

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ammatillinen opettajakorkeakoulu

Kehittämishanke

**Automaatiotekniikan ammattiaineiden opetukseen soveltuvan  
harjoitustyöaihion ideointi ja suunnittelu**

Suvela, Timo

Työn ohjaaja Kaarina Ranne  
Tampere 2010

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ammatillinen opettajakorkeakoulu  
Opettajankoulutuksen kehittämishanke

Suvela, Timo

Automaatiotekniikan ammattiaineiden opetukseen soveltuvan harjoitustyöaihion ideointi ja suunnittelu

37 sivua + 4 liitesivua

Huhtikuu 2010

Yliopettaja, kasvatustieteiden tohtori Kaarina Ranne

---

## TIIVISTELMÄ

Kehityshankkeessa ideoitiin harjoitustyöaihio, jota voidaan soveltaa usean ammattiaineen opetuksessa Satakunnan ammattikorkeakoulun (SAMK) automaatiotekniikan koulutusohjelmassa.

Ideoinnin aikana harjoitustyöaihioksi konkretisoitui automaattisesti tuotteita valmistava tuotantolinja, koska katsottiin, että sen sisältämä toiminnallisuus ja ominaisuudet vastaavat parhaiten opetussuunnitelmassa asetettuja tavoitteita, joita ovat perehdyttäminen teollisen tuotannon automatisointiin liittyviin tekniikoihin ja konkreettisen kokonaiskuvan luominen automaation soveltamisesta teollisuudessa. Tuotantolinjan suunnittelu toteutetaan harjoitustyönä tuotantoautomaatio-opintojaksossa. Toteutustapa varmistaa opiskelijoiden sitoutumisen työhön ja perehtymisen tuotantolinjan ominaisuuksiin.

Tuotantolinjassa tarvittavia ominaisuuksia pohdittiin ammattiaineiden opettamisen näkökulmasta ja niistä tärkeimmät dokumentoitiin tuotantolinjan suunnittelua ohjaaviksi reunaehdoiksi. Kehityshankkeessa toteutettiin myös tuotantolinjan suunnittelussa tarvittava ohjeistus.

Hankkeen tuotosta on testattu käytännössä tänä keväänä, kun toisen vuosikurssin opiskelijat ovat suunnitelleet omia tuotantolinjojaan. Tähän mennessä kertyneiden kokemukset ovat olleet positiivisia. Opiskelijat ovat olleet motivoituneita ja siitä johtuen suunnittelu on edennyt aikataulun mukaan. Vaikkei suunnittelussa mennä yksityiskohtiin, opiskelijoille muodostuu erittäin hyvän käsitys automaation soveltamisesta teollisuudessa.

Suunnitteluprosessin toteutusta kehitetään toimintatutkimuksen menetelmillä vuosittain. Kehittämiskohteita ja – ajatuksia kerätään suunnittelu vaiheen jälkeen opiskelijoille suunnatulla kyselyllä, jossa kartoitetaan opiskelijoiden mielipiteitä ja kokemuksia suunnitteluprosessista.

Hankkeen lopullista onnistumista voidaan arvioida vasta kahden ja puolen vuoden kuluttua, kun on suoritettu kaikki opintojaksot, joissa tuotantolinjaa sovelletaan.

---

Avainsanat: automaatiotekniikka, elinikäinen oppiminen, projektioppiminen

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	5
2.	TAVOITE JA TOTEUTUS .....	6
3.	TEORIAA .....	7
3.1.	Opiskelumotivaatio .....	7
3.1.1.	Yleistä (Peltonen ja Ruohotie 1992,17-19).....	7
3.1.2.	Kysely .....	8
3.2.	EU ja opetusmenetelmät .....	8
3.3.	Asiantuntijuuteen opettaminen (Eteläpelto ja Tynjälä 1997, 160-163) .....	9
3.4.	Yhteistoiminnallinen oppiminen.....	10
4.	AUTOMAATIOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA .....	11
4.1.	Yleistä .....	11
4.2.	Pedagogiset lähtökohdat (Automaatiotekniikan OPS 2008, 5).....	11
4.3.	Automaatiotekniikan koulutusohjelman tavoitteet .....	12
5.	TAUSTATIETOA.....	13
5.1.	Valinta.....	13
5.2.	Idean kehittäminen.....	14
5.2.1.	AU080301 Laatu ja koneturvallisuus .....	14
5.2.2.	AU080401 Automaatiotekniikka .....	15
5.2.3.	AU080402 Kenttäväylät.....	16
5.2.4.	AU080403 Käyttöliittymät.....	18
5.2.5.	AU080501 Liikkeen ohjaus .....	19
5.2.6.	AU080502 Robotiikka ja konenäkö.....	19
5.2.7.	CE0807 Prosessiautomaatio.....	20
5.2.8.	AU080702 Olio-ohjelmointi .....	20
5.2.9.	AU080703 Laiteohjaukset .....	21
5.2.10.	AU080704 Projektityö .....	22
5.2.11.	IT0809 Sulautetut järjestelmät .....	23
6.	Tuotantolinjan suunnittelu .....	23
6.1.	Yleistä .....	23
6.2.	Tuotteen valinta.....	24
6.3.	Tuotantolinjan suunnittelu .....	24
6.3.1.	Tuotantolinjan suunnittelun lähtökohtia .....	25

6.3.2.	Tuotantolinjan prosessilaitteet .....	25
6.3.3.	Kuljetus ja varastointi .....	27
6.3.4.	Kappaleiden käsittely .....	30
6.3.5.	Automatisointi.....	30
6.3.6.	Laadunvarmistus .....	33
6.3.7.	Tuotannonohjaus .....	34
7.	PÄÄTELMÄT .....	36
LÄHTEET		
LIITTEET		

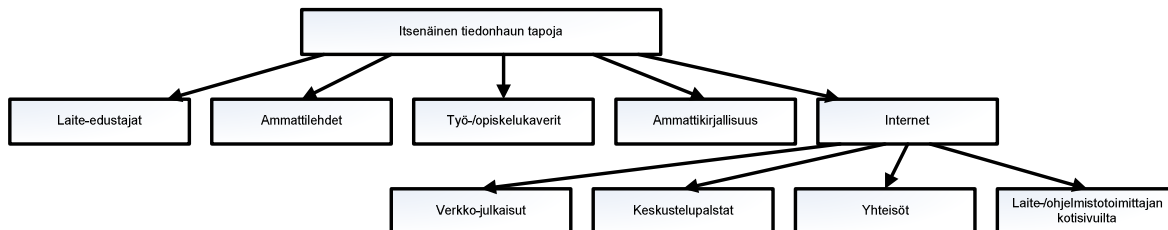
# 1. JOHDANTO

Kehityshankkeessa ideoitiin harjoitustyöaihiota, jota voidaan soveltaa usean eri ammattiaineen opetuksessa Satakunnan ammattikorkeakoulun (SAMK) automaatiotekniikan koulutusohjelmassa. Opintojaksoilla aiheista poimitaan käytännön esimerkkejä ja harjoitustyön aiheita. Tässä raportissa kuvataan työn lähtökohdat ja suunnitteluprosessi sekä harjoitustyöaihion teon ohjeistus.

Toimin neljättä vuotta automaatiotekniikan lehtorina Satakunnan ammattikorkeakoulussa Tekniikan ja merenkulun toimialalla. Ennen ryhtymistä opettajaksi, työskentelin yli kymmenen vuotta erilaisissa tehtävissä tuotantolinjojen automatisointiprojekteissa.

Teollisuudessa sovellettava tekniikka kehittyy jatkuvasti. Tällä hetkellä tuotantolinjojen automatisoinneissa sovellettavat tekniset ratkaisut ovat vanhentuneita muutaman vuoden kuluttua. Automatisoinneille on myös tyypillistä, että saman toiminnallisuuden toteuttamiseen löytyy useita eri tapoja ja useita erilaisia tekniikoita. Tekniikan valintaa ohjaa ratkaisun hinta ja tekniset ominaisuudet. Lisäksi valituista komponenteista täytyy muodostua toimiva kokonaisuus. Uuteen tekniikkaan on kuitenkin suhtauduttava kriittisesti, uusien ei ole aina paras vaihtoehto, vaan vanhassa voi olla vara parempi, kun se on tuttua, aikaisemmin käytettyä ja luotettavaksi koettua.

Jatkuvassa toimintaympäristön muutoksessa mukana pysyminen, edellyttää insinöörit oma-aloitteista tiedon hankintaa, ja opiskelua myös valmistumisen jälkeen. Insinööri voi päivittää osaamistaan useilla eri tavoilla. Pääasiassa tiedon hankinta tapahtuu itsenäisesti (Kuva 1), mutta tietoa saadaan myös osallistumalla erilaisiin koulutuksiin tai esittelytilaisuuksiin.



Kuva 1. Keinoja itsenäiseen tiedonhakuun.

Insinöörin on kyettävä itsenäisen työskentelyn lisäksi myös arviomaan osaamistaan. Hänen pitää olla tietoinen siitä, mitä ei tiedä ja pystyä täyttämään tietämyksessään olevat aukot, työtehtävän sitä edellyttäessä. Työn luonteen itsenäisyydestä huolimatta, hänen pitää tiedostaa yhteisöllisyyden merkitys tiedon hankinnassa.

## 2. TAVOITE JA TOTEUTUS

Itsenäisen työskentelyn ja itsearviointin oppiminen edellyttää, että opiskelija saa osallistua ja vaikuttaa omaan oppimiseensa. Tämän työn tavoitteena on toteuttaa automaatiotekniikan koulutukseen harjoitustyöaihiot, jotka soveltuisi mahdollisimman moneen ammattiaineen opetukseen. Sen lisäksi, että siitä saadaan ammennettua harjoitustöiden aiheita, siitä myös poimitaan käytännön esimerkkejä, luennoilla esitettäviä asioita selventämään. Toiveena on, että useiden ammattiaineiden opetukseen soveltuva harjoitustyöaihiot näkyisi opintojen parempana konkretiana, helpottaisi automaation merkityksen ymmärtämistä ja auttaisi hahmottamaan, miten automaatiota sovelletaan teollisuudessa ja mikä tärkeintä, nostaisi opiskelumotivaatiota. Lisäksi harjoitustyöaihion teossa ja soveltamisessa noudatetaan tutkivan oppimisen periaatteita. Opiskelijoille annetaan vapaus aiheen valintaan ja toteuttamiseen. Opettajan ohjaa ja tukee opiskelijoita suunnittelussa.

Raportin teoriaosassa käsitellään opiskelumotivaatiota ja siihen vaikuttavia asioita, EU:n kannanottoa opetusmenetelmistä ja asiantuntijuuteen kasvattamista sekä oppimista projektityön keinoin. Työn taustaksi kuvataan automaatiotekniikan koulutusohjelmassa annettavan opetuksen pedagogiset lähtökohdat ja koulutusohjelman tavoitteet. Tiedonkeruu osassa esitetään koulutusohjelman opintojaksot, joihin harjoitustyöaihiot on sovellettavissa. Opintojakson tavoitteiden esittämisen lisäksi, pohditaan mitä asioita harjoitustyöaihiot tulee sisällyttää, että siitä on apua opintojakson tavoitteiden saavuttamisessa.

Toteutusosassa kuvataan harjoitustyöaihion suunnittelun eteneminen. Suunnittelu jaetaan osakokonaisuuksiin, joista jokaisesta esitetään ohjeistusta ja tavoitteita. Työn tuotoksen analysointi perustuu kehityshankkeen teon aikaiseen pohdintaan ja opiskelijoiden kokemuksiin aihion suunnitteluprosessista. Analysointi jää vajavaiseksi, koska lopullisia johtopäätöksiä voidaan tehdä vasta 2,5 vuoden kuluttua, kun ensimmäiset opiskelijat valmistuvat.

### 3. TEORIAA

Työn tekemiseen ei sovellettu mitään tutkimusmenetelmää, koska työ oli käytännön kehittämishanke, jossa perehdyttiin uuteen aihealueeseen. Tulevaisuudessa harjoitustyöaihiota ja sen suunnitteluprosessia kehitetään toimintatutkimuksen menetelmillä. Tässä luvussa käsitellään opiskelumotivaatiota ja siihen vaikuttavia asioita, EU:n kannanottoa opetusmenetelmistä ja asiantuntijuuteen kasvattamista sekä oppimista projektityön keinoin.

#### 3.1. *Opiskelumotivaatio*

##### 3.1.1. Yleistä (Peltonen ja Ruohotie 1992,17-19)

Motivaatio tarkoittaa käyttäytymistä virittävien ja ohjaavien tekijöiden järjestelmää, psyykkistä tilaa, joka määrää millä aktiivisuudella hän toimii ja mihin hänen mielenkiintonsa suuntautuu. Motivaatio kestää yleensä melko lyhyen aikaa ja se liittyy yleensä vain yhteen tilanteeseen kerrallaan.

Opiskelijan motivoituminen opetettavaan asiaan on erittäin tärkeä tekijä hyvien oppimistulosten saavuttamisessa. Ulkoapäin tulevat palkkiot ja kannustimet vaikuttavat merkittävästi motivaation syntyyn ja sitä kautta opiskelijan innokkuuteen pyrkiä asetettujen tavoitteiden saavuttamiseen. Kannustimet voivat olla sisäisiä tai ulkoisia. Sisäiset kannustimet lähtevät opiskelijasta itsestään, oppilas kokee esim. työn iloa ja saa tyydytystä oppimisesta. Ulkoiset tekijät tulevat ulkopuolelta, oppilas haluaa miellyttää vanhempia tai saada hyvät arvosanat saadakseen hyvät lähtökohdat työelämään.

Opiskelijoiden motivaation noston kannalta on tärkeää, että opettaja pyrkii kehittämään oppilaiden innostusta opetettavaan aiheeseen järjestämällä opetustilanteen tekijöitä niin, että oppilaat kokevat opetuksen mielekkääksi ja tärkeäksi osoittamalla tietojen ja taitojen tarpeellisuuden myöhemmin elämässä.

### 3.1.2. Kysely

Luovuus opetuksessa kurssin harjoitustyönä ohjasin kolmannen vuoden konetekniikan ja ensimmäisen vuoden automaatiotekniikan opiskelijoiden ideointia aiheesta ”Mitkä asiat laskevat opiskelumotivaatiosi?”. Ideoinnin tavoitteena oli löytää opiskelumotivaatiota alentavia epäkohtia opetuksessa. Erityisesti haluttiin saada tietoa oppimistilanteiden käytännönjärjestelyjen vaikutuksesta opiskelijoiden motivaatioon. Yhteenvedona voidaan todeta, että opiskelijat kokivat ongelmalliseksi käytännön opetuksen ja esimerkkien puutteen ja harjoitustöiden epämääräisyyden. Harjoitustyöt tuntuvat usein väkisin keksityiltä ja niitä on vaikea yhdistää opetettavaan aiheeseen. Lisäksi ne ovat huonosti ohjeistettuja ja opettajan antama palaute puutteellista, jos hän sitä edes antaa. Opiskelijat kokivat myös opettajälähtöisen opetustyylin motivaatioita alentavaksi tekijäksi. Opiskelijoiden toive olikin, että teorian ja harjoitustöiden osuus lähiopetuksesta käännettäisiin ylösalaisin. Lähiopetustunneilla tehtäisiin harjoitustöitä, kun taas omalla ajalla perehdyttäisiin teoriaan. Yhteenvedo ideoinnista on esitetty liitteessä 1.

### 3.2. EU ja opetusmenetelmät

Euroopan yhteisöjen komissio on katsonut luovuuden ja innovatiivisuuden kehittäminen niin keskeiseksi asiaksi kilpailukyvyimme kannalta, että se nimesi vuoden 2009 luovuuden ja innovoinnin teemavuodeksi. Komissio rohkaisee opetusmenetelmien muuttamiseen luovuuden innovatiivisuuden kehittämisen nimessä.

*”Entistä suurempi tarve kehittää luovuuteen, innovointiin ja kriittisyyteen liittyviä taitoja tarkoittaa sitä, että perinteiset opetusmenetelmät, jotka perustuvat suoraan ohjeistamiseen ja luennointiin, eivät enää riitä. Niiden tilalle tulee entistä oppijälähtöisempiä malleja, joissa on keskeistä oppijan aktiivinen osallistuminen pohdinta- ja tulkintaprosessiin. Oppiminen tapahtuu vuorovaikutuksessa muiden kanssa ja sosiaalisia toimintatapoja ja tottumuksia luovasti muunnellen. Menestyksekkään oppimisen ja innovoinnin ehdoton edellytys on avoimuutta ja luovuutta tukeva organisaatiokulttuuri.” (EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON PÄÄTÖS COD/2008/0064)*



### **3.3. Asiantuntijuuteen opettaminen (Eteläpelto ja Tynjälä 1997, 160-163)**

Nykyisin asiantuntijuus ei saa olla pysyvä ominaisuus, joka on kerran saavutettu koulutuksen ja työkokemuksen kautta, vaan itsereflektioon ja oppimiseen eri tilanteissa ja eri tavoilla perustuva toimintapa. Asiantuntija-asemassa olevalta työntekijältä vaaditaan oman erityisalan osaamisen lisäksi kykyä löytää oikeaa tietoa ja soveltaa sitä, yhteistyö- ja ryhmätyötaitoja, suullisia ja kirjallisia kommunikointitaitoja, kielitaitoa, joustavaa päätöksentekotaitoa sekä kykyä kestää painetta ja epävarmuutta.

Vastataksien työelämän haasteisiin on ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen otettava käyttöön uudenlaisia opetusmenetelmiä asiantuntijoiden kouluttamisessa. Aikaisemman tietojen esittämisen, toistamisen ja kontrolloinnin tilalle on kehitettävä opetusmenetelmiä, joissa integroituvat alakohtaisen tiedon opiskelu ja edellä kuvattujen yleisten taitojen kehittäminen.

Konstruktivistisen tiedonkäsityksen mukaan tieto ei ole sellaista konkretiaa, joka on sellaisenaan siirrettävissä henkilöltä toiselle. Oppimisen kannalta tämä tarkoittaa, että oppimista ei voi tapahtua passiivisesti tietoa vastaanottamalla, vaan oppiminen edellyttää oppijan aktiivista kognitiivista ja/tai sosiaalista toimintaa, jossa hän jatkuvasti rakentaa ammattiosaamistaan aikaisempien tietojensa, käsitystensä ja uskomustensa pohjalta ja osallistuen sosiaalisten yhteisöjen toimintaan. Konstrukttiivinen pedagogiikka painottaa oppijan aktiivista roolia ja sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitystä oppimisessa.

Asiantuntijatiedon tutkijat ovat suositelleet teoria- ja käytännön opetuksen kytkemistä toisiinsa, niin että opiskelijat joutuvat soveltamaan ja muuntamaan oppimaansa teoriaa käytännön ongelmiin sopivaksi. Tällä tavalla kirjoista hankittu formaali tieto muuntuu käytännössä sovellettavissa olevaksi taidoksi. Oppimisen kannalta on erittäin tärkeää, että opetuksessa sovelletaan ongelmanratkaisun logiikkaan perustuvia oppimistilanteita, esim. harjoitustöitä, joita suorittaessaan opiskelija hakee tietoa oppikirjoista, netistä ja luennoilla esitetyistä aineistoista.

### **3.4. Yhteistoiminnallinen oppiminen**

Aikuisten ja korkeakouluopiskelijoiden oppimisessa käytetty projektioppimisen muoto on ongelmalähtöinen oppiminen, jota on perusteltu asiantuntijatyössä tarvittavan osaamisen ja eksperttiyden luonteesta käsin. Ongelmalähtöiselle opetukselle ja oppimiselle on katsottu olevan tyypillistä, että siinä ovat lähtökohtana todellisen elämän ongelmat ja tilanteet. Tällä pyritään turvaamaan se, että opiskelijoille syntyy käsitys siitä kontekstista, johon tietoa on tarkoitus myöhemmin soveltaa. Ongelmalähtöinen oppiminen perustuu ryhmissä tapahtuvaan työskentelyyn ja siinä oppiminen on yleensä hyvin itseohjautuvaa. Opiskelijat ottavat itse vastuun oppimisestaan. Heidän tulisi olla tietoisia, mitä he eivät osaa ja millaista tietoa heidän tulisi hankkia ongelman ratkaisemiseksi. Opiskelijoiden tulisi myös kyetä integroimaan hyvin eritasoisista ja eri tiedonaloilta nousevaa tietoa. (Eteläpelto ja Tynjälä 1997, 189)

Projektityön ongelmana on epätasainen työnjako ryhmän sisällä. Helposti joku ryhmän jäsenistä vetäytyy syrjemmälle ja antaa muiden ottaa vastuun työn tekemisestä.

Projektityön määrittelyssä tulee painottaa jokaisen ryhmän jäsenen vastuuta työn suorittamisessa. Ryhmän koostumuksella voidaan myös vaikuttaa jäsenten aktiivisuuteen, esimerkiksi muodostetaan ryhmät samantasoisista opiskelijoista, jolloin kaikki kokevat roolinsa tärkeäksi. (Eteläpelto ja Tynjälä 1997, 192)

## **4. AUTOMAATIOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA**

Luvussa kerrotaan automaatiotekniikan koulutusohjelmassa annettavan opetuksen pedagogiset lähtökohdat ja koulutusohjelman tavoitteet.

### **4.1. Yleistä**

Automaatiotekniikan opetus järjestettiin uudelleen vuoden 2008 syksyllä, silloin perustettiin automaatiotekniikan koulutusohjelma vastaamaan automaation opettamisesta tekniikka porin yksikössä. Sen lisäksi, että koulutusohjelmasta valmistuu automaatiotekniikan insinöörejä, se myös tarjoaa automaatio-opetusta muille koulutusohjelmille etenkin kone- ja tuotantotekniikan- sekä sähkötekniikan koulutusohjelmille, jotka olivat aikaisemmin hoitaneet opetuksen omissa koulutusohjelmissaan.

### **4.2. Pedagogiset lähtökohdat (Automaatiotekniikan OPS 2008, 5)**

SAMKin pedagogiset lähtökohdat painottavat oppija- ja työelämälähtöisyyttä. Opetus tulisi toteuttaa opetettavaan sisältöön mielekkäästi soveltuvalla tavalla ja mielekkäässä oppimisympäristössä. Oppiminen on opiskelijan vastuulla. SAMKin ja sen henkilöstön vastuulla on kuitenkin tuottaa sellaista opetusta ja ohjausta sekä tarjota sellainen oppimisympäristö, joka tukee opiskelijan konstruktivistisen oppimisen mahdollisuuksia ja haastaa opiskelijan kehittymään ammattinsa hallitsevaksi asiantuntijaksi. Keskeistä on tukea opiskelijan halua oppia.

Pedagogisen toiminnan perustana ovat humanistinen ihmiskäsitys, kehittyvä tiedonkäsitys ja konstruktivistinen oppimiskäsitys.

Humanistisessa ihmiskäsityksessä painotetaan opiskelijan vapautta tehdä valintoja, mutta myös vastuun ottamista tekemistään valinnoista. Lisäksi siinä korostetaan opiskelijan ryhmätyökykyä rohkaisemalla häntä sosiaalisuuteen ja vuorovaikutukseen muiden opiskelijoiden kanssa.

Kehittyvälle tiedonkäsitykselle on ominaista korostaa tiedon soveltamisen tärkeyttä sekä todellisuuden ja sitä koskevan tiedon kehittyvää luonnetta. Uskotaan, että tietojen ja

taitojen kehittyminen ja niiden yhdistäminen sulautuu ammatilliseksi osaamiseksi. Lisäksi painotetaan opiskelijan oma-aloitteista tiedonhankintaa ja – käsittelyä sekä kriittistä suhtautumista olemassa olevaan tietoon ja käytänteisiin.

Konstruktivistisessa oppimisessa korostuu opetuksen sijasta oppiminen. Oppiminen tapahtuu opiskelijälähtöisesti. Keskeistä konstruktivistisessä oppimiskäsityksessä on, että käsitykset eivät koskaan siirry sellaisenaan opetuksesta tai opetusaineistosta opiskelijan osaamiseksi. Näin ollen opettajan totuuksien luennoinnin sijasta, opiskelija hankkii ja rakentaa tiedon henkilökohtaisesti. Oleellista on se, mitä opiskelijan ajatuksissa ja mielessä tapahtuu. Oppiminen on aina konstruktivistista, uuden oman käsityksen muodostamista opittavasta asiasta tai ilmiöstä, ei koskaan jo valmiina olevan käsityksen siirtämistä sellaisenaan.

SAMKIn pedagogisia lähtökohtia pyritään noudattamaan automaatiotekniikan koulutusohjelmassa mahdollisimman tarkasti. Erityisesti kiinnitetään huomiota työelämälähtöisyyteen, opiskelijan arvostamiseen yksilönä ja kehittyvään tiedonkäsitykseen. Työelämälähtöisyys tulee kaikessa opetustoiminnassa korostetusti, mutta luonnollisesti esiin, koska kaikilla ammattiaineopettajilla on työelämässä hankittu asiantuntijuus. Opiskelijaa arvostaminen yksilönä on erityiseen tärkeää, koska automaatiotekniikan opiskelijoiden opiskelutaidoissa ja osaamis pohjassa on suuria eroja. Hyvin tarkasti pyritään myös huolehtimaan uuden osaamisen rakentumisesta aiemmin opitulle ja tietämykseksi muuttuneelle perustalle.

### **4.3. Automaatiotekniikan koulutusohjelman tavoitteet**

Automaatiotekniikan koulutusohjelman osaamistavoitteet on ryhmitelty yleisiin työelämävalmiuksiin ja koulutusohjelmakohtaiseen erityisosaamiseen. Yleiset työelämävalmiudet ovat eri koulutusohjelmille yhteisiä osaamisalueita ja ne luovat perustan työelämässä toimimiselle. Koulutusohjelmakohtaiset erityisosaamiset muodostavat perustan opiskelijan ammatillisen asiantuntijuuden kehittymiselle. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 4)

Automaatiotekniikan koulutusohjelman tavoitteena on tuottaa ammattitaitoisia automaatiotekniikan insinöörejä yhteiskunnan ja työelämän tarpeisiin. Yhteiskunta ja

työelämä tarvitsevat automaation osaajia. Automaatiotekniikan soveltaminen lisääntyy ja käytettävä tekniikka kehittyy jatkuvasti. Nykyään sen sovelluksia on löydettävissä lähes kaikkialta teollisuudesta, mutta myös monilta yhteiskunnan alueilta. Automaatiolle on myös tyypillistä, että sitä sovellettaessa, yhdistetään useiden eri alojen tietämyksiä.

(Automaatiotekniikan OPS 2008, 3)

Koulutusohjelma perehdyttää opiskelijan teollisen tuotannon automatisointiin liittyviin tekniikan ja sen soveltamisen osa-alueisiin. Koulutusohjelmasta valmistuva insinööri voi toimia tuotteita kehittävässä ja toimittavissa yrityksissä suunnittelu-, projekti- tai myynti-insinöörinä. Koulutusohjelma tarjoaa myös valmiudet toimia teollisuuden tuotantolaitoksissa tai insinööritoimistoissa automaatio ja sovellussuunnittelijana. Teknisen osaamisen lisäksi kansainvälisyys ja tiimissä työskentely ovat keskeisiä sisältöjä koulutusohjelmassa. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 3)

Tavoitteisiin ei ole kirjattu elinikäistä oppimista ja siihen kasvattamista. Elinikäinen oppiminen olisi hyvä mainita, koska todellisuudessa ammattikorkeakoulusta valmistunut insinööri on varustettu alansa perustiedoilla, joita hänen ammatitaitonsa ylläpitämiseksi tulee jatkuvasti päivittää.

## **5. TAUSTATIETOA**

Tässä luvussa kerrotaan, miksi kuvitteellinen tuotantolinja valittiin kehitettäväksi harjoitustyöaihioksi. Esitetään analyysi koulutusohjelman opintojaksoista, niiden asiasisällöistä ja tavoitteista tuotantolinjan soveltamisen näkökulmasta. Opintojakson analysoinnin lisäksi, pohditaan, mitä asioita ja ominaisuuksia tuotantolinjaan tulee sisällyttää, että sitä voitaisiin soveltaa mahdollisimman hyvin opintojakson tavoitteiden saavuttamisessa.

### **5.1. Valinta**

Automaatiotekniikan koulutusohjelma tärkein tavoite on perehdyttää opiskelija teollisen tuotannon automatisointiin liittyviin tekniikoihin. Toinen keskeinen tavoite on antaa opiskelijoille mahdollisimman hyvä ja konkreettinen kokonaiskuva automaation soveltamisesta teollisuudessa. Näiden keskeisimpien tavoitteiden näkökulmasta asioita pohdittaessa, harjoitustyöaihioksi valikoitui hyvin nopeasti kuvitteellinen tuotantolinja,

jonka suunnittelu aloitetaan tuotantoautomaation opintojaksolla ja jota kehitetään edelleen ammattiaineiden opintojaksoilla. Tavoitteena on toteuttaa nimenomaisesti sellainen tuotantolinja, jonka opiskelijat itse suunnittelevat.

## **5.2. Idean kehittäminen**

Tuotantolinjan soveltuminen ammattiaineopintoihin edellyttää, että linjassa on opintojaksolla käsiteltäviä ominaisuuksia ja asioita. Kehittelyvaiheessa käytiin läpi kaikki automaatiotekniikan ammattiaineiden opintojaksot ja niiden oppimistavoitteet sekä pohdittiin kunkin opintojakson näkökulmasta, mitä ominaisuuksia suunniteltavaan tuotantolinjaan tulisi sisältyä, että se edesauttaisi asetettujen oppimistavoitteiden saavuttamisessa. Mietittiin myös, millä tavoilla opintojaksoa sovelletaan opetuksessa ja miten opettajan tulee ohjata tuotantolinjan suunnittelua, että siihen saadaan opintojaksoilla hyödynnettävissä olevia ominaisuuksia ja asioita.

### **5.2.1. AU080301 Laatu ja koneturvallisuus**

Laatu ja koneturvallisuus-opintojakso kuuluu sähkö- ja koneturvallisuusmoduuliin, jonka kaikki automaatiotekniikan opiskelijat suorittavat. Opintojakso luennoidaan kolmantena vuotena. Opintojakson koneturvallisuus osuuden keskeinen oppimistulos on konedirektiivin koneen turvalliselle käytölle asettamien vaatimusten sisäistäminen, turvallisen koneen suunnitteluprosessiin perehtyminen ja koneturvallisuus standardien merkitys ja soveltaminen turvallisen koneen suunnittelussa. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 20)

Tuotantolinja auttaa oppimistuloksien saavuttamisessa, kun vähintään yksi tuotantolinjan laitteista voi aiheuttaa vakavan henkilövamman, ellei sitä suojata koneturvallisuusmääräysten mukaisesti. Vaaran aiheuttajana voi olla esimerkiksi laitteen nopeus itsessään tai yhdistettynä fyysiseen kokoon. Linjaa pystytään hyödyntämään opetuksessa vielä paremmin, jos vaaraa aiheuttava laite toimii tiiviissä yhteistyössä käyttäjän kanssa tai jos käyttäjällä on vapaa pääsy laitteen työskentelyalueelle, koska silloin laitteen turvallistaminen edellyttää sähköisten turvalaitteiden käyttämistä.

Opintojaksolla tehdään konedirektiivin edellyttämä riskianalyysi, jonka perusteella päätetään turvallisuutta parantavista toimenpiteistä niissä osissa järjestelmää, joissa riski vakavalle onnettomuudelle kasvaa liian suureksi. Vaaraa aiheuttavien laitteiden

turvallisuustason nosto suoritetaan koneturvallisuusstandardeissa esitetyillä toteutusratkaisuilla. Laitteissa sovelletaan erilaisia sähköisiä turvalaitteita, kun vaaran lähteet eivät ole suojattavissa kiinteitä suojilla, koska ne merkittävästi haittaavat laitteen käytettävyyttä.

Tuotantolinjaan saadaan ainakin yksi turvallistamista edellyttävä laite, kun linjan reunaehdoksi määritellään, että tuotteet toimitetaan tehtaalta asiakkaalle eurolavoilla. Lisäksi ohjeistetaan, että jos tuotetta ei voida palletoida lavalle sellaisenaan, se on sijoitettava laatikkoon tai muuten vain suojattava ennen palletointia. Palletointi tapahtuu sitä varten suunniteltavassa solussa, johon palletoitavien tuotteiden lisäksi syötetään lavat ja muut mahdolliset pakkaustarvikkeet. Valmiit lavat ohjataan ulos solussa olevasta aukosta, joka on niin kookas, että sen kautta on esteetön pääsy laitteen työskentelyalueelle, jolloin aukko on varustettava sähköisillä turvalaitteilla.

### **5.2.2. AU080401 Automaatiotekniikka**

Automaatiotekniikka-opintojakso kuuluu automaation ohjausjärjestelmät moduuliin ja se luennoidaan kolmantena vuotena, kuten kaikki muutkin moduulin opintojaksot. Moduuli kuuluu koulutusohjelman valinnaisiin ammattinamoduuleihin. Automaatiotekniikan opintojakson lisäksi moduuli sisältää kenttäväylät -, käyttöliittymät - ja ohjausjärjestelmien laboraatiot-opintojaksot. Ohjausjärjestelmien laboraatiot-opintojaksossa tehdään käytännön harjoituksia kone- ja automaatiolaboratoriossa olevilla laitteilla ja näin ollen tuotantolinjan hyödyntäminen opintojakson toteutuksessa ei ole mahdollista, joten sitä ei ole esitetty tässä raportissa.

Automaatiotekniikka-opintojakson oppimistuloksena opiskelija hallitsee automaatiojärjestelmän ohjauksen suunnittelun ja toteutuksen projektina. Hän perehtyy laiteohjauksen ohjelmistoarkkitehtuuriin ja osaa luoda ohjelmitaviin logiikoihin laiteohjaukseen soveltuvia ohjelmakomponentteja, samalla oppien alan terminologiaa. Lisäksi opiskelija tietää ohjausjärjestelmän komponentit ja tavan, miten komponentit liittyvät toisiinsa. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 21)

Tuotantolinjan täysimittainen hyödyntäminen oppimistuloksen saavuttamisessa edellyttää, että tuotantolinjassa on erityyppisiä laitteita, sekä ohjaustoiminnoiltaan monimutkaisia että

yksinkertaisia, joidenkin liikkeet täytyy tapahtua tarkasti, kun taas toisilla tarkkuus ei ole laitteen toiminnan kannalta merkittävässä asemassa. Hyödyntäminen edellyttää myös, että muutama tuotantolinjan laite käsitellään yksityiskohtaisemmin. Selvitetään laitteen toiminnot mietitään, mitä toimilaitteita niiden tekemiseksi tarvitaan ja mitä asioita laitteesta pitää pystyä mittaamaan, että automaattinen toiminta on mahdollista. Lisäksi linjassa pitää olla ainakin kaksi täysin samanlaista ja toiminnoiltaan yksinkertaista laitetta.

Opintojaksolla tehdään joitakin automaatioprojektin suunnitteluvaiheen dokumentteja, kuten I/O-lista ja vuokaavio. I/O-lista kuvaa laitteen anturien ja toimilaitteiden liityntäpisteen logiikassa. Vuokaavio esittää laitteen toiminnot ja niiden suoritusjärjestyksen. Laitteet ryhmitellään automaatiohjauksen näkökulmasta, pohditaan mitkä laitteet käynnistyvät automaattiajoon samanaikaisesti, samasta painikkeesta. Lisäksi mietitään tuotantolinjan ohjauksessa tarvittavia ohjaimia, niiden lukumäärää ja tarvittavia ominaisuuksia. Ohjelmakomponentin tekoa ja hyödyntämistä harjoitellaan tuotantolinjassa olevalle, toiminnoiltaan yksinkertaiselle laitteelle, joita linjassa on vähintään kaksi kappaletta.

Tuotantolinjaan tulee erilaisia laitteita, kun valmistettavan tuotteen valmistusprosessi koostuu useasta työvaiheesta. Tämä saavutetaan määrittelemällä valmistettavalle tuotteelle reunaehdoja, kuten esimerkiksi, että tuotteen on koostuttava useammasta osasta. Ohjauskomponentin tekoon soveltuu hyvin oikosulkumoottorilla ohjattava rullakuljetin, joita tuotantolinjaan saadaan, kun suunnittelun reunaehdoksi määritellään, että siirto palletointisolusta eteenpäin tapahtuu kuljettimilla.

### **5.2.3. AU080402 Kenttäväylät**

Kenttäväylät-opintojakso kuuluu automaation ohjausjärjestelmät moduuliin. Kenttäväylät-opintojakson oppimistuloksena opiskelija ymmärtää ohjauksen hajautuksen periaatteet. Hän perehtyy yleisimpiin teollisuudessa sovellettaviin väyläratkaisuihin: kenttä- ja toimilaitteväyliin sekä teollisuus-ethernetiin. Opiskelija myös tietää väylien toimintaperiaatteet ja sovellusalueet. Lisäksi hän osaa hankkia oman alan tietoa sekä kykenee kriittiseen tiedon arviointiin ja kokonaisuuksien hahmottamiseen. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 21)



Tuotantolinjan soveltaminen opintojaksossa on mahdollista kun, kenttäväylään liitettävät ohjauskomponentit sijaitsevat tuotantolinjassa niin, että niiden liittäminen ohjausjärjestelmään voidaan toteuttaa erilaisilla väyläratkaisuilla. Tuotantolinjassa tulee olla myös sellaisia ohjauskomponentteja, joiden liityntä tai ominaisuudet asettavat vaatimuksia, jotka on otettava huomioon valittaessa sovellukseen sopivaa väylätekniikkaa. Tuotantolinjassa myös pitää tapahtua laitteiden ja ohjaustasojen välistä tiedonvaihtoa. Laitteiden välinen tiedonvaihto toteutuu, kun tuotantolinjassa on vähintään kaksi ohjauskokonaisuutta ts. ohjausjärjestelmää, jotka vaihtavat tietoa keskenään. Ohjaustasojen välinen liityntä edellyttää, että laitetason ohjausjärjestelmään liitetään tietokonesovellus, joka voi esimerkiksi lähettää asetusarvoja tuotantolinjan laitteille.

Opintojaksolla pohditaan, mitä tietoa tuotantolinjassa siirretään ja miten siirrettävän tiedon ominaisuudet vaikuttavat väyläratkaisun valintaan. Valintaa tehtäessä huomioidaan siirrettävän tiedon määrä ja vasteaika, tarvitseeko tietoa siirtää jatkuvasti vai vain jonkin tapahtuman seurauksena, jne.. Lisäksi huomioidaan tuotantolinjan ohjauskomponenttien liityntä ohjausjärjestelmään. Tiedonsiirto tarpeiden asettamiin vaatimuksiin perustuen suunnitellaan, miten ja millaisilla väyläratkaisuilla tuotantolinjassa tapahtuva tiedonvaihto toteutetaan.

Ohjauskomponentit sijaitsevat tuotantolinjassa sopivasti hajallaan, kun linjassa on sekä prosessilaitteita että kuljettimia. Prosessilaitteissa ohjauskomponentit ovat yleensä lähellä toisiaan, toisin kuin kuljettimissa, joissa niitä on yleensä vain muutamia ja lisäksi ne sijoittuvat etäälle toisistaan, kuljettimen alku- ja loppupäähän. Kuljettimia tuotantolinjaan saadaan, kun edellytetään, että lavan siirto palletointisolusta eteenpäin suoritetaan kuljettimilla. Tuotantolinjaan tulee erillisiä ohjausjärjestelmiä, kun tuotteen valmistusprosessiin saadaan yleisrobotilla suoritettava työvaihe. Tämä voi olla esimerkiksi tuotteen palletointi lavalle. Laitteita ohjaavan ohjausjärjestelmän ja ylätason ohjausjärjestelmän välille saadaan tiedonvaihtoa, kun määritellään valmistettavalle tuotteelle reunaehdoksi, että sitä on pystyttävä muokkaamaan asiakkaan tarpeiden mukaiseksi.

#### 5.2.4. AU080403 Käyttöliittymät

Käyttöliittymät-opintojakso kuuluu automaation ohjausjärjestelmät moduuliin. Käyttöliittymät-opintojakson oppimistuloksena opiskelija on perehtynyt automaatiojärjestelmien käyttöliittymiin ja niiden tehtävään tuotantolinjassa. Hän oppii suunnittelemaan ohjaussivuja ja tietää käyttöliittymän ja ohjaimen välisen tiedonvaihdon toimintaperiaatteet. Opiskelija ottaa vastuun omasta toiminnastaan ja toimii sovittujen toimintatapojen mukaisesti. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 22)

Tuotantolinjan täysimittainen hyödyntäminen oppimistuloksen saavuttamisessa edellyttää, että tuotantolinjaa ohjataan laitteen vierestä. Lisäksi järjestelmässä pitää olla valvomo-ohjelmistolla varustettu tietokone, johon kerätään tietoa tuotantolinjasta ja josta ohjataan tuotantolinjan laitteita.

Opintojaksolla pohditaan millaisia käyttöliittymiä tarvitaan ja mihin kohtiin ne tulisi sijoittaa, mitä ohjaustoimenpiteitä niistä pitäisi pystyä tekemään ja mitä tietoa niissä pitäisi esittää, että ne tukisivat mahdollisimman hyvin tuotantolinjan käyttämistä, kuitenkin taloudellinen näkökulma huomioiden. Lisäksi opiskelija tekee muutamia ohjaussivuja valitsemaansa käyttöliittymään. Mietitään myös valvomo-ohjelmiston tarvetta sekä valvomo-ohjelmiston ja laitteita ohjaavan ohjausjärjestelmän välistä liityntää.

Tuotantolinjan suunnittelun reunaehdoksi annetaan, että tuotantolinjaa on pystyttävä ohjaamaan sekä paikallisesti laitteiden läheisyydestä että kauko-ohjauksella valvomosta. Laitteiden läheisyydessä olevasta ohjauspaikasta käyttäjä käynnistää ja pysäyttää laitteen/tuotantolinjan sekä suorittaa tarvittavia ohjaustoimenpiteitä, kuten esimerkiksi ohjata laitteen toimilaitteita. Tämän lisäksi tuotantolinjaan on liitetty valvomo-ohjelmistolla varustettu tietokone, johon kerätään tietoa tuotantolinjasta, kuten tuotantomääriä, virheilmoituksia, laitteiden tiloja ja jne. Valvomo-ohjelmiston kautta käyttäjä voi valita erilaisia tuotantotapoja ja reseptejä sekä ohjata tuotantolinjaa ja sen laitteita. Suunnittelun ohjeistuksessa määritellään myös, että ohjausjärjestelmään pitää pystyä muodostamaan etäyhteys tehtaan ulkopuolelta.

### **5.2.5. AU080501 Liikkeen ohjaus**

Liikkeen ohjaus-opintojakso kuuluu koneautomaatio moduuliin ja se luennoidaan neljäntenä vuotena, kuten muutkin ko. moduulin opintojaksot. Moduuli on yksi koulutusohjelman valinnaisista ammattiainemoduuleista. Moduuliin kuuluvat myös robotiikka ja konenäkö, mallinnus ja simulointi sekä koneautomaation laboraatiot-opintojaksot, joista kahta viimeisintä ei ole esitetty tässä raportissa, koska niissä ei tuotantolinjaa voida soveltaa. Tosin tuotantolinjan käyttö mallinnus ja simulointi-opintojaksolla olisi mahdollista, jos tuotantolinjan laitteet mallinnettaisiin simulointiympäristöön. Tämä edellyttäisi kuitenkin kone- ja tuotantotekniikan opiskelijoiden osallistumista tuotantolinjan suunnitteluun ja siihen ei ainakaan vielä tässä vaiheessa ryhdytä. Koneautomaation laboraatiot-opintojaksolla tehdään käytännön harjoituksia kone- ja automaatiolaboratoriossa olevilla laitteilla ja näin ollen tuotantolinjan hyödyntäminen opintojaksossa ei ole järkevää.

Liikkeen ohjaus-opintojakson oppimistuloksena opiskelija tietää takaisinkytketyn järjestelmän toimintaperiaatteen. Hän hallitsee liikkeen ohjauksen keskeisimmät toteuttamistavat ja ymmärtää niiden ominaisuudet sekä soveltamisalueet. Lisäksi opiskelija oppii alan keskeisen terminologian. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 22)

Tuotantolinja helpottaa oppimistuloksen saavuttamisessa, kun tuotantolinjassa on laite, jonka pitää käsitellä tuotetta niin tarkasti ja nopeasti, että sen ohjaus on toteutettava liikkeen ohjaukseen soveltuvalla ohjaimella ja ohjauskomponenteilla.

Opintojaksolla suunnitellaan ohjausjärjestelmä tuotantolinjan laitteeseen, jonka nopeus tai tarkkuus edellyttää, että liikkeen ohjauksessa tulee soveltaa takaisinkytkentään perustuvaa tekniikkaa.

Opintojakson sisältöä vastaava laite saadaan tuotantolinjaan, kun valmistettavalta tuotteelta edellytetään riittävää mittatarkkuutta ja tuotantolinjalta riittävän suurta kapasiteettia.

### **5.2.6. AU080502 Robotiikka ja konenäkö**

Robotiikka ja konenäkö-opintojakso kuuluu koneautomaatio moduuliin. Opintojakson oppimistuloksena opiskelija ymmärtää robottiautomaation aseman osana yrityksen

kokonaisautomaatiota. Hän perehtyy robottiautomaatiojärjestelmien rakenteeseen ja toimintaperiaatteisiin. Lisäksi opiskelija tuntee kuvanmuodostuksen komponentit ja työkalut sekä osaa soveltaa niitä tuotannon automatisointiin. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 22)

Tuotantolinjaan auttaa oppimistavoitteiden saavuttamisessa, kun tuotantolinjassa on työvaihe, joka voidaan automatisoida robotin ja kameran yhteistoiminnalla.

Opintojaksolla mietitään, mitä asioita tulee ottaa huomioon järjestelmiä automatisoitaessa. Käydään läpi automatisointi-investoinnin hinnan muodostuminen, ja pohditaan investoinnin kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tuotantolinjasta automatisoidaan aikaisemmin käsi toteutettu työvaihe soveltamalla robotti- ja konenäkö tekniikkaa. Lopuksi käydään läpi robotisointiprojektin vaiheet.

Tuotantolinjaan saadaan automatisoitava kohde, kun tuotantolinjan suunnittelulle annetaan reunaehdoksi, että ainakin yksi tuotteen valmistuksen työvaihe täytyy suorittaa käsin.

### **5.2.7. CE0807 Prosessiautomaatio**

Prosessiautomaatio moduuli kuuluu koulutusohjelman vapaasti valittaviin ammattiaine-moduuleihin. Moduuli syventää opiskelijoiden osaamista prosessiautomaatiosta koostuen automaatiojärjestelmät, prosessiautomaation instrumentointi, prosessinsäätötekniikka ja prosessiautomaation säätösuunnittelu-opintojaksoista. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 23)

Moduulin opintojaksoja ei tässä vaiheessa huomioida valmistettavaa tuotetta määriteltäessä. Tulevaisuudessa tuotantolinjaa voidaan katsoa myös prosessiautomaation opintojaksojen näkökulmista. Tämä on mahdollista, kun tuotteen reunaehtoihin määritellään, että jossakin kohtaa tuotantoprosessia tuote tai sen osa on siinä muodossa, että sitä siirretään putkissa ja varastoidaan säiliöihin.

### **5.2.8. AU080702 Olio-ohjelmointi**

Olio-ohjelmointi-opintojakso kuuluu ohjelmointi moduuliin ja se luennoidaan neljäntenä vuotena, kuten muutkin ko. moduulin opintojaksot. Moduuli kuuluu koulutusohjelman valinnaisiin ammattiainemoduuleihin. Moduuli koostuu olio-ohjelmointi-, laiteohjaukset-

ja projektityö- sekä internet-ohjelmointi-opintojaksoista, joista viimeisintä ei ole esitetty tässä raportissa, koska siihen tuotantolinja ei ole sovellettavissa.

Olio-ohjelmointi-opintojakson oppimistuloksena opiskelija on syventänyt ohjelmoinnin peruseriaatteiden ja ohjelmistomoduulien tietämystä sekä muodostanut käsityksen siitä, miten ohjelmistot kommunikoivat ulkoisen järjestelmän kanssa. Opiskelijalla on valmiudet tuottaa itsenäisesti ohjelmistoja, jotka liittyvät ulkopuoliseen järjestelmään.

(Automaatiotekniikan OPS 2008, 24)

Tuotantolinjaan voidaan hyödyntää oppimistuloksen saavuttamisessa, kun tuotantolinjan laiteohjaustason ohjausjärjestelmästä on liityntä ylemmällä tasolla sijaitsevaan, tietokoneessa toimivaan järjestelmään, joka voi kerätä tietoa laitetason ohjausjärjestelmästä tai kirjoittaa tietoa siihen.

Opintojaksolla tuotantolinjaa käytetään esimerkkinä laitetason ja ylätasoin ohjausjärjestelmien liitynnöistä. Opintojaksolla tehdään pienimuotoisena harjoitustyönä tietokoneohjelma, jossa tietokoneen näytöllä esitetään laitetason ohjausjärjestelmän havaitsemat virhetilanteet.

Tuotantolinjasta täytyy ainakin yhden laitteen toiminnallisuus määritellä niin tarkasti, että pystytään selvittämään, myös laitteen toiminnassa tapahtuvat virhetilanteet.

### **5.2.9. AU080703 Laiteohjaukset**

Laiteohjaukset-opintojakso kuuluu ohjelmointi moduuliin. Opintojakson oppimistuloksena opiskelija tietää automaatiosovelluksen toiminnallisen hierarkian toteutusperiaatteen ja ymmärtää millä tavalla toiminnallinen hierarkia vaikuttaa sovelluksen laitteisto- ja ohjelmistoarkkitehtuuriin. Hän osaa valita kulloiseenkin ohjaustilanteeseen parhaiten soveltuvan ohjelmointikielen IEC standardin 61131-3 kielistä. Lisäksi hän perehtyy miten erilaisia ohjauslaitteita liitetään ohjaimiin. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 24)

Tuotantolinjaan voidaan hyödyntää oppimistuloksen saavuttamisessa, kun osa tuotantolinjassa tapahtuvasta päätöksenteosta sijoitetaan laiteohjaustason

ohjausjärjestelmän yläpuolella sijaitsevaan, tietokoneessa toimivaan järjestelmään. Järjestelmä voi esimerkiksi lähettää laitetasoa ohjaavalle järjestelmälle laitteiden asetusrvoja tai erilaisia ohjauskäskyjä.

Opintojaksolla tuotantolinjaa käytetään esimerkkinä laitetason ja ylätason ohjausjärjestelmien liitynnöistä. Opintojaksolla opiskelija pohtii tuotantolinjan ohjauksen hierarkiaa, miten tuotantolinjan ohjaukseen liittyvät tehtävät jaetaan ylätason ja laitetason ohjausjärjestelmien kesken. Opintojaksolla voidaan myös toteuttaa suppea harjoitustyö, jossa yhden laitteen osalta määritellään ylätason ja laitetason tehtävät sekä pohditaan, mitä tietoa tasot vaihtavat keskenään, luotettavan toiminnan varmistamiseksi. Lopuksi määritellään tasojen välillä vaihdettavat sanomat ja ohjelmoidaan ne sekä luodaan tarvittava tiedonsiirtoyhteys.

Tuotantolinjaan saadaan laitetason ja ylätason välistä tiedonvaihtoa edellyttävä laite, kun määritellään, että valmistettavaa tuotetta voidaan muokata tilauskohtaisesti. Tilauksia käsittelevät järjestelmät ovat aina tietokonepohjaisia, joten tilauksessa oleva, tuotteen valmistukseen vaikuttava tieto on pystyttävä siirtämään tuotetta käsittelevälle laitetasolle.

#### **5.2.10. AU080704 Projektityö**

Projektityö-opintojakso kuuluu ohjelmointi moduuliin. Opintojakson oppimistuloksena opiskelija osaa soveltaa Internet-ohjelmoinnista, laiteohjauksista sekä olio-ohjelmoinnista saamia tietoa laajahkon projektityön toteuttamisessa. (Automaatiotekniikan OPS 2008, 24)

Projektityönä opiskelija toteuttaa tietokoneohjelman, jossa yhdistetään olio-ohjelmointi- ja laiteohjaukset-opintojaksoilla tehdyt harjoitustyöt sekä rakennetaan niiden päälle uusia ominaisuuksia niin, että lopputuloksena syntyy ohjelma, joka ohjaa tuotantolinjan laitetta yhdessä laitetason ohjausjärjestelmän kanssa. Ohjelma voi esimerkiksi päättää laitteen suorittamista tehtävistä, muodostaa niistä käskyjä, jotka se lähettää laitteen ohjausjärjestelmän suoritettavaksi. Laitteen ohjausjärjestelmän tehtävänä on suorittaa annettu käsky ja lähettää palaute ylätasolle käskyn suorituksen etenemisestä.

Tuotantolinjassa tarvittavissa ominaisuuksissa ja niiden saamiseen tuotantolinjaan, voidaan soveltaa edellisessä luvussa esitettyjä asioita.

### **5.2.11. IT0809 Sulautetut järjestelmät**

Sulautetut järjestelmät moduuli kuuluu koulutusohjelman vapaasti valittaviin ammattiaine-moduuleihin. Moduuli perehdyttää opiskelijan laiteläheiseen suunnitteluun ja –ohjelmointiin. Moduuli sisältää digitaalisten piirien suunnittelu-, mikro-ohjaimet-, sulautettujen järjestelmien laiteprojektit- ja elektroniikan CAD-opintojaksot.

(Automaatiotekniikan OPS 2008, 25)

Tuotantolinja ei sovellu tämän moduulin opintojaksojen opetukseen, joten ei siitä sen enempää.

## **6. Tuotantolinjan suunnittelu**

Tässä luvussa kuvataan tuotteen ja tuotantolinjan suunnittelun asiakokonaisuudet.

Tuotantolinjan suunnittelu aloitetaan tuotteen valinnalla, jonka jälkeen määritellään tuotantolinjan prosessilaitteet ja tarvittavat varastot sekä tuotteiden siirtyminen näiden välillä. Tämän jälkeen pohditaan tuotantolinjan automatisointia ja laadunvarmistusta sekä tuotannonohjausta. Kuvataan jokaisen osa-alueen merkitys tuotantolinjassa, ohjeistetaan suunnittelua ja esitetään tavoitteet, jotka kyseisessä kohdassa tulisi saavuttaa. Tavoitteena on, että suunnittelun tuotoksena syntyvä tuotantolinja sisältää edellisessä luvussa kuvattuja ominaisuuksia, jolloin siitä voidaan poimia harjoitustöitä ja käytännön esimerkkejä ammattiaineiden opetukseen.

### **6.1. Yleistä**

Tuotantolinja suunnittelu toteutetaan ryhmätyönä toisen vuoden keväällä luennoitavalla tuotantoautomaation opintojaksolla, jonka kaikki automaatiotekniikan opiskelijat suorittavat. Opintojakso on jaettu kolmeen osaan: luentoihin, yritysvierailuihin ja tuotantolinjan suunnitteluun. Luennot ja yritysvierailut antavat opiskelijoille valmiuksia tuotantolinjan suunnitteluun. Suunnittelu aloitetaan heti opintojakson alussa, joten luentojen sisällöt ja yritysvierailut on synkronoitava kulloinkin suunnittelussa oleviin kokonaisuuksiin. Suunnittelussa tarvittavaa tietoa löytyy myös internetistä, kuten

esimerkiksi youtube-sivustolta, jossa on paljon erilaisten automaattisten koneiden toimintaa kuvaavia videoita.

Suunnitteluprosessin läpiviennissä on haastetta sekä opiskelijoille että opettajalle. Opiskelijoilla ei ole kokemusta teollisuudesta, eikä näin ollen käsitystä siitä, millaisilla laitteilla tuotteita käsitellään, jolloin heidän voi olla vaikeaa päästä suunnittelun alkuun. Toisaalta tietämättömyys voi luoda myös mielenkiintoa, ainakin opettajan kannalta katsottuna, koska todennäköisesti asioiden toteuttamiseen löytyy uusia luovia ratkaisuja. Opettajan on pystyttävä hienovaraisesti ohjaamaan suunnitteluprosessia niin, että tuotantolinjaan tulee mahdollisimman paljon opintojaksoilla sovellettavissa olevia ominaisuuksia.

Suunnittelun tuotoksia ei ole määritelty muilta osin kuin, että tuotantolinjasta piirretään yleiskuva, josta selviää tuotantolinjan laitteet ja varastot sekä niiden väliset liitynnät. Yksityiskohtaisempi tieto voidaan esittää layoutkuvassa tai sijoittaa ne omiin dokumentteihinsa. Suunnittelu etenee tässä luvussa esitetyn järjestyksen mukaisesti.

## **6.2. Tuotteen valinta**

Tuotantolinjan suunnittelu aloitetaan valitsemalla tuote. Tuote voi olla jo olemassa, toki se saa olla myös itse keksitty. Tuotteen täytyy koostua useammasta toisiinsa liitettävästä osasta, jotka ovat joko valmistettu tuotantolinjassa tai syötetty valmiina tuotantolinjaan. Tuotteessa on oltava asiakkaan valittavissa olevia ominaisuuksia eli tuote voidaan räätälöidä asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Tuotteet toimitetaan tehtaalta asiakkaalle eurolavoilla. Jos tuotteen palletointi ei ole mahdollista sellaisenaan, se sijoitetaan laatikkoon tai suojataan jollain muulla tavalla ennen palletointia. Lisäksi tuotteelle määritellään hinta ja mietitään, miten tuotteen tilaus ja toimitus tapahtuvat.

## **6.3. Tuotantolinjan suunnittelu**

Tuotteen valinnan jälkeen, ryhdytään suunnittelemaan tuotetta valmistavaa tuotantolinjaa. Tuotteen valmistus tapahtuu tuotantolinjassa automaattisesti, yhtä käsin suoritettavaa työvaihetta lukuun ottamatta. Tämä työvaihe automatisoidaan myöhemmin robotiikka ja konenäkö-opintojaksolla.



### **6.3.1. Tuotantolinjan suunnittelun lähtökohtia**

Ennen tuotantolinjan suunnittelun aloittamista päätetään, mitkä tuotteen valmistuksen työvaiheet suoritetaan suunniteltavassa tuotantolinjassa ja mitkä kokonaisuudet alihankitaan valmiina. Tämän jälkeen pohditaan, millaisia ovat tuotantolinjassa ajettavat kappaleet. Tässä kohdassa pitää huomioida, niin tuotantolinjaan syötettävät raaka-aineet, kuin mahdolliset muualta alihankitut kokonaisuudet sekä tuotteen muuttuminen tuotannon edetessä. Täytyy selvittää kappaleiden koko, muoto ja materiaali, koska ne asettavat kiinteitä vaatimuksia kappaleita käsitteleville laitteille. Määritellään myös tuotteen ominaisuudet, joihin tuotteen tilannut asiakas voi vaikuttaa.

Tässä vaiheessa haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- mitä raaka-aineita ja puolivalmisteita tarvitaan?
- mitkä tuotteeseen liitettävät osat tehdään itse ja mitkä hankitaan muualta?
- millaisia kappaleita tuotantolinjassa liikkuu (muoto, ulkomitat, paino)?
- muuttuuko tuotteen muoto tai koko tuotannon edetessä?
- mihin ominaisuuksiin tuotteessa asiakas voi vaikuttaa?

### **6.3.2. Tuotantolinjan prosessilaitteet**

Tuotantolinjan suunnittelussa edetään suurista kokonaisuuksista pienempiin. Aluksi selvitetään, millaisia prosessilaitteita tuotteen valmistamisessa tarvitaan. Pohditaan tuotteen valmistusprosessia, miten tuote valmistetaan ja mitä työvaiheita tuotteen valmistukseen sisältyy. Kun ne on selvitetty, pohditaan työvaiheiden käytännön toteutusta. Mietitään, mitkä työvaiheet on järkevää suorittaa samassa laitteessa ja mitkä kannattaa hajauttaa useammalle laitteelle. Samassa laitteessa suoritettavien työvaiheiden määrää rajoittavat tuotantokapasiteetti ja laitteen monimutkaistuminen.

Tuotantokapasiteetti on luotettavuuden ja joustavuuden lisäksi tärkein tuotantolinjalle asetettava kriteeri. Se kertoo, kuinka monta tuotetta tuotantolinjassa valmistuu tietyssä aikayksikössä esim. tunnissa. Linjan maksimikapasiteetti määräytyy linjan hitaimman

laitteen perusteella, jos ko. laitetta ei ole tuotantolinjassa useita rinnakkain. Kapasiteetin laskemista varten analysoidaan jokaisen laitteen työvaihe. Arvioidaan työvaiheen kesto ja mietitään, voiko laite suorittaa joitakin muita työvaiheita joko täysin tai ainakin osittain samanaikaisesti. Laitteelta tuotteen käsittelyyn kuluva aika saadaan laskemalla yhteen työvaiheiden kestot ja vähentämällä summasta samanaikaisesti suoritettaviin työvaiheisiin kuluvat ajat.

Tarkastellaan esimerkiksi ulko-oven valmistusprosessia. Oveen tehdään aukot ikkunoita varten, jonka jälkeen aukkoihin asennetaan ikkunat ja tiivistetään ne sekä lopuksi sijoitetaan listat paikalleen. Työvaiheet suoritetaan edellä mainitussa järjestyksessä. Lisäksi voidaan olettaa, että peräkkäiset työvaiheet eivät voi limittyä päällekkäin ainakaan kovin paljoa. Kun työvaiheiden kestot on arvioitu, mietitään työvaiheiden suorittamista kapasiteetti huomioiden. Monelleko laitteelle työvaiheiden suorittaminen tulisi jakaa, että tuotantolinjalle määritelty kapasiteetti saavutetaan. Jaettaessa työvaiheet useamman laitteen suoritettavaksi, on kapasiteetin laskennassa huomioitava aika, joka kuluu tuotteen siirtymiseen laitteeseen ja laitteesta pois.

Laitteen monimutkaisuuteen vaikuttaa laitteen tekemien toimintojen lukumäärä ja niiden suorittamisen vaikeus sekä toimintojen erilaisuus. Työvaiheen suorittaminen on yleensä sitä vaikeampaa mitä suurempi on suoritusnopeus, tarvittava toistotarkkuus tai ohjattavien toimilaitteiden lukumäärä. Myös kappaleen muoto voi vaikuttaa laitteen monimutkaisuuteen. Toimintojen erilaisuus tarkoittaa, että eri työvaiheissa tarvittavat tai käsiteltävät työkalut tai kappaleet ovat toisiinsa nähden erilaisia.

Tarkastellaan samaa oven valmistusprosessin kohtaa kuin edellä olleessa kapasiteettiesimerkissä. Voidaan olettaa, että aukon tekeminen oveen tapahtuu aivan erilaisella työkalulla kuin lasin tai listan asentaminen tai lasin tiivistäminen. Lasi ja lista voitaneen asentaa paikalleen samalla työkalulla, mutta tiivistämistä varten tarvittaneen oma työkalunsa. Useiden erilaisten työkalujen johdosta, laitteesta tulisi liian monimutkainen, jos se suorittaisi kaikki mainitut työvaiheet - varsinkin kun vielä huomioidaan aukkojen lukumäärä ja niiden paikkojen vaihtelu sekä kohtalainen tarkkuusvaatimus työvaiheiden suorittamisessa. Laitteen monimutkaisuus ei kuitenkaan aina johda laitteen suurempaan hankintahintaan, verrattuna siihen, että sama toiminnot toteutetaan useammalla

yksinkertaisella laitteella, koska sijoittamalla useita toimintoja samaan laitteeseen, voidaan jotkut toiminnot tai ainakin toiminnon osat toteuttaa samoilla ohjaus-/toimilaitteilla. Monimutkaisuus kuitenkin lisää laitteen vikaantumisen todennäköisyyttä.

Työvaiheiden suoritukseen kuluva aikaa ja laitteen monimutkaisuus voivat olla vaikeasti hahmotettavissa olevia asioita, joten opettajalla on erittäin tärkeä rooli prosessilaitteiden hahmottamisen onnistumisessa. Kun laitteiden suorittamat työvaiheet ovat selvillä, pohditaan tarvittavien laitteiden lukumäärää.

Tässä kohdassa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- mitä työvaiheita tuotteen valmistukseen liittyy?
- kauanko työvaiheen suorittamiseen kuluu aikaa (jokainen työvaihe)?
- miten työvaihe suoritetaan (jokainen työvaihe)?
- mikä työvaihe suoritetaan käsin?
- mitkä työvaiheet on järkevää suorittaa samassa laitteessa?
- montako laitetta tarvitaan kaikkien työvaiheiden toteuttamiseen?
- mihin järjestykseen laitteet sijoitetaan tuotantolinjassa?

Tämän osuuden lopuksi, muodostetaan layout tuotantolinjasta. Layoutiin sijoitetaan kaikki tuotantolinjan laitteet. Layoutissa esitetään myös tuotteen käsittelyjärjestys tuotantolinjassa.

### **6.3.3. Kuljetus ja varastointi**

Kun on selvitetty tuotetta käsittelevät laitteet ja niiden järjestys tuotantolinjassa, hahmotellaan tuotteen siirtyminen laitteelta toiselle. Tässä vaiheessa mietitään myös tuotteen valmistuksessa tarvittavien raaka-aineiden ja puolivalmisteiden vastaanotto ja siirtyminen niitä käyttäville laitteille sekä valmiin tuotteen käsittely ja lähetys asiakkaalle. Lisäksi pohditaan jokaisesta siirrettävästä kappaleesta, voiko se olla vapaasti siirtolaitteessa, esim. kuljettimella, vai sijoitetaanko se alustalle kuljetuksen ajaksi. Jos kappale sijoitetaan kuljetusalustalle, mietitään kuljetusalustan muotoa ja valmistusmateriaalia sekä pohditaan miten kappale saadaan pysymään paikallaan kuljetusalustassa. Lisäksi pohditaan, onko mahdollista käyttää samaa kuljetusalustaa jonkun muun tuotantolinjassa siirrettävän kappaleen siirtämisessä.

Kun siirtymisreitit on hahmoteltu, pohditaan varastoinnin tarvetta siirtymien välillä. Raaka-aineiden ja puolivalmisteiden vastaanotossa ja valmiiden tuotteiden lähetyksessä on lähes aina tarve varastoinnille, koska harvemmin kaikki tehtaalle tulleet raaka-aineet ja puolivalmisteet voidaan syöttää heti tuotantolinjaan tai lähettää kaikki valmiit tuotteet saman tien asiakkaalle, vaikka se olisikin tiedossa. Sitä vastoin laitteiden välisissä siirrymissä varastoinnin tarve määritellään tapauskohtaisesti. Varastointitarvetta synnyttävät mm. laitteiden väliset kapasiteettierot, laitteessa käsiteltävien tuote-erien koon vaihtelut, tai vain halu pitää käynnissä jokin kriittinen tuotantolinjan osa, vaikka tuotantoketjussa seuraavana oleva linja pysähtyisi.

Kun tarvittavat varastot ja niiden sijainti tiedetään, pohditaan niissä tarvittavaa varastointikapasiteettia. Samalla mietitään myös miten joustavasti tuotteet tulee saada ulos varastosta. Varastointikapasiteetti tarkoittaa varastoon sijoitettavien tuotteiden lukumäärää. Jos varastossa tarvitaan erikokoisia varastopaikkoja tai jos erilaiset tuotteet sijoitetaan omiin varastopaikkoihin, esimerkiksi tuotteen koosta tai tyypistä johtuen, täytyy jokaisen tuoteryhmän varastointitarve määritellä erikseen. Tuotannon jousto vaikuttaa kappaleiden purkujärjestykseen varastosta. Puretaanko varastoa tuotteen tulojärjestyksessä tuotteen tyypistä riippumatta vai puretaanko sitä tuotteen tulojärjestyksessä, mutta tuotteen tyyppi huomioiden, vai suoritetaanko purku mielivaltaisessa järjestyksessä. Lisäksi mietitään varaston käsittelyn automaatioastetta.

Yksinkertaisin tapa varastointiin, on sijoittaa kappaleet ns. puskurivarastoon eli varustaa laite syöttöyksiköllä/yksiköllä, johon laitteeseen syötettävät kappaleet sijoitetaan. Syöttöyksikkö voi olla esim. kuljetin tai tärymalja. Laitteessa on oma syöttöyksikkönsä jokaiselle laitteeseen syötettävälle erityyppiselle kappaleelle, jos laite ei kykene tunnistamaan kappaletta.

Puskurivarastoja sovelletaan mm. automaattisesti toimivissa soluissa. Kaikki tuotteen valmistuksessa tarvittavat raaka-aineet ja puolivalmisteet sijoitetaan solun syöttöyksiköihin, josta ne tarvittaessa ja automaattisesti siirtyvät soluun. Kun solu on varustettu myös valmiiden kappaleiden varastolla, se voi toimia automaattisesti, niin kauan kuin tavaraa

riittää syöttöyksiköissä ja vapaata tilaa valmiiden tuotteiden varastossa. Jos puskurivarastoa ei voida soveltaa, käytetään jotakin muuta luennoilla esitettyä varastointitapaa.

Tuotteita siirtävien laitteiden osalta etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- miten raaka-aineet ja puolivalmisteet syötetään tuotantolinjaan?
- miten ja mihin siirretään tuotantolinjasta valmistunut tuote?
- miten tuotteet siirretään laitteelta toiselle?
- siirretäänkö kappaleita kuljetusalustojen päällä, jos siirretään niin:
  - millaisia kuljetusalustoja tarvitaan?
  - miten varmistetaan, ettei kappale liiku kuljetusalustalla?
  - voiko samalla alustalla kuljettaa useampia tuotteita
  - soveltuuko sama kuljetusalusta erilaisille tuotteille

Tuotteiden varastoinnista pohditaan seuraavia asioita:

- pitääkö tuotantolinjaan syötettävät raaka-aineita ja puolivalmisteita varastoida ennen tuotantolinjaan syöttämistä?
- tarvitseeko tuote varastoida ennen siirtymistä seuraavalle laitteelle?
- mihin valmistunut tuote sijoitetaan ennen asiakkaalle lähettämistä?
- jos varastoja tarvitaan, niin haetaan vastaus seuraaviin kysymyksiin:
  - mikä on varastoitavien kappaleiden lukumäärä?
  - mitä tietoa varastoitavaan kappaleeseen liitetään?
  - ovatko kappaleet erilaisia/erityyppistä, jos ovat niin vaikuttaako kappaleiden erilaisuus varastointiin:
    - pitääkö erilaiset kappaleet olla erillään varastossa?
    - vaikuttaako kappaleen tyyppi varastopaikan kokoon?
- mitkä varaston käsittelyyn liittyvistä toiminnoista automatisoidaan.

Tämän osion lopuksi, lisätään kuljettimet ja varastot tuotantolinjan layoutiin. Lisäksi kuvataan lyhyesti tarvittavien kuljettimien, kuljetusalustojen ja varastojen ominaisuuksia.

### 6.3.4. Kappaleiden käsittely

Kun tuotantolinjan layout on hahmoteltu pääpiirteittäin, pohditaan kappaleiden käsittelyä tuotantolinjassa. Kappaleen varastointiin, kuljetukseen tai/ja prosessointiin liittyy lähes aina myös kappaleen käsittelyä, poimintaa ja jättöä. Selvitetään kappaleen käsittelyn vaiheita ja etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- missä kohdissa tuotantolinjaa kappaletta käsitellään (poiminta tai jättö)?
- mistä poimiva laite tietää, että kappale voidaan poimia poimintapaikasta?
- miten poimiva laite tietää poimittavan kappaleen koon ja paikan tai muun kappaleen poimintaan vaikuttavan asian, kuten tyypin tai orientaation?
- mistä tiedetään, että kappale voidaan jättää jättöpaikkaan?
- miten poiminta/jättö suoritetaan?
- miten ja mistä kappaleeseen tartutaan, jos tartutaan?
- mihin tartunnassa tarvittava voima perustuu (alipaine, puristus, levitys,..)?
- millaisia ovat pääpiirteittäin kappaletta käsittelevät laitteet?

### 6.3.5. Automatisointi

Seuraavaksi keskitytään laitteiden toiminnan automatisointiin. Analysoidaan tarkemmin ainakin yhden tuotantolinjan laitteen toiminnallisuutta. Mietitään laitteen suorittamien työvaiheiden perusteella, mitä toimintoja tarvitaan. Kun ne on selvitetty, pohditaan mitä tietoja laitetta ohjaavan järjestelmän tulee tietää laitteesta tai sen ympäristöstä, että se kykenee ohjaamaan laitteen toimintoja automaattisesti. Tässä vaiheessa ei kuitenkaan pohdita toimintojen toteuttamiseen tarvittavia toimilaitteilla eikä laitteen tilatietojen mittaamiseen käytettäviä antureita.

Nykyisin tuotantolinjat ovat pitkälle automatisoituja. Laitteet suorittavat tuotteen valmistuksen ja työntekijän vastuulle jää tuotantolinjan toiminnan valvonta. Kuitenkin on hyvä muistaa, että automaattinen toiminta ei ole sinällään itseisarvo, vaan ennen kohteen automatisointia on aina pohdittava automatisoinnin järkevyyttä ja kannattavuutta. Ihmisellä on yliverlainen kyky havainnoida ympäristöään ja mukautua erilaisiin tilanteisiin ja siksi ihmisen korvaaminen koneella voi olla erittäin vaikeaa, jopa mahdotonta tai ainakin hyvin kallista. Toisaalta ei myöskään pidä unohtaa tekniikan kehittymisen luomia mahdollisuuksia automatisoinneille. Toiminto, jonka automatisointi ei ole mahdollista tällä

hetkellä, voi tulevaisuudessa tulla mahdolliseksi, kun tekniikka kehittyy. Tästä hyvänä esimerkkinä on kameratekniikan kehittymisen myötä syntyneet sovellus mahdollisuudet teollisuudessa. Aikaisemmin kappaleiden automaattisen poiminnan edellytyksenä oli, että poimittava kappale asetoitiin aina samaan paikkaan poimintaa varten. Tästä johtuen poiminnan automatisointi oli erittäin hankalaa, jos poimittavat kappaleet olivat erikokoisia tai erimuotoisia tai jos ne tulivat poimintapaikkaan epämääräisessä asennossa. Nykyisin tällaisen sovelluksen automatisointi on varsin yksikertaista. Asemoinnin sijaan kappaleen paikka määritellään kameralla. Kamera kuvaa kappaleen ja analysoi kuvasta poiminnassa tarvittavat tiedot ja lähettää ne poimivalle laitteelle, joka poimii kappaleen. Tämä tosin edellyttää, että poimivassa laitteessa on useampia vapausasteita ja että se kykenee vaihtamaan tietoa kameran kanssa.

Laitteen automaattisen toiminnan edellytyksenä on, että kaikki laitteen toimintaan oleellisesti liittyvät asiat ovat laitetta ohjaavan järjestelmän tiedossa. Tiedot voidaan syöttää järjestelmään tai ne voidaan mitata havainnointikohtaan liitetyllä anturilla, joka edelleen siirtää mittaustuloksen laitetta ohjaavalle järjestelmälle. Tiedon syöttöä varten ohjaavaan järjestelmään on liitetty käyttöliittymä, jonka kautta käyttäjä voi myös lukea laitteen tilatietoja. Usein laitteesta on myös liityntä johonkin toiseen ohjausjärjestelmään tai ylemmän tason järjestelmään kuten esim. toiminnanohjausjärjestelmään. Ohjaavan järjestelmän tehtävänä on ohjata laitteen toimilaitteita riittävällä nopeudella ja tarkkuudella, mittausten ja syötteiden sekä järjestelmään ladattuun ohjelmaan perustuen. Mittauksella tai syötteellä voi olla myös laadunvarmistuksellinen tarkoitus. Voidaan varmistua mm. siitä, että tuote valmistetaan oikeasta raaka-aineesta ja siihen liitetään oikeat osat tai että valmistuksessa käytetään oikeita työkaluja. Osa näistä varmistuksista tehdään mekaanisilla ratkaisulla, kun taas osassa sovelletaan automaatiota.

Laitetta suunniteltaessa on laitteen toiminta analysoitava perinpohjaisesti. Mietitään mm. toiminnoille asetettuja nopeus- ja tarkkuusvaatimuksia sekä liike-etäisyyksiä. Lisäksi selvitetään laitteesta mitattavia asioita ja pohditaan millaisia virhe- tai erikoistilanteita voi syntyä, kun laitetta käytetään. Laitteen suunnittelussa on otettava huomioon monia erilaisia yksityiskohtia, kuten seuraava esimerkkikin osoittaa.

Otetaan taas esimerkki ovien tuotantolinjasta. Linjaan asennetaan automaattisesti toimiva laite, joka asentaa oveen ikkunan. Oletetaan, että ikkuna voi olla pyöreän tai neliön muotoinen joko matta tai kirkas lasi, eli yhteensä neljä erilaista lasivaihtoehtoa. Lisäksi oletetaan, että erilaisilla ikkunoilla varustettuja ovia voidaan valmistaa linjassa mielivaltaisessa järjestyksessä ja että ovet tehdään asiakkaan tilauksen mukaisiksi. Mitä asioita tulee ottaa huomioon lasin asennusta automatisoitaessa? Lasit pitää olla automaattisesti poimittavissa eli poimivan laitteen pitää tietää poimittavan lasin paikka ja ulottua poimintapaikkaan. Myös kaikki lasivaihtoehdot tulee olla laitteessa varastoituna ja vielä järjestettynä siten, että jokaisella lasityypillä on oma paikka laitteessa. Lisäksi pitää estää erilaisten lasien sekoittuminen. Lasien poimintapaikan vakiointi ja erimuotoisten lasien sekoittumisen estäminen on ratkaistavissa mekaanisesti, asentamalla laitteeseen oma makasiini jokaista lasityyppiä varten. Makasiinin muoto on sama kuin siihen pinottavan lasin muoto, jolloin erimuotoisten lasien sekoittuminen ei ole mahdollista. Muoto myös ohjaa lasit, ainakin jollakin tarkkuudella, samaan paikkaan poimintaa varten. Makasiinin lastaus suoritetaan manuaalisesti. Oleellinen asia makasiinien toiminnassa on, että laitteen automaattinen toiminta ei keskeydy lasien lastauksen ajaksi. Tästä syystä jokainen makasiini rakennetaan niin, että lasit voidaan lastata makasiiniin solun ulkopuolelta. Kirkkaan lasin joutumista samanmuotoisen matan lasin makasiiniin tai päinvastoin ei voida estää mekaanisella ratkaisulla, joten se täytyy ratkaista muulla tavalla. Kirkkaan lasin valonläpäisykyky on suurempi kuin matan lasin, joten lasit voidaan erottaa toisistaan valoanturilla. Kun tarkastustapa on selvillä, päätetään tarkastuspaikka ja väärälle lasille tehtävä toimenpide. Tässä tapauksessa tarkastus voidaan tehdä heti lasin poiminnan jälkeen esimerkiksi tartuntaelimeen sijoitetulla anturilla. Jos lasi osoittautuu vääräksi, se jätetään niille varattuun paikkaan solussa. Edellä mainitut asiat koskivat vain lasien erottelua toisistaan.

Lisäksi pitäisi miettiä ainakin seuraavia asioita:

- onko tarpeellista tietää lasipinon korkeus makasiinissa, jos on niin miten se saadaan selville?
- pitääkö makasiinista poimittu lasi keskittää ennen oveen asentamista?
- mistä tiedetään:
  - makasiinissa olevan lasin tyyppi?
  - että makasiini on tyhjä



- onko makasiini sisällä solussa
- millainen ovi on tullut laitteeseen?
- onko ovi siinä kohdassa, että lasi voidaan asentaa oveen?
- millainen ikkuna oveen asennetaan?

Pitkä lista asioita, jotka tulee selvittää laitteen suunnitteluvaiheessa. Sama analyysi täytyy tehdä kaikille tuotantolinjan laitteille.

### **6.3.6. Laadunvarmistus**

Seuraavaksi analysoidaan tuotantolinjassa valmistettavaa tuotetta laadun näkökulmasta. Pohditaan keinoja, joilla voidaan varmistua siitä, että tuote täyttää asiakkaan odotukset. Laadunvarmistus tulee kattaa koko tuotantoprosessin. Tuotantolinjassa tehtyjen toimenpiteiden lisäksi tulee varmistaa valmistuksessa käytettyjen raaka-aineiden ja tuotteeseen liitettyjen puolivalmisteiden laadukkuus. Lisäksi on hyvä tiedostaa, automatisoinnin yhteydessä valittujen toteutusratkaisujen merkitys laadunvarmistuksessa.

Yhtä tehokkaasti kuin automaattinen tuotantolinja tekee laatuvaatimukset täyttävää tuotetta, se tekee myös suttu ja sekundaaria, silloin kun jonkin tuotantolinjan laitteen asetukset ovat pielessä. Siksi on ensiarvoisen tärkeää, että automaattisesti toimivassa tuotantolinjassa tarkastetaan tuotteen laatua, joko aika ajoin tehtävillä pistokokeilla tai jatkuvasti. Valvontapisteiden lukumäärä määritellään tapauskohtaisesti. Ihannetilanteessa laadunvarmistus suoritetaan jokaisen automaattisen työvaiheen jälkeen, jolloin laatu poikkeaman syihin voidaan puuttua heti niiden ilmennyttyä. Lisäksi, kun viallinen tuote voidaan poistaa tuotantolinjasta välittömästi, vältetään turhalta tuotteen edelleen jalostamiselta.

Laadun valvontaa suoritetaan sekä manuaalisesti että automaattisesti. Manuaalinen tarkastuksen etuna on joustavuus, ihminen pystyy löytämään erilaisia virheitä ja tekemään päättyä virheen merkityksestä lopputuotteelle sekä mahdollisesti pystyy myös korjaamaan virheen. Automaattisen tarkastusta puoltavat nopeus, tarkkuus, väsymättömyys ja tietysti kustannustehokkuus.

Automatisoinnin yhteydessä valituilla toteutusratkaisuilla on merkittävä rooli laadunvarmistuksessa, koska ne usein vaikuttavat suoraan valmistettavan tuotteen laatuun. Oikein valittu toteutusratkaisu voi poistaa laatuvirheeseen johtavan virheellisen toiminnon syyn. Edellisen luvun automatisointi esimerkissä laite varmistaa ennen ikkunan asennusta, että asennettava ikkuna on oikeantyyppinen, Tämä syy-seuraus suhde ja sen merkitys on aina huomioitava pohdittaessa keinoja tuotteen laadun varmistamiseksi.

### **6.3.7. Tuotannonohjaus**

Suunnitteluprosessissa viimeisenä asiana syvennyttään tuotannonohjauksen rooliin tuotteen valmistuksessa. Pohditaan, mitä asioita pitää ottaa huomioon, että asiakkaan tilaama tuote läpäisee toimitukseen liittyvät prosessit jouhevasti ja päätyy tilaajalle sovitun aikataulun mukaisesti.

Aluksi mietitään, kuinka helposti tuotantolinjassa voidaan valmistaa erilaisia tuotteita. Selvitetään valmistettavasta tuotteesta riippuvat asiat kuten, esim. raaka-aineet, puolivalmisteet, osat tai koneissa käytettävät työkalut. Kuinka joustavasti ne voidaan vaihtaa tuotantolinjassa kulloinkin valmistettavan tuotteen tarpeisiin sopiviksi ts. tapahtuuko vaihto käsin vai automaattisesti. Vaihdon helppous määrittää tuotantolinjan ominaisjoustavuuden eli kyvyn valmistaa lyhyellä tähtämellä vaihtelevaa määrää erilaisia tuotteita, erisuurissa erissä, mielivaltaisessa järjestyksessä ilman haitallisen pitkiä työvaihtoaikoja. Mitä suurempi on tuotantolinjan ominaisjoustavuus, sitä pienempi tuotantoerä voidaan valmistaa kannattavasti ja mitä pienempi on tuotantoerä, sitä nopeammin tuote voidaan toimittaa asiakkaalle. Pienin tuotantoerä on yksi tuote. Tällöin kaikkien tuotantolinjassa ajettavien tuotteiden valmistuksessa tarvittavat raaka-aineet, osat ja työkalut ovat aina saatavilla, kun niitä tarvitaan.

Seuraavaksi käydään läpi tuotantolinjan laitteet valmistettavan tuotteen näkökulmasta, linjan haluttu ominaisjoustavuus huomioiden. Mitkä tuotteen ominaisuudet ovat oleellisia sen käsittelyn ja prosessoinnin kannalta? Fyysinen koko luonnollisesti, mutta usein tuotteen käsittelyyn vaikuttaa myös tuotteelle tehtävät toimenpiteet. Mitä automaattisemmin laite kykenee selvittämään tuotteen ominaisuudet ja tekemään niihin perustuvat asetusten muutokset, sitä korkeammaksi nousee laitteen ominaisjoustavuuden taso. Tarvittavien tietojen selvittäminen tuotteesta voi perustua laitteen omiin mittauksiin tai käyttäjän

syötteeseen. Tiedot voidaan siirtää laitteeseen myös jostain muusta järjestelmästä, kuten tehdään, kun tuotetta muokataan asiakkaan toiveiden mukaiseksi.

Tuotannonohjaus hyödyntää automatisoinnissa tehtyjä ratkaisuja. Automatisoidun laitteen/laitteiston toiminta perustuu ohjaavaan järjestelmään kirjoitettuun ohjelmaan ja laitteen omiin, erilaisilla antureilla tekemiin havaintoihin tai ulkopuolelta tuleviin tietoihin, joita voivat olla käyttäjän syötteet tai toisen laitteen tai tuotannonohjaus järjestelmän lähettämät käskyt. Automatisoinnissa keskitytään yksittäisen laitteen tai laitteiston toimintaan, kun taas tuotannonohjauksessa haetaan ratkaisuja koko tuotantoprosessiin. Tuotannonohjausjärjestelmä varmistaa tuotannon sujuvuuden tuotantolinjassa, sen tehtävänä on varmistaa mm., että oikeat tuotteet, raaka-aineet ja osat ovat oikeassa paikassa oikeaan aikaan ja, että tuotteelle tehdään oikeat toimenpiteet. Joustavasti useampaa tuotetta valmistavan tai erilaisia tuotteita käsittelevän tuotantolinjan automaattinen toiminta edellyttää yhteistoimintaa tuotannonohjauksen ja automaattisten laitteiden välillä. Tuotannonohjauksen rooli on ohjaava, kun taas laiteohjauksen suorittava. Ohjauksen näkökulmasta tuotannonohjaus sijaitsee laitetason yläpuolella, se ohjaa valmistuslinjan toimintaa ja voi myös tarvittaessa antaa tehtäviä laitetasolle suoritettavaksi. Yleensä tuotannonohjaus- ja laiteohjaus- järjestelmät sijaitsevat eri laitteissa myös fyysisesti. Tuotannonohjausjärjestelmä toimii tietokoneissa, kun laiteohjaus varta vasten laitteiden ohjaukseen soveltuvassa ohjaimessa.

Ovien tuotantolinjassa tuotannonohjauksen yhtenä tehtävänä on varmistaa, että valmistettava ovi on asiakkaan tilauksen mukainen. Oletetaan, että asiakas voi valita oven mallin ja ikkunan muodon sekä ikkunoiden lukumäärän. Asiakkaan valitsemat ominaisuudet kirjataan tilaukseen, josta tiedot siirretään tuotannonohjaus-järjestelmään, kun oven valmistus aloitetaan. Tuotantolinjan ominaisjoustavuus ts. kannattava erä koko on määräävä tekijä valmistusajankohtaa määritettäessä, koska erän valmistuksen aloittamisen edellytyksenä on, että ko. tyyppin ovia on tilattu riittävästi (=vähintään erää vastaava määrä). Tässä tapauksessa oletetaan, että tuotantolinja kykenee valmistamaan ovia mielivaltaisessa järjestyksessä, näin ollen asiakkaan tilaama ovi voidaan valmistaa heti, kun tuotantolinjassa on vapaata kapasiteettia. Tuotannonohjauksen näkökulmasta ovia valmistavan tuotantolinjan suuri ominaisjoustavuus on mahdollista vain, kun tuotannonohjauksen ja laiteohjauksen järjestelmät kykenevät tiiviiseen yhteistyöhön. Oven tilaustiedot ovat

tuotannonohjausjärjestelmässä, josta ne on pystyttävä siirtämään ovea käsittelevien laitteiden ohjausjärjestelmiin. Lisäksi tuotannonohjausjärjestelmän on pidettävä kirjaa tuotantolinjassa olevista ovista ja niiden sijainnista. Sen täytyy tietää jokaisesta ovesta sijainti tuotantolinjassa ja tilaaja sekä ovelle tehtävät toimenpiteet.

Haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- jos tuotantolinjassa valmistetaan erilaisia tuotteita niin, mietitään, mikä on tuotantoerän koko?
- mitä tietoa tuotteeseen liitetään tuotantoprosessin aikana?
- miten varmistutaan, että asiakaskohtaiset ominaisuudet tehdään varmasti oikeaan tuotteeseen?
- miten tuotannon välivarastoja hallitaan?
- miten varmistutaan, että tuotteet, raaka-aineet ja puolivalmisteet ovat oikeaan aikaan oikeassa paikassa.
- miten raaka-aine ja puolivalmisteverastoja hallitaan?
- miten tuotteen jäljitettävyyden varmistetaan ts. miten tuotteen tietoihin saadaan liitettyä esim. tuotteen prosessointiaika
- tarvitseeko tuote identifioida tuotantolinjassa?
- mitä tietoja esitetään tuotteeseen tulostettavassa etiketissä?

## 7. PÄÄTELMÄT

Tätä kirjoitettaessa tuotantolinjojen suunnittelu on hyvässä vauhdissa. Tähän mennessä saadut kokemukset ovat olleet pelkästään positiivisia. Harjoitustunneilla on ollut mukava seurata opiskelijoiden innostunutta otetta työn tekemiseen. Usein ryhmien työskentely on niin intensiivistä, ettei sen keskeyttäminen omilla kysymyksillä tule mieleenkään. Myös epäily opiskelijoiden tietämyksen riittämättömyydestä on osoittautunut turhaksi. Opiskelijoiden omat kokemukset höystettynä luentomateriaaleilla, yritysvierailuilla ja erityisesti youtube-sivustoilta löytyvillä videoilla, on antanut heille riittävän tietopohjan tuotantolinjan suunnittelulle.

Tuotteen valinta ja suunnittelu on sujunut ryhmiltä ilman suurempia ongelmia.

Tuotantolinjaa on suunniteltu luvussa 6 esitetyn järjestyksen mukaan. Ryhmät ovat noin

puolessa välissä suunnitteluprosessia. He ovat saaneet valmiiksi tuotantolinjan layoutin, jossa esitetään prosessilaitteet ja varastot sekä tuotteen eteneminen tuotantolinjassa. Vielä on perehdyttävä linjan automatisointiin ja tuotannonohjaukseen. Mielenkiinnolla odotan suunnittelun valmistumista. Suunnitteluvaiheen jälkeen kerätään opiskelijoiden mielipiteitä ja kokemuksia suunnitteluprosessista. Saatu palaute ja omat kokemukset otetaan huomioon, kun tuotantolinjan suunnitteluprosessia kehitetään edelleen.

Suunnitteluprosessin sujuvuus, opiskelijoiden puutteellisista tiedoista huolimatta, on nostanut pohdittavaksi tuotantoautomaatio-opintojakson ja samalla tuotantolinjan suunnittelun siirtämisen ensimmäisen vuoden keväälle. Silloin tuotantolinja olisi käytettävissä jo toisen vuoden alusta asti ammattiaineiden opetuksessa. Lisäksi opiskelijat saisivat, heti ensimmäisenä opiskeluvuotenaan, kokonaiskuvan automaatiosta ja vastaukset kysymyksiin mitä automaatio tarkoittaa sekä missä ja miten sitä sovelletaan.

Tuotantolinjan soveltaminen voi osoittautua vaikeaksi niille opettajille, joilla ei ole kokemusta todellisista tuotantolinjoista tai niihin sisältyvistä toiminnallisuuksista. Ongelma voidaan poistaa opettajien välisellä yhteistyöllä, jakamalla opintojakson opetusvastuu useammalle opettajalle. Tämä ongelma voidaan nähdä myös etuna, koska opettajien välisen yhteistyön lisääntyminen näkyy lopulta parantuneena opetuksena, kun samaan asiaan saadaan useampi näkökulma.

Hankkeen lopullista onnistumista voidaan arvioida vasta kahden ja puolen vuoden kuluttua, kun on suoritettu kaikki opintojaksot, joissa tuotantolinjaa sovelletaan. Ensimmäisiä tuloksia saadaan kuitenkin jo tänä keväänä, kun tuotantolinjan suunnittelu on saatu päätökseen.

## LÄHTEET

Antti Peltonen ja Pekka Ruohotie, Oppimismotivaatio, Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset Keuruu 1992

*EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON PÄÄTÖS COD/2008/0064 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0159:FIN:FI:HTML>),  
*Euroopan luovuuden ja innovoinnin teemavuosi (2009) Viitattu 8.3.2010**

Eteläpelto A ja Rasku-Puttonen H, Projektioppimisen haasteet ja mahdollisuudet, kirjassa Eteläpelto A ja Tynjälä P (toim.), oppiminen ja asiantuntijuus, WSOY kirjapainoyksikkö Juva 1999

Tynjälä P, Konstruktivistinen oppimiskäsitys ja asiantuntijuuden edellytysten rakentaminen koulutuksessa, kirjassa Eteläpelto A ja Tynjälä P (toim.), oppiminen ja asiantuntijuus, WSOY kirjapainoyksikkö Juva 1999

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Opetussuunnitelma automaatiotekniikan koulutusohjelma 2008, 2009  
(<http://kesy01.cc.spt.fi/intra/tiimit.nsf/daac366605152bd2882571cc007d9d60/afe0c434088b9084c225747400413911?OpenDocument>)

## LIITEET

1. Kysely ”Mitkä asiat laskevat opiskelumotivaatiosi”


# LIITTEET

## LIITE 1




### Taustaa

- Aihe
  - Edellisen tunnin lopussa kerroin, että seuraavalla tunnilla ideoimme opiskelumotivaatioon liittyvää aihetta joka on joko "Mitkä asiat laskevat opiskelumotivaatiotani" tai "Mitkä asiat nostavat opiskelumotivaatiotani". Opiskelijat saavat päättää kumpaako aihetta käsitellään.
  - Opiskelijat valitsivat aiheeksi: "Mitkä asiat laskevat opiskelumotivaatiotani"
- Ryhmä
  - ME07PO, 16 opiskelijaa (5 opiskelijaa puuttui)
  - Olivat käsitelleet ja soveltaneet erilaisia ideointimenetelmiä joissakin aikaisemmissa opintojaksoissa
- Ajankohta
  - 18.11.2009




### Ideointitapahtuma

- Menetelmä
  - Kaksi ryhmää, joissa kummasakin oli 6 opiskelijaa.
  - Aloitimme 6-3-3 menetelmällä, mutta se muuttui ideoinnin aikana 8-3-3 menetelmäksi, kun opiskelijoita valui tunnille.
- Prosessi
  - Aiheen valinnan jälkeen kuvasin, miten ideointi suoritetaan.
  - Ideoinnin aikana muistutin kerran opiskelijoita, että tämä on hiljainen ideointimenetelmä.




### Tulokset

- Ideoiden määrä
  - Ryhmä 1
    - $16+17+8+8+7+14+17+14 = 101$  kpl
  - Ryhmä 2
    - $10+11+11+14+14+16+16+18 = 110$  kpl




### Tulosten purku

- Yksilöllinen
  - Jokainen valitsi edessä olevasta paperistaan kolme parasta ehdotusta.
- Ryhmä
  - Kun jokainen oli valinnut "parhaat" ehdotukset. Ryhmä keskusteli niistä yhdessä ja valitsi kuusi parhaista vaihtoehtoa, jotka he esittelivät minulle ja toiselle ryhmälle.



### Ideoinnin tulokset

- Ryhmä 1
  - Käytännön opetuksen puute / liika teoreettisuus
  - Vanha/huono opetusmateriaali
  - Harjoitustyöt eivät tue opetusta (epäselvät ohjeet, liityntä opetettavaan aiheeseen epäselvä, ei palautetta)
  - Perusasioiden kertaamista jättäminen
  - Turhalta tuntuvat kurssit
  - Opetustyyli liian kaavamainen (yksinpuhelu)



## LIITE 1

### Ideoinnin tulokset

- Ryhmä 2

- Käytännön opetuksen puute
- Vanha/huono opetusmateriaali
- Harjoitustyöt eivät tue opetusta (epäselvät ohjeet, liityntä opetettavaan aiheeseen epäselvä, ei palautetta)
- Huono tiedotus (toivottiin tiedotusta tekstiviesteillä)
- Tylsät tunnit (Opettaja lukee luentomateriaaliaan tunnilla, aivan kuin opiskelijalla ei olisi lukutaitoa. Ehdotus: Opiskelija valmistautuu tunnille lukemalla luentomateriaalin ja tunnilla tehdään harjoitustöitä)
- Opettajien ominaisuudet (motivoitumattomuus opetettavaan aiheeseen, itsekeskeisyys, yms...)



### Ideoinnin tulokset

- Poimintoja

- opettaja palauttaa saman harjoitustyön useaan kertaan kertomatta selvästi mikä työssä on vikana. Käytännön opetuksen puute
- Harjoitustyöt usein kaukaa haettuja, väkisin keksittyjä
- Samat harjoitustyöt toistaiseksi vasta neljässä kurssissa.
- Usein harjoitustyöitä ei odoteta mitään, kunhan se tehdään.
- Kokeista ja erityisesti harjoitustöistä ei anneta palautetta lainkaan.
- Harjoitustyöt ovat huonosti ohjeistettuja.
- Käytännönläheisten harjoitustöiden puuttuminen



### Ideoinnin tulokset

- Poimintoja

- Opettaja ei ole itse kiinnostunut opettamastaan aiheesta, ei osaa vastata kysymyksiin, eikä edes ota asiasta selvää.
- Opettaja ei opeta mitään, voi jopa vain lukea kirjaa/luentomonisteita tunnilla, joten samat asiat voisi lukea itse kotona
- Opettajien motivaation puute.
- Opettajan ylimielinen asenne, ei ole kiinnostunut opiskelijan oppimisesta.
- Opettaja ei kykene synnyttämään keskustelua, ei tiedä opiskelijoiden tasoa.
- Opettajan vanhentunut tieto asiasta.
- Opetustyyli on liian kaavamainen.
- Opettaja ei pysy asiassa, tiedetään kyllä opettajan elämän vaiheet ja kuka hänen kavereistaan on ollut joukkueen johtajana kannaksella, mutta kurssista ei tiedetä mitään.
- Väärällä jalalla ylösnoussut opettaja.



### Ideoinnin tulokset

- Poimintoja

- Eri kurssien aiheiden päällekkäisyydet.
- Huono tai puuttuva oppimateriaali.
- Huonot tai puutteelliset esimerkit.
- Yksinpuhuminen tai tekstin kirjasta lukeminen oppilaille.
- Samat power-point esitykset vaikka kurssin nimi vaihtuu.
- Opetusmateriaali voisi olla alle 30v vanhaa.
- Opettajan epäselvä käsiala.
- Opetuksen teoriapainotteisuus.
- Voi kun näkis joskus luonnossa oikean laakerin tai venttiilin, olis aika pätevä koneins. sen jälkeen.



### Ideoinnin tulokset

- Poimintoja

- Epävarmuus työpaikan löytymisestä opiskelun jälkeen.
- Kun kaikki kaatuu loppulukukaudesta niskaan.
- Hyvät edut työttömänä.
- Rahan puute.
- Markkinatilanne.
- Opitun tiedon tarpeellisuus työelämässä?
- Valtavan ahtaat parkkipaikat.
- Epätietoisuus lisäkoulutuksella saatavan palkan lisäyksen suuruudesta.



### Taustaa

- Aihe
  - "Mitkä asiat laskevat opiskelumotivaatiotani"
- Ryhmä
  - AU09PO, 24 opiskelijaa
  - Suurin osa ei ollut aikaisemmin soveltanut ideointimenetelmiä.
- Ajankohta
  - 26.11.2009





## LIITE 1

### Ideointitapahtuma

- Menetelmä
  - Neljä ryhmää, joissa kummasakin oli 6 opiskelijaa.
  - 6-3-4 menetelmä
- Prosessi
  - Aiheen valinnan jälkeen kuvasin, miten ideointi suoritetaan.
  - Ideoinnin aikana jouduin useampaan kertaan muistuttamaan opiskelijoita, että tämä on hiljainen ideointimenetelmä.



### Tulokset

- Ideoiden määrä
  - n. 300 kpl



### Tulosten purku

- Yksilöllinen
  - Jokainen valitsi edessä olevasta paperistaan kolme parasta ehdotusta.
- Ryhmä
  - Kun jokainen oli valinnut "parhaat" ehdotukset. Ryhmä keskusteli niistä yhdessä ja valitsi kuusi parhaista vaihtoehtoa, jotka he esittelivät minulle ja muille ryhmälle.



### Ideoinnin tulokset

- Ryhmä 1
  - Opettajan opetusmenetodit
  - Köyhyys
  - Näikä
  - Luokkien ja tuolien huono kunto
  - Keli -> Ulkoiset voimat
  - Matikka ja fysiikka



### Ideoinnin tulokset

- Ryhmä 2
  - Suomen talvi
  - Hyppytunnit
  - Yksipuolinen lukujärjestys
  - Liikaa teoriaa
  - Epävarmat kesätyöt
  - Väsymys



### Ideoinnin tulokset

- Ryhmä 3
  - Rahan puute
  - Krapula
  - Aikaiset herätykset
  - Huonot opettajat
  - Pitkät päivät
  - Rumat verhot



## LIITE 1

### Ideoinnin tulokset

- Ryhmä 4
  - Huonot opettajat/opetuksen laatu
  - Liian vaikeat asiat
  - Pitkät koulupäivät, lyhyet tauot
  - Huono työllisyys
  - Liika läksyjä
  - Läsnaolopakko