittelukäytäntöä .....	34
Kirjallisuutta.....	35
Liite A: Keskeiset käsitteet.....	36
Liite B: Semanttiset tehdasmallit.....	38
Liite C: Rooleja .....	41

# Tiivistelmä

Olemme tottuneet pitämään Suomea automaatiotekniikan edelläkävijämaana. Ei kuitenkaan riitä, että osaamme soveltaa automaation teoriaa ja tekniikkaa kotimaassa. Globalisoituvassa maailmassa kotimaan markkinat ovat monella automaation alalla liian pienet ja usein myös kansainvälisen kilpailun kohteena. Tästä syystä automaatiosta on pystyttävä synnyttämään myös kansainvälistä liiketoimintaa. Automaatiota myydään harvoin erillisenä, joten sen suunnittelu kytkeytyy tiiviisti prosessilaitosten ja tehtaiden kokonaistoimituksiin. Ohjausjärjestelmät ovat toisaalta osa Suomessa kehitettyjä tuotantokoneita ja -järjestelmiä. Toisaalta automaatio sisältyy insinööritoimistojen suunnittelu- ja projektointipalveluihin. Automaatiojärjestelmillä on merkittävä rooli myös tehtaiden käyttöön ja ylläpitoon liittyvien palveluiden toteuttamisessa.

Vaativien automaatioosovellusten toteuttaminen edellyttää vahvaa ja monialaista osaamista. On pystyttävä keskustelemaan eri sidosryhmien kanssa ja hahmottamaan automaatioprojekti kokonaisuutena kenttälaitteista toiminnanohjaukseen ja yksittäisestä suunnittelutehtävästä koko projektin tavoitteisiin. Uudenlaisten prosessien ohjaus ja muuttuvan tekniikan nopea haltuunotto vaativat suunnittelijoilta tukevaa teoriapohjaa. Kansainvälisessä toiminnassa tarvitaan hyvää kielitaitoa ja kulttuurienkin tuntemusta. Ja jotta kiristyvät aikataulut, turvallisuusvaatimukset ja taloudelliset tavoitteet tulisivat täytetyiksi, periaatteet on pystyttävä toteuttamaan tehokkaina käytäntöinä. Suunnitteluprosessien on oltava hyvin mietittyjä ja yhdenmukaisia sekä yritysten sisällä että niiden välillä.

Edellä sanottu tarkoittaa, että projektitoiminnan ja suunnittelun yleiset periaatteet, menetelmät ja käytännöt sekä alan koulutus ovat tärkeä kehittämiskohde konkreettisen tekniikan ohella. Tilanne muistuttaa ohjelmistotuotannon kehitystä, osin siitäkin syystä, että automaatio soveltaa paljon samaa toteutustekniikkaa. Teollisuuden sovelluksilla on kuitenkin omat erityispiirteensä, kuten pitkäikäisyys ja korkea käytettävyyysvaatimus, joten ohjelmistupuolen opit eivät sovellu sellaisinaan. Valitettavasti automaatioosovellusten suunnittelua ja sen vaatimaa monialaista yhteistyötä on tutkittu ja kehitetty melko vähän. Projekteja toteutetaan usein totuttujen ajatusmallien pohjalta ja tekniikkalähtöisesti. Yritykset toki tehostavat sisäistä toimintaansa, mutta yhteisten toimintatapojen etsiminen on harvinaisempaa. Tällöin on vaarana, että hyvä ”suomalainen tapa” toteuttaa automaatioosovelluksia ei pysy käynnissä olevien muutosten vauhdissa.

Tämä kirjanen tarjoaa lähtökohtia uudenlaisen suunnittelukäytännön kehittämiseksi. Se ei siis kuvaa nykyistä käytäntöä, vaan kirjoittajien näkemystä tarvittavasta kehityssuunnasta ja sen taustalla olevasta ajattelutavasta. Tekstissä on sovitettu erilaisia hyviä suunnitteluperiaatteita teollisuuden automaatioprojektien erityispiirteisiin ja käytäntöihin. Tärkeimpiä tavoitteita on auttaa kokonaisuuksien systemaattisessa jäsentämisessä ja niiden osien välisten riippuvuuksien hahmottamisessa sekä yhteisten, tehokkaiden toimintatapojen kehittämisessä. Suunnitteluinformaation hallinta ja tiedonkulku verkottuneessa suunnittelussa ovat myös esillä. Monimutkaisen kokonaisuuden hahmottamisessa hyödynnetään vanhaa hajota ja hallitse -periaatetta. Suunnittelun kohde (tehdas ja automaatiojärjestelmä) jaetaan selkeisiin kuvaustasoihin asiakasvaatimuksista tuotevalintoihin ja toteutukseen. Eri suunnittelualat pidetään erillään mutta linkitetään toisiinsa. Samoin itse suunnittelukohde, tehdasmalli ja automaation kuvaus sen osana, erotetaan suunnitteluprosessista eli projektimallista. Toisaalta nämä sidotaan toisiinsa määrittelemällä suunnittelun osatehtävät tehdasmallin sisällöllisen rakenteen perusteella. Suunnittelun kohteen loogiset riippuvuudet ja suunnittelutehtävien jako eri suunnittelijoille määräävät yhteistyön ja tiedonvaihdon vaatimukset. Toisin kuin perinteinen dokumentteihin pohjautuva suunnittelu ehdottamamme suunnitteluperiaatteet

tähtäävät jo kehittymässä olevaan, yhteisiä suunnittelutietokantoja hyödyntävään tietosisältöpohjaiseen suunnittelutapaan.

Käytännön automaatioprojektit kuitenkin vaihtelevat, ja eri sovellusaloilla on erilaiset tarpeet. Suunnitteluprosessin tarkka kuvaus olisi tavattoman laaja ja sen vuoksi vaikeasti hahmotettava. Siksi meidän on rajauduttava muutamiin yleisiin periaatteisiin, joiden pohjalta yritykset ja yritysryhmät voivat kehittää omia, konkreettisempia ja tarkempia toimintamallejaan. Esimerkiksi tapa jakaa suunnittelu osatehtäviin voisi olla yleisemmänkin automaatioprojektin referenssimallin pohjana. Samoin eräiden nykyisin väljästi määriteltyjen käsitteiden ja periaatteiden täsmentäminen lienee hyödyksi paitsi alan opiskelijoille myös työelämässä jo toimiville automaatiosuunnittelijoille.

# Esipuhe

Tutkimuslaitosten ja yritysten yhteistyönä on viime vuosina toteutettu useita kehityshankkeita, joiden kohteena on ollut automaatiosovellusten suunnittelu sekä niissä käytettävät uudet tekniikat. Muutamien projektien tulokset on raportoitu Suomen Automaatioseuran julkaisusarjassa tavoitteena suomalaisen suunnittelukäytännön kehittäminen ja koulutuksen edistäminen.

Tämä kirjanen syntyi ANTI-2-nimisessä tutkimusprojektissa (Automaatio suunnittelun liiketoiminnan kehittäminen) vuosina 2005–2007. Hankkeen päärahoittaja oli Tekes ja yritysosaajia Metso Automation Oy, ABB Oy, Outokumpu Technology Oy, Capricode Oy, SoftaTest sekä Oy Delta-Enterprise Ltd. Tutkimustahoja edustivat Teknillinen korkeakoulu, Tampereen teknillinen yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja VTT. Kirjasen sisältö perustuu projektissa tehtyihin yritys haastatteluihin, kirjallisuuteen ja muiden tutkimushankkeiden kokemuksiin. Kirjoitustyöhön osallistuivat projektipäällikkönä toiminut Mika Strömman TKK:lta sekä Juhani Hirvonen, Kristiina Hukki ja Teemu Tommila VTT:lta. Tausta-aineistoa tuottivat Mika Mikkonen Tampereen teknillisestä yliopistosta sekä erityisesti Seppo Pyyskänen Duocon Oy:stä määrittelemällä suunnitteluprosessiin liittyvää käsitteistöä ja kokoamalla tietoja automaatioalan standardeista.

Kiitämme kaikkia ANTI-2-projektiin osallistuneita ja toivomme, että tämä kirjanen vie osaltaan eteenpäin maamme osaamista automaatiotekniikan soveltamisessa teollisuuteen.

Espoossa 20.6.2007

*Kirjoittajat*

# 1. Johdanto

Kiristyneet aikataulut ja laatuvaatimukset ovat lisänneet suunnittelun tehokkuuspaineita. Tekniikan eri alojen yhteistyö, kansainvälistyminen ja yritysten verkottuminen korostavat yhteisten toimintamallien tärkeyttä. Tarvitaan siis tapoja kuvata suunnitteluprosessia systemaattisesti. Tämä dokumentti etsii lähtökohtia verkottuneen suunnittelutavan kehittämiseen.

## 1.1 Haasteita

Teollisuuden järjestelmät monimutkaistuvat. Niiden laatu- ja turvallisuusvaatimukset, aikataulupaineet ja kansainvälinen kilpailu kiristyvät. Asiakkaat vaativat entistä laajempia kokonaisuuksia. Tuotannollisten laitteiden sijasta ostetaan toimintoja, palveluita ja kapasiteettia. Useilla aloilla investoinnit ovat pitkäikäisiä ja kasvu hidasta. Uusinvestoinnit ovat osin vähentyneet, joten olemassa olevien laitosten ylläpito ja modernisoinnit muodostavat suuren osan liiketoiminnasta.

Kasvavien markkinoiden siirtyminen uusille alueille ja tuotannon ja suunnittelun siirtyminen edullisempien työvoimakustannusten maihin pakottavat suomalaiset yritykset muutoksiin. Integraatio ja kokonaisuuksien hallinta edellyttävät toimittajilta uudenlaista osaamista ja verkottumista. Markkinat ja teknologia muuttuvat nopeasti, joten yrityksiltä vaaditaan mukautumiskykyä sekä tekniikan ja toimintamallien että henkilöstön osalta. Uusia markkinoita on etsittävä ulkomailta, uusista tekniikoista ja uudentyypisistä sovelluksista tai täydentämällä teknisiä ratkaisuja erilaisilla palveluilla. Monilla sovellusalueilla järjestelmien ja niiden avulla valmistettujen tuotteiden turvallisuus on pystyttävä osoittamaan dokumentoidusti. Informaation hallinnan ja viestinnän merkitys kasvaa sekä järjestelmien rakentamisessa että niiden käytössä ja ylläpidossa. Tämä edellyttää standardien ja työkalujen kehittämistä sekä niiden haltuunottoa käytännön suunnittelutoiminnassa.

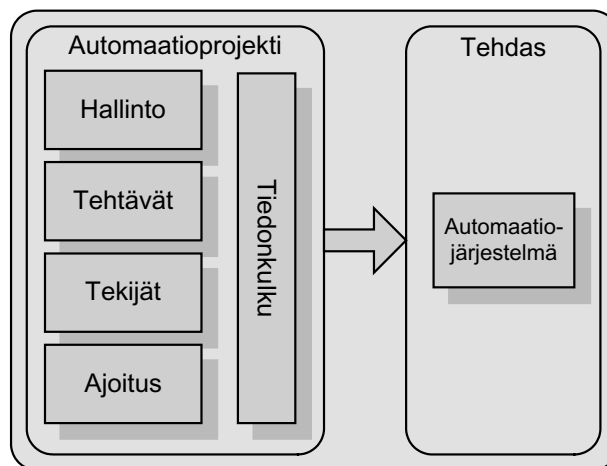
Tuotantolaitosten suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön osallistuu tulevaisuudessa entistä useampia toimijoita, jotka ovat maantieteellisesti hajallaan. Investointiprojektin toteuttavat *virtuaaliorganisaatiot*, jotka perustetaan rajallista tehtävää varten. Virtuaaliorganisaation toimijoiden rooleja ovat esimerkiksi kokonaistoimittaja (integraattori), järjestelmätoimittaja, komponenttitoimittaja ja palveluiden tarjoaja. Aikataulujen nopeuden vuoksi eri alojen suunnittelua on tehtävä rinnakkain, joten suunnittelualojen ja organisaatioiden roolit (vastuut ja oikeudet) on määriteltävä selkeästi. Tehokas yhteistyö ja tehtävien jakaminen onnistuvat vain, jos ajatusmallit, toimintatavat ja työvälineet ovat riittävän yhteensopivia. Yhteistyö edellyttää myös luottamusta ja sopimusta periaatteista, joiden mukaan kustannukset, riskit ja hyödyt jaetaan. Laatu- ja kustannusvaatimukset korostavat toisaalta asiakkaan tarpeiden ymmärtämistä ja toisaalta laajaa standardiratkaisujen uudelleenkäyttöä.

Automaation nykyiset toimitusprojektit muistuttavat ohjelmistotuotannon tuttua vesiputousmallia. Nopeissa ja epävarmuuksia sisältävissä ohjelmistoprojekteissa ohjelmistotuotannon perinteinen vesiputousmalli on osoittautunut ongelmalliseksi ja sen tilalle on kehitetty entistä joustavampia rinnakkaisia ja iteratiivisia ohjelmistoprosesseja.

Teollisuuden automaatiojärjestelmät ovat kuitenkin pitkäikäisiä, mikä edellyttää suunnittelussa ja käytössä syntyvän tietämyksen tallentamista. Suuri osa sovellusohjelmistosta (esim. perussäädöt) on ”vakiotavaraa”, joka ei vaadi täsmällistä määrittelyä. Lisää joustavuutta ja nopeutta tarvitaan, joten mielenkiintoinen kysymys on, miten eri aloilla kehitettyjä ketterän suunnittelun periaatteita voidaan soveltaa automaatiojärjestelmiin.

## 1.2 Automaatioprojekti

Automaatioprojektin tarkoitus on tuottaa tehtaan automaatiojärjestelmän toteuttamiseen, käyttämiseen ja ylläpitoon tarvittavat tiedot sekä toteuttaa itse järjestelmä. Kuva 1 esittää automaatio-suunnittelun elementtejä. Kaksi suurinta ovat suunnittelun kohde (tehdas ja sen automaatiojärjestelmä) ja automaatioprojekti. Projekti koostuu suunnittelutehtävistä, joiden toteuttamiseksi tarvitaan tekijöitä, kuten suunnittelijoita, projektipäälliköitä sekä käyttäjiä antamaan lähtötietoja. Varsinaisten suunnittelutietoa tuottavien tehtävien lisäksi projektiin kuuluu hallintoa, kuten tehtävien jakaminen sopiville tekijöille, niiden ajoituksen hallinta sekä projektin taloudesta huolehtiminen. Tehtävien riippuvuudet ja koordinointi vaativat tiedonkulun hallintaa.



Kuva 1. Automaation suunnittelu tuottaa tarvittavat tiedot tehtaan automaatiojärjestelmän toteuttamiseksi.

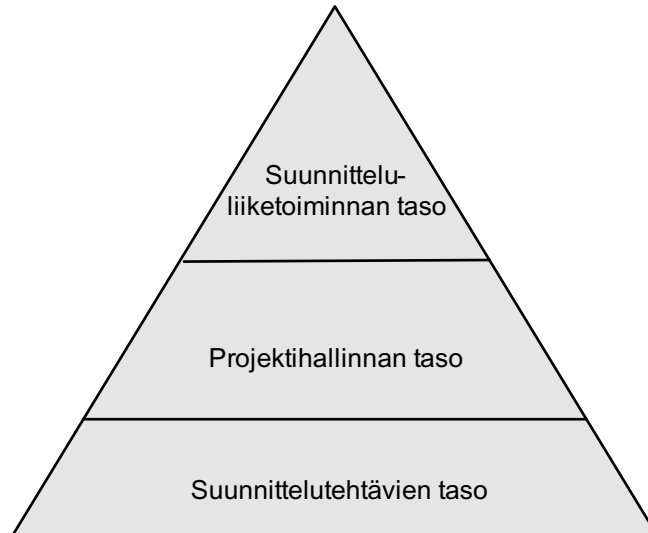
Suunnittelutoimintaa on totuttu kuvaamaan elinkaarimallilla. Se ei kuitenkaan juuri kuvaa sitä, mitä suunnittelija työssään tekee. Usein vaiheet ovat päällekkäisiä ja sumeita, joten suunnittelijan on vaikea sijoittaa tehtäviään tiettyihin elinkaaren vaiheisiin.

Suunnittelu on monitahoinen kokonaisuus, joten oleellisten asioiden hahmottamiseksi sitä tulee kuvata useasta eri näkökulmasta ja usealla eri tarkkuustasolla. Yksi kuvaus, johon sisällytetään kaikki tieto, muodostuu monimutkaiseksi. Suunnittelua on toki hallittava kokonaisuutena, mutta yksittäisten toimijoiden ei ole tarpeen tuntea kaikkia yksityiskohtia. Projektipäällikön tarpeet poikkeavat esimerkiksi moottorilähtöjä ohjelmoivan suunnittelijan tarpeista. Liiketoiminnan tasolla taas ollaan kiinnostuneita toimitusprosessista ja sitä tukevista toiminnoista. Eri suunnittelualojen ja organisaatioiden yhteistyö toimii kuitenkin vain, jos osapuolilla on riittävä käsitys toistensa toimintatavoista.

Automaatio-suunnittelua tulee siis tarkastella useilta tarkkuustasoilta (Kuva 2). Ylimpänä on suunnitteluliiketoiminnan taso, joka kattaa koko liiketoiminnan kannattavuuden sekä toimintaprosessien kehittämisen. Suunnittelua kuvataan esimerkiksi elinkaarimalleina, jotka jakavat suunnitteluprosessin sarjaksi erilaisia tehtäväkokonaisuuksia ja vaiheita. Tälle tasolle kuuluvat myös organisaatioiden, asiakkuuksien, alihankintaketjujen sekä projektitoiminnan kannattavuuden hallinta.

Keskimmäisenä on projektihallinnan taso. Tässä tarkastellaan yksittäistä projektia suunnitteluprosessin ilmentymänä. Projekti noudattelee määriteltyä suunnitteluprosessia, mutta myös poikkeamia esiintyy. Projektikohtaisesti määritellään ne asiat, joita ei ole kuvattu suunnitteluprosessissa. Alimmalle tasolle sijoittuvat yksittäiset suunnittelutehtävät sekä suunnittelijoiden henkilökohtaiset työskentely- ja ajattelutavat. Näitä työskentelytapoja on vaikea mallintaa, mutta on tärkeää tiedostaa,





Kuva 2. Automaatiosuunnittelun tasot.

että suunnittelijoilla on yksilöllisiä ja yhteisiä sekä myös epävirallisia työtapoja. Yhteisiä toimintamalleja voidaan tukea tehostamalla kommunikaatiota suunnittelijoiden välillä (esimerkiksi työparien avulla), lisäämällä koulutusta tai huolehtimalla siitä, että käytetyt työkalut ohjaavat hyvään työtapaan.

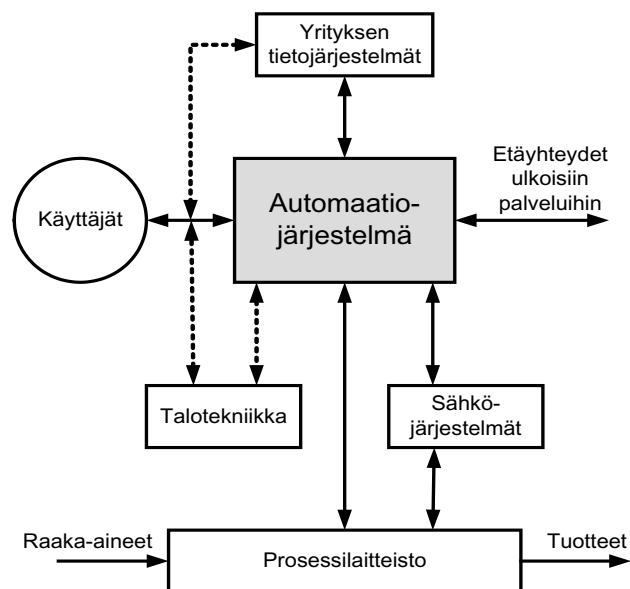
Tässä kirjassessa keskitytään tarkastelemaan automaatiosuunnittelua kahden alimman tason kannalta. Dokumentti antaa ideoita suunnittelutehtävien, tekijöiden, projektihallinnon ja tiedonhallinnan määrittelemiseksi ja kuvaamiseksi.

### 1.3 Dokumentin rakenne

Tämä esitys muodostuu joukosta lyhyitä pohdintoja, joissa edellä hahmoteltua automaatiosuunnittelun kenttää tarkastellaan eri näkökulmista. Luvuissa 2 ja 3 annetaan yleiskuva automaatiojärjestelmästä ja sen suunnittelusta sekä määritellään näihin liittyviä käsitteitä. Tarkoitus on johdatella lukija tämän dokumentin aihepiiriin ja terminologiaan. Luku 4 tarkastelee projektin teknistä sisältöä ja sen jakamista selkeisiin suunnittelutehtäviin suunnittelun sisällöllisen logiikan ja automaatiojärjestelmän rakenteen perusteella. Luku 5 käsittelee suunnitteluinformaation hallintaa ja tiedonkulkua projektissa. Luvussa 6 siirretään näkökulma projektin hallintaan ja käsitellään aikataulua, talouskysymyksiä sekä organisaatioita. Lopuksi luvussa 7 tarkastellaan joitakin tulevaisuuden kehitystarpeita.

## 2. Automaatiojärjestelmä

Tämä kirjanen tarkastelee teollisuuden, erityisesti prosessiteollisuuden, ohjaus- ja *automaatiojärjestelmiä*. Ne kootaan ja ohjelmoidaan käyttäen kaupallisia *automaatiotuotteita*, kuten ohjelmitavia logiikoita (PLC), hajautettuja automaatiojärjestelmiä (DCS), yleiskäyttöisiä tietokoneita ja tiedonsiirtoverkkoja sekä erilaisia valmisohjelmistoja. Automaatiojärjestelmä kytkeytyy antureiden ja toimilaitteiden kautta tehtaan *prosessijärjestelmiin* (prosessilaitteet) ja hallitsee niiden kautta tuotteiden *valmistusprosessia* (Kuva 3). Siinä se käyttää mm. tuotannon suunnittelusta ja käyttäjiltä saamaansa informaatiota. Sähkömoottorien ohjaus tapahtuu yleensä moottorikeskusten kautta, joten automaatiojärjestelmällä on tiivis yhteys tehtaan sähköjärjestelmiin. Lisäksi automaatiojärjestelmä voi liittyä talotekniikan ohjausjärjestelmiin sekä koneiden kunnonvalvontaan. Toimintojen integraatio vaatii, että automaatiojärjestelmä liitetään tehtaan ja yrityksen tietojärjestelmiin, kuten *valmistuksen ohjaukseen* (Manufacturing Execution System, MES) ja *toiminnanohjaukseen* (Enterprise Resource Planning, ERP).

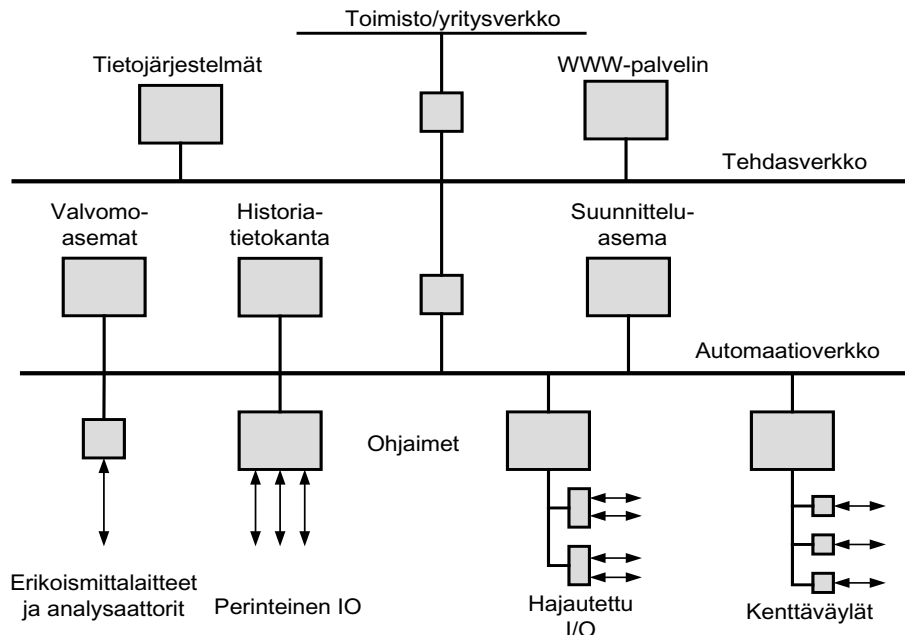


Kuva 3. Automaatiojärjestelmän kytkennät ulkoiseen maailmaan.

Myös etäyhteydet ulkoiisiin palveluihin (kunnossapito, prosessikehitys, etäohjaus jne.) ovat tulleet viime vuosina entistä yleisemmiksi.

Fyysisesti automaatiojärjestelmä muodostuu erilaisista automaatiolaitteista, kuten antureista, toimilaitteista, ohjaimista, käyttöliittymälaitteista ja tiedonsiirtolaitteista. Lähes kaikki ovat nykyisin tietokoneita, jotka on yhdistetty toisiinsa langallisella tai langattomalla tiedonsiirtoverkolla. Kokonaisjärjestelmä voidaan jakaa karkeasti kolmeen tasoon (Kuva 4). Alimpana ovat kenttälaitteet ja -väylät (perinteisemmin käytetään nimitystä instrumentointi), keskellä varsinaiset ohjaimet ja käyttöliittymät ja ylimpänä tuotannon hallinnan tietojärjestelmät (MES-taso).

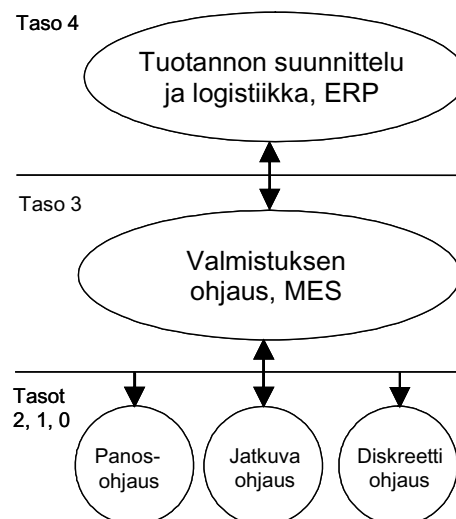
\* Termit tarkoittavat suunnilleen samaa asiaa lukuun ottamatta, että ohjausjärjestelmä viittaa yleensä laiteläheisiin mittauksiin ja ohjauksiin, kun taas automaatio sisältää myös ylemmän tason toimintaa ja tuotantoinformaation hallintaa.



Kuva 4. Esimerkki automaatiojärjestelmän rakenteesta (Tommila et al. 2005).

Laitteistorakenteen ohella automaatiojärjestelmää voidaan jäsentää toiminnallisesta näkökulmasta. Sovellusten integroitua automaation toiminnot ulottuvat yksittäisten koneiden ja laitteiden ohjauksesta tuotannon hallintaan ja aina liiketoiminnan tukitoimintoihin asti. Integroinnin helpottamiseksi ja eri osapuolten yhteisymmärryksen parantamiseksi tarvitaan yhteisiä referenssimalleja, jotka määrittelevät yleiset toiminnot ja käsitteet.

Automaation toimintoja on usein kuvattu pyramidina, jonka pohjana ovat prosessiliittynyt ja huippuna tuotannon suunnittelu ja optimointi. Esimerkki hieman toisentyppisestä arkkitehtuurin määrittelystä löytyy ISAn (The Instrumentation, Systems, and Automation Society) standardista ANSI/ISA-95.00.01 (2000). Sen painopiste on tehtaan tuotannon hallinnan eli valmistuksen ohjauksen tasolla (MES), joka sijoittuu varsinaisen automaation ja yritystason toiminnanohjausjärjestelmien (ERP) väliin (Kuva 5). Standardi käsittelee myös muita operatiivisen tason toimintoja,



Kuva 5. Tuotannon hallinnan toiminnallinen hierarkia.

kuten tuotannon ajoitusta, laadunvarmistusta ja kunnossapitoa. Eri sovellusaloilla, kuten panosautomaatiassa, jatkuvien prosessien automaatiassa ja kappaletavara-automaatiassa, voi olla omia referenssimallejaan, jotka täsmentyvät yksittäisten automaatiosovellusten toiminnallisissa kuvauksissa.

Automaatiojärjestelmien kehityksessä voidaan nähdä joitakin yleisiä trendejä. Yksi on toimintojen hajautuminen älykkäille laitteille lähemmäs ohjattavaa prosessilaitteistoa. Esimerkkejä ovat laitevalmistajien koneisiinsa sulauttamat ohjaukset ja kehittyneet kenttälaitteet. Tulevaisuudessa esimerkiksi langattomat anturiverkot voivat olla yleisiä teollisuusautomaatiossakin. Toisaalta järjestelmät hajautuvat myös maantieteellisesti laajoille alueille, osin etäpalveluiden lisääntymisen myötä, osin siksi, että eräät prosessit (esim. sähkö- ja kaukolämpöverkot) ovat luonnostaan hajautuneita. Fyysisen hajautumisen vastapainoksi järjestelmiltä vaaditaan yhä enemmän toiminnallista integraatiota. Eri valmistajien tuotteet ja osajärjestelmät on voitava yhdistää sekä toisiinsa että yritysten ja yritysverkoston tietojärjestelmiin. Tämä edellyttää tiedonsiirron standardoinnin lisäksi sovellusten käsitemaailman yhtenäistämistä. Verkottumisen ja integraation myötä automaatioalan haasteiksi onkin muodostunut toisaalta tietoturvan takaaminen ja toisaalta avoimien standardien luominen eri sovellusalueille. Toteutusteknisesti automaatiota leimaa yleiskäyttöisen tietotekniikan laajentuva soveltaminen. Prosessinläheistä ”perusautomaatiota” lukuun ottamatta automaatioprojekti muistuttaa paljolti ohjelmistoprojektia ja tietoverkkojen rakentamista. Tekniikka muuttuu nopeasti ja perinteisen automaatiosuunnittelun välineiden lisäksi suunnittelijan on hallittava ohjelmistotekniikan menetelmiä ja kuvaustapoja. Nämä trendit lisäävät myös automaatiosuunnittelun vaativuutta ja monialaisuutta.

# 3. Suunnitteluprosessi

Tehokas ja laadukas suunnittelu verkottuneessa ympäristössä edellyttää, että osapuolilla on täsmällinen ja yhteinen käsitys sekä suunniteltavasta kohteesta että suunnittelun kulusta. Sitä varten tarvitaan paitsi yleistä terminologiaa ja yhteisiä ajatusmalleja myös täsmällisiä toimintatapoja. Tämä luku esittelee muutamia myöhemmin tarvittavia määritelmiä sekä erään jäsennyksen automaatiojärjestelmän elinkaaren vaiheista. Tärkeimpien käsitteiden esittelyt löytyvät myös liitteestä A.

## 3.1 Yleisiä periaatteita

Suunnittelulla (design) tarkoitetaan tässä yleisesti suunnittelun kohteen eli rakennettavan tai laajennettavan *järjestelmän* kuvaamista siten, että sen toteuttaminen, käyttö ja ylläpito mahdollistuvat. Suunnittelun tuloksena syntyy järjestelmän *malli*. Se on perinteisesti ollut joukko dokumentteja, mutta tarkoittaa yhä useammin eri suunnittelijoille yhteistä tietokantaa, ns. *tehdasmallia*, josta tarvittavia dokumentteja voidaan tuottaa.

Tässä kirjassa tehdasmalli kattaa periaatteessa kaikki suunnittelualat ja niiden osakokonaisuudet, kuten eri osajärjestelmät sekä niiden toiminnan ja toteutuksen. Laajat kokonaisuudet tarkentuvat hierarkkisesti yleiskuvauksista yksityiskohtiin. Tehdasmalli sisältää kattavasti erityyppisiä tietoja. Laitteiden lisäksi se kuvaa toimintaa ja ratkaisujen taustalla olevia vaatimuksia. Tehdasmalli on siis eräänlainen lokerikko, johon tietoa täydennetään suunnittelun edistyessä ja edelleen käytön ja ylläpidon aikana (Kuva 6). Vaikkei lokeroiden täyttämisyjärjestys ole tarkkaan määrätty, on projektin onnistumisen kannalta kriittistä, että oikeat asiat selvitetään oikeaan aikaan.

	Tuotanto-prosessi	Henkilöstö	Toiminta-ympäristö	Automaatio-järjestelmä
<b>Yleiset vaatimukset ja reunaehdot</b>	Kapasiteetti Turvallisuus Laatu	Määrä Koulutustaso	Ympäristö-olosuhteet	Hinta Käytettävyys Standardit
<b>Toiminnot</b>	Valmistus-vaiheet	Tehtävät	Tuuletus Lämmitys	Ohjaus-toiminnot
<b>Toteutus</b>	Laitteet	Osastot Vuorot	Rakennukset Huoneet Alueet	Laitteet Ohjelmistot

Kuva 6. Tehdasmallin periaatteellinen jäsenitys kuvausten abstraktiotasojen ja suunnittelualojen mukaan (muokattu lähteestä SAS 2005).

Yleensä on syytä lähteä liikkeelle asiakkaan ja käyttäjän tarpeista ja toiminnoista ennen laitteiston ja ohjelmiston yksityiskohtia. Yleiset ratkaisumallit sekä tärkeät ja riskialttiit tekniset osuudet on kuitenkin sovittava ja tarkistettava ajoissa, jottei toteutuksessa tule yllätyksiä.

Suunnittelu on toimintaprosessi, joka voidaan jakaa pienempiin *suunnittelutehtäviin* (elinkaari-toimiin) tehdasmallin rakenteen mukaisesti. Kunkin tehtävän tuloksena mallin tietty osa, esimerkiksi

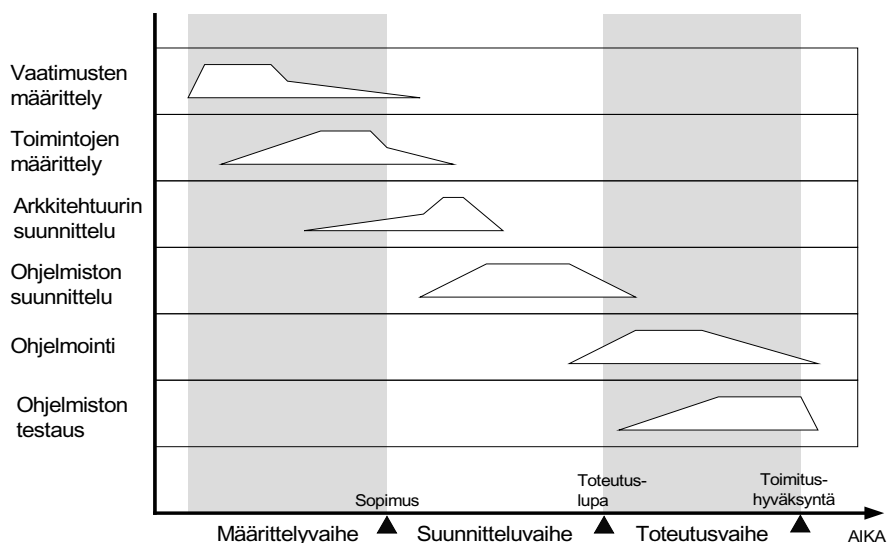
laitekuvaus, syntyy tai täydentyy. Tehtävät käyttävät toisten tehtävien tuloksia, mutta koska tieto on usein puutteellista ja muutokset yleisiä, sama tehtävä suoritetaan usein moneen kertaan.

Varsinaisen suunnittelun lisäksi projektiin sisältyy projektihallinnon tehtäviä, joiden kohteena on projekti itse, ei suunnittelun kohde. Myös projekti on dokumentoitava, joten tehdasmallin lisäksi tarvitaan toinenkin malli, *projektimalli*. Sen elementtejä ovat projektin *suunnittelutehtävät*, suunnitteluorganisaatio, tehtävien jako sekä käytettävät työkalut ja menettelyt (laatu, versiointi, dokumenttien jakelu jne.). Projektimalli linkittyy suunnittelun kohteen malliin esimerkiksi siten, että suunnittelutehtävän tavoitteena on tuottaa tietty osa järjestelmän mallista. Tehtävänä voi olla esimerkiksi tietyn osajärjestelmän X toiminnan määrittely. Molemmat mallit on perinteisesti kuvattu dokumentteina, mutta kehitys kulkee kohti digitaalisia virtuaalimalleja, jotka muuttavat merkittävästi suunnittelijan työtä.

Suunnittelutehtäviä suorittavat projektin resurssit eli suunnitteluorganisaatiot ja yksittäiset suunnittelijat erilaisia menetelmiä ja työkaluja käyttäen. Kullakin on tällöin tietty vastuu ja oikeudet tehtäviin liittyvien tehdasmallin osien suhteen. Tietty suunnittelija vastaa siis esimerkiksi osajärjestelmän X toimintakuvauksesta, joku toinen kuvauksen tarkastamisesta. Tehtävien riippuvuuksista määräytyy myös organisaatiossa tarvittava tiedonsiirto. Tehtävät sekä niiden tarvitsemat ja tuottamat *tietopakettit* on määriteltävä selkeästi, jotta projekti sujuisi kitkatta. Se on tärkeää varsinkin laajoissa maantieteellisesti hajautuneissa hankkeissa.

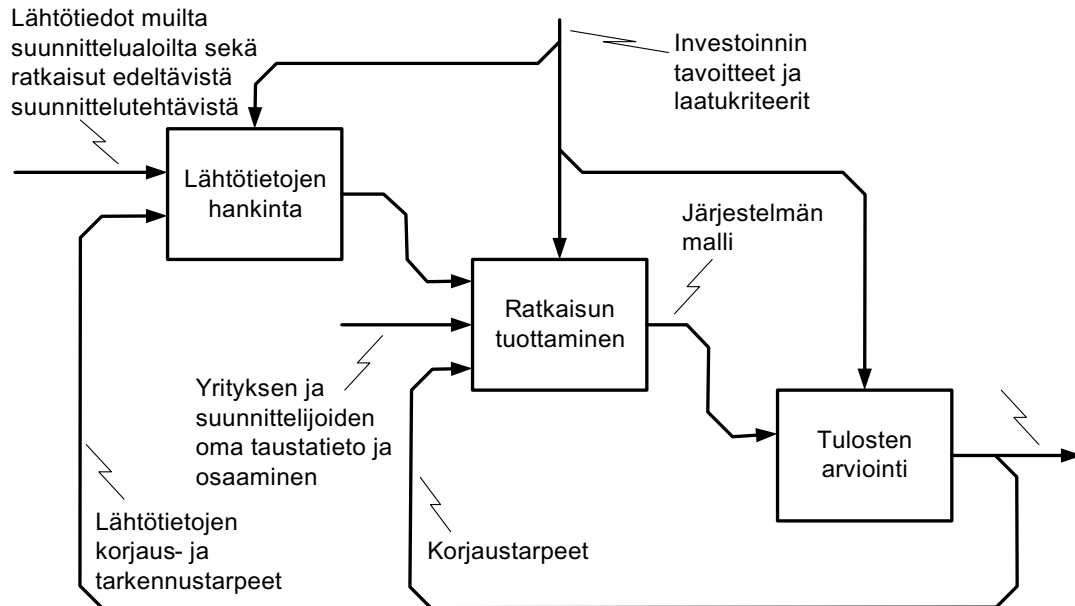
Projektin hallitsemiseksi sen edistymistä on mitattava, ja tietyissä pisteissä on tehtävä päätöksiä jatkosta, esimerkiksi investointipäätös tai sopimus toimittajan kanssa. Sitä varten suunnittelu jaetaan yleensä peräkkäisiin *elinkaarivaiheisiin*, joiden välillä on tarkistuspiste, *etappi* (milestone). Jotta päätökset voitaisiin tehdä, on tiettyjen asioiden oltava tehdas- ja projektimallissa määriteltyinä. Esimerkiksi investointipäätös edellyttää riittävää valmiusastetta sekä prosessi- että automaatio-suunnittelulta. Koska laajan järjestelmän eri osat voivat edetä hieman eri aikataulussa erillisinä osaprojekteina tai alihankintoina, voivat jotkut vaiheet ja etapit koskea vain ko. osuutta. Esimerkiksi automaatioprojektilla on oma aikataulunsa. Koko hankkeella on luonnollisesti omat, osille yhteiset tarkistuspisteensä, kuten investointipäätös.

Käytännön suunnittelutoiminnassa mallin tiedot täydentyvät ja muuttuvat iteratiivisesti ja rinnakkain. Tiedyt asiat tulisi ratkaista projektin oikeassa vaiheessa, mutta ajoitus on projektikohtaista, ja usein käsittely venyy pitemmälle ajanjaksolle (Kuva 7). Myöhempi suunnittelutehtävä voi esimerkiksi täydentää aiemman tuottamaa materiaalia.



Kuva 7. Suunnittelun sisällön painottuminen elinkaaren eri vaiheisiin (SAS 2005).

Yksityiskohtaisempaa sisältöä voidaan tarkastella käyttäen yleistä *suunnittelutehtävän* jäsentelyä, joka kattaa mm. tehtävän tavoitteen, lähtö- ja tulostiedot, menetelmät ja resurssit sekä toimintaa ohjaavat arviointikriteerit. Kuva 8 hahmottaa *suunnittelutehtävän* sisäisiä aktiviteetteja ja tietovirtoja. Merkittävä osa suunnittelutyöstä on tiedonhankintaa. Lähtötiedot tulevat osin muilta suunnitteluosapuolilta ja suunnittelutehtävien tuloksista joko suoraan dokumentteina tai yhteisen tehdasmallin julkaistuina päivityksinä tai muista lähteistä, kuten asiakkailta, käyttäjiltä, laitetoimittajilta ja kirjallisuudesta.



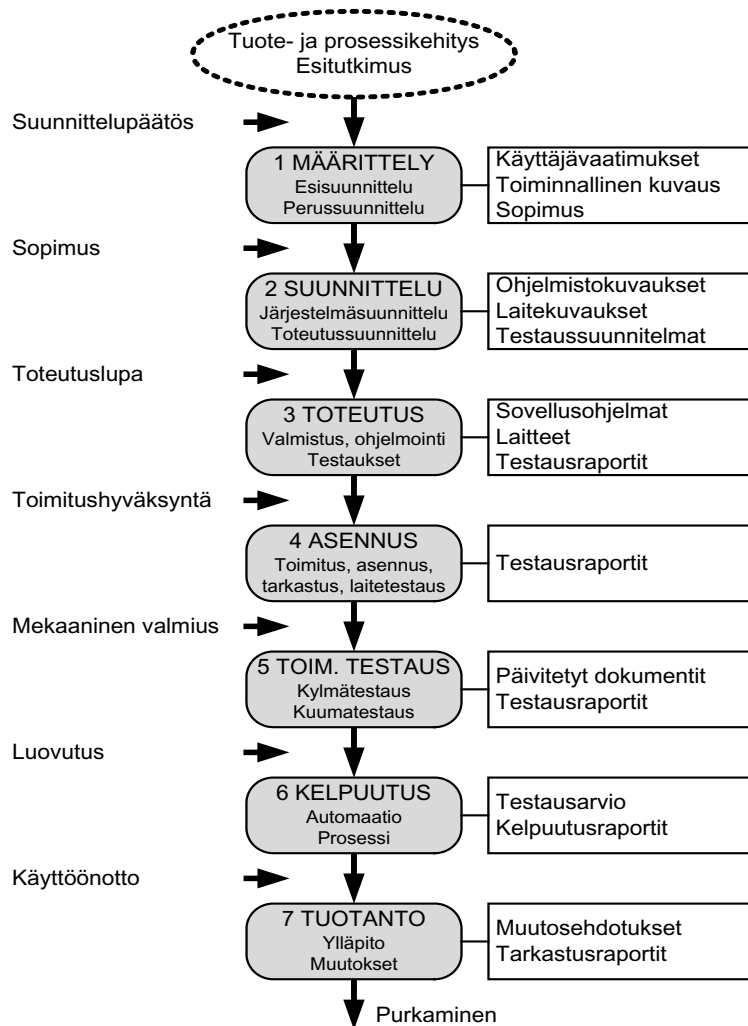
Kuva 8. Suunnittelutehtävän sisäinen rakenne.

Suunnittelutehtävän tulos syntyy lähtötietojen sekä suunnittelijoilla jo olevan tiedon (osaaminen, ohjeet, ratkaisumallit) perusteella projektin tavoitteiden ohjaamana. Ratkaisujen synnyttämisen (synteesi) ohella olennainen suunnittelun elementti on tulosten laadun arviointi (analyysi). Yksinkertaisimmillaan suunnittelija itse pysähtyy tarkastelemaan työnsä tuloksia tai pyytää kommentteja kollegalta. Vaativissa sovelluskohteissa tai laajempien kokonaisuuksien ollessa kyseessä on syytä suorittaa tulosten virallisempi *katselmus* tai testaus.

### 3.2 Automaatiosuunnittelun elinkaarimalli

Automaatiojärjestelmän elinkaari jaetaan yleensä peräkkäisiin vaiheisiin, mutta pelkän vaihejaon lisäksi elinkaarimallissa on syytä kuvata käsiteltäviä ja tuotettavia tietoja, tukiprosesseja, käytettäviä suunnitteluressursseja jne. Eri aloilla ja eri standardeissa (mm. ohjelmistotekniikan SPICE ja automaatioalan IEC 61506 ja 61508\*) automaatiojärjestelmän elinkaari esitetään eri tavoin. Myös käytännön projekteissa menettelyt on syytä sovittaa kulloiseenkin tapaukseen. Jonkinlainen yleinen ja suositeltava perusratkaisu kuitenkin tarvitaan. Tässä käytetään lähtökohtana Suomen Automaatioseura ry:n julkaisussa Automaation laatu – parhaat käytännöt esitettyä vaihejakoa (Kuva 9).

\* SPICE – Software Process Improvement and Capability Determination  
 IEC 61506 - Industrial-process measurement and control – Documentation of application software  
 IEC 61508 - Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems



Kuva 9. Automaatiojärjestelmän elinkaaren vaiheet, niiden väliset etapit sekä tärkeimmät tulokset (muokattu lähteestä SAS 2001).

Elinkaaren vaiheet voidaan määrittellä lyhyesti seuraavaan tapaan (ks. tarkemmin SAS 2001):

- *Määrittelyvaihe* (specification phase): Automaatiojärjestelmän vaatimukset ja toiminnot määritellään toimittajan puolella tapahtuvaa tarkempaa suunnittelua ja toteutusta varten.
  - o *Esisuunnittelu* (preliminary design): Asiakas määrittelee järjestelmän *käyttäjävaatimukset* sekä laatii alustavan *kelpuutussuunnitelman*. Lisäksi esisuunnittelussa arvioidaan järjestelmän hyödyt ja kustannukset *investointipäätöksen* tekemistä varten.
  - o *Perussuunnittelu* (basic design): Asiakas ja toimittaja kuvaavat automaatiojärjestelmän toiminnot sopimusta, tarkempaa suunnittelua ja toteutusta varten.
- *Suunnitteluvaihe* (system design): Toimittaja tarkentaa perussuunnittelun aineistot järjestelmän toteutusta varten. Suunnitteluvaiheen päätteitäviä ovat *järjestelmäsuunnittelu* ja *toteutussuunnittelu* sekä testaussuunnitelmien laatiminen. Suunnitteluvaiheen etappina on *toteutuslupa* järjestelmälle tai sen osalle.
- *Toteutusvaihe* (implementation phase): Toimittaja valmistaa, kokoaa ja testaa automaatiojärjestelmän. Toteutusvaihe päättyy *tehdastestien* tultua hyväksytyiksi etappiin nimeltä *toimituslupa*, jossa asiakas ja toimittaja yhdessä toteavat järjestelmän olevan valmis siirrettäväksi asennuspaikalle.



- *Asennusvaihe* (installation phase): Automaatiojärjestelmä kaikkine komponentteineen ja ohjelmistoineen toimitetaan asennuspaikalle ja asennetaan. *Laitteistotestauksen* avulla tarkistetaan, että järjestelmä toimii ja on suunnittelukuvausten mukainen. Asennusvaiheen päättyessä automaatiojärjestelmä on valmis toiminnallista testausta varten (*mekaaninen valmius*).
- *Toiminnallinen testausvaihe* (commissioning): Toimittaja osoittaa *kylmä- ja kuumatestausten* avulla, että asiakkaan tiloihin asennettu järjestelmä vastaa toiminnallista kuvausta ja sopimusta. Hyväksytyjen testausten perusteella järjestelmä voidaan luovuttaa asiakkaalle.
- *Kelpuutusvaihe* (validation phase): Muodostuu automaation teknisestä loppukelpuutuksesta ja prosessikelpuutuksesta. Kelpuutus on tarpeen erityisesti turvallisuuden kannalta vaativissa sovelluksissa (esim. voimalaitosten suojausjärjestelmissä ja lääketeollisuudessa), joissa vaaditaan järjestelmän laadun dokumentoitua osoittamista. Tosin vastaava jakso voidaan erottaa muissakin kohteissa, esimerkiksi takuuajana järjestettävänä suorituskykykokeina.
- *Tuotantovaihe* (production phase, operation phase): Kelpuutettua automaatiojärjestelmää käytetään tuotteiden valmistukseen. Muutokset ovat periaatteessa pieniä projekteja, jotka käynnistyvät määrittelyvaiheesta.
- *Purkuvaihe*.

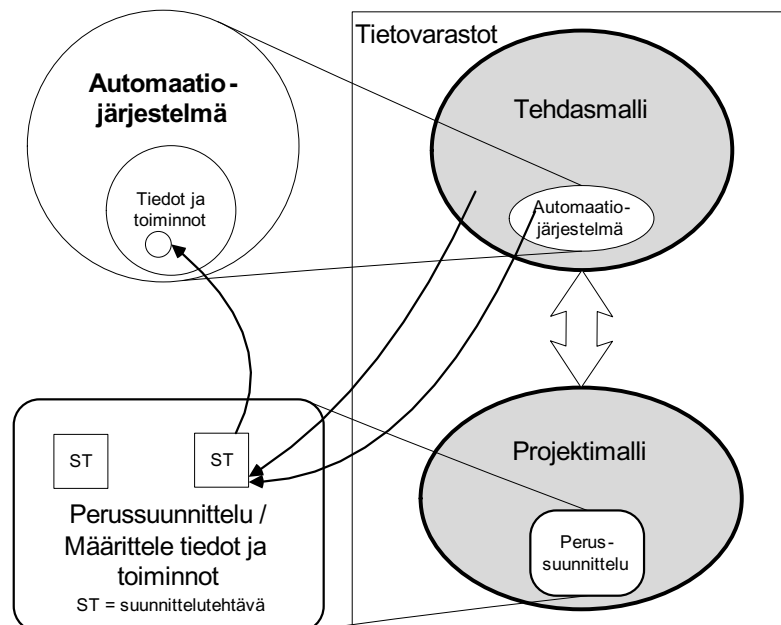
## 4. Automaatiosuunnittelun sisältö

Tässä luvussa automaatiosuunnittelua tarkastellaan sisällöllisestä näkökulmasta, so. suunnittelu-prosessi pyritään näkemään sisällöllisesti mielekkäiden kokonaisuuksien näkökulmasta. Keskeistä ovat suunnittelun tulosten tietosisällöt ja niiden loogiset riippuvuudet. Tässä näkökulmassa ei siis oteta kantaa siihen, *milloin mihin kokonaisuus tuotetaan ja kuka sen tekee*. Mallin loogiset riippuvuudet määräävät kuitenkin, missä järjestyksessä sisältöjä on järkevää tuottaa, jotta kulloinkin tarvittavat lähtötiedot olisivat olemassa.

Kuva 10 esittää tehdas- ja projektimallien suhdetta. Projektimallissa voidaan erottaa *suunnittelu-tehtäviä* (ST), jotka tuottavat tehdasmallin rakentamiseen vaadittavia tietoja. Suunnittelutehtävä hyödyntää tehdasmallissa jo olevia tietoja ja tuottaa tehdasmalliin uutta tietoa.

Kuva 11 havainnollistaa automaatiosuunnittelun sisältöä. Kuten luvussa 3 jo esitettiin, suunnittelu on tulevan järjestelmän mallin laatimista, joka, osin projektin hallinnan tarpeiden vuoksi, jaetaan ajallisiin, *etappien* erottamiin *elinkaarivaiheisiin* (vaakarivit, poimittu lähteestä SAS 2001). Malli sisältää erityyppisiä kuvaustasoja, ns. abstraktiotasoja. Pystysarakkeissa esitetään järjestelmän vaatimukset, järjestelmän käsittelemät tiedot ja toiminnot (toiminnallinen, toteutuksesta mahdollisimman riippumaton ns. looginen malli) sekä konkreettisimpana tasona järjestelmän fyysisen toteutuksen (laitteet, ohjelmit) kuvaukset. Näiden lisäksi suunnittelussa on tarkasteltava järjestelmän ympäristöä, eli toisaalta on hankittava tarvittavia lähtötietoja (Kuva 11, vasemmanpuoleisin sarake) ja toisaalta kuvattava, miten järjestelmää käytetään ja ylläpidetään (sarake oikealla). Sarakkeiden syy-seuraussuhteet kulkevat periaatteessa vasemmalta oikealle, joskin asiat etenevät yleensä rinnakkain ja iteratiivisesti.

Tietyn sisällöllisen kokonaisuuden (Kuva 11, sarakkeet) tuottaminen tai tarkentaminen tietyn elinkaarivaiheen aikana muodostaa suunnittelukokonaisuuden, joka koostuu selvärajaisista, projektisuunnittelun ja työnjaon pohjana olevista *suunnittelutehtävistä*. Aika-akselilla asiakokonaisuudet painottuvat tiettyihin elinkaarivaiheisiin. Sitä on pyritty havainnollistamaan suunnittelutehtävien



Kuva 10. Suunnittelutehtävien yhteys tehdas- ja projektimalliin.

Elinkaarivaihe ja etappi	Sisältö	Ongelma-avaruus		Ratkaisuavaruus			
		Lähtötiedot	Vaativuudet	Tiedot ja toiminnot	Teknologia-valinnat	Toteutus: SW, HW, sijoitus	Käyttö- ja ylläpito-tapa
Esisuunnittelu Investointipäätös		■	■	□	□	□	□
Perussuunnittelu Sopimus		□	■	■	■	□	□
Suunnitteluvaihe Toteutuslupa		□	□	□	□	■	■
Toteutusvaihe Toimitushyväksyntä		□	□	□	□	■	□
Asennusvaihe Mekaaninen valmius		□	□	□	□	□	□
Toiminnallinen testaus Luovutus		□	□	□	□	□	□

Kuva 11. Automaatiosuunnittelu on tässä luvussa jäsenetty toisaalta sisällöllisten kokonaisuuksien (sarakeet) ja toisaalta ajallisten **elinkaarivaiheiden** (vaakarivit) avulla. Niiden leikkauskohdat (lokerot) muodostavat suunnittelukokonaisuuksia, jotka voidaan edelleen pilkkoa **suunnittelutehtäviksi** (muokattu lähteestä Pyyskänen 2005).

tummennuksella. Tummat tehtävät muuttavat järjestelmän mallia enemmän kuin vaaleat. Käytännössä sisältökokonaisuuksien tiedot muuttuvat ja tarkentuvat suunnittelun edetessä, ja periaatteessa mallin kaikki osat on vähintään tarkistettava jokaisen elinkaarivaiheen aikana. Myös käyttäjän vaatimukset muuttuvat ja täydentyvät asteittain projektin edetessä. Suunnittelu on siis iteratiivista sekä elinkaarivaiheiden välillä että niiden sisällä. Kunkin vaiheen lopussa tehtävän käyttö- ja ylläpito-prosessin täsmennyksen jälkeen palataan seuraavan vaiheen alkuun ja lähtötietojen päivitykseen.

Suunnittelun sisältö voidaan jakaa kahteen osaan (Kuva 11, sarakeet). Ensinnäkin kunkin elinkaarivaiheen lähtökohdan muodostavat järjestelmän (tarkennetut) vaatimukset ja niiden taustalla olevat lähtötiedot, kuten investoinnin liiketoiminnalliset tavoitteet, prosessikuvaukset, henkilöstö ja sen tehtävät sekä maantieteellisen toimintaympäristön ominaisuudet (olosuhteet, tilaratkaisut jne.). Ne edustavat automaatiojärjestelmän käyttäjien näkökulmaa, ongelma-avaruutta (ohjelmistotekniikassa käytetään usein ilmaisua ”problem domain”). Kyse on paljolti tiedoista, jotka automaatio-suunnittelijan on hankittava muilta suunnittelun osapuolilta.

Toinen, edellisestä olennaisesti eroava osuus ovat ratkaisut, joita automaatiosuunnittelu kehittää vaatimusten toteuttamiseksi. Puhutaan ratkaisuavaruudesta (”solution domain”). Tulevaa ratkaisua kuvattaessa ensimmäinen tapa nähdä automaatiojärjestelmä liittyy sen toimintaan ja tietoihin (esim. säätöpiirit, näytöt, tietovarastot jne.) eikä ota kantaa tekniseen toteutukseen. Rinnalla on kuitenkin tarkennettava teknologiavalintoja, jotka vaikuttavat myös toimintojen toteutettavuuteen. Suunnittelun alkuvaiheissa teknologiavalinnat liittyvät yleisiin linjauksiin (”Kenttäväylä vai perinteinen prosessi-liityntä?”), myöhemmin esimerkiksi komponenttien valintaan. Kaiken edellä olevan perusteella suunnittelija täydentää järjestelmän teknisen toteutuksen kuvausta (laitteiden ja ohjelmiston osat

ja niiden väliset kytkennät, ohjelmistojen jako laitteille, laitteiden sijoittelu tehdastiloihin jne.). On syytä huomata, että myös tapa, jolla tulevaa järjestelmää käytetään ja ylläpidetään, on osa järjestelmän kuvausta (organisaatio, tehtävät, käyttö- ja huolto-ohjeet, ulkoistetut huoltopalvelut, varaosien saatavuus yms.). Järjestelmän kuvaus linkittää suunnitteluratkaisut takaisin ongelma-avaruuteen ja seuraavan elinkaarivaiheen alkuun.

Seuraavissa kappaleissa käsitellään ongelma- ja ratkaisuavaruuksien tietosisältöjen täydentymistä suunnittelun eri vaiheiden aikana taustana yllä olevat Kuva 10 ja Kuva 11. On kuitenkin huomattava, että lähes kaikissa suunnitteluprojekteissa suunnittelutehtävät toteutuvat osin rinnakkaisesti ja että niiden riippuvuudet ovat monimutkaisempia kuin kuvassa on esitetty. Myös tehtävien ajoitus on tapauskohtaista, eikä jokaisessa hankkeessa toteuteta kaikkia kokonaisuuksia. Tässä voidaan siis esittää vain tyypillisiä ja suositeltavia toimintamalleja.

## 4.1 Lähtötiedot ja vaatimukset

Kuten edellä mainittiin, hankkeen alkupäässä lähtötiedot ja vaatimukset edustavat automaatiojärjestelmän käyttäjien ja asiakkaan näkökulmaa eli ongelma-avaruutta ("problem domain").

Periaatteessa oikea lähestymistapa on analysoida ensin vaatimukset perusteellisesti, määrittellen sen jälkeen järjestelmän toiminta toteutusriippumattomasti ja siirtyä toteutukseen vasta viimeisessä vaiheessa. Näin suunnittelun vapaudet säilytetään mahdollisimman pitkään ja kussakin suunnittelun vaiheessa voidaan valita lopputuloksen kannalta paras vaihtoehto. Tämä ei kuitenkaan ole kovin tehokasta silloin, kun aikataulu on tiukka, sovellusalue tuttu ja kun tarjolla on valmiita ratkaisuja. Suunnittelun lähtökohtia etsittäessä on siis löydettävä tasapaino räätälöinnin ja valmiiden ratkaisumallien tai tuotteiden välillä.

Koko automaatiohankkeen tärkeimmät lähtötiedot ja vaatimukset syntyvät yleensä esisuunnitteluvaiheessa, jossa tuotetaan informaatiota investointipäätöstä varten. Esisuunnittelun tuloksista on käytävä ilmi mahdollisuudet hankkeen toteuttamiseksi, siihen liittyvät riski- ja turvallisuustekijät ja niiden hallittavuus sekä alustava kustannusarvio. Esisuunnittelua varten ei kuitenkaan ole olemassa mitään yleisiä ohjeita tai malleja.

Esisuunnittelun tekee joko asiakas tai asiakkaan konsultti. Esisuunnittelu saatetaan tilata myös toimittajalta.

Esisuunnittelun lähtökohtana käytetään uusien laitosten tapauksissa tehdas- ja prosessisuunnittelun tuottamia (tehdasmallin) tietoja. Automaation uusintojen ja laajennusten tapauksissa lähtökohtana on olemassa olevan laitoksen dokumentaatio, jonka taso voi vaihdella runsaasti.

Nykyisin esisuunnittelun tuloksia on monissa eri asiakirjoissa, joista tärkeimmät ovat sopimus ja sen liitteinä olevat PI-kaaviot, ajotapakuvaukset, lähtötiedot ja muut vaatimukset.

Perussuunnittelu jatkaa siitä, mihin esisuunnittelu jää. Perussuunnittelun tavoitteena on tuottaa tarkemmat toiminnalliset määrittelyt sekä järjestelmän toteutusperiaatteet. Perussuunnittelu tuottaa myös usein tilojen varaukset.

Esisuunnittelu tarkastelee automaatiohanketta käyttäjän näkökulmasta, kun taas perussuunnittelu tarkastelee sitä automaatio-suunnittelijan näkökulmasta.

### Lähtötiedot:

Automaation määrittely lähtee liikkeelle tuotteesta, tuotannosta, henkilöstöstä ja erityisesti prosessikuvauksesta. Prosessikuvaus kuvaa prosessia tai sen osia, joita automaation on tarkoitus hallita. Kuvaus sisältää mm. seuraavia asioita:

- PI-kaaviot
- ajotapakuvaukset
- eri konfiguraatiot ja käynnistyssekvenssit
- lukitukset
- eri tuotantotilanteet ja niiden vaihtoon liittyvät toimenpiteet
- normaalit ja hätäpysäytykset
- laitoksen purkaminen käyttöään lopulla.

### Vaatimukset:

Automaatiojärjestelmän suunnittelun lähtötiedot syntyvät esisuunnitteluvaiheessa prosessikuvauksen perusteella. Nykyisin niillä tarkoitetaan mm. seuraavia seikkoja:

- I/O-lukumäärät
- säätöpiirien lukumäärät
- toimilaitteiden mitoitus tiedot
- erilaisten näyttöjen lukumäärät
- tiedot henkilöstöstä, laitoksesta ja muista ulkoisista asennuksista, jotka on otettava huomioon.

Lähtötietojen oikeellisuudella ja oikea-aikaisuudella on erittäin suuri merkitys hankkeen onnistumiselle. Virheet lähtötiedoissa aiheuttavat turhaa työtä ja hankkeen viivästymistä. Optimaalista on, että tiedot tulevat oikein ja ajallaan, mutta joskus automaatio suunnittelu voi edetä myös epävarman suuruusluokkatiedon pohjalta.

Automaatio suunnittelussa lähtötietojen hankinta jää yleensä tilaajan vastuulle. Kuten edellä mainittiin, uusien laitosten ollessa kyseessä lähtötiedot syntyvät pääasiassa prosessi- ja tehdassuunnittelun tuloksena. Vanhoja laitoksia uusittaessa lähtötietojen hankinta vaatii pahimmillaan olemassa olevan laitoksen läpikäymistä.

Periaatteessa vaatimukset esittävät siis ne ympäristöön, toimintaan ja käyttöön liittyvät oleelliset ominaisuudet, jotka toimituksen tulee täyttää. Vaatimukseen saattaa sisältyä lisäksi suorituskykyyn, käytettävyyteen, luotettavuuteen, päästöihin ja turvallisuuteen liittyviä ominaisuuksia. Vaatimukset kohdistuvat myös toimituksen laadunvarmistukseen ja dokumentointiin. Samaten vaatimukseen voi kuulua velvoite tiettyjen standardien noudattamiseen.

Hankkeen alussa esitetyt vaatimukset tarkentuvat projektin edetessä. Yhtenäistä vaatimusmäärittelydokumenttia ei kirjoiteta kovinkaan usein. Vaatimusten jäädytysajankohta vaihtelee, mutta tyypillisesti se tulee melko nopeasti projektin aloittamisen jälkeen. Esimerkiksi tilaustyönä valmistettavien laitteiden toimitusaikataulut sanelevat usein määrittelyiden jäädyttämisajankohdan. Muutoksia voi tulla myöhemminkin. Vaatimusmäärittely on siis enemmän jatkuvaa yhteistyötä asiakkaan kanssa kuin projektin alussa tiukasti lukkoon lyöty dokumentti. Sitä varten on sovittava vaatimusten hallintamenettelystä.

## 4.2 Automaatiojärjestelmän tiedot ja toiminnot

Edellä käsitellyt (toiminnalliset) vaatimukset määrittelevät, millaista käyttäytymistä tai palveluita automaatiojärjestelmältä edellytetään. Esimerkkejä automaatioalalta ovat mm. virtauksen säätäminen tai automaattinen alasajo vikatilanteessa. Lisäksi voidaan määrittellä vaatimukseen liittyviä suorituskykyominaisuuksia, esimerkiksi mittauksen tarkkuus. Vaatimusmäärittelyssä tulevaa järjestelmää tarkastellaan kuitenkin ”mustana laatikkona” välttäen ennenaikaisia oletuksia sen sisäisestä rakenteesta.

Seuraava kuvaustaso, tiedot ja toiminnot, määrittelee tarkemmin järjestelmän toimintalogiikan. Joskus tämä toimintalogiikka voidaan esittää käyttämällä kuvailevia esimerkkejä (skenaarioita) toivotuista tapahtumaketjuista. Tällainen määrittely ei kuitenkaan ole kattava, joten yleensä automaatiosovelluksen toiminta kuvataan esittelemällä ne oliot (tiedot ja toiminnot) sekä säännöt ja laskentakaavat, joiden avulla vaadittu käyttäytyminen voidaan tuottaa. Määritellään siis nimettyjä, tunnuksella varustettuja muuttujia, säätöpiirejä, sekvenssejä, näyttöjä sekä niiden välisiä kytkentöjä, esimerkiksi virtauksen säätö FIC-101.

Järjestelmäratkaisun toiminnallisen rakenteen peruslinjaukset syntyvät yleensä *perussuunnittelu- vaiheessa* toimittajan laatiessa *toiminnallista kuvausta*. Kuten sanottu, jo asiakkaan *esisuunnittelun* aikana laatimat *käyttäjävaatimukset* sisältävät toiminnallisia vaatimuksia, jotka on kenties ryhmitelty erilaisiksi kokonaisuuksiksi. Tämä ryhmittely edustaa kuitenkin asiakkaan näkökulmaa eikä välttämättä sido toimittajaa, jonka tulisi voida jäsentää järjestelmän toiminnot omalla tavallaan hyödyntäen omia tuotteitaan ja valmiita ratkaisumallejaan.

Järjestelmän tietoja ja toimintoja kuvattaessa hypätään käyttäjän näkökulmasta ja ongelma-ava-ruudesta ratkaisuvaihtoehtoon ja siis toimittajan maailmaan. Toiminnallinen kuvaus on asiakkaan ja toimittajan välisen sopimuksen pohjana, joten on tärkeää, että tiedot ja toiminnot on esitetty sellaisessa muodossa, että myös asiakkaan edustajat pystyvät niitä arvioimaan. Tästä hyppäyksestä muodostuu myös suunnittelun jäljitettävyyden kannalta merkittävä ristikytkentä siten, että yksi toiminnallinen vaatimus voidaan jakaa useamman toiminnon kesken. Vastaavasti yksi toiminto, kuten monimutkainen säätö hälytyksineen ja moodinvaihtoineen, voi toteuttaa useita vaatimuksia.

Ohjelmistotekniikan varsin perinteinen ajatusmalli on, että syntyvä looginen malli on mahdollisimman riippumaton käytettävästä toteutustekniikasta. Sama ajattelu sisältyy myös uusiin, oliopohjaisiin suunnitteluperiaatteisiin (Koskimies & Mikkonen 2005). Jo tiedossa olevat teknologiavalinnat ja toimittajan mahdolliset valmISRatkaisut toki vaikuttavat toiminnalliseen rakenteeseen, mahdollisesti paljonkin.

Nykyisissä automaatiojärjestelmissä käytetään usein sovellusläheisiä ohjelmointikieliä, kuten toimilohkoja, jotka ovat esitystavaltaan varsin lähellä loogisen mallin toiminnallisia kuvauksia. Koska ohjelmointityökalut dokumentoivat sovelluksen varsin hyvin, voidaan toiminnallinen kuvaus joskus jättää tekemättä, jolloin säästetään kustannuksia. Toisaalta sovellus voi sisältää uudenlaisia tai vaativia osuuksia, jotka on määriteltävä huolellisesti. Nykyaikainen automaatiojärjestelmä voi esimerkiksi hoitaa monimutkaista informaation hallintaa, kuten varastokirjanpitoa, joka edellyttää sovellusalueen käsitteistön ja sen pohjalta järjestelmässä käytettävän tietomallin laatimista esimerkiksi oliopohjaisia menetelmiä käyttäen.

Loogisen mallin aivan ensimmäisiä osuuksia ovat erityyppisten perustoimintojen, kuten prosessi-liityntöjen, säätöpiirien, sekvenssien ja näyttöjen luettelot. Yksinkertaisimmissa tapauksissa näillä päästään melko pitkälle, mutta yleensä määrittelyitä on tarkennettava heti perussuunnittelun alussa. Toisaalta on syytä täsmentää kopioitavat tyyppiratkaisut ja yleiset suunnitteluperiaatteet, kuten poikkeustilanteiden hallinta, hälytysten käsittely ja käyttöliittymät. Toisaalta on lähdettävä määrittelemään järjestelmän toiminnallista arkkitehtuuria, mielellään ylhäältä alas, laajoista toiminnallisista kokonaisuuksista kohti yksityiskohtia. Teknisten kuvausten rinnalla alustavat käyttö- ja huolto-ohjeet voivat olla hyödyllisiä käyttäjien mukaan saamiseksi. Rinnan näiden määrittelyiden kanssa on käynnistettävä toiminnallisten testien suunnittelu vaatimusten ja niiden hyväksymiskriteerien pohjalta. Vaikka toimintojen pitäisi olla sovittuja perussuunnittelun lopussa ja sopimusta tehtäessä, muuttuvat ja täydentyvät toiminnalliset kuvaukset myöhemminkin suunnittelu- ja toteutusvaiheissa.

## 4.3 Teknologiavalinnat

Automaatiojärjestelmän suunnittelussa tekniikasta riippumaton lähtökohta on usein perusteltu. Toteutuksen yksityiskohdista riippumattomat suunnitelmat ovat periaatteessa paremmin käytettävissä uudelleen. Esimerkiksi prosessin osan uusinnassa vanhoja toimintakuvauksia ja suunnittelun perusteita voidaan hyödyntää, vaikka toteutusteknologia olisi vaihtunut.

Käytännössä teknologiavalintoja joudutaan usein tekemään aikaisessa vaiheessa. Tämä koskee sekä yleisiä linjauksia, kuten valintaa kenttäväylän tai erilliskaapeloinnin välillä, että käytettävien kaupallisten tuotteiden valintaa. Jo esisuunnitteluvaiheessa asiakas saattaa vaatia esimerkiksi tiettyä tekniikkaa aikaisempien hyvien kokemusten perusteella tai tietyn laitetoimittajan valintaa henkilöstön koulutuksen tai varaosien saatavuuden vuoksi. Samoin suunnittelijan osaaminen ja kokemukset vaikuttavat teknologiavalintoihin. Tällaiset rajoitukset vähentävät suunnittelun vapautta, joten niitä ei pidä esittää tarpeettomasti.

Investointipäätöksen jälkeen voi olla tarpeen tilata osa laitteista pitkän toimitusajan vuoksi. Aikaisessa vaiheessa tehty teknologiavalinta rajoittaa suunnittelutyön mahdollisuuksia, asettaa omat vaatimuksensa suunnittelutyölle sekä vaikuttaa myös muihin teknologiavalintoihin.

## 4.4 Automaatiojärjestelmän laitteet ja ohjelmistot

Seuraavassa tarkastellaan automaatiojärjestelmän toteutuksen kuvausta. Se on osa automaatiojärjestelmän mallia ja määrittelee reaalisien laitteista ja ohjelmistoista muodostuvan järjestelmän.

Toteutuksen ratkaisut määräytyvät järjestelmän vaatimusten, loogisen mallin sekä teknologiavalintojen perusteella. Kuvausten tarkkuustasot vaihtelevat yleisestä laite- ja ohjelmistoarkkitehtuurista ohjelmoinnin, laitekokoonpanon ja asennusten yksityiskohtiin. Kokonaisarkkitehtuuri määritellään yleensä perussuunnitteluvaiheessa ja tarkemmin suunnitteluvaiheen alkuun sijoittuvassa järjestelmäsuunnittelussa. Samalla määritellään yksityiskohtaisessa suunnittelussa käytettävät ohjeet, standardit ja malliratkaisut. Toteutussuunnitteluvaihe tuottaa yksityiskohtaiset määrittelyt, jotka yleensä muuttuvat vielä toteutuksen ja käyttöönoton aikana. Kuten automaatiojärjestelmän kuvauksen muihin osioihin, myös toteutuksen kuvaukseen sisältyy tehtyjen ratkaisujen testauksen suunnittelu ja raportointi osana tehdasmallia. Suunnittelun päättyessä toteutuksen kuvaus sisältää siis kaiken tarvittavan informaation automaatiojärjestelmän hankintaa, valmistusta, ohjelmointia, testausta ja asentamista varten.

Esimerkkejä tyypillisistä tietosisällöistä ovat mm.

- järjestelmän laitearkkitehtuuri
- tiedonsiirtoverkko ja kaapelointi
- ohjelmistoarkkitehtuuri
- ohjelmistojen kuvaukset
- näyttöjen määrittelyt
- asennus- ja sijoittelukuvaukset
- laiteratkaisujen muille suunnittelualoille asettamat vaatimukset, esimerkiksi lämpökuormat
- laite- ja ohjelmistotestauksien kuvaukset (SAT, FAT).

Näistä tietosisällöistä voidaan koostaa tarvittavat dokumentit, kuten

- as built -dokumentaatio
- viranomaismääräysten edellyttämä dokumentaatio.

## 4.5 Käyttö- ja ylläpitoprosessin kuvaus

Kuten aiemmin on todettu, suunnittelussa laadittava automaatiojärjestelmän *malli* kuvaa sekä itse järjestelmän rakenteen ja toiminnan (mukaan lukien niiden taustalla olevat vaatimukset) että mennettyjä ja työkalut, joilla järjestelmää käytetään ja ylläpidetään elinkaaren eri vaiheissa\* (ml. purkaminen). Tästä syystä tulevan käyttö- ja ylläpitoprosessin kuvaukset ovat osa automaatiojärjestelmän toimittajan tuottamaa ratkaisua, joskin ne laaditaan paljolti yhteistyössä muiden osapuolten kanssa. Esimerkkejä tyypillisistä tietosisällöistä ovat mm.

- organisaation rakenne
- käyttö- ja huolto-ohjeet, koulutusmateriaali
- loppukäyttäjien työn ja tehtävien määrittely
- järjestelmän elinkaaritarkastelut, esimerkiksi tuen ja varaosien saatavuus pitkällä aikavälillä.

Käyttö ja ylläpito on otettava huomioon jo suunnittelun alusta lähtien. Esisuunnitteluvaiheessa tunnistetaan olemassa olevan organisaation ominaisuudet, tarpeet ja kehitystavoitteet tai määritellään uuden laitoksen organisointiperiaatteet. Merkittäviä asioita ovat esimerkiksi koulutustaso, tavoiteltu automaatioaste sekä vuorojärjestelmä. Automaation suunnittelua varten tulee kuvata esimerkiksi vakanssit, niiden vastuut, oikeudet ja tehtävät sekä tehtävien hoitamisessa tarvittavat tiedot ja ope- rointimahdollisuudet. Lähtötietoja voidaan hankkia muilta projektiosapuolilta sekä haastattelemalla käyttäjiä ja ylläpitäjiä. Automaatioasteen osalta huomioon otettavia reunaehtoja ovat esimerkiksi investoinnin budjettikehyys, prosessin vaativuus sekä automaatioteknologian taso.

Perussuunnitteluvaiheessa nämä määrittelyt tarkentuvat. Asiakkaan henkilöstöhallinto tms. täsmentää käyttäjien määrät ja tehtävät. Ne vaikuttavat automaation toimintojen ja varsinkin käyttöliittymien määrittelyyn. *Ajotapakeskusteluissa* sovitaan tarkasti sekä automaatiojärjestelmän toimintoista että tavoista, joilla automaatiojärjestelmää käytetään ja ylläpidetään. Ajotapakeskusteluihin olisi saatava mukaan kaikkien osapuolten edustajat (tilaaja, automaatioasennus suunnittelija, prosessisuunnittelija ja käyttö- ja ylläpito henkilöstön edustajat). Ajotapakeskustelujen pohjalta syntyvien prosessin ja automaatiojärjestelmän toimintaselostusten, näyttömallien sekä *ajotapakuvausten* pohjalta syntyy aikanaan aineisto, joka toimii käyttäjien ohjeistona (esim. valvomon näytöllä esitetynä). Perussuunnittelussa käytettävä automaatiotuote (automaatioalusta) voi olla vielä auki, jolloin kuvaukset on tehtävä yleisemmällä tasolla. Yleensä toimittaja kuitenkin on mukana, jolloin voidaan käyttää sen ehdottamia ratkaisumalleja ja tuoteominaisuuksia.

Perussuunnittelun päätyttyä ja tultua hyväksytyksi käyttäjää ja ylläpitäjää kiinnostavien asioiden tulee olla sovittuina niin, että toimittaja voi ryhtyä järjestelmän rakenteen ja toteutuksen suunnitteluun (*suunnitteluvaihe*). Tosin yksityiskohtia joudutaan yleensä tarkentamaan myöhemminkin. Tarvittavien ohjeistojen tulee syntyä suunnittelun ja toteutuksen kuluessa. Käyttäjät astuvat jälleen kuvaan toteutuksen päätteeksi järjestettävissä *tehdasteissa* (FAT). Ne painottuvat järjestelmän toimivuuden varmistamiseen, mutta testit ovat tärkeitä myös käyttäjien ja ylläpitäjien koulutuksen kannalta. Ainakin alustavien ohjeiden (paperilla tai näytöllä) olisi siis hyvä olla käytettävissä ja arvioitavissa. Myös seuraavana oleva *asennusvaihe* sekä varsinkin *toiminnallinen testaus* ja kelpuutus ovat tärkeitä koulutuksen kannalta. Käyttäjien ja ylläpitäjien osallistuminen olisi erittäin hyödyllistä, jos se vain on järjestettävissä. Viimeistään toiminnallisessa testauksessa käyttöohjeiden on oltava laadittuina. On kuitenkin ymmärrettävää, että niitä joudutaan tarkentamaan saadun palautteen perusteella. Toimintaprosesseja sekä niiden tarvitsemia ohjeistoja ja apuvälineitä joudutaan jatkuvasti kehittämään myös tuotannon aikana, kun tuotteet ja järjestelmät muuttuvat tai kun tuotannon tehokkuutta ja laatua halutaan parantaa.

---

\* Myös asennuksen tarvitsemat ohjeet voidaan nähdä osaksi järjestelmän mallia. Samoin käytön ja ylläpidon aikana kertyvä historiatieto täydentää järjestelmän mallia (tai linkittyy siihen).



# 5. Tiedonhallinnan näkökulma

Suunnittelu on uuden informaation tuottamista muilta saadun ja hallussa olevan lähtötiedon perusteella. Perinteisestä dokumenttipohjaisesta suunnittelusta ollaan siirtymässä kohti verkottunutta tietosisältöpohjaista toimintamallia. Informaatiota on paljon, se päivittyy nopeasti ja se on usein kriittistä lopputuloksen toimivuuden kannalta. Tieto on kaupankäynnin kohde, joten osapuolilla on tarve suojata osaamistaan ja saada siitä riittävä korvaus. Merkittävä osa suunnittelutyöstä on tiedon hankintaa, vanhojen ratkaisujen kopiointia ja vuorovaikutusta muiden suunnittelijoiden kanssa. Varsinainen luova ratkaisujen tuottaminen on harvinaisempaa.

Uusia haasteita syntyy myös siitä, että suunnittelutoiminta muuttuu entistä globaalimmaksi. Yritysten omakin toiminta on usein maantieteellisesti hajautunutta. Koska tiedonhallinta on suunnitteluliiketoiminnan keskeinen elementti, alan yritysten kilpailukyvyyn kannalta on tärkeää, että sitä tuetaan parhaalla mahdollisella tavalla.

Tämä luku käsittelee informaation hallintaa automaattiosuunnittelussa. Kappale 5.1 tarkastelee asiaa teknisemmältä kannalta ja pohtii mm. eri mallinnustapoja, versioiden hallintaa ja suunnittelutiedon jakelua. Kappale 5.2 käsittelee informaation merkitystä yksittäisten suunnittelijoiden työn ja suunnitteluprosessiin liittyvien osapuolten sujuvan yhteistyön näkökulmasta. Lopuksi kappaleessa 5.3 pohditaan tiedonkulun tukemista tietotekniikan avulla.

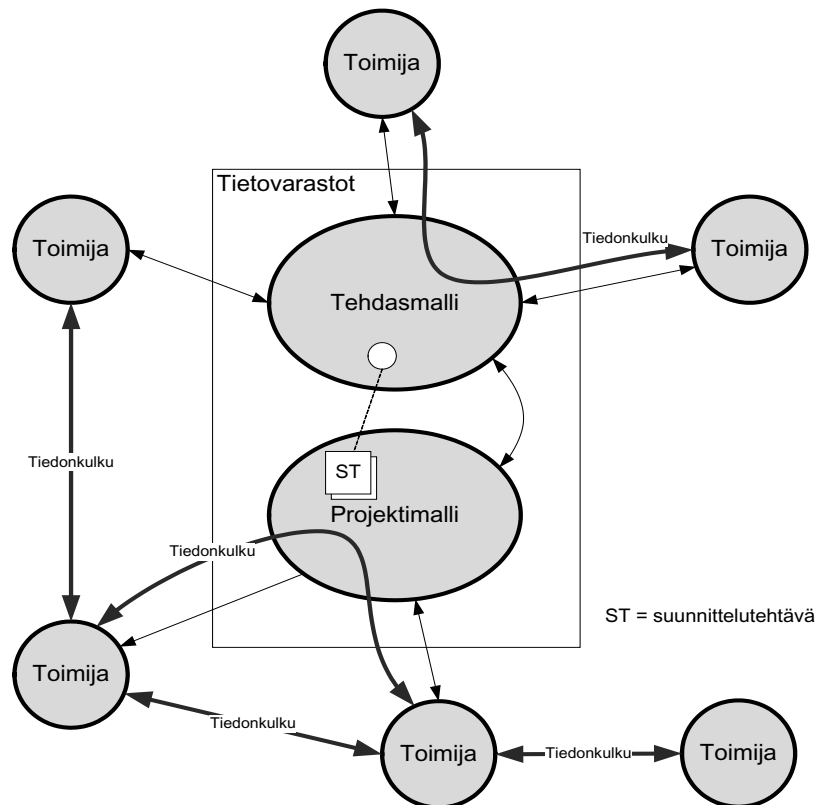
## 5.1 Suunnitteluinformaation hallinta ja jakelu

Perinteisesti tiedonvaihto on pohjautunut dokumenttien vaihtoon. Suunnittelu- ja muiden tietojärjestelmien välinen integraatio on tapahtunut joko perinteisten tai sähköisten dokumenttien avulla. Eri osapuolilla on yleensä erilaiset käytännöt ja järjestelmät dokumenttien hallintaa varten, joten dokumentteja joudutaan usein muokkaamaan toisen osapuolen tarpeiden mukaisiksi. Tällainen kahdenvälisiin yhteyksiin perustuva tiedonvaihto vaatii paljon manuaalista työtä ja räätälöintiä.

Esimerkkejä suunnittelun dokumenteista ovat PI-kaaviot ja toimintakuvaukset. Projektin toteuttamiseen liittyvistä seikoista välitetään tietoa esimerkiksi kokousmuistioiden ja sopimusten avulla. Virallisten, määrämuotoisten tietojen ohella toimijoiden kesken välittyy vapaamuotoista tietoa kokouksissa ja käytäväkeskusteluissa sekä sähköpostin, puhelimen ja tekstiviestien kautta. Lisäksi käytetään ilmoitustauluja sekä puhelin-, verkko- ja videoneuvotteluja. Vapaamuotoinen tieto ei kuitenkaan yleensä siirry tietovarastoihin, vaan katoaa suunnittelun edetessä.

Uudemmat, joustavammat suunnitteluprosessit perustuvat tietosisältöpohjaiseen suunnitteluun. Tässä toimintamallissa eri osapuolet kokoavat enemmän tai vähemmän yhteistä digitaalista tehdasmallia. Suunnittelun osatehtävät tuottavat tai tarkentavat projektitietokannan sisältöä.

Kuva 12 esittää eri toimijoiden (yksilöt ja organisaatiot) välisiä tietovirtoja automaattiosuunnittelun aikana. Yhteiset tietovarastot, joihin osapuolilla on pääsy, ovat keskeinen tiedonvaihdon kanava. Osa tiedosta liikkuu suoraan toimijoiden välillä. *Tehdasmalli* kuvaa yhteistä suunnittelun kohdetta, esimerkiksi tehtaan rakennetta sekä prosessin ja automaation toimintaa. *Projektimalli* (project model) on tehdasmallin ohella toinen keskeinen suunnittelutiedon varasto. Se kuvaa suunnitteluprosessia ja sen toteuttajia, esimerkiksi *suunnittelutehtäviä* (ks. Kuva 8) ja suunnittelijoita, jotka tuottavat tietoa tehdasmalliin (ks. liite A). Suunnittelutehtävässä hyödynnetään tehdasmallissa jo olevia tietoja, joten projektimalli ja tehdasmalli kytkeytyvät toisiinsa. Toimijat voivat tarkastella molempien tietojen omasta näkökulmastaan ja omien tehtäviensä kannalta.



Kuva 12. Automaatiosuunnitteluun liittyviä tietovirtoja.

Tehdasmalli luodaan heti projektin alkaessa, ja suunnittelun edetessä sitä täydennetään suunnittelutehtävistä kertyvällä tiedolla. Kertynyttä tietoa pyritään siirtämään tehokkaasti eri osapuolten välillä ja käyttöorganisaation tarpeisiin. Mikäli tiedon esitystapa, tiedonsiirtoformaatti ja rajapinnat perustuvat sopimukseen, esimerkiksi kansainväliseen standardiin, on osapuolilla mahdollisuus käyttää tehdasmallin tietoa tehokkaasti hyväksi.

Osa suunnittelun tulostiedoista jaetaan vähitellen sitä mukaa kuin sitä syntyy, mutta viralliset suunnittelun tulokset on julkaistava sopivan kokoisina, versiohallinnan alaisina kokonaisuuksina. Niistä (yhdestä tai useammasta) voidaan sitten muodostaa *lähtötietopaketteja*, jotka siirtyvät seuraaviin suunnittelutehtäviin. Näin seuraavan tehtävän mahdollisesti toisessa organisaatiossa toimiva suorittaja voi aloittaa työnsä. Tavoite on, että lähtötiedot ovat virheettömiä ja täydellisiä. Usein tiedoissa on kuitenkin puutteita, joiden olisi hyvä olla jotenkin julkituotuja.

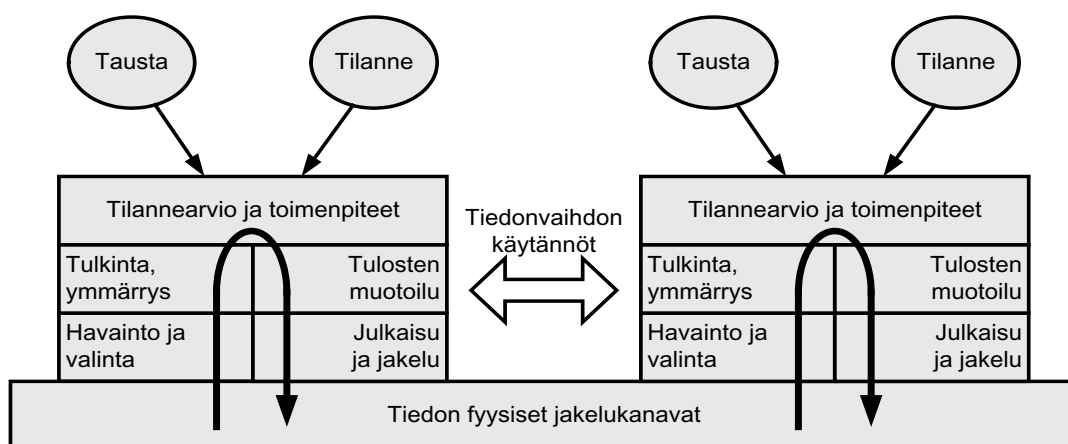
Jakelussa on otettava huomioon eri suunnitteluosapuolten vastuut ja oikeudet. Uusi tieto on saatava nopeasti tarpeellisten tahojen käyttöön. Lähtötietojen käyttäjälle ei voida sälyttää vastuuta niiden puutteista ja virheistä aiheutuneista ongelmista, eli tiedon tuottajan on vastattava työnsä laadusta. Toisaalta tiedon tuottajalla on tarve suojata omaa osaamistaan ja hyötyä sen tuottamasta lisäarvosta. Näiden juridisten kysymysten sekä käytännön tiedonkulun ja työnjaon vuoksi tietoa on jaettava hallitusti. Ennen tietopaketit olivat melko suuria dokumenttinnippuja, mutta nykyisin suunnittelun nopeutuessa (ns. fast-track-projektit) ne ovat entistä pienempiä päivityksiä yhteisessä suunnittelutietokannassa. Tietopaketit eivät voi kuitenkaan olla mielivaltaisen pieniä, joten suunnittelu on tulevaisuudessakin erällä tavoin kvantittunutta.

## 5.2 Tiedonkulun rooli suunnittelijoiden työssä ja osapuolten yhteistoiminnassa

Harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta projektin tiedonhallinnassa on perimmiltään kyse ihmisten välisestä *viestinnästä*\*. Suunnittelijat vaihtavat tietoa fyysisten kanavien, kuten puheen, dokumenttien ja tietojärjestelmien avulla. Vastaanottajat poimivat saapuvia sanomia (esim. sähköposteja) ja etsivät tarjolla olevaa tietoa (esim. tehdasmallista), tulkitsevat lähettäjän niihin koodaamaa informaatiota ja reagoivat esimerkiksi antamalla palautetta tai tuottamalla uutta tietoa (Kuva 13). Kokonaistoiminta muodostuu yksittäisistä sanomista ja toimenpiteistä verkoston käytäntöjen (keskustelun protokollien) ja työkalujen ohjaamana. Suunnittelijoiden taustat ja työtilanne vaikuttavat toimintaan. Vaikka uusi tieto on havaittu, sen merkitys riippuu vastaanottajan tulkinnasta ja lopullinen arvo tiedon vaikutuksista omaan työhön ja kokonaisuuteen. Mahdollisia häiriölähteitä on monia, esimerkiksi tekniset ongelmat, erilaiset esitystavat ja koulutustaustat, asiantuntemuksen ja ilmaisutaidon puutteet, henkilösuhteet ja kulttuurierot. Viestinnän eri tasoilla tarvitaan siis yhteisiä käsitteitä, esitystapoja ja tiedonvaihdon sääntöjä, jotta koko ketju toimisi tehokkaasti.

Aikataulultaan kireän projektin onnistuminen edellyttää, että projektin aikana syntyvää tietoa pystytään hallitsemaan ja välittämään tehokkaasti. Tiedon on saavutettava oikeat henkilöt oikea-aikaisesti, ja sen tulee olla riittävän informatiivista ja ymmärrettävää. Tiedon lähteiden ja perusteiden tulee olla helposti jäljitettävissä. Nopeiden, ajasta ja paikasta riippumattomien viestintämenetelmien tarve kasvaa. Ihmisten välinen tiedonkulku on, tekniikan ohella, olennaista, joten tietojen jakelu, yhteistyöverkostot ja jopa henkilökemiat on otettava huomioon projektia suunniteltaessa.

Käytännössä kaikki tarpeellinen tieto ei kuitenkaan aina välity tai se välittyy liian myöhään tai vastaanottajan kannalta väärässä muodossa. Lähtötietojen laatu on usein puutteellista, dokumentointitavat vaihtelevat ja muutoksia tulee paljon. Vaatimusten ja ratkaisujen perusteita ei merkitä muistiin, ja lähtötietoihin jää ”harmaita” alueita. Suunnittelun osapuolet eivät tiedä toistensa tiedontarpeista ja tiedon ajoituksen merkityksestä. Heillä voi myös olla väärä oletuksia toistensa tietämyksestä. Kokouskäytännöt vaihtelevat eivätkä takaa, että niissä käsitellyt tiedot ja tehdyt päätökset saadaan systemaattisesti hallintaan. Toimijaverkosto edustaa erilaisia asiantuntemusaloja, ja se



Kuva 13. Ihmisten välisen tiedonkulun tasoja ja osatekijöitä yksinkertaistettuna kahden osapuolen tapaukseen.

\* Yksilöiden ja organisaatioiden viestintä on oma, laaja tutkimusalueensa, johon tässä ei ole mahdollisuutta enempää syventyä.

ulottuu yli organisaatorajojen. Osapuolten intressien, ajatusmallien ja toimintatapojen erot vaikeuttavat tiedon välittymistä. Tietoteknisten välineiden tuki yhteistyölle on puutteellista, mikä koostuu maantieteellisen ja organisatorisen hajautuksen lisääntyessä. Koska suunnittelijat eivät enää ole keskusteluetäisyydellä samassa paikassa, viestintään kohdistuu lisähaasteita. Suunnittelujärjestelmät tarjoavat kanavan virallisen teknisen tiedon siirtoon, mutta vapaamuotoinen kommunikaatio on usein puutteellista. Tietoverkko ei korvaa vierekkäin istumista.

Tiedonvälitystä on hyödyllistä tarkastella koko suunnitteluprosessin ja toimijaverkoston näkökulmasta. Vaikka kullakin toimijalla on omia intressejä, tulee verkoston yhteisenä tavoitteena olla toimivan järjestelmän syntyminen. Tapa, jolla tieto on valittu, esitetty, jaettu ja ajoitettu, vaikuttaa siihen, miten suunnittelutehtävät ovat suoritettavissa ja sitä kautta projektin kokonaistavoitteiden saavuttamiseen.

Viestintäteknikan rinnalla tulee kehittää myös toimintakulttuuria. On kehitettävä sellaisia tiedon esitys- ja jakelutapoja sekä kokouskäytäntöjä, jotka tukevat yhteistyötä. Tehdasmallit ja projektimallit toimivat yhteisenä käsitteellisenä pohjana, joka tukee käsityksen saamista omasta työstä osana suurempaa kokonaisuutta. Niiden avulla on helpompi ymmärtää tiedon sisällön, esitystavan ja ajoittamisen tärkeys muiden osapuolten kannalta. Mallien avulla pystytään vähentämään myös asiantuntemusalojen eroista johtuvia ongelmia. Se edellyttää roolikohtaisten ajattelutapojen ja tarpeiden tunnistamista ja huomioonottamista käytännöissä ja esitystavoissa. Teknisten tietojen lisäksi tarvitaan kokonaiskuva suunnitteluprojektista ja muista toimijoista. Sen tulee havainnollistaa jokaisen työntekijän rooli ja vastuu muille osapuolille. Tähän liittyy myös tarve tehdä työn eteneminen näkyväksi. Toiminta ei kuitenkaan voi perustua tiukasti määriteltyyn malliin, koska ongelmatilanteissa tarvitaan myös joustavuutta.

Tiedonkulun tarpeet ovat yhteydessä myös suunnittelumenetelmiin. Täsmällisten rajapintojen ja arkkitehtuurin tavoite on lisätä modulaarisuutta ja vähentää niin kommunikaation tarvetta. Ketterät (agile) menetelmät taas pyrkivät maksimoimaan joustavuutta muutostilanteissa päinvastaisella lähestymistavalla: kaikki saavat muuttaa koodia, arkkitehtuuria ei lyödä alussa lukkoon ja ymmärrystä projektin tilasta ylläpidetään tiiviin vuorovaikutuksen avulla. Automaatioprojektit sijoittuvat näiden ääripäiden väliin, joten tiedonkulun on mahdollistettava suunniteltujen osatehtävien resursoinnin ja seurannan lisäksi myös spontaanisti syntyneiden ratkaisujen tuominen laajemman projektiorganisaation tietoisuuteen.

## 5.3 Tiedonkulun tekninen tukeminen

Tietoteknisillä ratkaisuilla voidaan tukea reaaliaikaista yhteisöllistä viestintää (esim. ongelmista tiedottamisessa), helpottaa työn etenemisen seurantaa ja havainnollistaa projektin kulkua. Tekniikka voi auttaa myös tietämyksen kokoamisessa. Olennaista on, että käyttäjät ovat itse myös sisällöntuottajia (vrt. ns. sosiaalinen media). Mahdollisia ratkaisuja ovat esimerkiksi

- tiedonkulkua tukeva näkymä projektiin ja suunnittelun kohteeseen (”suunnittelijan työpöytä”)
- taustatietojen (esim. lähtötiedot, suunnitteluperusteet) ja viestien liittäminen tehtaan virtuaaliin malliin
- sähköpostikommunikaation etiketti, automaattinen tuottaminen ja reititys
- semanttiset, strukturoidut dokumentit, esimerkiksi kokouspöytäkirjat.

Yhteistyön tietotekninen tukeminen voi perustua olemassa olevien ohjelmistojen integrointiin tai kokonaan uudentyyppeisiin teknisiin ratkaisuihin ja sovelluskohteisiin. Sopivia kevyempiä apuvälineitä (esim. sähköposti ja pikaviestimet) on valmiina lähes kaikilla työasemilla, mutta ne ovat usein

vajaakäytössä. Kehittynyt tietotekniikka mahdollistaa myös epäformaalin tiedon entistä paremman hallinnan ja integroinnin suunnitteluvälineisiin, dokumentteihin ja tietokantoihin.

Tietokoneavusteiseen ryhmätyöhön (Computer Supported Cooperative Work, CSCW) tarkoitettuja työkaluja on monenlaisia, kuten videoneuvottelualustat, pikaviestimet, wiki- ja blogi-sovellukset ja sosiaaliset verkkopalvelut. Kaupallisissa ryhmätyöohjelmistoissa on usein integroituina useita tiedonvälityksen menetelmiä yhteen työkaluun.

Viestintämenetelmät, kuten IRC, pikaviestimet ja foorumit mahdollistavat virtuaalisen läsnäolon. Virtuaalisella läsnäololla tarkoitamme yhteenkuuluvaisuuden tunteen kokemista paikasta ja ajasta riippumatta. Epävirallisen tiedon välittymisen kannalta yhteenkuuluvuuden tunne on tärkeä elementti. Esimerkiksi IRC-kanavalle liittyyään perinteisesti tietokoneelle asennettavan IRC-asiakasohjelman avulla. Nykyään IRC-asiakasohjelmia ja pikaviestimiä on saatavilla myös mobiilipuhelimiin.

# 6. Projektihallinnan näkökulma

Edellä käsiteltiin automaatio suunnittelua sen sisällön ja tiedonkulun näkökulmasta. Tässä luvussa asiaa tarkastellaan projektihallinnan kannalta.

Projekti on ennalta suunniteltu ainutkertainen työprosessin ilmentymä. Se on sekä ajallisesti että taloudellisesti rajattu, sen tavoitteet on määritelty ja sen osallistujilla on sovitut tehtävät ja vastuut. Jotta toimitus valmistuisi ajoissa, on projektille ja sen osille laadittava aikataulu. Aikataulun laatimisessa on otettava huomioon, että tarpeelliset resurssit kyseisten tehtävien suorittamiseksi ovat vapaina. Aikataulu voi muuttua ja tarkentua projektin aikana esimerkiksi projektin sisällön, alihankkijoiden toimitusaikataulujen tai käytettävissä olevien resurssien muuttuessa.

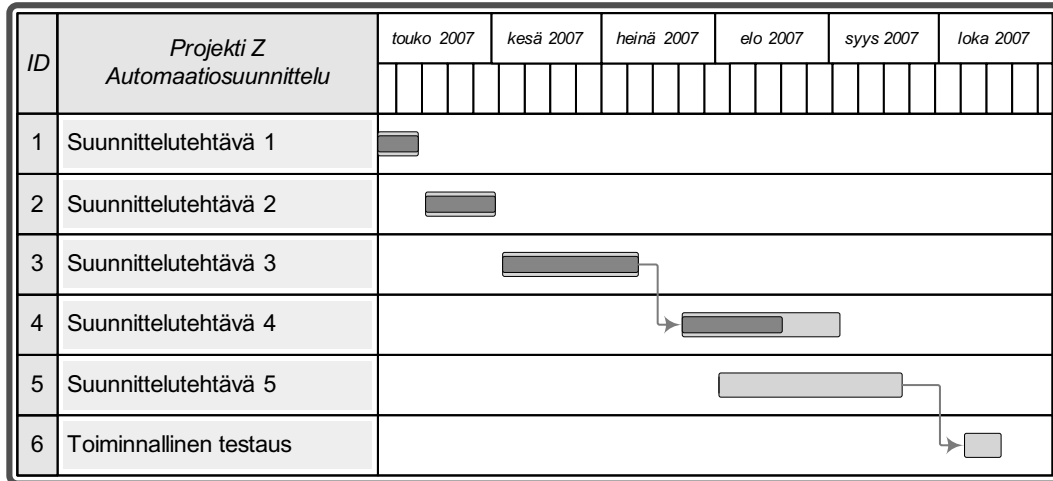
Projektihallintaan kuuluvat myös projektin taloudelliset tarkastelut. Automaatioinvestoinnin taloudellinen kannattavuus kiinnostaa tietenkin eniten tilaajaa, mutta kannattavuuden arvioinnin voi tehdä myös konsulttiyritys. Laitetoimittajan ja suunnitteluyrityksen on myös tunnettava kannattavuuden arvioinnin perusteet omalla toimialallaan, jotta ne pystyisivät paremmin markkinoimaan tuotteitaan ja osaamistaan. Pitkällä tähtäimellä asiakkaan menestyminen on myös automaatio-toimittajien etu. Lyhyellä tähtäimellä kunkin osapuolen on huolehdittava oman liiketoimintansa kannattavuudesta.

Automaatioprojektien monialaisuuden vuoksi projektiin osallistuvia tahoja ja rooleja on lukuisia. Asiakkaan ja toimittajan lisäksi projektiin osallistuu alihankkijoita, konsultteja, muita suunnitteluorganisaatioita sekä viranomaisia.

## 6.1 Aikataulu ja henkilöresurssit

Aiemmin kuvatut sisällölliset kokonaisuudet, suunnittelutehtävät, muodostavat rungon automaatio-projektin osatehtäville ja niiden aikataulutukselle. Tehtävien riippuvuudet ja ajoitus sekä koko hankkeen etapit esitetään usein oheisen Gantt-kaavion avulla (Kuva 14). Suunnittelutehtävät määritellään mm. niiden sisällön ja tulosten perusteella. Tehtävien väliset riippuvuudet määräävät ainakin periaatteellisen järjestyksen. Tosin esimerkiksi teknisesti haastavat, mahdollisesti tuotekehitystä sisältävät osuudet on aloitettava etujassa riskien välttämiseksi.

Suunnittelutehtävillä on ominaisuuksia, kuten työmääräarvio, osaamisvaatimukset, tekninen ja kaupallinen riskitaso sekä tärkeys muiden suunnitteluosuuksien ja kokonaisuuden kannalta, jotka vaikuttavat resurssitarpeisiin ja vaadittavan kalenteriajan pituuteen. Lisäksi on otettava huomioon käytettävissä olevien resurssien ominaisuudet. Niiden vuoksi on ehkä tarpeen jakaa suunnittelu-tehtävä edelleen osiin ja ulkoistaa niistä osa. Tärkeitä resurssin ominaisuuksia ovat työn hinta, laatu ja varmuus. Resurssien puute voi myös siirtää jonkin tehtävän myöhemmäksi. Projektin suunnittelu ja hallinta ovat siis haastavia tehtäviä. Tässä kirjassessa esitetty tapa jakaa suunnittelu tehtäviin sisällöllisin perustein käyttäen pohjana hyväksi havaittuja projektin referenssimalleja on tärkeä, joskaan ei mullistavalla tavalla uusi, keino verkottuneen projektitoiminnan tehostamisessa.



Kuva 14. Esimerkki Gantt-kaaviosta, joka esittää suunnittelutehtävien ajoittumista ja riippuvuuksia.

## 6.2 Talous

Automaatioliiketoiminnan tulee olla taloudellisesti kannattavaa. Kannattavuutta on myös pystyttävä arvioimaan etukäteen ja mittaamaan jälkikäteen. Tässä kannattavuutta käsitellään ensin automaatioinvestoinnin ja sitten automaatioprojektien kannalta.

### Automaatioinvestoinnin kannattavuuden arviointi

Automaatioinvestoinnin kannattavuuden arviointi kuuluu asiakkaan tehtäviin. Kuitenkin myös muut organisaatiot, kuten konsultit, laitetoimittajat ja suunnittelijat joutuvat ottamaan työssään investointien kannattavuuden huomioon.

Konsulttiyrityksiä käytetään usein tekemään esisuunnittelua edeltävä esiselvitys, jossa kartoitetaan, onko asiakasvaatimusten täyttäminen mahdollista, mikä on tarvittavan investoinnin suuruusluokka ja miten investointi maksaa itsensä takaisin. Esisuunnittelu tarkentaa tätä tietoa.

Suunnitteluyrityksen ja laitetoimittajan on tunnettava asiakkaan toimiala kyetäkseen markkinoimaan ja myymään tuotteitaan. Pitkissä asiakassuhteissa asiakkaan menestyminen on myös laitetoimittajan ja suunnittelijan etu, jolloin asiakkaalle kannattavien ratkaisujen ehdottaminen hyödyttää kaikkia osapuolia. Yleisimmät syyt automaatioinvestoinnin toteuttamiselle ovat kriittiset ongelmat tuotannossa, uhka markkinaosuuden menetyksestä kilpailijalle, materiaalikulujen kasvu, kapasiteetti-vaatimukset ja uuden tuotteen tuotannon aloittaminen. (Warren 1993.) Automaatioinvestoinnin perusteena voi myös olla imagoseikat, kuten luontoystävällisyys tai työolojen parantaminen.

Investoinnin kannattavuutta täytyy tarkastella kokonaisuutena. Automaation osuus tuotantolaitoksesta vaihtelee muutamasta prosentista aina vaativien kemianprosessien 40 prosenttiin. Automaatioinvestoinnin kustannus- tai säästötekijöitä ovat mm. energian ja apuaineiden käyttö, työ, koulutus, raaka-aineet, tuotteet, tilat, tarvikkeet, lämmitys ja jäähdytys. Automaation uudistusprojektissa voidaan säästöjä etsiä esimerkiksi kapasiteetin nostosta, tasaisemmasta laadusta, saannon parantamisesta, raaka-ainekustannuksista ja käyttöhäiriöiden ja kunnossapitokustannusten vähentämisestä. (SAS 1992.)

Asiakkaan investoinnin arviointimenetelmien tunteminen antaa myös mahdollisuuden uusien liiketoimintamallien kehittämiseen. Perinteisesti asiakasta laskutetaan tehdystä toimituksesta ja

mahdollisesta ylläpitosopimuksesta. Vaihtoehtoinen toimintamalli olisi esimerkiksi automaatio-uusinnan laskuttaminen syntyvien säästöjen perusteella.

## Projektitoiminnan kannattavuus

Mitattaessa automaatioprojektin onnistumista on otettava huomioon automaatiotoimittajan projektille asettamat tavoitteet. Tiettyihin projekteihin voidaan käyttää enemmän resursseja, mikäli ko. projektit ovat yrityksen strategian kannalta tärkeitä. Esimerkiksi uudelle toimialalle tehtävä projekti saattaa avata kokonaisen liiketoiminta-alueen, jolloin voidaan hyväksyä pienempikin kate. Toisaalta mikäli projekti ei kuulu kehitettävään tai ylläpidettävään liiketoiminta-alueeseen, on siitä saatava yritykselle suurempia välittömiä hyötyjä.

Yrityksen hyödyt mitataan viime kädessä euroina, mutta välillisiä hyötyjä ovat mm. markkinaosuuden kasvattaminen tietyllä liiketoiminta-alueella, henkilöstön osaamisen kasvu, avainasiakkaan hyvä palveleminen, uusien asiakkaiden saaminen, brändin esiintuominen ja imagon kohotus. Jotta projektin onnistumista voidaan arvioida, tulee käytettävät mittarit virittää yrityksen strategia huomioon ottaen.

Mittareiden antamia tuloksia voidaan käyttää yrityksen sisällä liiketoimintastrategian ja suunnitteluprosessien kehittämiseen. Sen vuoksi mittareiden tulisi pystyä kertomaan myös ongelmakohdista. Mittareilla voidaan myös arvioida eri yksiköiden tai yritysten suunnittelutoiminnan laatua ja tehokkuutta.

Lisähaastetta projektin onnistumisen arvioinnille tuovat nykyajan verkottuneet organisaatiot. Jotta pidempi yhteistyö organisaatioiden välillä olisi onnistunutta, on suorittavilla organisaatioilla oltava ainakin tehtävien projektien suhteen yhtenevät strategiset tavoitteet. Projektin kokonaisarviointi tulee suorittaa samoilla mittareilla, jotta vertailu organisaatioiden välillä olisi mahdollista.

Suunnittelun onnistumista arvioidaan käyttämällä sopivia tunnuslukuja, kuten käytetty suunnittelu-aika säätöpiiriä kohden tai kustannukset säätöpiiriä kohden. Käytössä voi olla myös laadullisia tunnuslukuja, kuten testauksessa löytyneiden virheiden tai asiakasreklamaatioiden määrä. Automaatioprojektit poikkeavat paljon toisistaan, joten mittarit eivät ole aina kovin kuvaavia: esimerkiksi uudentyypistä toteutusta tehtäessä aikaa kuluu normaalia enemmän, mutta projekti voi olla silti hyvin onnistunut.

Teollisen investointiprojektin suunnittelutoiminnalle on määritelty tunnuslukuja, joiden käyttö mahdollistaa mm. vertailun eri yksiköiden tai yritysten kesken. Standardi esittelee tunnusluvut prosessi-, laitos-, sähkö-, automaatio-, käynnissäpito-, rakennus- ja LVISAP-\* suunnittelulle. Standardi kattaa itse suunnittelutyön lisäksi henkilöstöön, tuottavuuteen, pääomaan ja liiketoimintaan liittyviä tunnuslukuja. (PSK 7503)

## 6.3 Roolit ja organisaatiot

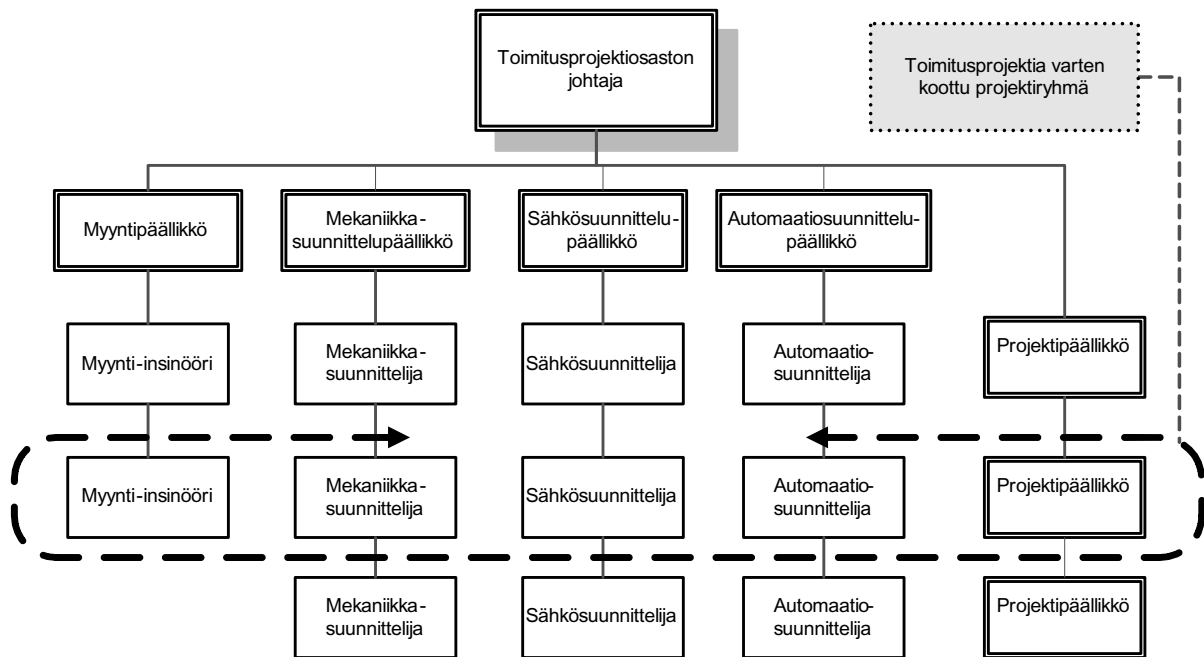
Projektin sisällön suunnittelun ohella suunnittelutehtävät on jaettava sopiville osajille. Käytännössä ensin tehdään jako suunnitteluun osallistuvien organisaatioiden kesken ja sen jälkeen vastuualueet jaetaan organisaatioiden sisällä.

Organisaatiokaaviossa voidaan esittää staattisen organisaatorakenteen lisäksi dynaamisia, esimerkiksi projektin ajaksi koottuja organisaatioita. Nykyorganisaatiot ovat muuttuneet perinteisistä linjaorganisaatioista matriisiorganisaatioiksi, joissa työntekijöiden väliset johtosuhteet voivat olla muitakin kuin suoria esimies-alaisuhteita.

---

\* Lämpö-, vesi-, ilmastointi-, sähkö-, rakennusautomaatio- ja palotekniikka.





Kuva 15. Esimerkki staattisesta organisaatiokaaviosta.

Matriisiorganisaatioissa työntekijällä on *ressurssiesimies*, jonka vastuulla viime kädessä on työntekijän allokointi työtehtäviin tehokkaasti. Resurssiesimiehen ja henkilöstöpäällikön vastuulla on myös työntekijöiden koulutus ja osaamistaso.

Toimitusprojektia varten voidaan koota projektitiimi, jota johtaa *projektipäällikkö*. Projektipäällikön tehtävänä on toteuttaa annettu tehtävä hänelle alistetuin resurssein. Tietyn alan työntekijät koko organisaation laajuisesti voivat muodostaa ryhmittymän koulutusta, kehitystä ja vertaistukea varten. Samankaltaisina toistuvissa projekteissa syntyy usein tuotteita tai tuotteiden kaltaisia kokonaisuuksia, joiden kehityksestä, tuesta ja markkinoinnista vastaa *tuotepäällikkö*.

Organisaatiokaaviot kuvaavat todellisuutta ainoastaan tietyllä tarkkuustasolla. Todellisessa organisaatiossa työntekijöiden välisiä suhteita muodostuu työntekijöiden oman verkostoitumisen kautta. Mitä suurempi organisaatio, sitä tarpeellisempia organisaatiokaaviot ovat tehokkaan resursoinnin kannalta.

Yksittäistä toimitusprojektia varten koottu projektioorganisaatio tai -tiimi elää yleensä projektin aikana. Projektin alkuvaiheessa myynti-insinööri neuvottelee asiakkaan kanssa pyrkien saamaan sopimuksen aikaan. Teknisissä yksityiskohdissa hän voi tukeutua tuote- tai suunnittelupäälliköihin. Projektipäällikkö ottaa vastuun projektista usein vasta kun neuvottelut asiakkaan kanssa ovat jo pitkällä. Tällöin myynti-insinöörin rooli projektissa vähenee. Yrityksestä ja projektista riippuen projektipäällikkö voi vastata sekä projektin resursoinnista että teknisestä toteutuksesta tai hänellä voi olla teknisissä asioissa tukenaan pääsuunnittelija.

Projektin rooleja sekä roolien muodostamia verkostoja esitellään tarkemmin liitteessä C.

## 7. Kohti uudenlaista suunnittelukäytäntöä

*Suunnittelija päätti jäädä tänä päiväksi kotinsa lähetyvillä sijaitsevaan toimistohotelliin, sillä lapset pääsisivät tänään aikaisin koulusta. Suunnittelija tapasi pistäytyä kotona välipala-aikaan tiistaisin, ennen kuin lapset lähtisivät harrastuksiinsa. Avattuaan koneensa ja kirjauduttuaan verkkoon suunnittelija sai eteensä kiireellisimmät tehtävät. Edellisellä viikolla projektipäällikkö oli ollut huolissaan projektin aikataulusta, joten hän oli päättänyt antaa eräiden prosessiasemien laitesuunnittelun ulkomaiselle yritykselle alihankintatehtäväksi. Suunnittelija oli positiivisesti yllättynyt, että suunnittelutehtävä oli jo merkitty tehdyksi ja prosessiasemien laitetiedot olivat päivittyneet tehdasmalliin. Tämän alihankkijan kanssa kannattaa toistekin tehdä yhteistyötä. Suunnittelija muistelee nyt jo huvittuneena entisajan ongelmia, jolloin alihankkijalle piti rautalangasta vääntää ohjeet, valvoa työtä ja sen jälkeen itse korjata jäljet. Eikä se kommunikointikaan helppoa ollut, aamuyöstä puhelimitse. Ja koskaan ei voinut olla varma, oliko englantia heikosti puhuva kollega ymmärtänyt mitään...*

*...työpöydälle ilmestyi kuvake kertomaan saapuneesta viestistä. Viesti liittyi toiseen projektiin, mutta oli kiireellisyytensä vuoksi ohjautunut suunnittelijalle kollegansa loman vuoksi. Viestissä venttiilitoimittaja kertoi toimitusaikataulun myöhästyvän viikolla ja ehdotti yhdeksi vaihtoehdoksi venttiilityypin vaihtamista. Suunnittelija näki projektimallista, että kyseisten venttiilien ohjelmistotestaus oli jo tehty ja komponentin toiminnallisuus ei muutu, joten kokonaisuikatauluun tämä myöhästyminen ei vaikuta. Asiakkaalle pitää tuki kertoa muuttuneesta asennusaikataulusta. Suunnittelija teki tarvittavat muutokset projektimalliin ja lähetti ehdotuksen ja vastausviestin ko. projektin päällikölle vahvistettavaksi.*

Käsitteiden yhtenevyys sekä projekti- ja tehdasmallien toimiva yhteiskäyttö ovat edellytyksiä kuvatulle tilanteelle. Projektimallissa on tallennettuna yrityksen toimintaprosessi, jota tarkennetaan projektikohtaisesti. Siihen voidaan myös määritellä yksityiskohtaisia hyväksi havaittuja tapoja, kuten viestien reititystä poikkeustilanteissa vastuiden määrittelyjen perusteella. Projektimallissa on myös määritelty liiketoimintaprosessit eri toimijoiden kesken, jolloin yksittäisten suunnittelijoiden ei tarvitse ottaa huomioon toimijakohtaisia eroja.

Visio uudenlaisesta suunnittelukäytännöstä tähtää automaatio-suunnittelun kilpailukykyyn säilyttämiseen. Tärkeää siinä on oman yrityksen osaavien resurssien tehokas käyttö, osapuolien välinen tiedonvälitys sekä tehokas toiminta verkostoissa. Yhteisten käsitteiden ja toimivien työvälineiden avulla voidaan hallita koko tiedonvälityksen ketju suunnittelijan lähtötiedoista lopputulokseen. Näin nähdään esimerkiksi, miten muutokset lähtötiedoissa vaikuttavat prosessiin ja aikatauluun. Projekti- ja tehdasmallien avulla rutiininomaiset suunnittelu- ja projektinhallintatehtävät voidaan automatisoida. Samoin tehdyistä päätöksistä jää jäljitettävät tiedot projektin tietokantaan. Projektin suunnittelun aikana tuotettua tietoa voidaan käyttää koko tehtaan elinkaaren ajan, ja esimerkiksi suunnittelun aikana tuotettu kunnossapidon tehtävälista välitetään asiakkaan kunnossapitojärjestelmään.

Projekti- ja tehdasmallien sujuva yhteiskäyttö vaatii työkalun, joka tukee näiden kahden yksittäisen mallin lisäksi vuorovaikutusta niiden välillä sekä muuta viestintää. Projekti- ja tehdasmallin tietoja tulee voida siirtää osaksi asiakkaan kunnossapitojärjestelmää. Näiden teknisten haasteiden lisäksi tutkimusta tarvitaan yhteisten käsitteiden luomiseksi ja standardisoimiseksi sekä käsitteiden esittämiseksi rakenteellisena mallina.

Automatisoitaessa tiedonkulkua on huolehdittava, että aikaisempi dokumentoimaton tieto tulee myös siirrettyä. Tästä syystä tiedonkulun järjestelmien on myös tuettava riittävästi epäformaalia viestintää ja yhteisöllisyyttä.

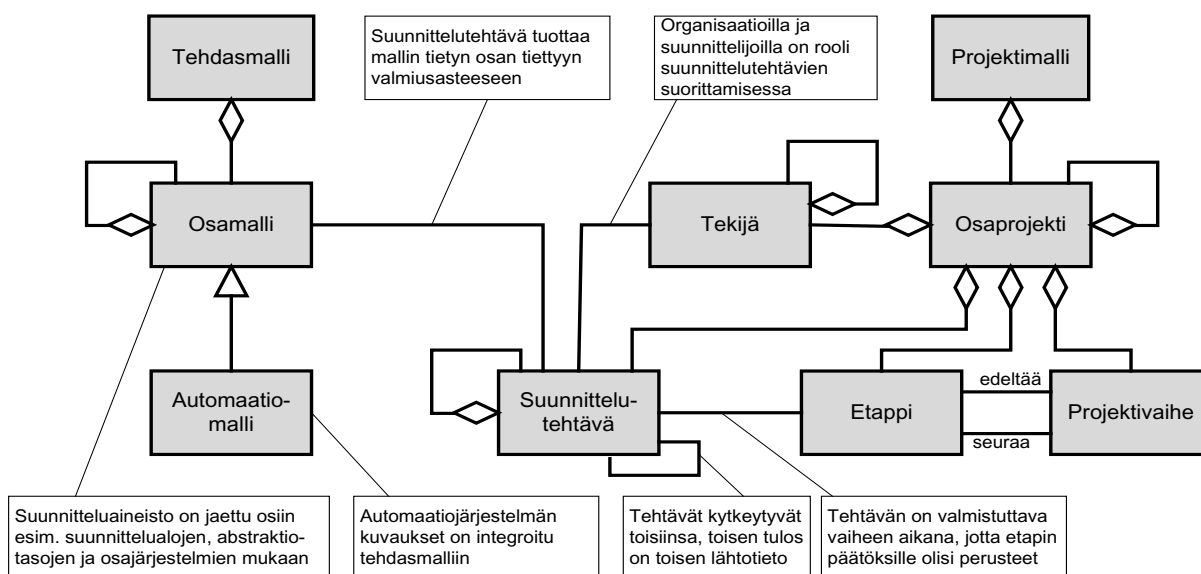
# Kirjallisuutta

- ANSI/ISA-95.00.01 2000. Enterprise-control system integration part 1: models and terminology. The instrumentation, systems and automation society, 79 s.
- ATU 1992. Prosessin hallinta – Automaation tehtäväkuvaus. Helsinki, Suomen Automaation Tuki Oy, 125 s.
- Haikala, I. & Märijärvi, J. 2006. Ohjelmistotuotanto. Talentum Media Oy, 440 s.
- IEC 61506 Industrial-process measurement and control – Documentation of application software.
- IEC 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.
- Ketonen, M. 1998 Benefit assessment of automation investments in chemical process industries. Doctoral dissertation, Oulun yliopisto, Oulu.105 s. ISBN 951-42-4813-9.
- Koskimies, K. & Mikkonen, T. 2005. Ohjelmistoarkkitehtuurit. Talentum Media Oy, 250 s.
- PSK 7503 Suunnittelun tunnusluvut.
- Pyyskänen, S. 2006. Suunnitteluprosessin käsitelmä. ANTI-projektin loppuraportin liite.
- SAS 2001. Laatu automaatioissa – Parhaat käytännöt. Helsinki, Suomen Automaatioseura ry, 245 s.
- SAS 2005. Automaatio-sovellusten ohjelmistokehitys – Suunnittelun työtavat, välineet ja sovellus-arkkitehtuurit. Suomen Automaatioseura ry, 152 s.
- Tommila, T. et al. 2005. Next generation of industrial automation – Concepts and architecture of a component-based control system. VTT research notes no. 2303, 103 s.
- Warren Jody C., Casto Paul R. 1993: Project planning and execution for automation, 0-7803-1462-x/93.

# Liite A: Keskeiset käsitteet

Seuraavassa on selitetty eräitä tämän kirjasen kannalta keskeisiä, osin uusia tai uudelleen määriteltyjä käsitteitä. Muilta osin viitataan Suomen Automaatioseura ry:n julkaiseman Laatu automaatiossa -kirjan (SAS 2001) sanastoon sekä automaatioalan standardeihin.

Kuva 16 havainnollistaa tässä sovellettua ajattelua vapaamuotoisen käsittekaavion avulla. Siinä tehdasmalli jakautuu osamalleihin, joista yksi kuvaa automaatiojärjestelmää. Vastaavasti projektimalli voidaan tarpeen mukaan jakaa (pieniksikin) osaprojekteiksi, jotka sisältävät suunnittelutehtäviä, niitä suorittavia resursseja sekä vaiheita ja niiden välisiä etappeja.



Kuva 16. Muutamia suunnittelun käsitteitä olioluokkakaavion muodossa.

**Projektimalli (project model):** Kun järjestelmän (tietyn tehtaan tai automaatiojärjestelmän) malli kuvaa itse järjestelmää ja sen tulevaa käyttöprosessia, projektimalli kuvaa suunnittelu- ja rakentamisprosessia, jonka tuloksena ko. järjestelmä syntyy. Sen keskeisiä elementtejä ovat projektin suunnittelutehtävien sisällön, aikataulun ja resurssitarpeiden määrittely, suunnitteluorganisaatio ja sille asetettavat vaatimukset, tehtävien ja vastuiden jako, käytettävät työkalut ja menettelyt (laatu, versiointi, dokumenttien jakelu jne.) sekä toimitilajärjestelyt. Myös projektin kaupalliset ja sopimustekniset tiedot voidaan nähdä osaksi projektimallia. Laaja hanke voidaan jakaa osaprojekteihin esimerkiksi tehdasmallin jäsennystä noudatellen. Samalla tavoin kuin itse suunniteltavan järjestelmän malli täydentyy kokemustiedoilla käytön aikana, myös projektimallissa esitetyt suunnitelmat (plan) täydentyvät toteutumattiedoilla (esim. tehtävien valmiusaste, kokouspöytäkirjat, edistymisraportit jne.). Projektimalli linkittyy suunnittelun kohteen malliin esimerkiksi siten, että *suunnittelutehtävän* tavoitteena on tuottaa tietty tai tietyt osat järjestelmän mallista.

**Suunnittelutehtävä (design task):** Sisällöllisesti mielekäs suunnittelukokonaisuus, joka tuottaa tai tarkentaa suunniteltavan järjestelmän mallia (tai projektimallia) tietyiltä osin tietyssä projektin (elinkaaren) vaiheessa. Suunnittelutehtävä annetaan suoritettavaksi yhdelle tai useammalle tekijälle

(suunnitteluresurssille). Siinä käytetään lähtötietoina muiden tehtävien tuloksia ja tuotetaan vastaavasti tietoja seuraaville tehtäville. Tehtävän on valmistuttava tai vähintään tuotettava tietyn tasoiset tiedot tiettyyn etappiin mennessä, jotta tarvittavat päätökset (esim. investointipäätös) voitaisiin tehdä. Tehtävän edistyminen ei kuitenkaan välttämättä ole merkittävä jonkin aiemman etapin kannalta. Suunnittelutehtävä voi siis ulottua useammankin projektivaiheen yli.

**Tehdasmalli (plant model):** Yleisesti ottaen mikä tahansa tietojoukko, joka kuvaa tarkasteltavaa prosessilaitosta kokonaisuutena eri näkökulmista. Nykyisin tietosisältö on usein rajattu koskemaan esimerkiksi vain prosessilaitteistoa, mutta tässä kirjassessa termillä on laajempi merkitys. Malli sisältää kaiken tehdasta koskevan tiedon, myös toiminnot, suunnitteluperusteet jne. Mallin olomuoto voi vaihdella. Periaatteessa kuvaukset voivat olla perinteisiä paperidokumentteja tai sähköisiä dokumentteja dokumenttihankeissa, mutta nykyisin termi tehdasmalli viittaa yleensä prosessilaitteiston ja rakenteiden digitaaliseen, usein kolmiulotteiseen, esitysmuotoon, jossa sovelletaan standardeissa määriteltyjä ja suunnittelujärjestelmien sisäisiä *tietomalleja* (voitaisiin siis puhua ”digitaalisesta tehdasmallista” erotuksena jossain muussa muodossa olevasta laitostietämyksestä).

**Tietomalli (data model):** Määrittelee käsitteet, ominaisuudet ja riippuvuudet, joiden avulla tietyn sovellusalueen järjestelmiä voidaan kuvata täsmällisesti. Tietyn tehtaan *tehdasmalli* soveltaa yhtä tai useampaa tietomallia siihen sisältyvän informaation hallintaan.

**Tietopaketti:** Tietojoukko, joka siirretään lähtötietoina seuraavaan tai seuraaviin suunnittelutehtäviin ja samalla usein toiselle suunnittelijalle ja toiseen organisaatioon. Tieto voi liikkua reaaliajassa pieninäkin paloina, mutta usean osapuolen hankkeissa työnjako ja vastuukysymykset edellyttävät usein välitulosten julkaisemista isompina kokonaisuuksina. Periaatteessa paketti on kulloistenkin tarpeiden mukainen otos järjestelmän mallista (suunnittelutietokannasta) ja sisältää tietoa yhdestä tai useammasta versiohallinnan alaisesta tietokannan osasta. Käytännössä paketti voi siirtyä esimerkiksi dokumentteina (sähköpostitse) tai yhteisessä tietokannassa olevana päivityksenä (ilmoitus käytettävissä olevasta tiedosta).

# Liite B: Semanttiset tehdasmallit

Tässä kirjasessa termiä tehdasmalli on käytetty varsin laajassa merkityksessä tietojoukosta, jolla kuvataan suunniteltavaa tehdasta (ks. liite A). Tässä liitteessä käsitellään tehdasmallinnusta teknisemmästä näkökulmasta. Perinteisempien tietokantapohjaisten tehdasmallien lisäksi viime aikoina ovat kiinnostusta herättäneet semanttisen verkon tekniikoihin perustuvat semanttiset tehdasmallit.

Yksi tulkinta tehdasmallista (esim. Plant design model) on 3d-malli, joka kuvaa tehtaan fyysisen rakenteen kaikkine komponentteineen. Toisaalta tehdasmallina pidetään usein dokumenttihanottein tyyppistä sovellusta, joka koostuu 3d-mallista, tietokannasta, näihin liittyvistä dokumenteista sekä käyttöliittymästä.

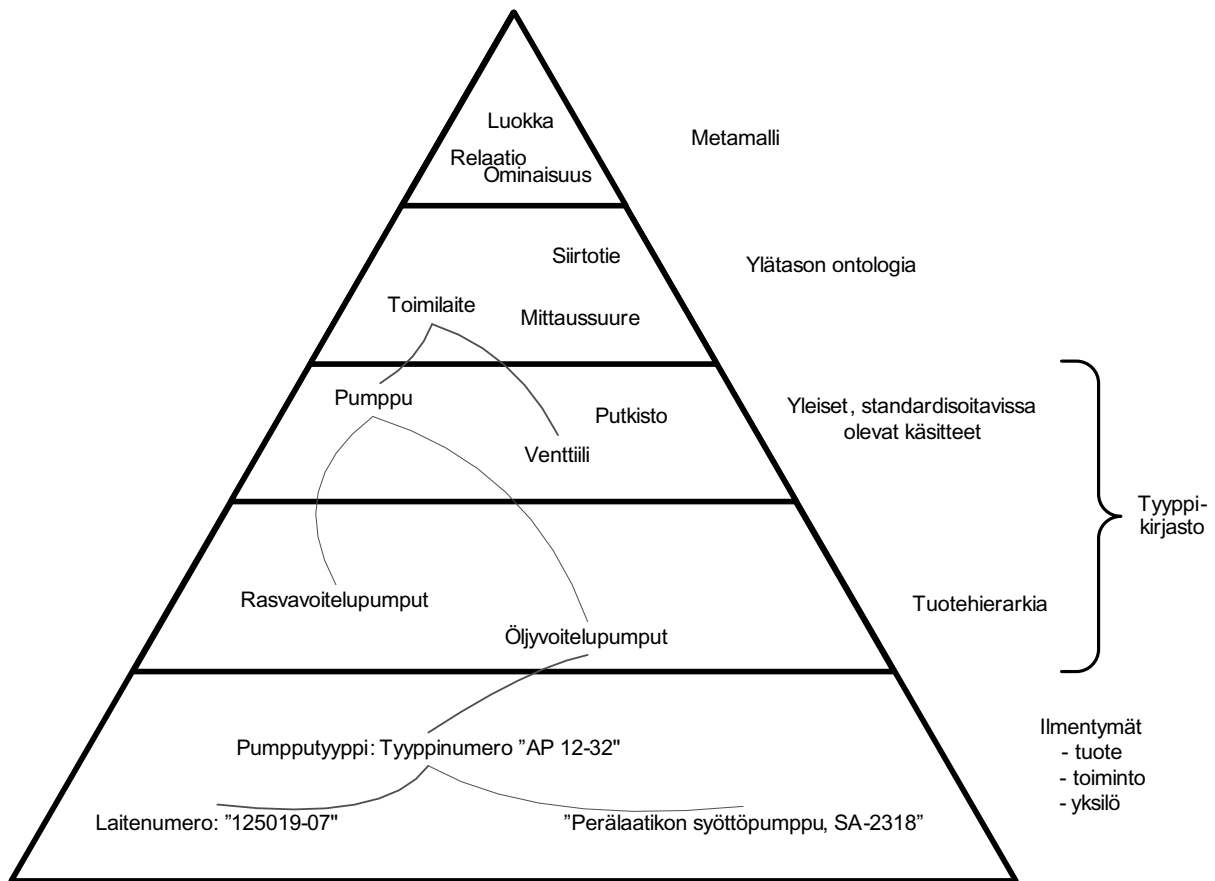
Yleisesti tehdasmallimäärittelyn voidaan sanoa olevan *tietomalli*, joka kuvaa laajuudesta riippuen tehtaan rakennetta, prosessin ja automaation toimintaa, organisaatiota, ihmisiä ja aktiviteetteja elinkaaren eri vaiheissa. Usein tarkasteluissa organisaatio ja aktiviteetit jätetään huomiotta ja keskitytään rakenteen sekä toiminnan kuvaamiseen eri elinkaarivaiheiden kannalta.

Yhtä fyysisistä tehdasta vastaa yksi tehdasmalli. Eri toimijoilla on kuitenkin erilaisia vaatimuksia tehdasmallille ja sen sisältämälle informaatiolle. Suunnittelijat tarkastelevat tehdasmallia eri näkökulmasta kuin esimerkiksi sitä käyttävä henkilökunta. Tämän takia tehdasmallin tulisi olla sellainen, että se palvelee kaikkia niitä näkökulmia, joita mallia hyväksikäyttävillä toimijoilla on.

Dokumenttihanottein tyyppisessä tietokannassa tieto on järjestetty tietyn rakenteen mukaisesti. Tietoyksikköjen sisältöä voidaan muuttaa, mutta tietoyksiköiden väliset suhteet, relaatiot, on luotu tietokannan rakenteella ja koska rakenne on staattinen, ei relaatioiden muuttaminen ole mahdollista. Semanttisilla tekniikoilla voidaan luoda tietomalleja, joissa myös tietoyksiköiden relaatiot on kuvattu tiedon sisällön kanssa samalla kielellä.

Puhuttaessa semanttisista tietomalleista tehdasmallin voidaan katsoa koostuvan tehdasobjekteista, tehdasobjektien ominaisuuksista sekä näiden välisistä riippuvuuksista. Tällaisen tehdasmallin määrittely voidaan jakaa kahteen osaan: metamallin ja tyyppikirjaston kehittämiseen. Metamalli on ylempien tason käsitelmä, jossa määritellään kuvauskielen peruselementit, kuten luokka, relaatio ja ominaisuus. Lisäksi kuvataan yleisimmät tarvittavat käsitteet sekä niiden perintähierarkia. Tehdasobjekti on tyyppillinen tehdasmallissa tarvittava ylätasoin käsite, johon voidaan liittää rajoitettavia tai määrittäviä sääntöjä. Metamallissa kerrotaan ne säännöt, joita sekä tehdasobjektit että näiden kuvaukset noudattavat. Tärkeämpi osa on tyyppikirjasto, jossa kerrotaan mitä tehdasobjekteja mallissa voi esiintyä, minkälaisia ominaisuuksia näillä on ja minkälaisia riippuvuuksia niiden välille voi luoda. Lisäksi tyyppikirjasto pitäisi määritellä siten, että se on tyypeiltään kattava mutta kuitenkin toteuttaisi käyttäjien ja sovellusohjelmien tarpeet elinkaaren eri vaiheissa (suunnittelusta käyttöön).

Semanttisesta verkosta (Semantic Web) on kehittymässä uuden sukupolven verkko, joka sisältää jo olemassa olevan tiedon lisäksi koneiden ja sovellusten ymmärtämää metatietoa. Se mahdollistaa tiedon prosessoinnin älykkäiden sovellusten avulla sekä automaattisen resurssien integroinnin ja yhteistoiminnan eri tietojärjestelmien kesken. Tulevaisuuden älykkäät tietojärjestelmät pystyvät hyödyntämään metatietoa ja suorittamaan tehtäviä sekä automatisoimaan päättelyä tiedon semantiikkaa hyödyntäen.



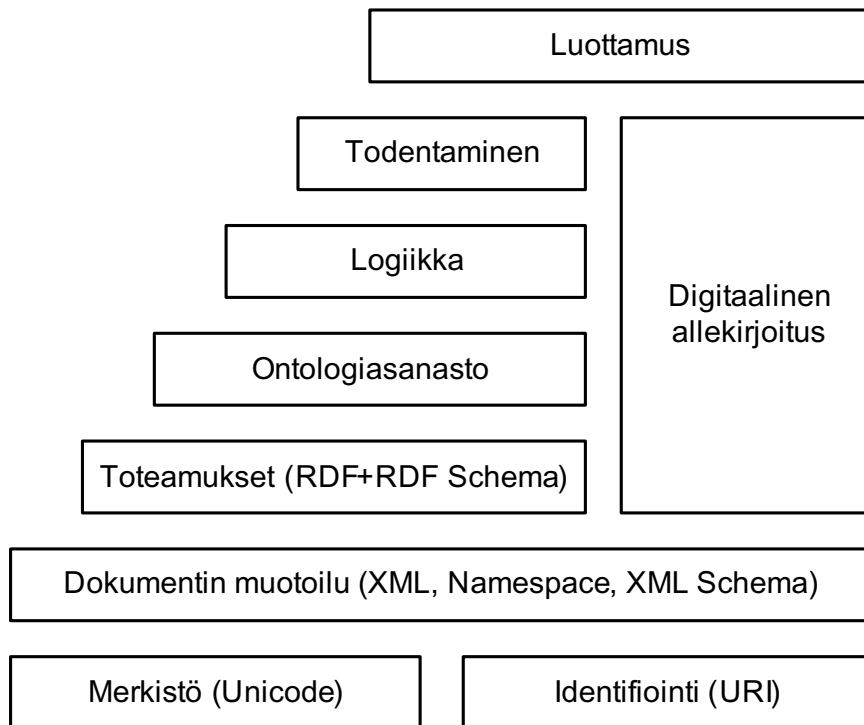
Kuva 17. Tehdasmallin abstraktiotasot.

Kuvassa 17 on esitetty tehdasmallin abstraktiotasoja. Näitä asioita määritellään esimerkiksi ISO 15926 -standardissa. Ylimmällä tasolla on metamalli, joka määrittelee ontologian peruskäsitteet. Toisella tasolla sijaitsee ylätasontologiat, yleiset käsitteet, joita apuna käyttäen määritellään tehdasmallin yleiset komponentit. Toiseksi alimmalla tasolla sijaitsevat esimerkiksi tuotevalmistajien tuotehierarkiat. Alimmalla tasolla ovat instanssit, ilmentymät, jotka kuvaavat tietyn prosessilaitoksen komponentteja.

Semanttisen verkon tekniikoita kehitetään jatkuvasti. Tekniikat voidaan esittää kerroksittain (Kuva 18). Merkistön ja identifioinnin avulla varmistetaan, että objektit ja niiden kuvaukset ovat luettavissa ja yksiselitteisesti tunnistettavissa. XML:n avulla voidaan määrittellä puumainen hierarkkinen rakenne, mutta semantiikan (merkityksen) kuvaamiseen ja erotteluun rakenteesta tarvitaan uusia välineitä.

Semanttisen verkon peruskieli on W3C:n standardoima RDF (Resource Description Framework) ja siihen liittyvä RDF Schema (RDFS). RDF:llä kuvataan WWW:n sisältöjen, ts. resurssien, merkityksiä eli metatietoa. RDF Scheman avulla taas määritellään RDF-sovelluksissa käytettävä sanasto. RDF laajentaa ohjelmoinnista tuttua olioajattelun ideaa WWW:n merkkaukseen tarjoamalla käsitteiden kuvaamiseen joukon kuvausprimitiivejä. Niiden avulla voidaan määrittellä eri sovellusalueiden käsitteitä, näiden muodostamia luokkahierarkioita, ominaisuuksia ja arvorojoitteita. Tällaisia kuvauksia kutsutaan ontologioiksi.

W3C on standardoinut (suositus) myös kehittyneen RDF-perustaisen ontologiakielen OWL:n (Web Ontology Language), jonka avulla rakenteisten web-ontologioiden määrittely on mahdollista.



Kuva 18. Semanttisen verkon kerrokset (mukailtu lähteestä <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>).

Se puolestaan mahdollistaa tiedon hyvän yhteensopivuuden integroinnin tietoa kuvailevien yhteisöjen kesken.

Kuvaamalla tehdasta entistä semanttisemmalla mallilla voidaan kehittää palveluita, jotka malliin nojautuen toteuttavat tarvittavan päättelyn ja aikaansaavat näin tavanomaista tehdasmallia pidemmälle viedyn tiedonhallinnan. Tehdasmallin semanttisen tason nosto tuo uusia mahdollisuuksia myös esimerkiksi suunnittelun automatisoinnille.

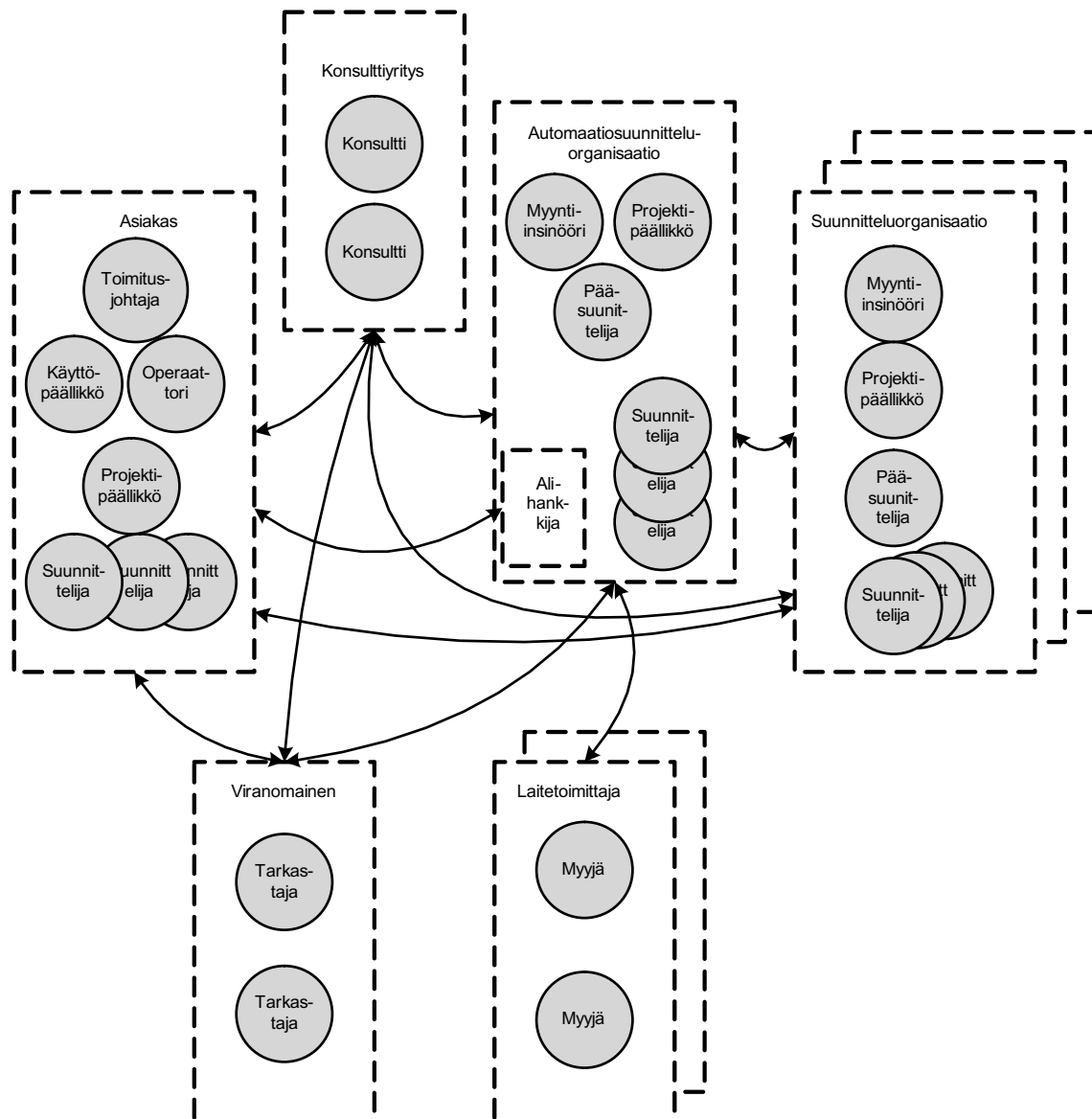


# Liite C: Rooleja

Tässä liitteessä kuvataan automaatioprojektin osapuolia ja rooleja. Projektia varten kootaan yleensä kertaluonteinen projektiorganisaatio, jonka jäsenet tulevat useammasta eri organisaatiosta. Asiakkaan ja suunnitteluyritysten lisäksi projektin verkostoon liittyvät usein konsultit, viranomaiset, alihankkijat ja laitetoimittajat (Kuva 19).

## Asiakas

Asiakas käynnistää projektin esiselvityksen arvioidakseen uuden laitoksen tai laitteen tai vanhan uusinnan mahdollisuuksia ja kannattavuutta. Asiakas voi tehdä sen itse tai ostaa palvelun ulkopuoliselta yritykseltä. Esiselvityksen tuloksen perusteella tehdään päätös esisuunnittelun aloittamisesta. Esisuunnitteluvaihe päättyy investointipäätöksen tekemiseen. Sen jälkeen aloitetaan suunnitteluvaihe.



Kuva 19. Projektin verkosto.

Asiakas muodostaa oman projektiorganisaationsa, joka kommunikoi toimittajan organisaation kanssa. Asiakkaan projektiorganisaatiossa saattaa olla nimettynä vastaavat roolit kuin toimittajallakin (projektipäällikkö, sähkösuunnittelija, automaatio-suunnittelija, prosessisuunnittelija jne.), jolloin toimittaja voi kommunikoida teknisissä asioissa suoraan oikean henkilön kanssa. Automaatio-toimituksen loppukäyttäjät voivat myös olla useasta organisaatiosta. Esimerkiksi prosessilaitoksissa on tyypillisesti ulkoistettu osa kunnossapitotoimista, jolloin myös näistä organisaatioista olisi hyvä olla edustus projektissa.

Asiakkaan vastuulla on oikeiden toimittajien ja toimijoiden valinta, investointipäätöksen teko, vaatimusten kommunikointi toimittajalle sekä viime kädessä huolehtiminen siitä, että toimitus on halutunlainen. Asiakkaan tehtäviä voidaan siirtää esimerkiksi konsulttiyritykselle ja vastuuta voidaan sopimuksen mukaan jakaa toimittajalle tai muille toimijoille.

## Konsultti

Asiakas voi sopia, että osan asiakkaan tehtävistä hoitaa ulkopuolinen toimija, konsulttiyritys. Konsulttisuhte voi perustua pidempiaikaiseen yhteistyöhön, jolloin konsultilla on näkemys asiakkaan tarpeista, tai sitten konsultti hankitaan ainoastaan yhtä toimitusta varten. Konsultin tehtävä voi vaihdella tarkkailusta aina kokonaisprojektin hallintaan saakka.

## Myynti-insinööri

Myynti-insinööri vastaa projektista kokonaisuudessaan sen alkuvaiheessa. Myynti-insinöörin on tunnettava toisaalta asiakkaan tarpeet, toisaalta omien tuotteiden ja henkilöstön kyvyt asiakkaan tarpeiden tyydyttämiseksi. Perinteisenä ongelmana on pidetty sitä, että myynti-insinöörillä ei ole tarpeeksi tietoutta siitä, millaisia muutostarpeita ja kustannuksia asiakkaan erityisvaatimukset aiheuttavat. Myynti-insinöörin on myös varmistettava, että tarpeelliset resurssit projektin toteuttamiseksi ovat käytettävissä.

Kriittinen vaihe projektin alussa on kokonaisvastuun siirto myynti-insinööriltä projektipäällikölle. Vaikka projektipäälliköllä on käytössään asiakkaan kanssa tehty sopimus liitteineen, sopimusneuvottelujen ilmapiiri välittyy dokumenttien välityksellä vain osittain.

## Projektipäällikkö

Projektipäällikön vastuuseen kuuluu koko projektin pitäminen aikataulussa ja budjetissa sekä toimittamissopimuksen ehtojen täyttäminen. Projektipäällikön rooliin kuuluu myös huolehtia siitä, että projektissa työskentelevillä on käytössään tehtävissään tarvittava tieto ja taito sekä tarvittavat välineet.

Projektipäällikkö valvoo työn edistymistä. Seurannan apuvälineitä ovat projektin sisäiset tarkistuspisteet ja pyydetty arviot jäljellä olevasta suunnittelutyöstä.

## Pääsuunnittelija

Pääsuunnittelija vastaa toteutuksen teknisistä ratkaisuista. Pääsuunnittelijalle kuuluu koko toteutuksen ja kaikkien suunnittelualojen toimivuus. Asioi yleisissä teknisissä asioissa asiakkaan kanssa.

## Suunnittelija

Toimii yleensä yhdellä suunnittelualalla (prosessi-, mekaniikka-, sähkö-, instrumentointi-, automaatio- tai tietoliikennesuunnittelu). Tekee projektipäällikön, pääsuunnittelijan tai suunnittelualan

vastaavan suunnittelijan määrittelemät suunnittelutehtävät sekä pitää nämä tietoisina mahdollisista ongelmista.

## Asentaja

Asentaa toimituksen osia toimittajan tai asiakkaan tiloissa asennussuunnitelman mukaisesti.

## Testaaja

Testaa asennetun toimituksen toimittajan tiloissa (FAT) tai asiakkaan tiloissa (SAT) testaussuunnitelman mukaisesti sekä laatii testauspöytäkirjat.

## Alihankkija

Toimittaja voi hankkia laitteita tai osan suunnittelutyöstä tai asennuksesta alihankintana. Suunnittelutyön alihankinta voi perustua pidempiaikaiseen vuokratyövoiman käyttöön tai suunnittelutyöstä lohkaistaan selkeä osa alihankintaan. Mikäli alihankintana ostetaan suunnittelukokonaisuus, on huolehdittava siitä, että vaatimusten lisäksi suunnitteluohjeistukset ja projektin hallinnalliset ohjeet on osapuolten välillä selvitetty ja mahdolliset muutokset kommunikoidaan asianosaisille tehokkaasti.

## Tuotekehittäjä

Projektiorganisaation lisäksi yrityksissä on usein erillinen tuotekehitysosasto, jonka tehtäviin kuuluu yrityksen tuotteiden kehittäminen projektiorganisaation tarpeisiin sekä uusien tekniikoiden ja innovaatioiden kokeilu. Asiakasprojektissa voidaan hyväksyä vain tietty määrä epävarmuutta ja siksi tuotekehitys tapahtuu pääosin asiakasprojektin ulkopuolella. Projektin sisällöstä voidaan tunnistaa tuotekehitystä vaativia osia.

## Projektiliiketoiminnan johto

Projektitoiminnan johdon tehtävä on nimetä projektista vastaava projektipäällikkö ja hänen käyttöönsä tarpeelliset resurssit. Resursointi tehdään projektipäällikön tekemän projektisuunnitelman mukaan. Riskinarviointi projektin aikataulun pitävyyden suhteen tulee ottaa huomioon, jotta varatut resurssit ovat käytössä aikataulun muuttuessa. Toimitusten luonteen vuoksi eri suunnittelualojen työ porrastuu jonkin verran. Projektin asennusvaiheessa tarvitaan asiakkaan tiloihin asentajia, käyttöönottajia ja testaajia. Usein projektin suunnittelijoiden ajasta osa varataan projektin käyttöönotossa ja välittömästi sen jälkeen tehtäviin korjauksiin ja muutoksiin, jotteivät muutostyöt häiritse muiden projektien aikataulua.

Projektitoiminnan johdon strategiaan tehtäviin kuuluu mm. määrittellä projektitoiminnan taloudelliset tavoitteet, pitää huolta henkilöstön osaamisesta ja luoda tarvittavaa alihankintayhteistyötä.