



# **CDIO KOULUTUSOHJELMAN SOVELTAMINEN KOULUTUSKONEPAJAN TUOTANTOON**

Tomi Piironen

Ammatillisen opettajankoulutuksen  
kehittämishanke  
Helmikuu 2013  
Ammatillinen opettajakorkeakoulu  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ammatillinen opettajakorkeakoulu

Piironen, Tomi  
CDIO koulutusohjelman soveltaminen koulutuskonepajan tuotantoon

Opettajankoulutuksen kehittämishanke 34 sivua  
Helmikuu 2013

---

Kehittämishankkeessa selvitettiin kokemuksellisemmän ja motivoivamman oppimisen periaatteita. Työelämän tarpeiden odotuksen maakunnan yrityksissä tuli huomioida kehittämishankkeen tavoitteissa. Oppilaitoksen talouden haasteet tuli huomioida CDIO-koulutusohjelman suunnitelmassa. Opettajien substanssiosaaminen tulisi kehittymään koulutuskonepajatoiminnassa.

Kehittämishankkeessa selvitettiin mahdollisuuksia valmistaa myytäväksi tuotteita koulutuskonepajaan, jotka olisivat toteutettu kone- ja tuotantotekniikan opiskelijoiden opintoihin kuuluvissa opintojaksoissa. Kehittämishankkeessa selvitettiin CDIO-koulutusohjelman periaatteet, sen soveltaminen opetukseen ja soveltuvat opintojaksot myytäviä tuotteita varten. Myytävistä tuotteista tuli esitettyä useita esimerkkejä, jotka soveltuisivat koulutuskonepajan tuotantoon.

Koulutuksen nykytilanne ja tuleva tavoitekuva esitettiin periaatetasolla, jossa opintojaksojen liittyminen toisiinsa selvitettiin. Kone- ja tuotantotekniikan opiskelijan koulutuksen lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus tuli esitettyä, jotta CDIO-koulutusohjelman soveltuvuus tukisi koulutusohjelmaa.

Koulutuskonepajan määrittely ja sen toteuttaminen olivat vielä tämän kehittämishankkeen teon aikana keskeneräisiä. En antanut sen kuitenkaan häiritä tämän hankkeen tekemistä, koska tässä työssä kuvattu ja suunniteltu toimintamalli ei ole riippuvainen uusien tilojen käytöstä tai laitteiden siirtämisestä.

Kehittämishankkeessa tuli myös huomioida maakunnassa olevat yritykset, jotta epätervettä kilpailua tai päällekkäisyyttä ei syntyisi markkinoilla. Savonia-amk:lla on nykyisin hyvät valmiudet koulutuskonepajatoimintaan myytävien tuotteiden osalta.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	4
2	KEHITTÄMISHANKKEEN TAVOITTEET .....	5
3	KOULUTUKSEN NYKYTILANNE JA TULEVA TAVOITEKUVA.....	6
4	CDIO-KOULUTUSOHJELMAN TAUSTAA.....	7
	4.1 CDIO-toimintamalli .....	7
	4.2 CDIO-elinkaarimalli .....	7
5	CDIO KOULUTUSOHJELMANA .....	10
	5.1 CDIO Viitekehystenä .....	10
	5.2 CDIO koulutusohjelman tavoitteet.....	10
	5.3 Integroitu opetussuunnitelma .....	11
	5.4 CDIO-oppimisympäristöt .....	12
	5.5 Aktiiviset opetus- ja oppimismenetelmät .....	13
	5.6 Opettajien CDIO-taitojen kehittäminen.....	13
	5.7 Opettajien opetustaitojen kehittyminen .....	14
	5.8 CDIO-taitojen arviointi .....	15
6	KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA .....	16
	6.1 Koulutuksen lähtökohdat.....	16
	6.2 Osaamistavoitteet .....	17
	6.3 Koulutuksen toteutus.....	20
7	KOULUTUSKONEPAJA .....	21
8	YHTEISTYÖ MUIDEN KOULUTUSALOJEN JA YRITYKSIEN KANSSA.....	23
	8.1 Sakky yhteistyö .....	23
	8.2 Yhteistyö muiden koulutusalojen kanssa .....	23
	8.3 Ympäröivän liike-elämän huomiointi tuotteiden valmistuksessa.....	24
9	CDIO-KOULUTUSOHJELMAN INTEGROITUMINEN ERI OPINTOJAKSOIHIN .....	25
	9.1 Nykyiset opintojaksot .....	25
	9.2 Palautemekanismin vaikutukset oppimiseen.....	25
	9.3 Opintojen rakenteen soveltuvuus CDIO-tuotteille .....	26
	9.4 CDIO-esimerkkejä tuotteista ja niiden soveltamisesta opintoihin .....	28
10	SWOT-ANALYYSI CDIO-KOULUTUSKONEPAJATOIMINNASTA .....	30
11	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	31
12	YHTEENVETO .....	33
	LÄHTEET.....	34

## 1 JOHDANTO

CDIO-koulutusohjelma on käytännönläheinen oppimistapa. CDIO:ssa (Conceive – Design – Implement – Operate) jossa hahmotellaan, suunnitellaan, toteutetaan ja hyödynnetään. Oppimistyyli on kokemuksellinen ja antaa hyvät mahdollisuudet tiedon soveltamiseen.

CDIO on tällä hetkellä opetuksen suuntauksena havaittu hyödylliseksi tekniikan insinööriopinnoissa. Savonian suunnittelema koulutuskonepajahanke täydentää opetusmenetelmän hyödyllisyyttä.

Savoniassa on menossa suunnitelma, jossa pyritään koulutuskonepajatoimintaan. Se olisi opiskelijoiden ja opettajien sekä eri sidosryhmien välinen oppimisfoorumi, joka voisi tuottaa aidosti myös omia tuotteita. Tuotteet voisivat olla opiskelijoiden itse suunnitteleimia tai yhteistyöyrityksien yhteisiä projekteja. On myös huomioitava maakunnan yritykset, jotta opetukseen valittavat tuotteet tukisivat heitä. Savoniassa on nykyisin konelaboratorio ja HIT-Savonia, jossa on toteutettu vuosien ajan palveluita yrityksille. Varsinaisesti omia tuotteita ei ole ollut tarjolla.

## 2 KEHITTÄMISHANKKEEN TAVOITTEET

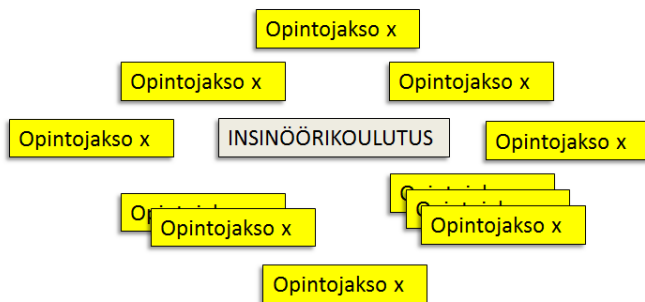
Tässä kehittämishankkeessa pyrin tekemään alustavan konkreettisen suunnitelman sopivista tuotteista, jotka palvelisivat opintojaksoja monipuolisesti ja käytännönläheisesti. Nämä tuotteet tulisivat myyntiin, jolloin koulutuslaitokset saisivat rahaa markkinoilla. Näin koulutuksen aiheuttamia kuluja voitaisiin kattaa osin myytävillä tuotteilla.

Kehittämishankkeen tavoitteena on selvittää, kuinka CDIO-opetusmenetelmää voidaan hyödyntää Savonia-ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmassa. CDIO- koulutusohjelma on aloitettu hyödyntämään jo koulutuksessa muutaman vuoden ajan. Tarkoituksena on kehittää siitä kokonaisvaltaisempi oppimispolku koko insinöörikoulutuksen ajaksi. Kaiken tavoitteena on, että valmistuvat insinöörit olisivat valmiimpia ja ammattitaitoisempia työelämään siirtyessään.

Hankkeen tavoitteena on selvittää CDIO:n sopivuutta ja käytäntöjä 1-4 vuosikurssin opiskelijoille. Pyrin selvittämään, mitä opintojaksoja voidaan hyödyntää CDIO-projektien sisällöissä. Varsinaiseen OPS:iin ei ole tarkoitusta puuttua tässä kehittämishankkeessa. Oppimismenetelmää sovelletaan ja integroidaan nykyisten opintojaksojen puitteissa. Tavoitteena on myös selvittää mahdollinen yhteistyö 2- asteen koulutuksen kanssa, sekä toisten koulutusalojen kanssa.

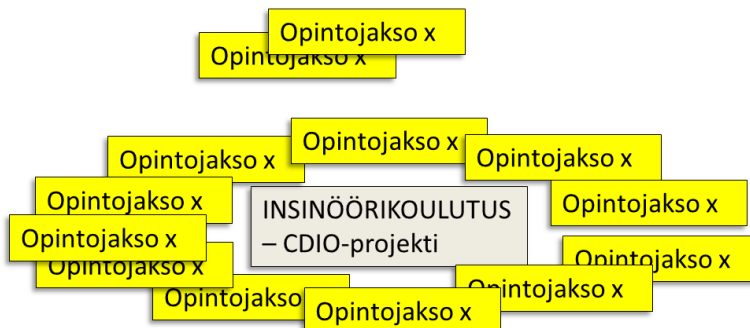
### 3 KOULUTUKSEN NYKYTILANNE JA TULEVA TAVOITEKUVA

Koulutuksen opintojaksot ovat esitetty kappaleessa 10.3. Ne ovat nykyiseltään hyvin paljon irrallisia, toisistaan erillään olevia opintojaksoja. Harvoin ne yhdistyvät ja integroituvat toisiinsa saman projektin osalta. Ihan viimeaikoina on joitakin opintojaksoja sovellettu saman opintoprojektin sisällä. Kuvassa 1 on esitetty koulutuksen nykytilanne. Potentiaalia olisi vielä hyvinkin paljon yhdistää opintojaksoja niin, että niissä voitaisiin oppia laajemmin kokonaisuuksia.



Kuva 1. Koulutuksen nykytilanne.

Tulevaisuudessa opintojaksot voisivat olla enemmän integroituja keskenään, jotta eri opintojaksojen sisältöjä voitaisiin soveltaa paremmin liittämällä ne tietyn tuotteen kehitykseen ja toteutukseen. Kuvassa 2 on esitetty eri opintojaksojen integroituminen keskenään. Kaikkia opintojaksoja ei ole tarvetta liittää. Lähinnä ammatillisesti syventävät opinnot olisi hyödyllistä integroida CDIO-projektiin. Opintojaksot seuraisivat toisiaan tai olisivat ajallisesti yhtäaikaisia, jolloin CDIO-projekti voisi kestää useamman vuodenkin.



Kuva 2. Periaatekuva opintojen integroitumisesta. CDIO-projektin ympärillä olevat opintojaksot.

## 4 CDIO-KOULUTUSOHJELMAN TAUSTAA

### 4.1 CDIO-toimintamalli

Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO) on nykyaikaiseen insinöörikoulutukseen kehitetty laaja-alainen viitekehys (opetus suunnitelmamalli). CDIO-malli on alun perin kehitetty neljän ruotsalaisen ja yhdysvaltalaisen yliopiston yhteistyöllä (Chalmers Tekniska högskola, Kungliga Tekniska högskola, Linköpings universitetet ja Massachusetts Institute of Technology). (alkuperäinen: Tenhunen & Niittymäki 2011, 42).

CDIO-toimintamalli tähtää insinöörikoulutukseen, jossa opiskelijalla on yhteiskunnan odotusten ja tarpeiden mukainen teoretinen tieto ja käytännön osaaminen tasapainossa. CDIO on vastaus eri koulutuksen, teollisuuden ja hallinnon tahoilta esitettyyn kysymykseen ”Mitä tietoja, taitoja ja asenteita valmistuneella insinöörillä tulee olla”. Tämän mukaan valmistuneen insinöörin pitää pystyä ”määrittelemään-suunnittelemaan-toteuttamaan-ylläpitämään” monimutkaisia, arvoa lisääviä teknisiä tuotteita, prosesseja ja järjestelmiä uudenaikaisessa tiimityöhön perustuvassa ympäristössä. Tästä vastauksesta lyhenne CDIO on saanut nimensä (alkuperäinen: Crawley, Malmqvist, Östlund & Brodeur 2007, 1).

CDIO-terminologiaa on suomennettu eri tavoilla tarkastelutavasta tai sovellutuskohteesta riippuen:

**Conceive** = hahmottaa, ymmärtää, määrittää, konseptoida

**Design** = suunnitella

**Implement** = ottaa käyttöön, toteuttaa

**Operate** = hyödyntää, käyttää, ylläpitää.

### 4.2 CDIO-elinkaarimalli

Nykyisin insinööri joutuu työssään vastaamaan kokonaisten tuotteiden, prosessien tai järjestelmien elinkaaren suunnittelusta, tuotannosta tai ylläpidosta. Tämän vuoksi CDIO:ta kutsutaan elinkaarimalliksi (taulukko 1).

Taulukko 1. CDIO-elinkaarimalli (alkuperäinen: Crewley ym. 2007, 9).

hahmota		suunnittele		toteuta		hyödynnä	
Conceive		Design		Implement		Operate	
Tehtävä	Konsepti-suunnittelu	Esisuunnittelu	Yksityiskohtainen suunnittelu	Tuotteiden luominen	Järjestelmien Integrointi ja testaus	Elinkaaren tuki	Jatkokehitys
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Liiketoiminnan strategia</li> <li>•Teknologiastrategia</li> <li>•Asiakas-tarpeet</li> <li>•Tavoitteet</li> <li>•Kilpailijat</li> <li>•Toiminnan suunnittelu</li> <li>•Liiketoimintasuunnitelmat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vaatimukset</li> <li>•Toiminnot</li> <li>•Konseptit</li> <li>•Teknologia</li> <li>•Arkkitehtuuri</li> <li>•Toiminta-ohjelmat</li> <li>•Markkina-asemointi</li> <li>•Ohjeistukset</li> <li>•Toimintasuunnitelmat</li> <li>•Sitoutuminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vaatimusten toimeenpano</li> <li>•Mallien rakentaminen</li> <li>•Järjestelmä-analysit</li> <li>•Järjestelmien levittäminen</li> <li>•Käyttö-liittymien määrittäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tuotteiden suunnittelu</li> <li>•Vaatimusten tarkastus</li> <li>•Riski- ja muutos-analysit</li> <li>•Suunnittelun validointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Valmistus</li> <li>•Ohjelmistojen koodaus</li> <li>•Hankinta</li> <li>•Testaus</li> <li>•Tuotteiden jatkokehitys</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Järjestelmä-integraatiot</li> <li>•Järjestelmä-testaus</li> <li>•Jatkokehitys</li> <li>•Sertifiointi</li> <li>•Käyttöönotto</li> <li>•Toimitukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Myynti &amp; tilaukset</li> <li>•Tuotanto</li> <li>•Logistiikka</li> <li>•Asiakastuki</li> <li>•Ylläpito &amp; huolto</li> <li>•Kierrätys</li> <li>•Päivitykset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Järjestelmien jatkokehitys</li> <li>•Tuoteperheiden laajennukset</li> <li>•Kierrätys &amp; uudelleenkäsittely</li> </ul>

Ensimmäinen osa (Conceive) sisältää asiakastarpeiden määrittelyn, tarvittavan teknologian ja näiden liittymisen yrityksen strategiaan. Lisäksi siihen kuuluu prosessin alkuvaiheen toiminnot konseptisuunnittelusta tekniseen ja liiketoiminnan suunnitteluun saakka. Toinen osa (Design) käsittää varsinaisen tuote- ja järjestelmäsuunnittelun sekä suunnitelmien analysoinnin. Kolmas osa (Implement) kuvaa tuotteiden toteutuksen, toimituksen ja käyttöönoton. Neljäs osa (Operate) sisältää tuotteiden tai järjestelmien käytön ja ylläpidon aina kierrätykseen tai hävitykseen saakka.

CDIO-ajatusmallilla on modernille insinöörikoulutukselle kolme päätavoitetta:

- hallita syvät perustiedot teknisistä perusteista
- pystyä kehittämään tuotteita, prosesseja ja järjestelmiä sekä johtamaan suunnittelua ja käyttöä
- ymmärtää tutkimuksen ja tuotekehityksen tärkeys yhteiskunnan kehitykselle.

Kaksi ensimmäistä tavoitetta edustavat pääosin perinteistä insinöörikoulutuksen ajattelua, mutta kolmas tavoite liittyy laajempaan yhteiskunnalliseen huoleen tulevaisuudesta. Näiden, osittain ristiriitaisten tavoitteiden ratkaisemiseksi CDIO tarjoaa Crawleyn (2007, 22) mukaan uudenlaisen oppimiskäsityksen, jonka viiossa on seuraavat lähtökohdat:

- Koulutuksen tavoitteet perustuvat selkeästi määriteltyihin tavoitteisiin ja



oppimistuloksiin, joiden määrittelyssä ja seurannassa sidosryhmät (työelämän edustajat) ovat vahvasti mukana.

- Oppimistulokset perustuvat järjestelmällisiin kokemusperäisiin oppimiskokemuksiin, joista osa pohjautuu työelämässä tehtäviin projekteihin ja työharjoitteluun.
- Opetuksen sisällön ja osaamisen tulee tukea työelämän vaatimuksia ja samalla tukeutua syvempien teknisten perustaitojen oppimiseen (Inkilä 2011).

## 5 CDIO KOULUTUSOHJELMANA

### 5.1 CDIO Viitekehystenä

Tuotteiden ja järjestelmien elinkaari, CDIO (määrittellä, suunnitella, toteuttaa ja ylläpitää), muodostaa insinööriopintojen viitekehysten. CDIO- koulutusohjelma perustuu ajatukseen, jonka mukaan tuotteiden ja järjestelmien elinkaari muodostaa insinöörikoulutuksen viitekehysten. Määrittellä-suunnitella-toteuttaa-ylläpitää on malli koko tuotteen elinkaarelle. Määrittelyvaihe kartoittaa asiakkaan tarpeet, ottaa kantaa sovellettavaan teknologiaan, liiketoimintastrategiaan ja lainsäädäntöön sekä kehittää käsitteellisiä, teknisiä ja yrityskohtaisia ratkaisuja. Suunnitteluvaihe keskittyy teknisen ratkaisun muodostamiseen, ts. niihin suunnitelmiin, piirroksiin, algoritmeihin ja malleihin, jotka kuvaavat toteutettavaa tuotetta. Toteutusvaihe viittaa suunnitelman muuttamisen tuotteeksi käsittäen valmistuksen, ohjelmoinnin ja laadunvarmistuksen. Ylläpitovaiheessa toteutettua tuotetta käytetään asiakkaan tarpeiden mukaan. Tämä vaihe käsittää myös tuotteen tai järjestelmän huollon, jatkokehittelyn ja mahdollisen poistamisen.

CDIO on insinöörikoulutuksen kulttuurinen viitekehys ja ympäristö, jossa teknistä tietoa ja muita taitoja opetetaan, harjoitetaan ja opitaan. Periaate omaksutaan ohjelmaksi, kun opettajat ovat määrätietoisesti päättäneet ottaa CDIO:n käyttöön, heillä on suunnitelma CDIO-toteutukseen siirtymiselle sekä johdon tuki muutoksille.

Vastavalmistuneiden insinöörien tulee pystyä toiminaan CDIO-mallin mukaisesti, kun kyseessä ovat monimutkaiset tuotteet, järjestelmät ja palvelut nykyaikaisissa, tiimipohjaisissa ympäristöissä. He pystyvät osallistumaan insinööriyöhön ja tuomaan oman panoksensa tuotekehittelyyn työskennellessään insinööriganaatioissa. Tämä on olennainen osa insinöörin ammattitaitoa (Savonia, cdio-periaatteet 2012; Crawley 2012).

### 5.2 CDIO koulutusohjelman tavoitteet

Tavoitteet kuvaavat yksityiskohtaisesti määritellyt oppimistavoitteet henkilökohtaisten ja sosiaalisten sekä tuote- ja järjestelmäkehityksen osaamisen suhteen. Näiden oppimistavoitteiden tulee olla linjassa koulutusohjelman tavoitteiden kanssa. Lisäksi ohjelman sidosryhmien pitää hyväksyä oppimistavoitteet.

Ne tiedot, taidot, arvot ja asenteet, joita pidetään insinöörikoulutuksen oletettuna tuloksena, ts. oppimistavoitteet, kirjataan CDIO-opetussuunnitelmaan. Nämä tavoitteet määrittävät, mitä opiskelijan tulee valmistuttuaan tietää ja osata. Matemaattisten, luonnontieteellisten ja teknisten aineiden lisäksi CDIO-opetussuunnitelma määrittää oppimistavoitteet henkilökohtaisille ja sosiaalisille, sekä tuote- ja järjestelmäsuunnittelun tiedoille ja valmiuksille. Henkilökohtaiset tavoitteet painottavat yksittäisen opiskelijan kognitiivista ja henkilökohtaista kehitystä, esim. insinöörimäistä ajattelua ja ongelmanratkaisua, kokeellisia menetelmiä, systeemiajattelua, luovaa ajattelua, kriittistä ajattelua ja ammattimaista etiikkaa. Sosiaaliset oppimistavoitteet painottavat yksilön ja ryhmän vuorovaikutusta esim. tiimitöissä, johtamisessa ja viestinnässä. Tuote- ja järjestelmäkehittelyn taidot käsittelevät järjestelmien määrittelyä, suunnittelua, toteutusta ja ylläpitoa yritystoiminnassa ja yhteiskunnassa.

Koulutusohjelman tärkeimmät sidosryhmät ovat tarkastaneet oppimistavoitteet varmistaakseen niiden ammatillisen sisällön ja yhteyden ohjelman tavoitteiden kanssa. Sidosryhmät ovat myös mukana määrittelemässä jokaisen tavoitteen oletetun oppimistason.

Selkeiden oppimistavoitteiden asettaminen auttaa opiskelijoita saavuttamaan sopivan perustan heidän tulevaisuuttaan varten. Sidosryhmien edustajat ovat määritelleet vastavalmistuneiden insinöörien keskeiset kompetenssit sekä teknisillä että ammatillisilla alueilla. Lisäksi monet arviointi- ja akkreditointielimet odottavat, että ohjelman tavoitteita voidaan tunnistaa valmistuneiden taitojen, tietojen ja asenteiden mukaisesti (Savonia, cdio-periaatteet 2012; Crawley 2012).

### 5.3 Integroitu opetussuunnitelma

Opetussuunnitelma rakentuu toisiaan tukevista oppiaineista ja siinä selvästi integroituvat henkilökohtaiset, sosiaaliset sekä tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taidot.

CDIO-opetussuunnitelmassa on oppimissisältöjä, jotka johtavat henkilökohtaisten, sosiaalisten, sekä tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taitojen ja valmiuksien hankkimiseen, ja nämä on integroitu oppiaineiden sisällön kanssa. Opetettavat

oppiaineet tukevat toisiaan luoden selvän yhteyden asiaankuuluvien ja tukevien taitojen ja oppimistavoitteiden välille. Selvä opetussuunnitelma osoittaa, miten CDIO-valmiuksen ja oppiaineiden integraatio tulee toteuttaa esim. linkittämällä CDIO-tavoitteita opetussuunnitelmassa oleviin kursseihin ja aktiviteetteihin.

Henkilökohtaisia, sosiaalisia sekä tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taitoja ei pitäisi käsittää jo ennalta täyden opetussuunnitelman lisänä, vaan sen olennaisena osana. Jotta opiskelijat saavuttaisivat asetetut oppimistavoitteet sekä oppiaineissa että henkilökohtaisissa, sosiaalisissa ja tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taidoissa, täytyy sekä opetussuunnitelman että oppimistilanteiden käyttää olemassa olevaa aikaa tehokkaasti. Opettajilla on merkittävä rooli suunnitellessaan integroituja opetussuunnitelmia, koska he ehdottavat siihen sopivia ammatillisia asiayhteyksiä ja ottavat vastuun erityisistä CDIO-tavoitteista kukin omassa opetusalueessaan (Savonia, cdio-periaatteet 2012; Crawley 2012).

#### 5.4 CDIO-oppimisympäristöt

Oppimisympäristöt tukevat ja innostavat käytännöllistä tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taitojen, oppiainesisältöjen sekä sosiaalisten taitojen oppimista.

Fyysinen oppimisympäristö kattaa sekä perinteiset tilat kuten luokkahuoneet, luentosalit ja ryhmä-työtilat, mutta myös laboratoriot, jotka tukevat tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taitojen oppimista yhtä aikaa oppiainesisältöjen kanssa. Oppimisympäristöt tukevat käytännöllistä oppimista, kun opiskelijat itse osallistuvat oppimiseensa ja saavat mahdollisuuden ryhmiin. Tämä tarkoittaa sitä, että opiskelijat oppivat toisiltaan ja voivat tehdä yhteistyötä useiden ryhmien kanssa. Uusien oppimisympäristöjen rakentaminen tai olemassa olevien muuntaminen vaihtelee koulutusohjelman koosta ja koulun resursseista riippuen.

Käytännöllistä oppimista tukevat oppimisympäristöt ovat tärkeitä resursseja oppimisprosessissa, joka käsittelee tuotteiden ja järjestelmien kehittämistä, toteuttamista ja testaamista. Kun opiskelijoilla on mahdollisuus hyödyntää nykyaikaisia työkaluja, ohjelmistoja ja laboratorioita, he pystyvät kehittämään niitä tietoja, taitoja ja asenteita, jotka tukevat tuote- ja järjestelmäsuunnittelun osaamisalueita. Tämä kyky kehittyy parhaiten oppijakeskeisissä, käyttäjäystävällisissä, helppopääsyisissä ja vuorovaikutteisissa oppimisympäristöissä (Savonia, cdio-periaatteet 2012; Crawley 2012).

## 5.5 Aktiiviset opetus- ja oppimismenetelmät

Opetus ja oppiminen perustuvat aktiivisiin, kokemuksellisiin menetelmiin.

Aktiiviset opetusmenetelmät innostavat opiskelijaa ajatteluun ja ongelmanratkaisuun pikemmin kuin passiiviseen tiedonjakamiseen. Luentoihin perustuvilla opintojaksoilla aktiiviset menetelmät voivat sisältää pari- ja ryhmäkeskustelua, esityksiä ja demoja, väittelyitä, käsitteellisiä kysymyksiä ja opiskelijoiden omaa palautetta oppimisestaan. Keskustelu on sosiaalisen vuorovaikutuksen perusmuoto, jossa kieltä käytetään järjestelmällisesti, luovasti ja tavoitteisesti ihmisten kesken (Kauppila 2005, 179). Aktiivinen oppiminen on kokemuksellista silloin, kun opiskelijat toimivat rooleissa, jotka simuloivat ammattimaista insinöörin työtä, esim. eri projekteissa, simulaatioissa ja case-harjoituksissa. Tiedot ja taidot vanhenevat nopeasti varsinkin korkean koulutuksen hankkineille. Se on seurausta tiedon voimakkaasta lisääntymisestä, tiedon kompleksisuudesta, tiedon puoliintumisajasta, teknologisista muutoksista ja innovaatioista, globaalista kilpailusta, kansainvälistymisestä, ja taloudellisen ja sosiaalisen ympäristön muutoksista. Joustavan uran työntekijöillä tulee olla halu, kyky ja tahto sopeutua jatkuvasti muuttuvaan toimintaympäristöön (Ruohotie 2000, 24 ).

Kun opiskelijaa innostetaan itse miettimään käsitteitä ja uusia ideoita, ja kun samalla vaaditaan palautetta niistä, saadaan opiskelija oppimaan enemmän sekä myös ymmärtämään, mitä ja miten hän oppii. Tämä prosessi edistää opiskelijoiden motivaatiota saavuttamaan koulutusohjelman tavoitteet sekä muodostamaan malleja elinikäistä oppimista varten. Aktiivisia menetelmiä käyttämällä ohjaaja voi auttaa opiskelijaa löytämään yhteyden tärkeimpien käsitteiden välillä ja edistää tämän tiedon käyttämistä uusissa sovelluksissa (Savonia, cdio-periaatteet 2012; Crawley 2012).

## 5.6 Opettajien CDIO-taitojen kehittäminen

CDIO-koulutusohjelma tukee opettajia parantamaan omaa osaamistaan henkilökohtaisissa, sosiaalisissa sekä tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taidoissa. Opettajat kehittävät näitä taitoja parhaiten todellisia insinööritaitoja vaativissa tilanteissa. Henkilökunnan kehittämisen laatu ja määrä vaihtelevat eri koulutusohjelmien ja korkeakoulujen resurssien mukaan. Esimerkkejä henkilökunnan osaamista kehittävästä toimenpiteistä ovat jaksot, joiden aikana työskennellään teollisuudessa, tutkimus- ja kehitystoiminta elinkeinoelämän edustajien kanssa,

käytännön kokemuksen arvostaminen rekrytointilanteissa ja ylennyksissä sekä soveltuvat ammatilliset kehittämisprojektit korkeakoulun sisällä.

Jos opettajien oletetaan opettavan henkilökohtaisia ja sosiaalisia sekä tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taitoja ja valmiuksia sekä integroivan niitä oppiainepohjaiseen tietoon, heidän itsensä tulee olla päteviä näillä alueilla. Monet opettajat ovat asiantuntijoita tutkimuksessa ja omassa oppiaineessaan, mutta heillä on melko rajallinen kokemus käytännön insinöörin työstä. Nykypäivän nopea tekninen kehitys vaatii myös säännöllistä tietojen ja taitojen päivittämistä. Opettajien tulee kehittää osaamistaan niin, että he voivat antaa opiskelijoille ajankohtaisia ja aitoja esimerkkejä sekä toimia itse insinöörin roolimalleina (Savonia, cdio-periaatteet 2012; Crawley 2012).

### 5.7 Opettajien opetustaitojen kehittyminen

CDIO-koulutusohjelma tarjoaa tukea opettajille, jotta he voivat kehittää osaamistaan integroidussa opetuksessa, aktiivisessa ja kokemuksellisessa oppimisessa, sekä opiskelijoiden oppimisen arvioinnissa. Kehittämisohjelmien laatu ja laajuus vaihtelevat eri koulutusohjelmien ja korkeakoulujen resurssien mukaan. Opetustaitoja kehittäviä toimenpiteitä ovat esim. opettajille annettava tuki osallistua omiin ja toisten koulujen kehittämisohjelmiin, konferensseihin sekä seminaareihin, joissa keskustellaan ideoista ja käytänteistä. On myös tärkeää kiinnittää huomiota opettajan pedagogisiin taitoihin rekrytointiprosessissa (Savonia, cdio-periaatteet 2012; Crawley 2012).

Jos opettajien oletetaan opettavan ja arvioivan uusilla menetelmillä, he tarvitsevat mahdollisuuden kehittää ja parantaa valmiuksiaan. Monilla korkeakouluilla on kehittämisohjelmia ja yksiköitä, jotka voivat olla yhteistyössä CDIO-koulutusohjelman opettajien kanssa. Jos koulutusohjelma haluaa painottaa opetuksen, oppimisen ja arvioinnin tärkeyttä, sen pitää antaa riittävät resurssit henkilöstön kehittämiseen juuri näillä alueilla. Erilaisilla tiimeillä ja ryhmillä on keskeinen rooli kehittyvissä ja tietoa luovissa organisaatioissa, koska tiimit muodostavat yhteisen kontekstin, jossa ihmisten välinen interaktio ja jatkuva dialogi toteutuvat (Ruohotie, P. 2000, 233).

## 5.8 CDIO-taitojen arviointi

Opiskelijoiden oppimisen arviointi on yksi tapa mitata, miten opiskelija saavuttaa määritellyt oppimistavoitteet. Yleensä opettajat tekevät arviointia omilla opintojaksoillaan. Tarkoituksenmukainen arviointi perustuu erilaisten menetelmien käytölle, joka sovitetaan oppiainekohtaisiin tavoitteisiin sekä henkilökohtaisiin, sosiaalisiin ja tuote- ja järjestelmäsuunnittelun tietoihin ja valmiuksiin. Nämä menetelmät voivat sisältää kirjallisia ja suullisia kokeita, opiskelijoiden havainnointia, opiskelijoiden omaa reflektointia, oppimispäiväkirjoja, portfolioita sekä itse- ja vertaisarviointia.

Jos henkilökohtaisia, sosiaalisia sekä tuote- ja järjestelmäsuunnittelun taitoja ja valmiuksia arvostetaan, ne asetetaan tavoitteiksi ja suunnitellaan opetussuunnitelmaksi, käytössä pitää olla myös tehokkaita arviointimenetelmiä, joilla näitä taitoja ja valmiuksia mitataan. Oppiaineisiin perustuvaa oppimista arvioidaan esimerkiksi suullisilla ja kirjallisilla kokeilla, kun taas CDIO- taitoihin liittyviä valmiuksia mitataan prosessia havainnoimalla ja valmiin tuotteen tarkastelulla. Vaihtelevien menetelmien käyttäminen mahdollistaa eri oppimistyyliä ja lisää arvioinnin luotettavuutta. Näin voidaan varmemmin ratkaista, kuinka hyvin opiskelijat ovat saavuttaneet asetetut oppimistavoitteet (Savonia, cdio-periaatteet 2012; Crawley 2012).

## 6 KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

### 6.1 Koulutuksen lähtökohdat

Konetekniikan koulutusohjelma johtaa tekniikanalan ammattikorkeakoulututkintoon, tutkintonimike on insinööri (AMK). Opintojen laajuus on 240 opintopistettä ja kesto 4 vuotta. Tutkinnon tuottama osaaminen vastaa Euroopan unionin alueella yhteisesti määriteltyä korkeakoulutasoa, mikä mahdollistaa työvoiman ja asiantuntijoiden liikkumisen.

Konealan insinöörin varsin laaja tehtäväkenttä muodostuu pääosin suunnittelu- ja tuotekehitystehtävistä, tuotantoon liittyvistä kehitys- ja ohjaustehtävistä sekä tutkimus- ja opetustehtävistä. Myös projektien johtamiseen sekä markkinointiin, laatuasioihin, huoltoon ja myyntiin liittyvät tehtävät ovat yleisiä. Koneinsinööri toimii yleensä uransa alkutaipaleella tiimitehtävissä ja siirtyy ammattivuosien karttuessa esimiestehtäviin. Nykyään yrityksissä insinöörit toimivat monialaisissa tiimeissä, jotka koostuvat eri alojen ammattilaista ja asiantuntijoista.

Koulutuksen lähtökohta on matemaattis-luonnontieteellinen. Koneinsinööri osaa hyödyntää työssään nykyaikaisia tietokonepohjaisia menetelmiä mukaan lukien 3D-suunnittelujärjestelmät, simulointi ja etäohjelmointi. Tuotekehitysprosessi, tuotteen arkkitehtuuri, tuoterakenne ja modulointi samoin kuin verkostoituneet tuotantojärjestelmät ovat koneinsinöörille tuttuja. Lisäksi koneiden ja laitteiden elinkaariajattelu ja palveluliiketoiminta tulee tutuksi opiskelun aikana. Koneinsinööri tuntee myös tuotannossa ja tuotteessa hyödynnettävän automaation menetelmät ja järjestelmät. Toimiminen kotimaisissa ja kansainvälisissä työyhteisöissä edellyttää koneinsinööriltä kykyä ryhmätyöhön, kirjallista ja suullista esitystaitoa sekä riittävää vieraiden kielten taitoa.

Konetekniikan opinnoissa suuntaudutaan tuotekehitykseen ja tuotantotekniikkaan. Suuntautumisen valinta tapahtuu ensimmäisen lukuvuoden keväällä. Tuotekehityssinsinööri toimii yrityksessä tuotteen asiakkaan toiveiden täyttäjänä. Toiveet tulee täyttää siten, että asiakas on tyytyväinen ja saa tuotteensa sovituksessa aikataulussa, mutta myös niin, että tuote voidaan valmistaa kaupallisesti järkevillä menetelmillä. Tuotekehityssinsinöörin varaan rakentuu valtaosa teollisten yritysten menestyksestä.



Tuotantotekniikasta valmistunut koneinsinööri vastaa koneiden ja laitteiden tuotannon johtamisesta. Opinnoissa perehdytään erilaisiin valmistusmenetelmiin, tuotantoprosesseihin, tuotannon simulointiin ja kokonaisvaltaiseen laatuajatteluun. Valtaosa ammattiopinnoista suoritetaan yritysprojekteilla (Savonia, opetussuunnitelmat 2012).

## 6.2 Osaamistavoitteet

Osaamistavoitteet on luokiteltu osaamisen osa-alueisiin, yleisiin kompetensseihin ja ammatillisiin kompetensseihin. Taulukoissa 2, 3 ja 4 on esitetty osaamisen eri osa-alueet Savonia-amk opetussuunnitelman mukaan (Savonia, insinöörin osaamisalueet 2012).

Taulukko 2. Insinöörin osaamisen osa-alueet.

Osaamisen osa-alue	Osaaminen tasolla 6
<b>Tieto</b>	Insinööri hallitsee laaja-alaiset ja edistyneet tekniikanalan tiedot, joihin liittyy teorioiden, keskeisten käsitteiden, menetelmien ja periaatteiden kriittinen ymmärtäminen ja arviointi. Hän ymmärtää tekniikanalan tehtäväalueen kattavuuden ja rajat.
<b>Työskentelytapaja soveltaminen (taito)</b>	Insinööri hallitsee edistyneet taidot, jotka osoittavat asioiden hallintaa, kykyä soveltaa ja kykyä luoviin ratkaisuihin, joita vaaditaan tekniikanalalla monimutkaisten tai ennakoimattomien ongelmien ratkaisemisessa.
<b>Vastuu, johtaminen, yrittäjyys</b>	Insinööri kykenee johtamaan monimutkaisia ammatillisia toimia tai hankkeita ja työskentelemään tekniikanalan asiantuntijatehtävissä. Hän kykenee päätöksentekoon ennakoimattomissa toimintaympäristöissä. Insinöörillä on perusvalmiudet toimia alan yrittäjänä.
<b>Arviointi</b>	Insinööri kykenee vastaamaan oman osaamisensa arvioinnin ja kehittämisen lisäksi yksittäisten henkilöiden ja ryhmien kehittämisestä.
<b>Elinikäisen oppimisen avaintaidot</b>	Insinöörillä on valmius jatkuvaan oppimiseen. Hän osaa viestiä suullisesti ja kirjallisesti sekä tekniikanalan että alan ulkopuoliselle yleisölle. Hän kykenee itsenäiseen kansainväliseen viestintään ja vuorovaikutukseen ruotsin ja englannin (/saksan) kielellä.

Taulukko 3. Insinöörin yleiset kompetenssit.

Yleiset kompetenssit (Generic competences)	Osaamisen kuvaus (Description of the competence)
<b>Oppimisen taidot</b> (Learning competence)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- osaa arvioida ja kehittää osaamistaan ja oppimistapojaan</li> <li>- osaa hankkia, käsitellä ja arvioida tietoa kriittisesti</li> <li>- kykenee ottamaan vastuuta ryhmän oppimisesta ja opitun jakamisesta</li> <li>- osaa yhdistää yrittäjämäisen toimintatavan osaksi ammatillista kehittymistään ja urasuunnitteluaan</li> </ul>
<b>Eettinen osaaminen</b> (Ethical competence)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kykenee ottamaan vastuun omasta toiminnastaan ja sen seurauksista</li> <li>- osaa toimia alansa ammattieettisten periaatteiden mukaisesti</li> <li>- osaa ottaa erilaiset toimijat huomioon työskentelyssään</li> <li>- osaa soveltaa tasa-arvoisuuden periaatteita</li> <li>- osaa soveltaa kestävän kehityksen periaatteita</li> <li>- kykenee vaikuttamaan yhteiskunnallisesti osaamistaan hyödyntäen ja eettisiin arvoihin perustuen</li> </ul>
<b>Työyhteisöosaaminen</b> (Working community competence)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- osaa toimia työyhteisön jäsenenä ja edistää yhteisön hyvinvointia</li> <li>- osaa toimia työelämän viestintä- ja vuorovaikutustilanteissa</li> <li>- osaa hyödyntää tieto- ja viestintätekniikkaa oman alansa tehtävissä</li> <li>- kykenee luomaan henkilökohtaisia työelämäyhteyksiä ja toimimaan verkostoissa</li> <li>- osaa tehdä päätöksiä ennakoimattomissa tilanteissa</li> <li>- kykenee työn johtamiseen ja itsenäiseen työskentelyyn asiantuntijatehtävissä</li> <li>- omaa valmiuksia yrittäjyyteen</li> </ul>
<b>Innovaatio-osaaminen</b> (Innovation competence)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kykenee luovaan ongelmanratkaisuun ja työtapojen kehittämiseen</li> <li>- osaa työskennellä projekteissa</li> <li>- osaa toteuttaa tutkimus- ja kehittämishankkeita soveltaen alan olemassa olevaa tietoa ja menetelmiä</li> <li>- osaa etsiä asiakaslähtöisiä, kestäviä ja taloudellisesti kannattavia ratkaisuja</li> </ul>
<b>Kansainvälisyysosaaminen</b> (International competence)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- omaa alansa työtehtävissä ja kehittämisessä tarvittavan kielitaidon</li> <li>- kykenee monikulttuuriseen yhteistyöhön</li> <li>- osaa ottaa työssään huomioon alansa kansainvälisyyskehityksen vaikutuksia ja mahdollisuuksia</li> </ul>

Taulukko 4. Koneinsinöörin ammatilliset kompetenssit.

Koneinsinöörin ammatilliset kompetenssit	Osaamisen kuvaus
<b>Koneinsinöörin yleiset kompetenssit (kaikki koneinsinöörit)</b>	
<b>Konetekninen perusosaaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- osaa matematiikan ja fysiikan perusteet ja ymmärtää niiden merkityksen konetekniikassa</li> <li>- tuntee yleiset konetekniikan komponentit ja kone-elimet, niiden toiminta- ja mitoitusperusteet sekä ymmärtää yleisempien koneiden toimintaperusteet</li> <li>- tuntee yleiset konetekniset valmistus- ja mittausmenetelmät sekä yleisimpien materiaalien ominaisuudet</li> <li>- osaa laatia tuotteen teknisen dokumentaation</li> </ul>
<b>Tuotekehitysosaaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- osaa lähestyä ja ratkaista ongelmia/haasteita insinöörimäisesti</li> <li>- tuntee tuotekehitysprosessin vaiheet</li> <li>- hallitsee työskentelyn 3D-suunnittelu-ympäristössä</li> <li>- osaa teknillisen mekaniikan perusteet ja ymmärtää niiden merkityksen suunnittelijan työssä</li> <li>- tuntee suunnittelijan toimintaympäristön yrityksissä</li> <li>- osaa PLM (Product Lifecycle Management) perusteet ja ymmärtää tuotetiedon merkityksen koko tuotteen elinkaarissa</li> <li>- tuntee yleisimmät rakennemateriaalit ja niiden käytön koneenrakennuksessa</li> <li>- ymmärtää massaräätälöinnin, moduloinnin, konfiguroinnin ja standardoinnin perusteet ja näiden merkityksen suunnittelussa ja valmistuksessa</li> <li>- ymmärtää muotoilun (ml. käytettävyyden) ja ympäristöystävällisyyden (LCA=Life Cycle Assessment) vaikutuksen tuotesuunnittelussa</li> </ul>
<b>Valmistustekninen osaaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tuntee merkittävimmät valmistustekniikan menetelmät ja yleisimpien materiaalien ominaisuudet</li> <li>- tuntee valmistustekniikan ja logistiikan vaikutuksen tuoterakenteeseen</li> </ul>
<b>Koneturvallisuusosaaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tietää konedirektiivin vaatimukset ja merkityksen koneen suunnittelussa</li> <li>- tuntee käytettävyyden, ergonomian ja turvallisuuden vaatimukset laitteille ja niitä tukeville toiminnoille</li> </ul>
<b>Tuotantotalouden perusosaaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tuntee myyjän vastuun ja tuotevastuun vaatimukset</li> <li>- tuntee liiketoiminnan perusteet ja yleisimmät tunnusluvut</li> <li>- osaa laskea tuotantokustannukset ja ymmärtää mistä ne koostuvat</li> </ul>
<b>Koneautomaation perusosaaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- osaa valita ja mitoittaa kone- ja laiteautomaation kannalta oleellisia komponentteja ja mekanisointiyksiköitä</li> <li>- osaa rakentaa kone- ja laiteautomaation liittyviä ohjauskytkentöjä sähköisesti ja pneumaattisesti</li> <li>- osaa hydraulikan käytön kone- ja laiteautomaatiossa</li> <li>- Hallitsee virtaustekniikan perusteet</li> <li>- osaa suunnitella ja mitoittaa hydraulikkajärjestelmiä</li> <li>- tuntee hydraulikan erikoiskomponentteja</li> <li>- hallitsee pneumatiikan käytön kone- ja laiteautomaatiossa</li> </ul>
<b>Tuotantojärjestelmien perusosaaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tuntee erilaisten tuotantojärjestelmien toimintaperiaatteet</li> <li>- tuntee tuotannonohjauksen periaatteet</li> <li>- ymmärtää osavalmistuksen ja kokoonpanon menetelmät ja niiden kytkennän tuotekehitykseen</li> <li>- tuntee toimitusketjun toiminta- ja ohjausperiaatteet</li> <li>- ymmärtää laajennetun tuotteen käsitteen</li> </ul>
<b>Ympäristö- ja elinkaariosaaminen konealalla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ymmärtää tuotteiden elinkaariajattelun periaatteet</li> <li>- hallitsee konealan tuotteiden ja -tuotannon ympäristövaikutukset</li> <li>- osaa käyttöikämitoituksen periaatteet</li> <li>- ymmärtää koneiden ja laitteiden ylläpidon ja käytötalouden periaatteet</li> </ul>

### 6.3 Koulutuksen toteutus

Savonian koulutusta ohjaa OIS-ajattelu. Siinä yhdistyvät laadukas oppiminen ja opetus sekä työelämälähtöinen tutkimus- ja kehittämistoiminta. OIS tulee sanoista Open Innovation Space. Opiskelija on aktiivinen toimija ja hän työskentelee erilaisissa tiloissa, ryhmissä, yhteisöissä ja verkko-oppimisympäristöissä. Eri alojen opiskelijat, opettajat, tutkimus- ja kehittämistehtävissä työskentelevät sekä työelämän edustajat yhdessä ratkaisevat käytännöstä nousevia erityyppisiä tehtäviä. Tällä tavoin opiskelussa yhdistyy teoria ja käytäntö.

Savonian koulutusten työelämälähtöisyys toteutuu opettajien monimuotoisen verkostoitumisen kautta. Verkostot varmistavat myös substanssiasiantuntijuiden jatkuvan kehittymisen. Henkilöstö luo oppimistilanteita ja tukee opiskelijan oppimista. Opintotoimisto, kirjasto- ja tietopalvelut, kansainvälisyyspalvelut ja muut tukipalvelut auttavat opiskelussa. Koulutuksessa noudatetaan esteettömyyden sekä kestäväen kehityksen periaatteita (Savonia, opetussuunnitelmat 2012).

## 7 KOULUTUSKONEPAJA

Savonia-ammattikorkeakoulu ja Savon ammatti- ja aikuisopisto ovat suunnitelleet yhdessä alueen yritysten kanssa Koulutuskonepaja-toimintamallia keväästä 2012 alkaen. Hankesuunnittelun tavoitteena on ollut suunnitella ja toteuttaa uudentyyppinen koulutuskonepajan malli, joka tukee sekä alueella annettavaa opetusta ja tutkimusta että yritysten kehitystarpeita.

Kevään 2012 aikana käytiin neuvotteluja oppilaitosten lisäksi alueen yritysten kanssa erityisesti osakeyhtiömuodon mahdollisuudesta koulutuskonepajan toiminta- ja omistusmuotona. Yritysneuvottelujen lopputuloksena kesäkuussa 2012 ilmeni kuitenkin, että yritykset eivät olleet valmiita yhteiseen osakeyhtiömalliin ja katsoivat, että kehittämishanketta on syytä tarkastella oppilaitosten välisenä yhteistyönä.

Savonia ja Sakky etenivät hankkeessa tila- ja laitetarkastelun pohjalta ajatuksena yhteinen toimitila Kylmämäen alueella. Tämä ratkaisu tarkoittaisi Savonian osalta konealan koulutuksen ja TKI:n laitteiden siirtämistä Opistotien kampukselta Kylmämäen tiloihin. Tässä vaiheessa Savonian tekniikan toimintojen siirtyminen pois Opistotieltä nopealla aikataululla oli vielä oletuksena.

Savonia kampushankkeen nykyisessä vaiheessa lisätilojen vuokraaminen ja toiminnan siirtäminen ei ole taloudellisesti ja toiminnallisesti perusteltua, kun samanaikaisesti Savonia-ammattikorkeakoulu joutuu tarkastelemaan kampuksen toteuttamisvaihtoehtoja ja niiden kustannusvaikutuksia hyvin kriittisesti.

Koulutuskonepajan toimintamallissa on Savonian kannalta toivottuja elementtejä runsaasti niin koulutusyhteistyön, laiteyhteistyön kuin yritys yhteistyönkin kannalta. Koulutuskonepajan toimintamalli, jossa insinööriopiskelijat, toisen asteen opiskelijat ja yritysten henkilöt toimivat yhdessä alueen kilpailukyvyn vahvistamiseksi on jatkossakin kehittämisen arvoinen. On myös toiminnallisesti järkevää tarkastella erityisesti tekniikan alan tila- ja laiteratkaisuja osana oppilaitosten omia kampusratkaisuja (Savonia, pöytäkirja 19.12.2012).

Edellinen teksti on Savonian yhtymähallituksen kokouksen 19.12.2012 pöytäkirjasta, joka löytyy Savonia-AMK-santrasta. Mainittu koulutuskonepajan toteutuk-

sen hidastuminen tai jopa sen kokonaan pois rakentaminen ei estä Savoniaa tekemästä yhteistyötä esimerkiksi Sakkyn kanssa. CDIO-opintojen soveltaminen konepajatuotantoon onnistuu myös useissa eri tiloissa. On vain kyettävä hallitsemaan eri tilojen ja opiskelijoiden mahdollistamat tarvittavat yhteiset opinnot. Koulutuskonepaja-ajatus voi toimia Savonian osalta nykyisissäkin tiloissa ja nykyisillä laitteilla. Savonian hallinnoima konepaja voi toimia omien opiskelijoiden avulla tai ulkoa ostetuilla palveluilla. Siellä voi toimia myös muidenkin organisaatioiden työvoimaa ja muiden koulutusalojen edustajia. Koulutuskonepajahanke oli toiveikkaasti alkamassa, kun aloin suunnittelemaan tätä kehittämishanketta. En kuitenkaan tässä vaiheessa anna sen vaikuttaa tämän kehittämishankkeen toteuttamiseen.

## 8 YHTEISTYÖ MUIDEN KOULUTUSALOJEN JA YRITYKSIEN KANSSA

### 8.1 Sakky yhteistyö

Syksyllä 2012 Savonian kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmassa toteutettiin yhteistyöprojekti 2-asteen oppilaitoksen eli Sakkyn (Savon ammatti- ja aikuisopisto) kanssa. Opintojaksolla *modulointi ja massaräätälöinti* määrittelimme ja suunnitelimme neljä erilaista tuotetta valmistettavaksi Sakkylle. Tuotteiden suunnittelusta vastasivat kolmannen luokan suunnittelupainotteiset koneinsinööriopiskelijat, jotka jaettiin neljään ryhmään. Kävimme opintojakson alussa Sakkyn tiloissa tutustumassa konepajaan, jossa tulevat tuotteen valmistetaan. Opiskelijat näkivät samalla konekannan, ja heidän yhteistyökumppanit. Tuotteen menevät valmistettavaksi nuoriso- ja aikuispuolelle. Nuoriso-opetus on Kuopiossa ja aikuisopetus on Toivalassa. Ammatti- ja aikuisopiston haaste on ollut kautta aikain se, että valmistettavista ja myytävistä tuotteista ei ole riittäviä piirustuksia. Tämä tuotteiden valmistuspiirustuksien tekeminen on vielä kesken tätä kirjoitettaessa, joten keväällä ja syksyllä 2013 näemme yhteistyön todelliset toiminnallisuuden ja sen tulokset. Vasta suunnitelmilla toteutettaessa nähdään niiden todellinen onnistuminen.

Opiskelu voi olla CDIO-toiminnassa myös jaettua, jossa eri koulutusalojen opiskelijat suorittavat oman osuutensa niin, että kaikki siinä mukana olleet osapuolet näkevät projektin alusta loppuun. Projektissa voi olla mukana niin 2-asteen, liiketalouden, kuin muotoilukin opiskelijoita.

### 8.2 Yhteistyö muiden koulutusalojen kanssa

Projekteihin voisi ottaa myös mukaan myynnin ja markkinoinnin opiskelijoita suunnittelemaan ja toteuttamaan tuotteiden myyntiä ja kaikkea siihen liittyvää sisältöä. Muotoilun huomioiminen tuotteissa tulisi myös ottaa mukaan, jotta toteutukset olisivat mahdollisimman hyvin huomioitu useasta näkökulmasta katsottuna. Insinööri-, tradenomi- ja muotoiluopiskelijat voisivat näin olla yhteistyössä jo opiskeluvaiheessa. Onhan teollisuuden tosi elämässäkin otettava huomioon erilaiset tarpeet ja yhteistyökuviot. Se kaventaa eri alojen kuilua, ja parantaa yritysten kilpailukykyä, kun asiakkaat saavat parempia ja halutumpia

tuotteita. Opiskelijoiden välinen vuorovaikutus kehittyy, ja eri alan osaajat pystyvät tulkitsemaan ja ymmärtämään toistensa tavoitteita ja pyrkimyksiä.

Monialaisissa projekteissa opettajalla on hyvin merkittävä rooli vuorovaikutuksen ja ilmapiirin syntymisessä. Hyvän ilmapiirin muodostaa vakuuttavuus, rentous, ja positiivinen tunnelma. Sen saa aikaan opettajan määrätietoinen ja suunniteltu toiminta. Hyvää ilmapiiriä myös lisää tasapuolisuuden tunteminen opiskelijoiden joukossa, opettajan kuunteleminen, sopivasti asiassa pysyminen, mutta myös päivän polttavista asioista puhuminen. Opettajan oikeudenmukaisuus on yksi tärkeimpiä tekijöitä. Jämäkkyydellä saa aikaan tietyissä tilanteissa tavoitteiden mukaisia tuloksia, mutta se edellyttää hyvää itsetuntoa ja toisen ihmisen oikeuksien puolustamista. Oikea jäämäkkyys lähtee tasa-arvon tavoitteista ja toisten oikeuksien tuntemisesta (Kauppila 2005, 150).

### 8.3 Ympäröivän liike-elämän huomiointi tuotteiden valmistuksessa

Tuotteita määriteltäessä ja niitä myytäessä tulee ottaa huomioon ympäröivän liike-elämän motiivit. Koska koulujen tarkoituksena on tuottaa näihin yrityksiin sopivia työntekijöitä ja tukea yritysten liiketoimintaa, tulee myytävien tuotteiden olla sellaisia, jotka parantavat opiskelijoiden ammatillisia valmiuksia. Tuotteissa tulee olla samanlaisia toiminnallisia, rakenteellisia ja valmistuksellisia elementtejä, kuin näissä yritysten myytävissä tuotteissa. Koululaitoksen ei ole hyvä kilpailla samoilla markkinoilla samoilla tuotteilla, kuin ympäröivien yritysten, jotta ei syntyisi vääristynyttä markkinatilannetta. Oppilaitoksissa työvoima on hyvin edullista, jota voidaan hyödyntää tuotteen omavalmistuskustannuksia alentavana tekijänä, mutta toisaalta kuluja syntyy enemmän oppimisen prosesseista.



## 9 CDIO-KOULUTUSOHJELMAN INTEGROITUMINEN ERI OPINTOJAKSOIHIN

### 9.1 Nykyiset opintojaksot

Nykyisin 1. vuosikurssin opiskelijoilla on opintojakso *konealan orientaatioprojekti*, jossa hahmotellaan, suunnitellaan, valmistetaan ja testataan höyrykone ja vesipumppu. Tämä tuote ei mene myyntiin ja siitä ei tule koululle rahaa asiakailta. Tuotteella ei ole ostavia asiakkaita ja tuotantoa ei ole tarkoitusta aloittaa.

Toisella ja kolmannella luokilla CDIO-koulutusohjelmaa on sovellettu moottoripyörän kehittämiseen, johon on osallistunut myös liiketalouden ja muotoilun opiskelijoita. Moottoripyörää on valmistettu myös 2-asteen toimesta. Moottoripyörästä ei ole tullut myytävää tuotetta. Niitä on rakennettu yksittäisiä kappaleita lähinnä koulujen aulaan, tai messuille koulun markkinointi välineeksi. Moottoripyörä on ollut kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman imagon nostajana.

CDIO-koulutuskonepajatuotteiden määrittely ja suunnittelu voisi alkaa 2. luokalla, jolloin CDIO-toiminta olisi tullut jo tutuksi 1. vuosikurssin aikana. Opiskelijat ovat opetelleet ryhmäytymisen, projektityöskentelyn periaatteet ja hahmottaneet tietyn kokonaisuuden tavoitteet. Jotta näistä CDIO-projekteista voisi tulla myytäviä tuotteita, ne on määriteltävä, suunniteltava ja valmistettava huolellisesti ja oikeaoppisesti. Kone- ja tuotantotekniikan opiskelijoiden tulisi olla mukana tuotteiden valmistuksessa, jotta todellista kokemuksellisuutta syntyisi koko arvoketjusta.

### 9.2 Palautemekanismin vaikutukset oppimiseen

Kokonaisvaltaisessa CDIO-oppimisessä yksi merkittävin vahvuus on se, että projektin toteutuksen jälkeen voidaan mitata onnistuminen. Suunniteltuja ja valmistettuja tuotteita voidaan testata ja käyttää, jolloin tuotetta käyttäessä tulevat teoreettiset yhteydet suunnitteluvaiheeseen hyvin vahvasti. Tästä syntyy teorian ja käytännön vahva side, jossa suunnitteluvaiheessa syntynyt tiedon soveltaminen saa uutta varmuutta ja käytännönläheisyyttä. Kokemuksesta ja tiedosta riippuen suunnitteluvaiheessa voi olla hyvinkin epätodellisia mielikuvia tietyn rakenteen toimivuudesta. Vasta toteutusvaiheen jälkeen nämä kuvitteelli-



## Tuotantotekniikan opinnot

Perusopinnot : Tuotantotekniikan suuntaavat perusopinnot , 6 op

<a href="#">EKF8200</a>	Fysiikka 2KC		6		
-------------------------	--------------	--	---	--	--

Ammattiopinnot : Tuotantotekniikan suuntaavat ammattiopinnot , 72 op

<b>Tuotantotekniikka</b>					
<a href="#">EKR0050</a>	NC-koneistus			3	
<a href="#">EKR0071</a>	CAM-ohjelmointi			3	
<a href="#">EKR0080</a>	FMS-tekniikka			3	
<a href="#">EKP0052</a>	Automaatiotekniikka			3	
<a href="#">EKZ0806</a>	Tuotannonprojekti			6	
<b>Valmistustekniikka</b>					
<a href="#">EKR0040</a>	Valaminen			2	
<a href="#">EKR0021</a>	Lastuava työstö	3			
<a href="#">EKQ0011</a>	Levytyötekniikka				3
<a href="#">EKJ0090</a>	Valmistettavuus				3
<a href="#">EKB0070</a>	Materiaalioppi	3			
<a href="#">EKZ0805</a>	Valmistustekniikan projekti			5	
<b>Toiminnanohjaus</b>					
<a href="#">EKR0060</a>	Tuotantojärjestelmät		3		
<a href="#">EKQ0031</a>	Kunnossapito		2		
<a href="#">EKR0090</a>	Simulointi				3
<a href="#">EKZ0803</a>	Toiminnanohjauksen projekti				8
<b>Hitsausautomaatio</b>					
<a href="#">EKW0060</a>	Hitsauksen laadunvarmistus				4
<a href="#">EKN0052</a>	Robotiikka		4		
<a href="#">EKW0070</a>	Hitsausprosessit ja -automaatio		3		
<a href="#">EKZ0808</a>	Hitsaustekniikan projekti			8	

## Tuotekehityksen opinnot

<b>Koneensuunnittelutekniikka</b>					
<a href="#">EKB0043</a>	Materiaalin valinta		2		
<a href="#">EKJ0021</a>	Koneensuunnittelu				6
<a href="#">EKJ0034</a>	Käytön suunnittelu				4
<a href="#">EKR0032</a>	Tuotantotekniikka		3		
<a href="#">EKZ0810</a>	Koneensuunnittelun projekti				3
<b>Rakenteiden analysointi</b>					
<a href="#">EKA0041</a>	Dynamiikka			4	
<a href="#">EKA0052</a>	FEM			4	
<a href="#">EKA0060</a>	Lujuusoppi 2		4		
<a href="#">EKZ0811</a>	Rakenneanalyysin projekti				3
<b>Systemaattinen tuotekehitys</b>					
<a href="#">EKJ0042</a>	Tuotekehitysmenetelmät ja ongelmanratkaisu		3		
<a href="#">EKJ0090</a>	Valmistettavuus				3
<a href="#">EKJ0100</a>	Modulointi ja massaräätälöinti			3	
<a href="#">EKT0050</a>	Tuotetiedonhallinta				3
<a href="#">EKZ0812</a>	Tuotekehitysprojekti			2	
<b>Koneautomaatio</b>					
<a href="#">EKN0011</a>	Pneumatiikka ja ohjaustekniikka		4		
<a href="#">EKN0023</a>	Ohjausjärjestelmät ja kenttäväylät			4	
<a href="#">EKP0032</a>	Hydrauliijärjestelmän suunnittelu		3		
<a href="#">EKZ0815</a>	Automaatioprojekti				3

Taulukko 6. Soveltuvat opintojaksot yleisten opintojen osalta.

Soveltuvat opintojaksot yleisten opintojen osalta	sovellettava sisältö ja tuotos
mekaniikka	tukivoimat ja rasituskuvat
lujuusoppi	lujuus, jännitykset ja varmuus
koneenosien suunnittelu	hitsin mitoitus, laakerin laskenta, ruuviliitokset, akselit
valmistustekniikan perusteet	valmistusmenetelmien määrittely ja valinta
tietokoneavusteinen suunnittelu	3D-mallinnus ja piirustukset
hitsaustekniikan perusteet	Hitsiliitoksien määrittely
projektin hallinta	Projektisuunnitelma

Taulukko 7. Soveltuvat opintojaksot tuotantotekniikan opintojen osalta.

Soveltuvat opintojaksot tuotantotekniikan opintojen osalta	sovellettava sisältö ja tuotos
NC-koneistus	koneistettavien osien ohjelmointi
CAM-ohjelmointi	leikattavien osien ohjelmointi
Valaminen	valettavien osien suunnittelu
Lastuava työstö	työstettävien osien määrittely ja valmistustekninen soveltuvuus
Valmistettavuus	Valmistuskustannukset, toimitusvarmuus, valmistuksen laatu
Materiaalioppi	materiaalien valinta
Hitsauksen laadunvarmistus	hitsiliitoksien laatu
Robotiikka	Hitsausrobotin ohjelmointi
Hitsausprosessit ja automaatio	hitsauksen mekanisointi

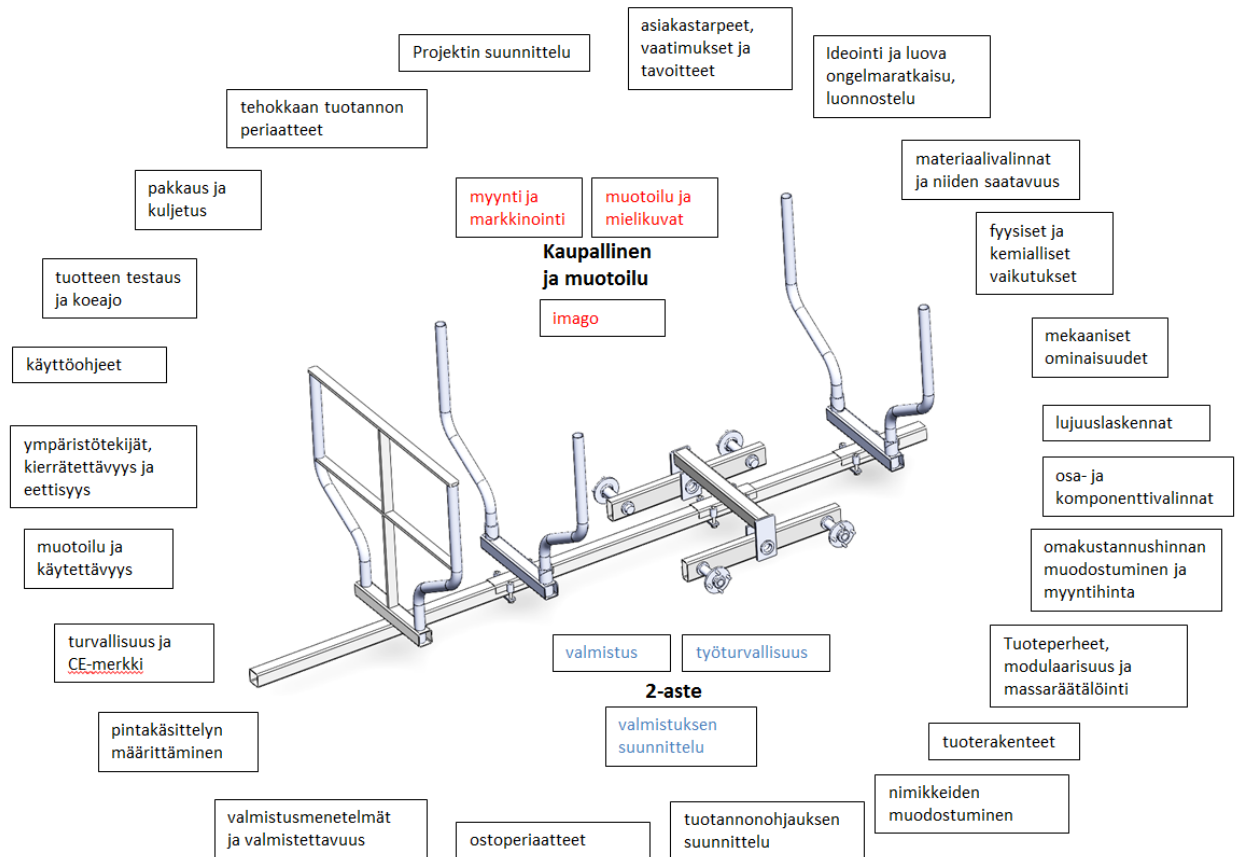
Taulukko 8. Soveltuvat opintojaksot tuotekehityksen opintojen osalta.

Soveltuvat opintojaksot tuotekehityksen opintojen osalta	
materiaalin valinta	materiaalien valinta
koneensuunnittelu	standardit, turvallisuus, määräykset, ce-merkki
käytön suunnittelu	käytettävyys, ergonomia
dynamiikka	liikkeen vaikutukset rakenteissa
FEM	tietokoneavusteinen lujuuslaskenta osille ja kokoonpanoille
lujuusoppi 2	jännitykset ja varmuus
tuotekehitysmenetelmät ja ongelmaratkaisu	ideointi, konsepti, arkkitehtuuri, tuotesuunnittelu, kilpailijavertailu
valmistettavuus	valmistuskustannukset, toimitusvarmuus, valmistuksen laatu
modulointi ja massaräätälöinti	tuotteen modulaarisuus ja massatuotannon suunnittelu
tuotetiedon hallinta	cad -> pdm -> erp määrittely
tuotekehitysprojekti	tuotteen läpivieminen projektina

#### 9.4 CDIO-esimerkkejä tuotteista ja niiden soveltamisesta opintoihin



Esitän tässä kehittämishankkeessa esimerkkituotteita, joka voisivat soveltua myytäväksi tuotteeksi. Olen koonnut yhden esimerkkituotteen ympärille soveltuvia opintojaksoja, joiden sisältöjä voisi soveltaa tuotteen suunnittelussa ja toteutuksessa. Esimerkkituote on mönkijän tukkikärry. Kaupassa myydään samanlaisia vastaavia tuotteita, mutta ne ovat kevytrakenteisia ja vain tietynkokoisia ilman variaatiomahdollisuuksia. Tämä modulaarinen tukkikärry voisi soveltua koulun oman konepajan tuotteeksi, jossa myös tuotannonohjauksella on merkittävä osuus tuotantopainotteisen koneinsinöörin näkökulmasta. Tuotteen ympärille voisi kehittää tuoteperheen ja valikoimaa voisi laajentaa ja kehittää edel-

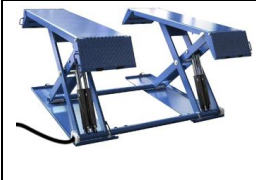



leen. Kuvassa 3 on esitetty mönkijän tukkikärry, jonka uloimmalla kehällä on koneinsinöörin opintojen sisältöjä. Kehän sisällä on kaupallisen ja muotoilun sekä 2-asteen oppilaitosten opintojen sisältöjä. Taulukossa 9 on esitetty muita soveltuvia esimerkkituotteita CDIO-opintoihin soveltuviksi.



Kuva 3. Esimerkkituote CDIO-opintoihin. Opintojaksojen sisältöjä sovellettuna mönkijän tunnikärryyn.

Taulukko 9. Muita soveltuvia esimerkkituotteita CDIO-projekteihin.

	<p>Juontokärry Soveltyvyys 2...3 lk</p>
	<p>Kiuas Soveltyvyys 2...3 lk</p>

	Autonostin Soveltyvyys 3...4 lk
	MP-nostin Soveltyvyys 3...4 lk
	Roskakatos Soveltyvyys 2...3 lk
	Halkomakone Soveltyvyys 3...4 lk

## 10 SWOT-ANALYYSI CDIO-KOULUTUSKONEPAJATOIMINNASTA

Muutokset pitkään samanlaisina oleviin toimintoihin sisältää sekä hyviä, että ongelmallisia asioita. Jos koulutuslaitos ottaa uuden roolin myytävien tuotteiden valmistuksessa ja sen yhdistämisen opetukseen, tulee sellainen toimintatapa suunnitella huolellisesti. Se vaatisi kenties uutta henkilökuntaa koulutuslaitoksessa. Taulukossa 10 on esitetty swot-analyysi myytävien tuotteiden osalta.

Taulukko 10. SWOT-analyysi myytävien tuotteiden osalta.

<b>VAHVUUDET (Strengths)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vahva ammattiosaaminen opettajakunnassa</li> <li>- monipuolinen laitteisto ja tilat valmiina</li> <li>- markkinat olemassa</li> </ul>	<b>HEIKKOUEDET (Weaknesses)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- muutosvastarinta</li> <li>- urautuneet opettajat</li> <li>- kustannusten muodostuminen alussa</li> </ul>
<b>MAHDOLLISUUDET (Opportunities)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- koululaitoksen imagon nostaminen</li> <li>- keskeyttäjien väheneminen</li> <li>- talouden paraneminen</li> <li>- opiskelumotivaation paraneminen</li> <li>- valmiimpia insinöörejä työelämään</li> </ul>	<b>UHAT (Threats)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kokonaisuuden hallinta</li> <li>- paikallisten yrittäjien vastustus</li> <li>- reklamaatioiden määrä</li> <li>- kustannukset nousevat</li> <li>- hajanainen projektin toteutus</li> </ul>

## 11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jos opiskelijat tuottavat oppilaitoksessa todellisia myytäviä tuotteita markkinoille, se antaisi opiskelijoille todentuntuisen käsityksen työelämän- ja markkinoiden tarpeista sekä se tuottaisi oppilaitokselle rahaa. Opintojaksojen harjoitustyöt ja niihin käytetyt työtunnit tulisivat näin hyödynnettyä. Liian usein harjoitustyöt menevät sinne ”ö-mappiin”, vaikka potentiaalia olisi hyödyntää osaamista hyödyllisesti. Tällainen kuviteltu harjoitustyö ei vastaa useinkaan todellisuutta ja sen toimivuutta ja todellisuutta on vaikea mitata. CDIO-tuotoksissa, jotka tulisivat aikanaan myyntiin, voisivat antaa aivan eri luokkaa olevan kokemuksellisen oppimiskokemuksen ja motivaation.

Kaupallisesti myytävät tuotteen sisältävät aina myös riskejä. Asiakastarpeet tulee täytettyä, hinta-laatusuhde tulee olla oikea, turvallisuus hyvää ja tuotteiden toimivuus riittävää. Koulutuskonepajaan tuotetut opiskelijatyöt ovat aina harjoitustöitä, niissä voi olla myös joskus selkeitä puutteita. Nämä puutteet tulisi korjata pätevän ja ammattitaitoisen opettajan ja muun ammattitaitoisten henkilökunnan toimesta jo opintojakson- ja valmistusprosessin aikana.

Toimintatavan uudistuksissa tulee yleensä muutosvastarintaa. Totuttujen tapojen muuttaminen ja heittäytyminen uusiin haasteisiin voi olla varsinkin urautuneiden opettajien kohdalla ongelmallista. Uusi toimintamalli voi tuntua aluksi työmäärältään suurelta ja korkea riskiseltä. Sen hyötyjä ei välttämättä tule huomatuksi. Myytäviä tuotteita projekteissa sekä kurssien liittyminen toisiinsa vaatisi parempaa opettajien välistä vuorovaikutusta, koska se vaatisi tiimityötä, jossa useammat asiat liittyvät toisiinsa. Palaverien määrä kasvaa ja siihen käytetty työaika lisääntyy, jota ei ole määritetty palkanmaksun perusteeksi. Uudet toimintatavat vaativat yleensä raikkaita uusia tuulia ja motivoituneita opettajia.

Jotta opettajat saataisiin mukaan tarvittaviin opetuksen muutoksiin, valitut kehiteltävät tuotteet voisivat olla heidän harrastusten piiristä. Koska opettaja on kurssien vetäjä ja motivoija, hänen täytyy ensisijaisesti olla kiinnostunut opetettavasta aineesta ja sisällöstä. Olisi tärkeää, että konetekniikan opettaja on lähtökohtaisesti kiinnostunut konetekniikasta ja sen soveltamisesta käytännön elämään. Pelkkä teoreettisen tiedon esittäminen ei tuota mieleenpainuvaa ja kokemuksellista oppimiskokemusta.

CDIO-toiminta myytävien tuotteiden osalta voisi alkaa pienimuotoisella ja vähäriskisellä tuotteella. Toimintamallia voisi testata viimeisimpien vuosikurssilaisten kanssa. Toimintamallia voisi milloin vain kehittää paremmaksi ja niin isot, kuin pienetkin muutokset ovat mahdollisia.

Myytäviksi tuotteiksi suunnitellut ja valmistetut tuotteet kehittävät myös kyseisen opintojakson opettajuutta, koska opettaminen keskittyy niihin seikkoihin, jotka parantavat valmistuvien insinöörien valmiuksia toimia työelämässä. Opettajan rooli tulee muuttumaan, jotta valmistuneet insinöörit olisivat CDIO kokemuksellisia ammattilaisia. Myytävän tuotteen suunnittelu ja toteutus voisivat parantaa opettajan motivaatioita. Näin ainakin itse olen kokenut Sakky-projektissa. Opetuksen järjestäminen on yhtä haastavaa, kuin perinteisessä teoriaopetuksessa. Opettajan tulee siis kiinnittää huomioita niihin häneen kohdistuviin odotuksiin, jotka markkinat hänelle asettavat.

Jotta suomalaiset ja Itä-suomi tulisivat jatkossa pärjäämään kone- ja metalliteollisuuden kärjessä, se tulee vaatimaan toimintatapoihin selkeitä muutoksia sekä koululaitoksissa, että yritysten toiminnoissa. Jatkuva kehittäminen ja parantaminen tulisi olla jokapäiväistä toimintaa kaikkialla.



## 12 YHTEENVETO

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmaa tulisi kehittää työelämälähtöiseksi. CDIO-koulutusohjelma ja sen soveltaminen kaupallisiksi tuotteiksi voisi parantaa koneinsinöörin työelämävalmiuksia, parantaa koulun taloutta, nostaa opiskelumotivaatioita, vähentää opintonsa keskeyttäneitä ja parantaa opettajien substanssiosaamista.

Suomen kilpailukyky on laskenut teknologiateollisuudessa. Lähes kaikilla aloilla, kuten myös kone- ja metalliteollisuudessa trendi on ollut laskeva jo muutama vuosi. Työn hinta on noussut ja tuotantotehokkuus ei ole noussut siinä määrin, että olisimme pysyneet kilpailukykyisinä markkinoilla (Teknologiateollisuus 2012, 5).

Koulutusta ja liiketoimintoja tulisi kehittää aivan lähiaikoina selkeästi, jotta yhteiskuntamme kivijalka ei romuttuisi. Hyvinvointimme perustuu pitkälti vientiin. Kone- ja metalliteollisuuden viennin osuus on 21,9 % teknologiateollisuudesta (Wikipedia). Se kuuluu teknologiateollisuuden alaan, joka on noussut suurimmaksi teollisuuden alaksi Suomessa.

Maakuntien alan yritysten edustajilta on tullut palautetta, että valmistuvat koneinsinöörit voisivat olla valmiimpia työhön siirtyessään. Tämä on luonnollinen intressi yrittäjien näkökulmasta, koska insinöörit ovat varsin tärkeässä roolissa liiketoiminnan kehittämisessä ja kilpailukyvyn parantamisessa. Yrityksillä ei ole aikaa kouluttaa itse tarvitsemiaan insinöörejä. Se on kallista ja vie paljon aikaa. Tämä aika tulisi hyödyntää jo kouluajana koululaitoksissa työelämälähtöisesti

Myytävien tuotteiden ottaminen koulutukseen tulisi muuttamaan nykyistä opetuskulttuuria melko voimakkaasti, johon on teoriassa valmiuksia. Opettajat ja muu henkilökunta pitäisi kouluttaa uutta toimintaa varten. Koululaitosten rahoitus pohja on heikkenemässä, joten rahoituksen järjestäminen on siirtymässä yhä enemmän koulun omalle vastuulle. Vastuu koulujärjestelmän muutokselle kuuluu koulun ja osaston johdolle.

## LÄHTEET

Crawley, E. 2002. Creating The CDIO Syllabus, A Universal Template for Engineering. Education. Luettu 30.12.2012. <http://www.cdio.org/knowledge-library/documents/creating-cdio-syllabusuniversal-template-engineering-education>

Inkilä V, Liljenbäck H, Tahvanainen T. 2011. Rakennusmestarien sekä kone- ja tuotantotekniikan opetussuunnitelmien kehittäminen, Tampereen ammatillinen opettajakorkeakoulu. Kehittämishanke.

Kauppila, R. 2005, Vuorovaikutus- ja sosiaaliset taidot. Jyväskylä. PS-kustannus.

Ruohotie, P. Salmela- Aro, K. 2000. Oppiminen ja ammatillinen kasvu. Helsinki. WSOY.

Savonia, cdio-periaatteet 2012. Luettu 15.12.2012.  
<https://santra.savonia.fi/haku/Pages/results.aspx?k=cdio&start1=11>

Savonia, kokouksen pöytäkirja 19.12.2012. Luettu 30.12.2012.  
<https://santra.savonia.fi/ajankohtaista/Documents/2012-KYhallitus-P%C3%96YT%C3%84KIRJA-12-19.pdf>

Savonia, opetussuunnitelmat 2012. Luettu 21.12.2012.  
<http://portal.savonia.fi/amk/opiskelijalle/opetussuunnitelmat/tekniikan-ala-kuopio?konr=2806&yks=KT&toim=KT>

Savonia, opetuksen rakenne 2012. Luettu 21.12.2012.  
<http://portal.savonia.fi/amk/opiskelijalle/opetussuunnitelmat/tekniikan-ala-kuopio?konr=2806&yks=KT&toim=OR>

Savonia, osaamisen osa-alueet 2012. Luettu 21.12.2012.  
<http://portal.savonia.fi/amk/opiskelijalle/opetussuunnitelmat/tekniikan-ala-kuopio?konr=2806&yks=KT&toim=OT>

Teknoliateollisuus 2012. Tilanne ja näkymät 2/2012 artikkeli. Luettu 17.1.2013. [www.teknoliateollisuus.fi](http://www.teknoliateollisuus.fi).

Tenhunen, L., Niittymäki, S. 2011 (toim.). Rocket-hanke, väliraportti 1. Luettu 20.12.2012.  
[http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMKJulkisetDokumentit/Yleisopalvelut/Julkaisupalvelut/Kirjat/tekniikka\\_liikenne/ROCKET\\_valiraportti.pdf](http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMKJulkisetDokumentit/Yleisopalvelut/Julkaisupalvelut/Kirjat/tekniikka_liikenne/ROCKET_valiraportti.pdf)

Wikipedia. Internet tietosanakirja. hakusanalla Suomen talous. Luettu 16.1.2013. [http://fi.wikipedia.org/wiki/Suomen\\_talous](http://fi.wikipedia.org/wiki/Suomen_talous)