



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2007–2013

**HAMK**  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU

## ROCKET-hanke

### väliraportti 1

Lauri Tenhunen & Seppo Niittymäki (toim.)

Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK): Lauri Tenhunen, Seppo Niittymäki, Seppo Aarnio, Marina Weck, Teija Wiberg ja Marja Laurikainen  
Laurea ammattikorkeakoulu (LAUREA): Tarja Meristö ja Jukka Laitinen  
Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT): Martti Mäkimattila  
Metropolia ammattikorkeakoulu (Metropolia): Tomi Ropanen ja Timo Junell  
Kymenlaakson ammattikorkeakoulu (KyAMK): Markku Huhtinen, Erja Tuliniemi ja Timo Pöntynen  
Saimaan ammattikorkeakoulu (Saimia): Jussi Sopenen ja Heikki Turhanen  
Turun ammattikorkeakoulu (TuAMK): Liisa Kairisto-Mertanen, Tero Reunanen ja Juha Kääriä

Lauri Tenhunen & Seppo Niittymäki (toim.)

ROCKET-hanke  
väliraportti 1

Tekijät/työryhmä

**Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK):** Lauri Tenhunen, Seppo Niittymäki, Seppo Aarnio, Marina Weck, Teija Wiberg ja Marja Laurikainen

**Laurea ammattikorkeakoulu (LAUREA):** Tarja Meristö ja Jukka Laitinen

**Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT):** Martti Mäkimattila

**Metropolia ammattikorkeakoulu (Metropolia):** Tomi Ropanen ja Timo Junell

**Kymenlaakson ammattikorkeakoulu (KyAMK):** Markku Huhtinen, Erja Tuliniemi ja Timo Pöntynen

**Saimaan ammattikorkeakoulu (Saimia):** Jussi Sopanen ja Heikki Turhanen

**Turun ammattikorkeakoulu (TuAMK):** Liisa Kairisto-Mertanen, Tero Reunanen ja Juha Kääriä

ISBN 978-951-784-537-3 (PDF)

ISSN 1795-424x

HAMKin e-julkaisuja 2/2011

© Hämeen ammattikorkeakoulu ja kirjoittajat

**JULKAISIJA – PUBLISHER**

Hämeen ammattikorkeakoulu

PL 230

13101 HÄMEENLINNA

puh. (03) 6461

julkaisut@hamk.fi

www.hamk.fi/julkaisut

Hämeenlinna, tammikuu 2011

# ROCKET -hankkeen 1.väliraportti

Lauri Tenhunen & Seppo Niittymäki (toim.)

*Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK)*

*Lauri Tenhunen, Seppo Niittymäki, Seppo Aarnio,  
Marina Weck, Teija Wiberg, Marja Laurikainen*

*Laurea ammattikorkeakoulu (LAUREA)*

*Tarja Meristö, Jukka Laitinen*

*Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT)*

*Martti Mäkimattila*

*Metropolia ammattikorkeakoulu (Metropolia)*

*Tomi Ropanen, Timo Junell*

*Kymenlaakson ammattikorkeakoulu (KyAMK)*

*Markku Huhtinen, Erja Tuliniemi, Timo Pöntynen*

*Saimaan ammattikorkeakoulu (Saimia)*

*Jussi Sopanen, Heikki Turhanen*

*Turun ammattikorkeakoulu (TuAMK)*

*Liisa Kairisto-Mertanen, Tero Reunanen, Juha  
Kääriä*

Hämeenlinna 31.1.2011

## Sisältö

<b>ROCKET -hankkeen 1.väliraportti</b> .....	1
0. Esipuhe .....	5
1. Projektin hallinta (WP1).....	6
2. Tiedottaminen (WP2) .....	8
3. Tutkimus (WP3) .....	9
3.1 Tutkimuksen tavoitteet, rajaukset ja tutkimuskysymykset.....	9
3.2 Ammattikorkeakoulujen rooli PK-yritysten innovaatiotoiminnassa ja kansainvälistymisessä.....	10
3.3 Aiemmat tutkimukset ammattikorkeakoulujen ja yritysten välisestä TKI toiminnasta .....	12
3.3.1 Rocket tutkimuksen lähtökohdat .....	12
3.3.2 Rocket- hankkeen tavoitteet; kehitystoimenpiteet ja tutkimus .....	13
3.3.3 Rocket-hankkeen toteuttajat ja valitut kehitysalueet.....	14
3.3.4 Tutkimusmetodologiat ja toimenpiteet .....	16
3.3.5 Rocket -hankkeen teoreettisen viitekehyksen taustoitus .....	17
3.4 Rocket yritys-kysely ja sen tulokset .....	19
3.4.1 Rocket kyselyn tausta .....	19
3.4.2 Rocket kyselyn rakenne ja aihealueet .....	20
3.4.3 Havaintoja innovaatiotoiminnasta Rocket-kyselyaineistosta.....	22
3.4.4 Korkeakouluyhteistyö Rocketin kyselyaineistossa .....	23
3.4.5 Kansainvälisyys ja tulevaisuuden kasvunäkymät Rocket-yritys-kyselyaineistossa .....	25
3.4.6 Yhteenveto Rocket-kyselyn pohjalta yritysten näkemyksistä .....	29
3.4.7 Viitekehys yritysten ja korkeakoulujen yhteistyöhön Rocket-kyselyn perusteella .....	30
3.5 Lähestymistavat ja tutkimusote .....	33
3.6 Innovaatiotoiminnan ja kansainvälistymisen rajapinnat.....	35
3.7 Rapid Prototyping (pikamallinnus) .....	35
4. Innovaatio- ja tuotekehitysprosessit (WP4) .....	39
4.1 Tutkimuksen tausta .....	40

4.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	41
4.3	Tutkimuksen toteutus .....	41
4.4	Korkeakoulujen innovaatioyhteistyömallit ja niiden vertailu.....	41
4.4.1	CDIO-malli.....	42
4.4.2	LCCE – Oppimisen ja osaamisen ekosysteemi .....	44
4.4.3	Saimia innovaatioprosessimalli .....	45
4.4.4	Laurean LbD-malli viitekehys alueelliseksi innovaatioprosessiksi .....	47
4.4.5	Turun ammattikorkeakoulu ja innovaatiopedagogiikka.....	49
4.5	Innovaatioyhteistyömallien vertailu.....	52
4.5.1	Yhteistyömallien soveltaminen moniammatillisissa innovaatioprojekteissa .....	52
4.5.2	Metallialan yritysten ja korkeakoulujen innovaatorakenteiden kehittäminen.....	52
4.5.3	Metalli- ja koneteknologia-alan yritysten ja korkeakoulujen innovaatioyhteistyö .....	53
5.	Yritysten kansainvälistymisen tukeminen ja kansainväliset verkostomallit (WP5).....	55
5.1	Yritysten kansainvälistymisen tukeminen .....	55
5.2	Nykyaikaisia kansainvälistymismalleja ja strategioita .....	56
5.3	Hankkeen kansainvälistymisen osioon osallistuvat case-yritykset.....	57
5.4	Yritysten kansainvälistymistä koskevia tutkimustavoitteita Venäjän osalta.....	61
5.5	Yritysten kansainvälistymistä koskevia näkökulmia Kiinan osalta .....	63
5.6	ROCKET Benchmarking .....	64
5.61	Benchmarking kohteet .....	64
5.62	Benchmarking -metodologian kehittäminen.....	64
5.7	Opiskelijoiden kansainvälinen harjoittelu .....	65
6.	Toimintasuunnitelma vuosille 2011 ja 2012.....	66
6.1	Vuosi 2011 .....	66
6.2	Vuosi 2012 .....	68
	LÄHTEET.....	69
	TIETEELLISET ARTIKKELIT .....	77

TIETEELLISET ARTIKKELIT

Laitinen, J., Meristö, T., Kettunen, J., Tuohimaa, H. (2010) **Successful partnership and innovation process model for SME's – framework and empirical evidence.** The XXI ISPIM Conference Bilbao, Spain on 6-9 June 2010

Tenhunen, L., Niittymäki, S. (2010). **ROCKET Tools for Metal Product Companies.** The Parliament Magazine's Regional Review. International Press Centre, Boulevard Charlemange 1. Brussels. Issue 19. December 2010. ss. 46-47.

Tenhunen, L. J.; Niittymäki, S. & Aarnio, S. (2010). **Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework** (2010). 1571-1573, Annals of DAAAM for 2010 & Proceedings of the 21st International DAAAM Symposium, ISBN 978-3-901509-73-5, ISSN 1726-9679, pp 0786, Editor B. Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2010

Tenhunen, Lauri & Niittymäki, Seppo & Aarnio, Seppo (2010; 2). **Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework. Published in Additive Layered Manufacturing: Education, Application and Business.** Igor Drstvensek & Slavko Dolinsek (eds.) Scientific Publication of the ICAT 2010 Seminar University of Ljubljana. Institute for Innovation and Development. Maribor, Slovenia 2010. ISBN 978-961-248-242-8, COBISS.SI-ID 65536513.

Söderlund, Aaro & Kääriä Juha (2010), **Case Floating EcoCity Tianjin China**, Sustainable Architecture & Urban Development Vol 1. pp.435-450, CSAAR Press 2010. ISBN: 978-9957-540-00-5.

## 0. ESIPUHE

ROCKET – hanketta toteutettavat HAMK, KyAMK, Laurea, LUT Lahti, Metropolia, Saimaan AMK ja TuAMK. Toteutuksen kansainvälisenä yhteistyöverkostona on METNET -verkosto ja eräät kiinalaiset ja venäläiset korkeakoulut. Hankkeen päärahoittaja on Päijät-Hämeen liitto EAKR-rahoituksella. Rocket –hankkeen tavoitteena on kehittää suomalaisiin korkeakouluihin sellaisia verkottuneita rakenteita, jotka pysyvästi tukevat suomalaisten metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoimintaa ja kansainvälistymistä erityisesti CEE-maiden ja Aasian maihin suuntaan.

Hanke on jaettu kuuteen työpakettiin (WP): 1. Projektin hallinta, 2. Tiedottaminen, 3. Tutkimus, 4. Innovaatioprosessit sekä 5. Kansainväliset verkostomallit ja kansainvälistymisen resursointi. Hankkeen tutkijat, tutkimusorganisaatiot, näkökulmat ja tehtävät on esitetty oheisessa taulukossa:

<b>Henkilö/Organisaatio</b>	<b>WP nro, tehtävä ja kirjoittajavastuu (kappale)</b>
Lauri Tenhunen/HAMK	1.-6. Projektin vastuullinen johtaja, 5 ja 6, osio 2 RPS
Seppo Niittymäki/HAMK	1.-6. Projektipäällikkö, 0-2, 3.1, osio 2 RPS
Marina Weck/HAMK	5. Kansainvälistyminen Venäjänkielisiin maihin, 5.4
Teija Wiberg/HAMK	1.-2 Projektin hallinta ja tiedottaminen
Seppo Aarnio/HAMK	4. Osio pikamallinnus (Rapid Prototyping), 3.7, osio 2 RPS
Marja Laurikainen/HAMK	5. Osio kansainvälisen harjoittelun kehittäminen 5.7
Tarja Meristö/LAUREA	3.-6. Laurean osion projektipäällikkö, 3.4, osio 2 Bilbao
Jukka Laitinen/LAUREA	3.-6. Tutkija, 3.4, 4.4.4 osio 2 Bilbao
Martti Mäkimattila/LUT	3-6. LUT:n osion projektipäällikkö 3.2-3.3
Tomi Ropanen/Metropolia	4. Metropolian osion projektipäällikkö, 4
Timo Junell/Metropolia	4. Tutkija, 4
Markku Huhtinen /KyAMK	4. KyAMKin osion projektipäällikkö, 4.4.2
Erja Tuliniemi /KyAMK	2.,4.,5. Tutkija ja koordinaattori 4.4.2
Timo Pöntynen/KyAMK	5. Tutkija
Jussi Sopenen/Saimia	1-6. Ohjausryhmän jäsen, aiemmin projektipäällikkö
Heikki Turhanen /Saimia	4.-5. Projektipäällikkö, 4.4.3
Liisa Kairisto-Mertanen /TuAMK	4.-5. Ohjausryhmän jäsen, tutkija, 4.4.5
Tero Reunanen /TuAMK	4.-5. Projektipäällikkö, tutkija, 4.4.1
Juha Kääriä /TuAMK	4.-5. Tutkija, osio 2 Eco City
Klaus Söderlund/TuAMK	Osio 2 Eco City

Tämän väliraportin laatimiseen ovat osallistuneet edellä mainitut suomalaiset tutkijat. Lisäksi panoksensa ovat antaneet Professori Olga A. Tretyak ja Timofey Rodchenkov (Moscow State University, Higher School of Economics HSE), Professori Alex Settles ja Ludmila Petrova (Moscow State University, Higher School of Economics HSE), Professori Vera N. Minina ja Elena Dmitrienko (St Petersburg State University, Graduate School of Management, GSOM).


Tämän väliraportin tekemiseen ovat osallistuneet edellä mainitut suomalaiset ja venäläiset tutkijat, joille esitämme nöyrimmät kiitokset. Loppuraportin kokonaisuuden ovat työstäneet Lauri Tenhunen ja Seppo Niittymäki.


## 1. PROJEKTIN HALLINTA (WP1)

Ohjausryhmien(OHRY) kokoukset ovat toteutuneet alkuperäisen suunnitelman mukaan. Maksatushakemukset on jätetty ajallaan 4 kk jaksoissa. Maksatushakemuksiin on liitetty tiivistelmä kunkin osatoteuttajan toiminnasta seurantakauden aikana. Seurantaraportit on jätetty 30.6. ja 31.12.2010 tilanteen mukaan. Väli raportti on jätetty 31.12.2010 tilanteen mukaan. Talousasiat on hoitanut ROCKETin taloustiimi ROCKET -päätöksen mukaan.

Ohjausryhmä (Taulukko 1) on kokoontunut kolme kertaa: 7.12.2009, 7.6.2010 ja 8.11.2010. Ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut Arto Ranta-Eskola.

<b>ROCKET Ohjausryhmä</b>	
<b>Henkilö</b>	<b>Organisaatio</b>
Petri Veijalainen	Päijät-Hämeen liitto
Osmo Väistö	Hämeen liitto
Harri Jokinen	Teknoliateollisuus ry
Arto Ranta-Eskola, ohjausryhmän pj.	Rautaruukki Oyj
Jukka Vuolle	Orima Oy
Liisa Kairisto-Mertanen	TuAMK
Markku Huhtinen	KyAMK
Martti Mäkimattila	LUT
Jukka Nisonen	Saimaa
Tarja Meristö	Laurea
Pekka Salonen	Metropolia
Lauri Tenhunen	HAMK
Seppo Niittymäki, sihteeri	HAMK
Aki Haimi	HAMK

  
 Euroopan unioni  
 Euroopan aluekehitysrahasto

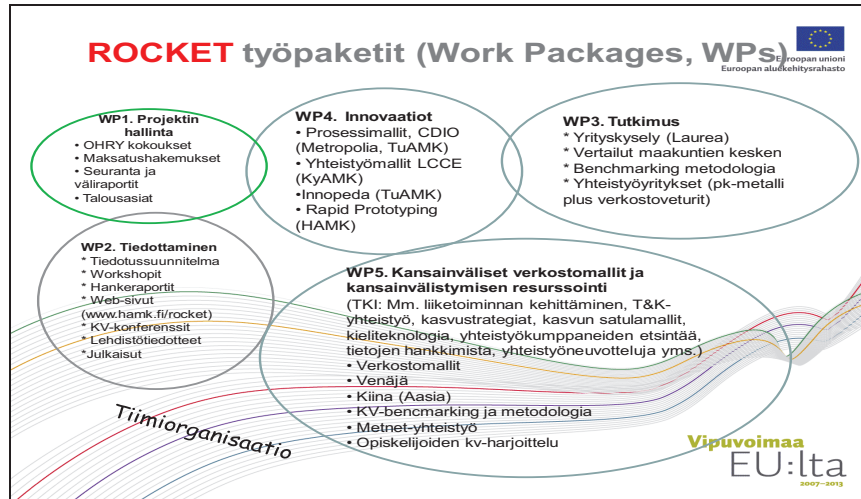
  
 Vipuvoimaa  
 EU:lta  
 2007-2013

Taulukko 1. ROCKET-hankkeen ohjausryhmä.

ROCKET-projektin kokonaisuus ja työpaketit (WP, Work Package) on havainnollistettu kuviossa 2. Projekti koostuu viidestä eri työpaketista:

- WP 1: Projektin hallinta
- WP2: Tiedottaminen
- WP3: Tutkimus
- WP4: Innovaatioprosessit
- WP5: Kansainväliset verkostomallit ja kansainvälistymisen resursointi.





Kuvio 2. ROCKET -projektin kokonaisuus ja työpaketit

Korkeakoulujen vetovastuut on esitetty taulukossa 2. Innovaatioprosessimallista vastaa Metropolia yhdessä Turun AMK:n kanssa, tutkimuksen koordinoinnista vastaa LUT. HAMK vastaa Rapid Prototyping palvelumallista, kansainvälistymisestä ja METNET -verkostosta, tiedottamisesta, kansainvälisten yhteistoimintarakenteiden kehittämisestä tutkija- ja opiskelijavaihdon kehittämiseksi, seminaareista ja workshoppeista sekä hankeraportoinnista.

Taulukko 2. ROCKET -projektin tuotteet ja vetovastuut.

Tuotteet		V = vetovastuu		x = aktiivinen osallistuminen			
	HAMK	Laurea	Kyamk	Saimia	Metrop	Turku	LUT
Innovointiprosessimallit	x	x	x	x	V	x	x
Yhteistyömallit esim. CDIO	x	x	x	x	V	x	x
Rapid Prototyping –toimintamallit (HAMK)	V	x	x	x	x	x	x
Yritysten kansainvälistyminen mm. Metnet –verkosto (www.hamk.fi/metnet)	V	x	x	x	x	x	x
Tiedottaminen							
a. Tiedotussuunnitelma	V	x	x	x	x	x	x
b. Seminaarit ja workshopit							
c. Hankeraportit							
d. Nettisivut ja muut							
Tutkimus							
a. Maakuntakohtaiset tapaustutkimukset (LUT)							
b. Vertaileva tutkimus (LUT)	x	x	x	x	x	x	V
c. Benchmarking ja benchmarking -metodologia (HAMK)							
Yhteistoimintarakenteita kansainvälisen tutkija- ja opiskelijavaihdon kehittämiseksi	V	x	x	x	x	x	x
Seminaareja ja workshoppeja	V	x	x	x	x	x	x
Hankeraportti	V	x	x	x	x	x	x

## 2. TIEDOTTAMINEN (WP2)

ROCKET -hankkeen tiedotusta on toteutettu seuraavasti:

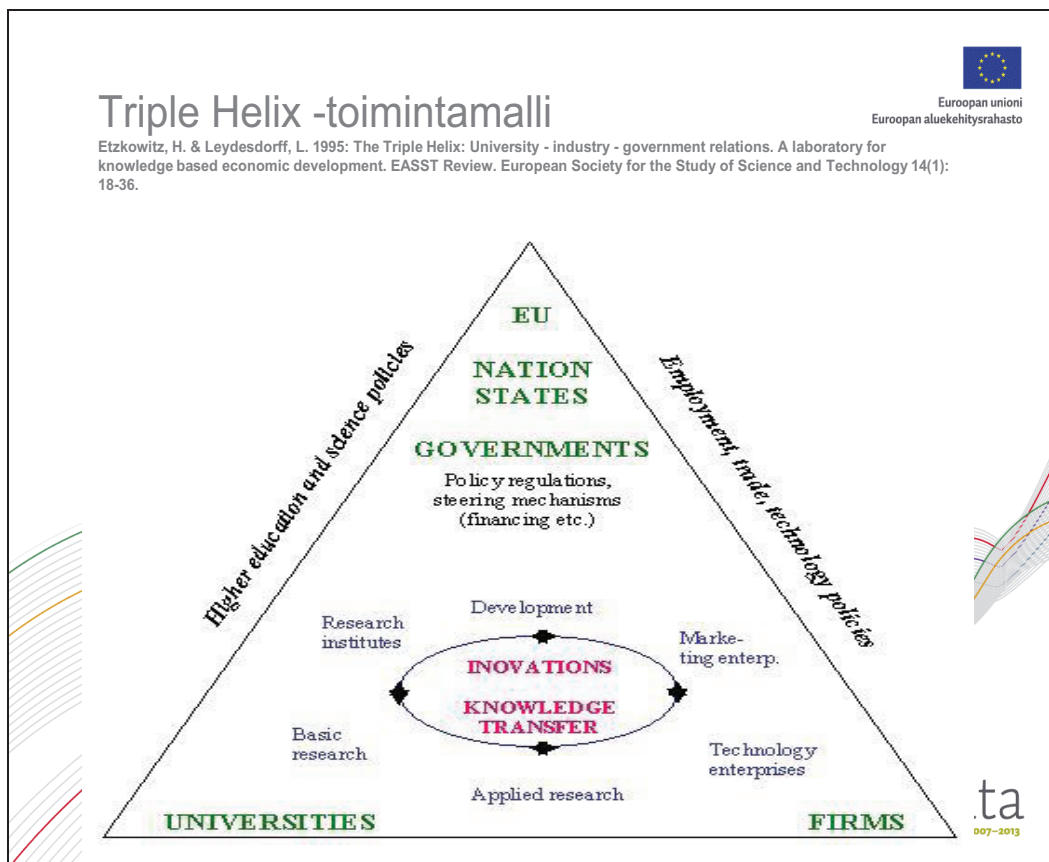
- Kick off Meeting ja lehdistötiedote hankkeen alussa sekä hankkeen web-sivun määrittely [www.hamk.fi/rocket](http://www.hamk.fi/rocket) (21.1.2010).
- Kone- ja metallituotealan yrityksille suunnattu verkkokysely ja alkukartoitus, jolla selvitettiin yritysten nykytilanne ja tavoitteet innovaatiotoiminnan kehittämiseen ja kansainvälistymiseen. Kyselyjä lähetettiin 548 kpl ja saatiin 65. Kyselyistä saatiin esiin useita potentiaalisia mukaan tulevia yrityksiä. Kyselyn laatijana ja pääkoordinaattorina toimi LAUREA, muut korkeakoulut määrittivät maakuntansa kyselyjen kohteet.
- Yrityskohtaiset neuvottelut, joiden tuloksena on saatu mukaan noin 30 yritystä (tavoite 20) metalli- ja koneteknologian alalta.
- Ulkomailla ROCKET on ollut esillä kansainvälisissä konferensseissa mm. Bilbaossa Espanjassa, Puolassa Poznanissa, Sloveniassa Nova Goricassa ja Kiinassa järjestetyissä yritys- ja yliopistotapaamisissa. Hankkeella on omat web-sivut [www.hamk.fi/rocket](http://www.hamk.fi/rocket), joilla on esillä kaikki keskeinen julkaistava materiaali. Kansainvälisiä julkaisuja ovat mm. seuraavat: Tenhunen, Lauri; Niittymäki, Seppo; Aarnio Seppo (2010), Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework pp. 21-33. ICAT 2010. ISBN 978-961- 248-242-8 ja kesäkuussa 2010 ISPIM-konferenssissa Bilbaossa esitetty verkkokyselyyn perustuva artikkeli (Meristö ja Laitinen, Laurea). Turun AMK on julkaissut erittäin innovatiivisen artikkelin teräsrakenteisiin perustuvasta kelluvasta kaupungista: Söderlund, Aaro & Kääriä Juha (2010), Case Floating EcoCity Tianjin China, Sustainable Architecture & Urban Development Vol 1. pp.435-450, CSAAR Press 2010. ISBN: 978-9957-540-00-5. Lisäksi on toteutettu lukuisia kansainvälisiä esitelmiä mm. Poznanissa (Tenhunen, Aarnio, Niittymäki; HAMK ja Kairisto-Mertanen (Turku AMK).
- EU:n Parlamentin tiedottajien pyynnöstä ROCKETista on julkaistu tiedote ”ROCKET Tools for Metal Product Companies” (Dissemination) Parlamentin tiedotuslehdessä The Parliament Magazine’s REGIONAL Review (Tenhunen, Niittymäki 2010, ss. 46-47).
- Lehdistötiedotteet (3 juttua paikallislehdissä)

### 3. TUTKIMUS (WP3)

#### 3.1 Tutkimuksen tavoitteet, rajaukset ja tutkimuskysymykset

Rocket –hankkeen tavoitteena on kehittää suomalaisiin korkeakouluihin sellaisia verkottuneita rakenteita, jotka pysyvästi tukevat suomalaisten metalli- ja koneteknologia-alan yritysten **innovaatiotoimintaa** ja **kansainvälistymistä** erityisesti CEE-maiden ja Aasian maihin suuntaan.

Hanke edistää Triple Helix -raameissa yritysten ja korkeakoulujen yhteistyötä innovaatio- ja T&K-toiminnassa sekä tehostaa yritysten kansainvälistymispyrkimyksiä (kuviot 3).



Kuvio 3 Triple Helix -raami ja toimintamalli (Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. 1995).

**Innovaatiotoimintaa** koskevassa osuudessa tavoitteena ja tutkimuskysymyksenä on selvittää, *miten suomalaisiin korkeakouluihin luodaan sellaisia verkottuneita rakenteita, jotka pysyvästi tukevat korkeakoulujen ja erityisesti suomalaisten metalli- ja koneteknologia-alan PK-yritysten innovaatiotoimintaa*. Tutkimuskysymykset ja niiden vaiheittainen eteneminen on kuvattu kohdassa 4.2.

**Kansainvälistymistä** koskevassa osuudessa tavoitteena ja tutkimuskysymyksenä on selvittää, *miten olemassa olevien verkostojen pohjalta voidaan kehittää entistä kehittyneempiä asiakasorientoituneita verkostoja kansainvälisen liiketoiminnan edistämiseen ja kansainväliseen Enterprise – University -yhteistyön T&K&I -toiminnassa erityisesti metalli- ja koneteknologian toimialalla*. ROCKET -hankkeessa kansainvälistymisen kohdemaat ovat Venäjä, Itä-Euroopan valtiot (CEE) ja Kiina sekä muut Aasian valtiot. Useimmat noin kolmestakymmenestä hankkeen case-yrityksestä ovat kiinnostuneita Venäjän tai Kiinan markkinoille menemisestä ROCKET -hankkeen avustuksella. Parhaiden toimintatapojen ja tarvittavien

verkostojen tunnistaminen eri maissa ovat hankkeen keskeisiä tavoitteita. Pääkysymyksestä johdetut Venäjää ja Kiinaa koskevat tutkimuskysymykset on esitetty kappaleissa 5.4 ja 5.5.

### 3.2 Ammattikorkeakoulujen rooli PK-yritysten innovaatiotoiminnassa ja kansainvälistymisessä.

Kansainvälisessä kilpailussa yritysten ja yritystoimintaa tukevien organisaatioiden yhteinen innovaatiotoiminta ja kansainvälisten verkostojen hallinta saa entistä suuremman merkityksen. Tähän käytännön haasteeseen koulutusorganisaatiot vastaavat sekä tarjoamallaan palveluilla että perinteisesti kouluttamalla korkeatasoisia ammattilaisia yritysmaailman ja tukiorganisaatioiden käyttöön. Ammattikorkeakouluilla ja PK-yrityksillä on luontainen mahdollisuus hyötyä toisistaan, mutta tämä edellyttää toimivia yhteistyömuotoja, osaamista ja verkostoja. Yritysten näkökulmasta toiminnan pitää olla liiketoiminnallisesti tuottavaa, jotta ollaan valmiita panostamaan yhteistyöhön rajallisia resursseja. Pääsääntöisesti PK-yritysten on nähtävä konkreettinen hyöty jo yhteistyötä aloitettaessa ja ammattikorkeakoulujen on kyettävä vastaamaan odotuksiin tai yritykset etsivät tarvittavat yhteistyökumppaninsa muualta. On myös olennaista, että yritykset tietävät ammattikorkeakoulujen tarjoamista palveluista ja tuntevat oikeat kontaktikanavat.

Ammattikorkeakoulujen tehtävänä on harjoittaa opetusta palvelevaa ja työelämää sekä aluekehitystä tukevaa alueen elinkeinorakenteen huomioon ottavaa soveltavaa tutkimus- ja kehitystyötä (laki § 351/2003, 564/2009). Ammattikorkeakoulut vakinaistettiin osaksi suomalaista korkeakoulujärjestelmää vasta 1990-luvun puolivälissä. Lainsäädäntö toki mahdollisti niissä tehtävän TKI-toiminnan alusta asti, mutta varsinaisiksi tehtäviksi tutkimus, kehittäminen ja innovaatiotoiminta tulivat vuoden 2003 ammattikorkeakoululain myötä. Tarkennetun lainsäädännön taustana oli ajatus siitä, että korkeakoulussa on oltava tutkimustoimintaa koulutuksen lisäksi, sillä nämä tukevat toisiaan. Ammattikorkeakoulutuksen tehokkaan dynamiikan oletetaan syntyvän TKI-työn ja koulutuksen vuorovaikutuksesta. Vuorovaikutus on tärkeää sekä toiminta-alueen työ- ja elinkeinoelämän että työelämälähtöisen koulutuksen kehittämiseksi. TKI-toiminnan tulee siis rakentua työelämä- ja yritysälähtöisesti sekä alueellisista tarpeista ja vahvuuksista hyödyntäen. (Harmaakorpi et al 2010; Vestala et al. 2010)

Ammattikorkeakoulujen TKI-työtä ohjaa alueellinen toimintaympäristö mm. yksityisen sektorin toimialarakenne, etäisyys muihin ammattikorkeakouluihin sekä yliopistoihin, rahoituslähteet ja alueelliset strategiat. Tehokas vuorovaikutus alueella hyödyttää sekä ammattikorkeakoulua että ympäristöä. Ammattikorkeakoulujen tulisi toimia sellaisella rakenteella, että ne voivat varmistaa aluekehitys- ja työelämälähtöisyystehtävänsä sovitulla tavalla. Erityisesti PK-sektorin näkökulmasta maantieteellinen läheisyys on tärkeä tekijä yhteistyössä. Suomen innovaatiojärjestelmän kansainvälisessä arvioinnissa ammattikorkeakouluilla todettiin olevan keskeinen rooli alueellisten innovaatiojärjestelmien kehittämisessä. (Vestala et al. 2010)

Alueellinen TKI-toiminta ammattikorkeakouluissa ja yrityksissä edellyttää kuitenkin usein myös kansainvälistä näkökulmaa. Kansainvälistymisen kehittäminen innovaatiotoimintaa tukevana osana on haaste suomalaiselle korkeakoulujärjestelmälle ja sen yritys yhteistyölle. Yritysten innovaatioverkostojen tutkimuksessa on kiinnitetty liian vähäistä huomiota myös kohdemaiden korkeakoulujen rooliin. Yliopistojen ja yhtiöiden välillä on organisaatioon liittyviä kulttuuri- ja tietämyseroja, mikä muodostaa usein lisähaasteita yhteistyön onnistumiselle. Ammattikorkeakoulujen TKI-strategioiden mukaan myös kansainvälisen yhteistoiminnan kehittämistä painotetaan ja siihen panostetaan jatkossa aiempaa enemmän. Ammattikorkeakoulujen tuoreiden (2009) linjausten mukaan niiden TKI-toiminta pohjautuu innovaatiotoimintaan rajattomassa maailmassa, kysyntä- ja käyttäjälähtöisyyteen, innovatiivisiin yksilöihin ja yhteisöihin sekä systeemisyteen. (Vestala et al. 2010, Hong et al. 2010)

Opetusministeriön selvityksen (2010:8 - Ammattikorkeakoulujen tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta innovaatiojärjestelmässä) mukaan ammattikorkeakoulut ovat voineet monipuolistaa ja kehittää toimintaansa, sekä rahoituslähteitään kansainvälistyessään. Ammattikorkeakoulujen roolia pk-yritysten kansainvälistymisosaamisen kehittämisessä voitaisiin kuitenkin edelleen lisätä kyseisen raportin mukaan. Myös työvoiman houkuttelussa ja korkeakoulu yhteisön rikastuttamisessa ulkomaisten ja maahanmuuttajataustaisten opiskelijoiden ja henkilökunnan rekrytoinnilla on suuri merkitys nykyisessä kansainvälisessä verkottuneessa toimintaympäristössä. Tämä koskee sekä korkeakouluja että yrityksiä.

Rocket-hankkeessa pyritään huomioimaan myös ko. raportin (2010:8) toimenpide-ehdotukset, jotka ovat sovellettavissa osallistuvien ammattikorkeakoulujen ja PK-yritysten välisten rakenteiden kehittämisessä.

Toimenpide-ehdotukset lainattuna Opetusministeriön muistiosta (2010:8) huomioitavaksi Rocket-hankkeessa soveltuvin osin:

- Rakenteellinen kehittäminen: Korkeakoulujen ja tutkimusjärjestelmän rakenteellisessa kehittämisessä huomioidaan yhteistyö ja työnjako koulutuksen ja tutkimuksen ympäristöjen suunnittelussa ja käytössä kaikkien TKI-toimijoiden ja kouluttajien kesken, mikä lisää mm. niin kansallista kuin kansainvälistä TKI- ja tutkimusinfrastruktuuriyhteistyötä. Korkeakoulujen rakenteellisessa kehittämisessä vahvistetaan korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja muiden tahojen yhteistyötä siten, että niistä muodostuu yhdessä alueellisesti toimiva kokonaisuus.
- Systemaattinen yhteistyö innovaatiojärjestelmässä. Ammattikorkeakoulut vahvistavat entisestään rooliaan välittäjäorganisaationa perustutkimuksen, soveltavan tutkimuksen sekä kehitystyön välimaastossa.
- Kysyntä-, käyttäjä- ja tarvelähtöisyys: Ammattikorkeakoulut vahvistavat tarvelähtöistä/kysyntä- ja käyttäjälähtöistä TKI-toimintaansa sekä parantavat sen laatua ja vaikuttavuutta. Erityisesti PK -yritysten ja julkisen sektorin toimintaan sekä palveluinnovaatioiden kehittämiseen liittyvää TKI-toimintaa lisätään.
- Kansainvälistyminen: Ammattikorkeakoulut tekevät laajemmin yhteistyötä keskenään sekä yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa kansainvälistymisessä. TKI-toiminnassa tämä tarkoittaa esimerkiksi liikkuvuuspalveluita, kansainvälistä TKI-yhteistyöhankkeita jne.
- Ammattikorkeakoulujen strategioissa otetaan entistä paremmin huomioon TKI-toiminnan ja opetuksen integrointi ja työelämäyhteyksien vahvistaminen, oppimisympäristöjen ja -menetelmien kehittäminen sekä opetussuunnitelmien kehittäminen integrointia tukeviksi.

Ammattikorkeakoulujen TKI-toimintaa on kuvattu pääsääntöisesti soveltavana tutkimuksena, projektitoimintana, ongelmanratkaisuprosessina ja palvelutoimintana. Yliopistojen tieteellisen tiedon tuottamiseen verrattuna ammattikorkeakoulut ovat suuntautuneet enemmän käytännön toimintaa korostaen, jolloin myös tutkimus on enemmän sidottu kehittämiseen. (Vestala et al. 2010; Harmaakorpi et al. 2010; Lytinen et al. 2008)

### 3.3 Aiemmat tutkimukset ammattikorkeakoulujen ja yritysten välisestä TKI toiminnasta

Tutkimusta tuottavien yksiköiden ja elinkeinoelämän vuorovaikutusta on yleensä aiemmin analysoitu kansallisesti ja tällöinkin tarkastelun kohteena on usein ollut tiedon yhdensuuntainen siirto yliopistoista tai ammattikorkeakouluista yrityksiin. Tuoreet tutkimukset (Lyytinen et al. 2008, Harmaakorpi et al. 2008, 2010) osoittavat ammattikorkeakoulujen TKI-hankkeiden pyrkivän vastaamaan ensi sijassa yritysten ja julkisyhteisöjen sekä opetuksen tarpeisiin. Tällöin TKI-toiminnan muotoja ovat yleensä tuotteiden, prosessien, palveluiden tai työkäytänteiden kehittäminen sekä työelämän toimijoiden konsultointi. Työelämän tarpeita palvelevan tutkimus- ja kehitystoiminnan toteuttaminen vaatii ammattikorkeakouluilta yhteistyötä eri toimialoja ja sektoreita edustavien tahojen kanssa. Lyytisen et al. tutkimuksissa tehtyjen kyselyiden perusteella ”T&K-hankeyhteistyö on säännöllisintä yritysten sekä oman ammattikorkeakoulun eri alan yksiköiden kanssa. Tärkeimpinä T&K-hankeyhteistyön syinä T&K työtä tekevät pitivät kumppaneiden yhteistä kiinnostuksen kohdetta, aktiivista suhtautumista yhteistyöhön ammattikorkeakoulun kanssa sekä yritysten kehitystarpeisiin vastaamista. Sen sijaan tieteenalan kehittäminen tai henkilöstön tieteellisten intressien edistäminen eivät korostuneet T&K-hankeyhteistyön syinä.” TKI yhteistyökumppaneiden erilaiset tavoitteet, toimintatavat tai osaamisalueet eivät osoittautuneet sinänsä merkittäviksi yhteistyön ongelmiksi. Sen sijaan keskeisimmät haasteet liittyivät TKI-toiminnan sekä ammattikorkeakoulun oppilaitosroolin ja sen opetuksellisten tavoitteiden joustavaan yhdistämiseen. ”Tähän liittyy monia organisatorisrakenteellisia hidasteita sekä toimijoiden riittämättömästä keskinäisestä tuntemuksesta, tiedon puutteesta sekä yritysten ja ammattikorkeakoulujen erilaisista aikajänteistä johtuvia haasteita.” (Lyytinen et al. 2008)

Rocket hankkeen alustavat selvitykset tukevat aiempia tutkimustuloksia myös metalliteollisuuden ja Rocket- hankkeeseen osallistuvien ammattikorkeakoulujen osalta. Etenkin opetuksellisten aikajänteiden yhdistäminen yritysten aikatauluihin näyttäisi alustavasti olevan yhteistyötä merkittävästi ohjaava tekijä.

#### 3.3.1 Rocket tutkimuksen lähtökohdat

Yritysten ja korkeakoulujen innovaatiotoiminnan käytännön kontekstit, tiedon hankinta ja levittäminen sekä tiedon soveltaminen ja hyödyntäminen, ja niiden välinen vuoropuhelu näyttävät tarjoavan paljon käyttämätöntä potentiaalia innovaatioihin. Tämä potentiaali on paljolti käyttämättä, koska toimintatavat käytäntölähtöisten, verkottuneiden ja eri tietoperustojen yhdistävien innovaatioprosessien edistämiseksi puuttuvat (Harmaakorpi & Melkas 2008). Näihin teemoihin Rocket-tutkimus pyrkii osaltaan tuomaan uusia näkökulmia ja ratkaisukeinoja paneutumalla toimijoiden innovaatiotoiminnan verkottuneisiin rakenteisiin kansainvälinen toimintaympäristö huomioiden. Tutkimuksen on tarkoitus heijastaa käytännöllistä ja moniarvoista näkökulmaa innovaatiotoimintaan korkeakoulujen ja PK-yritysten välillä.

Toistaiseksi on tehty vain vähän tutkimusta sellaisista heterogeenisistä innovaatioverkostoista, joissa on ollut mukana eri sektoreita edustavia, hyvin erityyppisiä ja erilaisista lähtökohdista toimivia organisaatioita. Myös innovaatiotoimintaan liittyvän tiedon tutkimus on haastavaa, sillä näiden verkostojen toiminta ja tarpeet tiedon suhteen poikkeavat selkeästi yksittäisen toimijoiden tarpeista ja ongelmista. (Harmaakorpi & Melkas 2008)

Tutkimuksen kohteena ovat erityisesti yritysten ja ammattikorkeakoulujen yhteistyö ja uudet toimintamallit tässä yhteistyössä. Tutkimusmateriaalina käytetään Rocket- hankkeen osallistujien osaprojekteissa kertyvää aineistoa.

### 3.3.2 Rocket- hankkeen tavoitteet; kehitystoimenpiteet ja tutkimus

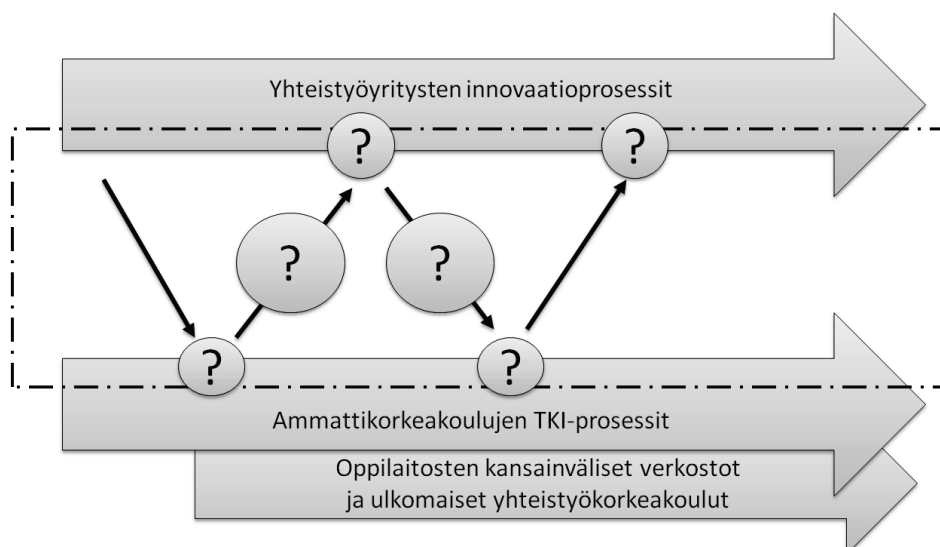
Metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoimintaa ja kansainvälistymistä tukevien verkostojen ja rakenteiden kehittäminen suomalaisiin korkeakouluihin (akronyymi ROCKET)

Rocket hankkeen tavoitteena on kehittää suomalaisiin korkeakouluihin sellaisia verkottuneita rakenteita, jotka pysyvästi tukevat korkeakoulujen ja suomalaisten metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoimintaa ja kansainvälistymistä erityisesti CEE-maiden ja Aasian maihin suuntaan.

Rocket-hanke sisältää mm.

- Yritysten ja korkeakoulujen yhteistyöhön soveltuvat innovointiprosessimallit.
- Yritysten ja korkeakoulujen yhteistyömallit laboratorio-, tutkimus- ja testauspajatoiminnassa ml. CDIO -toimintamalli (Conceiving, Designing, Implementing, Operating) ja LCCE (Learning and Competence Creating Ecosystem) pilotoinnit teknisten aineiden opiskelussa ja yritys yhteistyössä.
- Yritysten tuotekehitystä nopeuttavat Rapid Prototyping -toimintamallit.
- Yritysten kansainvälistymisen resursointia (liiketoiminnan kehittäminen, T&K-yhteistyö, kasvustrategiat yms.) palvelevat yritysten ja korkeakoulujen yhteiset kansainväliset verkostomallit (yhteistyössä mm. Metnet -verkoston kanssa).

Hankkeen tuloksena syntyvät uudet rakenteet edistävät tiedonvaihtoa ja parhaiden käytäntöjen yleistymistä sekä innovaatiotoiminnan ja kansainvälistymisen vaatiman tietotaidon lisääntymistä alan yrityksissä ja korkeakouluissa. Kehittyneet innovaatioprosessimallit antavat korkeakouluille entistä paremmat mahdollisuudet osallistua kansainvälisiin verkostoihin ja tehokkaaseen innovaatioiden käyttöönottoon sekä korkeakouluissa että yrityksissä (kuvio 4).



Kuvio 4. Vuorovaikutus innovaatioprosesseissa

### 3.3.3 Rocket-hankkeen toteuttajat ja valitut kehitysalueet

Rocket hankkeessa kehitetään verkottuneita rakenteita, jotka pysyvästi tukevat suomalaisten yritysten innovaatiotoimintaa ja kansainvälistymistä. Uudet rakenteet edistävät myös tiedonvaihtoa ja parhaiden käytäntöjen yleistymistä sekä innovaatiotoiminnan ja kansainvälistymisen vaatiman tietotaidon lisääntymistä alan yrityksissä ja korkeakouluissa. Rocket-hankkeen välittömän kohderyhmän muodostavat suomalaiset korkeakoulut, joihin hankkeen tarkoittamia resursointia, muutoksia ja toiminnallisia malleja rakennetaan. Välillisen kohderyhmän muodostavat metalli- ja konepajateollisuuden yritykset, jotka hyötyvät jatkossa kehittyneestä yhteistyöstä korkeakoulujen kanssa innovaatiotoiminnassa ja kansainvälistymiskehityksessä.

Hanketta ovat toteuttamassa seuraavat osallistajat:

#### **LUT, Lappeenrannan teknillinen yliopisto - Lahti School of Innovation**

LUT LSI päätoimenpiteenä on hankkeen tutkimustoiminnan ohjaaminen ja raportointiin osallistuminen sekä innovaatioprosessimallien kehittämisen tukeminen. Tavoitteena on auttaa osallistujia löytämään yhteinen systemaattisen tutkimus- ja raportointimalli, sekä koordinoita tutkimusta. Tutkimuksen laatimisesta ja osakokonaisuuksien tuottamisesta vastaa jokainen osatoimija itse.

#### **HAMK**

Rocket-hankkeen tavoitteena on kehittää suomalaisiin korkeakouluihin sellaisia verkottuneita rakenteita, jotka pysyvästi tukevat suomalaisten metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoimintaa ja kansainvälistymistä erityisesti CEE-maiden ja Aasian maihin suuntaan. HAMK on hankkeen pääorganisoiija ja vastaa hankkeen hallinnoinnista (WP1), tiedottamisesta ja raportoinnista (WP2), tutkimusosion (erityisesti benchmarkingin kehittäminen) toteutumisesta yhteistyössä muiden osapuolten kanssa (WP3) ja kansainvälistymisen verkostomalleista (WP 5) sekä Rapid prototyping kokonaisuuksien kehittämisestä Rocket-hankkeen osakokonaisuuksina.

#### **Laurea AMK**

Laurean pedagogiikka perustuu tiiviiseen yhteistyöhön toiminta-alueen yritysten ja muiden organisaatioiden kanssa. LbD-toimintamalli (Learning by Developing) on kehittämispohjaisen oppimisen malli, jonka mukaan opitaan tutkien ja kehittäen samalla kun tutkitaan ja kehitetään hankekumppanien toimintaa. Malli luo perustan alueelliselle kehittämisverkostolle, jonka keskeisenä osana ovat opiskelijat (Raij 2007, Kallioinen 2008). Laurean rooli Rocketissa on erityisesti Länsi-Uudenmaan kone- ja metallituoteyritysten tapaustutkimusten toteuttaminen sekä innovaatio – ja kansainvälistymisprosessimallien kehittäminen yhdistämällä LbD- Innorisk- malli toisiinsa. Laurea on toteuttanut Rocketissa myös verkkokyselyn kone- ja metallituoteyrityksille Länsi-Uudellamaalla, Kanta- ja Päijät-Hämeessä, Etelä-Karjalassa ja Kymenlaaksossa.

#### **Metropolia**

Metropolia vastaa Rocket -hankkeen toteutuksesta pääkaupunkiseudulla. Metropolian vahvuudet ovat testaus- ja laboratoriotoiminnan, sekä benchmarking-metodologian kehittämisessä. Metropolian tavoitteet liittyvät mm. CDIO -toimintamallin (Conceiving, Designing, Implementing, Operating) käyttöön teknisten



aineiden opiskelussa ja yritys yhteistyössä. Keskeisenä ideana on työelämälähtöisyyden lisääminen opiskeluun mm. projektityöskentelyllä.

### **KYAMK**

KYAMK vastaa projektitoteutuksesta Kymenlaakson alueella ja toteuttaa oman korkeakoulunsa puitteissa hankkeeseen liittyviä pilottitoteutuksia sekä tapaustutkimukset yhdessä sovitulla tavalla. KYAMK on kokenut Venäjän kaupan yhteistyöpartneri ja haluaa kehittää kykyänsä metalli- ja konepajayritysten kansainvälistymisen resursoijana. KYAMK on kiinnostunut myös CDIO -toimintamallin kokeilusta yhtenä työelämäyhteistyön muotona. Muut KYAMKin tavoitteet hankkeessa ovat Rapid Prototyping -mallin kehitystyö yhdessä alan yritysten kanssa sekä KymiTechnology osaamiskeskuksen kehittäminen hanketavoitteiden suuntaisesti. KYAMK on erityisesti kiinnostunut innovaatioimintamallien kehittämisestä yhdessä yritysten kanssa KymiTechnology osaamiskeskuksessa LCCE-mallin mukaan (ks. kappale 4.).

### **Turku AMK**

Turun ammattikorkeakoulu rakentaa yhteistyötä metalli- ja konepajayritysten kanssa sekä omien testauspajojensa että Turun Koneteknologiakeskus Oy:n avulla. TUAMK vastaa hankkeen toteutuksesta Varsinais-Suomen alueella. Erityisenä kehittämiskohteina ovat innovaatioprosessit ja innovaatiopedagogiikka.

### **Saimaan AMK**

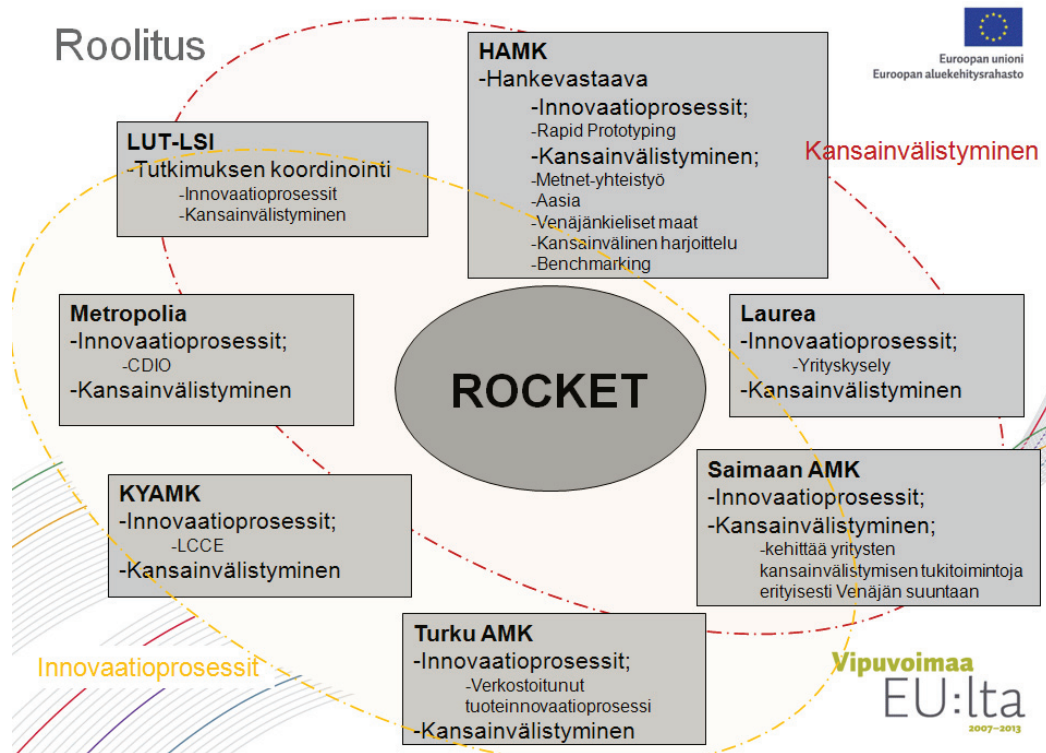
Saimaan ammattikorkeakoululla on kokemusta innovaatiotoiminnasta sekä yritysten kansainvälistymisen tukemisesta Kaakkois-Suomessa, erityisesti Venäjän suuntaan. Saimaan amk:n omat tavoitteet liittyvät mm. Rapid Prototyping -mallin edelleen kehittämiseen yritys yhteistyössä sekä yritysten kansainvälistymisen tuen resurssointiin pysyvällä tavalla. Lisäksi Saimaan amk haluaa testata CDIO -toimintamallin (Conceiving, Designing, Implementing, Operating) käyttökelpoisuutta teknisten aineiden opiskelussa ja yritys yhteistyössä.

### **Yhteistyöyritykset**

ROCKET-projektissa on noin 30 yhteistyöyritystä. Alkuperäinen tavoite oli 20. Kaikki yritykset toimivat metalli- ja koneteknologia-alalla. Yritykset ovat valtaosin pk-yrityksiä lukuun ottamatta Rautaruukki Oyj:a ja Raute Oyj:a, jotka ovat mukana ns. veturiyrityksinä.

### **Työpaketit**

Ohjausryhmän toiveen mukaisesti toiminta jaettiin työpaketteihin, joiden tarkoituksena on helpottaa monijäsenisen ja laaja-alaisen hankkeen hallintaa. Työpaketeiksi sovittiin ; WP 1 Rocket - Projektin hallinta , WP 2 Tiedottaminen, WP 3 Tutkimus, WP 4 Innovaatiot ja WP 5 Kansainvälistyminen. Tutkimuksellisesti olennaista on, että WP4 ja WP5 tuottavat tutkimusmateriaalia WP 3 käyttöön.



Kuvio 5. Korkeakoulujen roolit Rocket-hankkeen tutkimuksessa.

### 3.3.4 Tutkimusmetodologiat ja toimenpiteet

Lahdessa järjestettiin 9.3.2010 ja 26.10.2010 tutkimukseen liittyvät workshopit. Tutkimuksen työpajoissa keskusteltiin työpakettien sisällöstä, niiden rajapinnoista toisiinsa nähden sekä yhteistyön haasteista. Päivät sisälsivät tutkimuksen tekemiseen liittyvän teoriapakettien tutkimusmetodologioista sekä eri menetelmien eduista ja rajoitteista, sekä tiivistelmän innovaatiotoimintaan liittyvistä käsitteistä kommunikoinnin ja tutkimuksen laadun varmistamiseksi. Tuottamalla kaksi tutkimukseen keskittyvää yhteistyöpäivää, sekä osallistumalla aktiivisesti muiden Rocket- osapuolien järjestämiin työpajoihin on pyritty rakentamaan yhtenäistä tutkimuksellista otetta sekä raportointia siten, että Rocket-hankkeessa määritellyt tavoitteet täyttyisivät.

Metodologisesti tutkimus asemoituu deskriptiivisen ja normatiivisen välimaastoon, hyödyntäen sekä laadullista että määrällistä tutkimusta. Tavoitteena on tuottaa vertailevaa case analyysiä sekä hyödyntää myös ns. toimintotutkimuksellista otetta. Konstruktivisena tavoitteena on tuottaa työkalupakkeja ja hyvin toimivia käytäntöjä sovellettavaksi ammattikorkeakoulujen ja yritysten väliseen yhteistyöhön.

Vuoden 2010 alkupuolella Laurean johdolla suoritettiin verkkopohjainen kysely yritysien. Kyselyn tarkoituksena oli kartoittaa alustavasti kone- ja metalliteollisuuden yritysten toimintatavat ja näkemykset innovaatiotoiminnasta, kansainvälisyydestä sekä yhteistyöstä korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa. Kukin tutkimusosapuoli lähetti kyselyn oman alueensa kohdeyrityksille sähköpostitse. Kyselyn kohdealueina olivat Länsi-Uusimaa (Laurea), Kanta- ja Päijät-Häme (HAMK, Etelä-Karjala (Saimia) ja Kymenlaakso (KyAMK).

Vastauksia saatiin kaikilta alueilta yhteensä 65. Vastausmäärät vaihtelivat huomattavasti alueittain kohdeyritysten ja muistutusten määrästä riippuen. Kaikkien alueiden vastaajaryitykset tosin olivat hyvin kotimaapainotteisia, mikä johtui osaltaan vastaajaryitysten pienestä koosta. Tärkein innovaatioiden lähde vastaajaryityksille ovat kaikilla alueilla asiakkaat. Kokonaisuuden hallinta ja myös tulevaisuuden ennakointi korostuivat innovaatioprosessin vaihejaossa. Noin puolella vastaajista oli kokemusta korkeakoulu yhteistyöstä ja osa oli kiinnostunut yhteistyöhön myös Rocket-hankkeen puitteissa. Yrityskyselyn tuloksia on esitelty tarkemmin kappaleessa 3.4.

Jatkamalla PK-yritysten ja ammattikorkeakoulujen innovaatioprosessien kytkennän analysointia sekä kehittämistä, ja kansainvälisten verkostojen rakentamista on tavoitteena yhdistää esitetystä teoriaviitekehityksessä käytännössä toimivien rakenteiden kehittämiseksi yritysten ja ammattikorkeakoulujen välille.

Metropolian johdolla on laadittu syventävää kysely / haastattelupohjaa yritysten ja ammattikorkeakoulujen innovaatioprosessien analysoimiseksi ja kehittämiseksi. HAMKin johdolla on selvitetty erilaisia kansainvälisiä verkostoja tukemaan ko. innovaatiotoimintaa. Molemmat lähestymistavat tähtäävät innovaatiotoimintaa tukevan vuorovaikutuksellisen oppimisen lisäämiseen potentiaalisten organisaatioiden välille.

Vuoden 2010 aikana tehtiin vertailua eri ammattikorkeakoulujen käyttämistä ja kehittämistä yhteistyömalleista, kuten LCCE ja CDIO. Metropolian johdolla paneuduttiin yritysten ja ammattikorkeakoulujen innovaatioprosessien sekä yhteistyön analyysiin liittyvään problematiikkaan. Opetuksen ja palvelutoiminnan yhdistäminen kattamaan korkeakoulujen ja yritysten eri osastojen välisen innovaatiotyhteistyön muodostaa käytännön haasteet, joihin tulisi kyetä vastaamaan käytännön tasolla. Näitä WP 4 haasteita esitellään tarkemmin väliraportin ko. osuudessa. Samoin HAMKin kansainvälistymisosoituksen toimenpiteet esitellään WP 5 kertovassa osuudessa. HAMK on myös kantanut pääroolia pikamallien hyödyntämisen analyysistä metalliteollisuuden ja ammattikorkeakoulujen yhteistyömuotona, sekä innovaatiotoiminnan työkaluna. Tämän väliraportin yhteydessä ovat myös aiheesta julkaistut artikkelit ja esitykset.

### **3.3.5 Rocket -hankkeen teoreettisen viitekehityksen taustoit**

Teknologioiden nopea kehitys ja kansainvälisten markkinoiden monimutkaisuus tekevät miltei mahdottomaksi hallita innovaatioprosesseja tai kansainvälistymistä yksin ilman yhteistyökumppaneita. Toiminta edellyttää jatkuvaa verkostoitunutta tiedon hankintaa, omaksumista ja hyödyntämistä yhteistyössä erilaisten organisaatioiden kanssa. Yritykset sekä muut niitä tukevat organisaatiot kohtaavat haasteet lisätä omaa osaamistaan ja laajentaa verkostojaan, sekä kehittää tarvittavia rakenteita tukemaan resurssien tehokasta käyttöä ja kehittämistä osana moniulotteisia toisiinsa liittyviä prosesseja. Tämä käytännön toiminnan tarvelähtöisyys luo hyvät edellytykset Rocket -hankkeen tutkimus- ja kehittämistoiminnalle vuorovaikutuksessa eri osapuolien kanssa.

Innovaatioiden johtamisesta ja innovaatiotoimintaan liittyvistä rakenteista on paljon kirjallisuutta ja tutkimusta (vrt. lähdeluettelo). Perinteisen lineaarisen analyttisen ongelmanratkaisuun perustuvan tuotekehityksen ja tiedelähtöisen innovaatiotoiminnan rinnalle ovat kuitenkin nousseet tekemiseen ja vuorovaikutukseen perustuvat innovaatiomallit. Näiden prosessien tutkiminen, sekä etenkin PK-yritysten ja ammattikorkeakoulujen toiminnan vuorovaikutuksen kehittäminen tukemaan näitä toisiaan täydentäviä toimintamalleja prosessien eri vaiheissa, oletettavasti parantaa yritysten innovaatiotoimintaa ja korkeakoulujen tarjoamaa palvelua.

Yritykset jotka yhdistelevät STI, Science Technology Innovation, mallia ja DUI, Doing Using Interacting, mallia kykenevät tuottamaan uusia tuotteita ja palveluita paremmin kuin vain toista näistä tavoista käyttävät yritykset (Jensen et al. 2007). Käytäntölähtöisen innovaatiotoiminnan tiedontuotantoprosessi on erilainen kuin tiedelähtöisen innovaatiotoiminnan. Gibbons et al. (1994) määrittelee kaksi erilaista tiedontuotantoprosessia. Moodissa 1 tiedontuotantoprosessit toteutuvat yleensä yhden tieteenalan sisällä ja ne lähtevät usein liikkeelle homogeenisestä teoriapohjasta. Moodissa 2 tiedontuotantoprosessit taas yhdistelevät heterogeenisiä tiedonintressejä monitieteisesti, usein hyvin käytännöllisissä ympäristöissä. (Melkas & Uotila 2008)

Absorptiivinen kapasiteetti (Cohen & Levinthal 1990; Zahra & George 2002) käsite kuvaa sitä, miten yritys tutkimus- ja kehittämistoiminnassaan etsii organisaation ulkopuolista tietoa, sulauttaa ja muuntaa saamaansa sitä, sekä miten yritys hyödyntää ja soveltaa tätä tietoa omassa toiminnassaan. Myöhemmin käsitettä on käytetty myös kuvaamaan organisaatioiden välistä tiedonsiirtoa ja sen seurauksena tapahtuvaa oppimista. Oppimista tapahtuu esimerkiksi organisaatioiden muodostaessa strategisia kumppanuuksia ja verkostoituessaan toisten yritysten ja muiden toimijoiden, kuten yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa. (Uotila & Ahlqvist 2008)

Absorptiivinen kapasiteetti perustuu innovaatioiden kannalta neljään pääkomponenttiin: uuden tiedon hankintaan, tiedon sulauttamiseen, tiedon muuntamiseen ja lopulta tiedon hyödyntämiseen organisaation toiminnassa. Uuden tiedon hankinnalla (acquisition) tarkoitetaan toimijan kykyä tunnistaa ja löytää sellaista organisaation ulkopuolella tuotettua tietoa, joka on organisaation toiminnan kannalta uutta ja merkityksellistä. Uuden tiedon sulauttamisella (assimilation) tarkoitetaan niitä organisaation toiminnallisia prosesseja ja rutiineja, jotka mahdollistavat organisaation ulkopuolelta lähtöisin olevan uuden tiedon analysoinnin, prosessoinnin, tulkinnan ja ymmärtämisen. Uuden tiedon muuntamisella (transformation) tarkoitetaan toimijan kykyä kehittää niitä toimintojaan, jotka edistävät uuden tiedon liittämistä osaksi organisaation jo olemassa olevia tietovarantoja ja -rakenteita. Tiedon hyödyntäminen (exploitation) liittyy niihin toimijan rutiineihin, prosesseihin ja toimintoihin, jotka mahdollistavat organisaation kompetenssien edelleen kehittämisen tai kokonaan uudenlaisten kompetenssien luomisen. (Uotila & Ahlqvist 2008; Cohen & Levinthal 1990; Zahra & George 2002)

Avoin innovaatio (Chesbrough 2003) haastaa yritysten kyvyn hyödyntää toisten toimijoiden osaamista ja tietoa, sekä myös oman osaamisen kaupallistamisen uudella tavalla. Kansainvälisten verkostojen merkitys saa myös uudenlaisen roolin avoimen innovaation paradigmassa. Erilaisten tietokanavien hallinta ja absorptiivinen kapasiteetti antaa uudenlaisen roolin myös oppilaitoksille tiedon välittäjänä ja verkostojen rakentajina. Avoin innovaatiotoiminta hyödyntää erityisesti innovaatioverkostojen heikkoja linkkejä (Granovetter 1973) ja rakenteellisia aukkoja (Burt 2004). Yritykset ovat jopa muuttaneet ajattelunsa tutkimus- ja kehittämispainotteisesta lähestymistavasta ”verkostoidu ja kehitä” ajatusmalliin (esim. Huston & Sakkab, 2006). Tämä on seurausta huomioista, että rajapintainnovaatioiden synnyttäminen vaatii laaja-alaista tietoa ja verkostoa, jota harvoilla organisaatiolla yksin kansainvälisilläkin markkinoilla toimiessaan on. Innovaatioverkostojen tarkoitus on yhdistää erilaisia toimijoita keskenään, mikä puolestaan mahdollistaa uusien ja innovatiivisten yhdistelmien ja ratkaisujen syntymisen. Sosiaalisen pääoman merkitys korostuu verkostoituneessa innovaatiotoiminnassa. (Harmaakorpi 2008)

Koska innovaatiotoimijoilla on erilaiset tavoitteet ja taustat toisinaan vaaditaan eräänlaista tulkintatyötä verkoston kutomisen lisäksi, Burt kuvaa tätä tiedon brokeroinniksi rakenteellisissa aukkoissa. Tiedon brokerointia tekevät usein alueellisen innovaatiojärjestelmän välittäjäorganisaatiot – tai ainakin näiden pitäisi toimia kyseisessä roolissa. Tällaisia organisaatioita ovat esimerkiksi alueelliset tiede- ja teknologiapuistot, yrityskehitysorganisaatiot sekä organisaatiot yliopistoissa, korkeakouluissa ja tutkimuskeskuksissa. ”Tiedon brokerointi näissä organisaatioissa voi tapahtua esimerkiksi (1) tekemällä rakenteellisen aukon molemmilla puolilla olevat ihmiset tietoisiksi toisen ryhmän intresseistä ja haasteista, (2) siirtämällä parhaita käytänteitä, (3) muodostamalla yhteisiä intressejä sellaisille ryhmille, joilla ei ole suoraan havaittavissa mitään yhteistä sekä (4) tekemällä yhdistelmiä tiedonintresseistä” (Burt 2004; Melkas

& Parjanen 2008). Välittäjäorganisaatioiden rooliin kuuluu luonnollisesti myös paljon muita tiedonvälittämiseen ja innovaatioiden kaupallistamiseen liittyviä tehtäviä (Konttinen et al. 2009). Melkas & Parjanen esittävät lisäksi erilaisia etäisyyksiä, jotka vaikuttava innovaatiotoimintaan ja jotka tulisi huomioida myös brokeritoiminnassa. Esimerkkeinä voidaan mainita mm. kommunikatiivinen, kulttuurinen ja maantieteellinen etäisyys, näiden eri muotojen tunnistaminen mm. mahdollistaa tehokkaan innovaatiotoiminnan eri organisaatioiden välillä kansainväliselläkin areenalla. (Parjanen & Melkas 2008).

Hankkeessa toteutettava benchmarking osaltaan edustaa yllä kuvatun kaltaista tiedon brokerointia.

Vaikka maantieteellisen etäisyyden merkityksen väitetään vähentyneen liiketoiminnassa, on sillä kuitenkin oma roolinsa tiedon siirtymisessä. Valovirran ja Niinikosken (2004) mukaan maantieteellisen etäisyyden merkitykseen innovaatiotoiminnassa vaikuttavat neljä tekijää: innovaatioprosessin vaihe, tiedonlähde, yrityksen koko sekä yrityksen toimiala. Innovaatioprosessin alkuvaiheessa läheisyyden on katsottu korostuvan varsinkin, jos siihen sisältyy paljon hiljaista tietoa. Läheinen maantieteellinen sijainti näyttäisi korostuvan enemmän tiedon siirtyessä julkisista tutkimuslaitoksista yrityksiin kuin sen siirtyessä yrityksistä yrityksiin (Arundel & Geuna 2004). Koska pienillä yrityksillä ei useinkaan ole varaa kalliisiin tutkimus- ja tuotekehitysosastoihin, voidaan olettaa, että varsinkin innovatiivisimmat PK-yritykset olisivat halukkaita hyödyntämään läheisyydessään olevien yliopistojen ja tutkimuslaitosten osaamista ja resursseja (Breschi & Lissoni 2001). Tietointensiivisten alojen yritykset ovat riippuvaisia tiedonkulusta toimijoiden välillä, jolloin ne sijoittuvat mielellään lähelle tutkimus- ja kehittämistoimintaa sekä osaavaa työvoimaa (Valovirta & Niinikoski 2004). (Parjanen & Melkas 2008)

Nykyisin käytännön innovaatioprosessit perustuvat pikemminkin jo olemassa olevan tiedon uudelleen yhdistämiseen ja hyödyntämiseen kuin varsinaiseen uuden tiedon tuotantoon tiedelähtöisesti. Erityistä huomiota tulisivat kiinnittää dynaamisiin tiedonvaihtoprosesseihin kuten tiedon vuorovaikutteiseen luomiseen (Hong 2010).

Peilaten edellä esitettyihin teorialähtökohtiin, käytäntölähtöiseen tiedontuottamiseen ja kehittämistoimenpiteisiin WP4 ja WP5 osallistujat pyrkivät Rocket-hankkeessa kuvatulla tavalla edistämään tehokkaiden rakenteiden syntymistä tukemaan PK-yritysten innovaatiotoimintaa ja kansainvälistymistä ammattikorkeakouluille määritellyllä tavalla. Tämän tavoitteen toteuttamiseksi kehittämistoimenpiteet ovat myös osa käytäntölähtöistä tutkimusta, joilla kehitetään toimivia rakenteita yritysten ja ammattikorkeakoulujen kilpailukyvyä kehittämiseksi kansainvälisessä toimintaympäristössä. WP 4 ja WP 5 osiossa kuvataan tähän väliraporttiin mennessä tehtyjä benchmarking, kehitys ja tutkimustoimenpiteitä. Myöhemmin projektin lopussa ilmestyvässä raportissa pyritään tiivistämään Rocket-hankkeen lopulliset tuotokset ja tulokset.

### **3.4 Rocket yritys kysely ja sen tulokset**

#### **3.4.1 Rocket kyselyn tausta**

Kyselyn tarkoituksena oli kartoittaa alustavasti kone- ja metalliteollisuuden yritysten toimintatavat ja näkemykset innovaatiotoiminnasta, kansainvälisyydestä sekä yhteistyöstä korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa. Kyselyn avulla pystyttiin myös tuomaan Rocket-hanke kohdeyritysten tietoisuuteen ja kysyä niiden halukkuutta osallistua hankkeeseen. Kysymyslomake laadittiin marras- ja joulukuun aikana 2009 ja viimeisteltiin 2010 vuoden alussa. Kukin tutkimusosapuoli lähetti kyselyn oman alueensa kohdeyrityksille. Kysymyslinkki lähetettiin sähköpostitse kuten myös vastausmuistutukset. Laurea

ja HAMK lähettivät kyselyn helmikuussa 2010 ja KyAMK ja Saimia myöhemmin keväällä 2010. Metropolia ja TuAMK eivät osallistuneet tähän kyselyyn. Vastauksia saatiin kaikilta alueilta yhteensä 65. Vastausmäärät vaihtelivat huomattavasti alueittain kohdeyritysten ja muistutusten määrästä riippuen.

### 3.4.2 Rocket kyselyn rakenne ja aihealueet

Kysely oli jaoteltu aihealueiltaan seuraavanlaisiin kokonaisuuksiin: 1) taustatiedot vastaajayrityksistä, 2) yleiset kehittämis- ja tutkimustarpeet sekä innovaatiotoiminta, 3) yhteistyö korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa, 4) kansainvälisyyttä koskevat kysymykset, 5) tulevaisuudennäkymiä koskevat kysymykset sekä 6) kysymys halukkuudesta jatkaa Rocket-yhteistyötä kyselyn jälkeen. Kyselylomakkeen laadinnassa hyödynnettiin tulevaisuussuuntautuneen innovaatioprosessimallin viitekehystä (Meristä et al 2006, 2008, 2009).

Suurin osa vastaajista edusti metallituotteita valmistavia yrityksiä. Toiseksi yleisin toimiala oli koneiden ja laitteiden korjaus, huolto ja asennus. Arvoketjun näkökulmasta tarkasteltuna lähes puolet vastaajista oli komponenttitason alihankintayrityksiä. Loput olivat omia systeemi/kokonaisratkaisutason tuotteita valmistavia, omia laitetason tuotteita valmistavia tai omia komponenttitason tuotteita valmistavia yrityksiä. Muut -kohtaan yritykset olivat vastanneet toimialakseen elintarvikemachineiden suunnittelu ja valmistus, antennien valmistus, lujitemuoviveneiden valmistus, sepän työt ja metallirakenteet, jätteenkäsittelyyn liittyvät laitteet, metallin mekaaninen työstö ja metallin pintakäsittely. Arvoketjun näkökulmasta suurin osa vastaajista oli komponenttitason alihankintayrityksiä ja omia systeemi/kokonaisratkaisutason tuotteita valmistavia yrityksiä.

Huomionarvoista vastanneissa yrityksissä oli niiden suhteellisen pieni koko sekä työntekijämäärän että liikevaihdon näkökulmasta. Yli kolmasosalla yrityksillä oli vain 1-4 työntekijää ja noin puolilla yrityksistä oli liikevaihto alle miljoona euroa. Toisaalta vastaajissa oli mukana myös isompia yrityksiä: esimerkiksi viidellä yrityksellä vuotuinen liikevaihto oli yli 100 miljoonaa euroa. Pienestä yrityskoosta johtuen vastaajien liiketoiminta oli keskittynyt pitkälti Suomeen ja Suomi koettiin selkeän enemmistön mukaan tärkeimmäksi markkina-alueeksi. Pohjoismaat ja muu Eurooppa olivat seuraavaksi tärkeimpiä markkina-alueita. Kuviot 6-10 kuvaavat tarkemmin vastaajayritysten taustatietoja.

Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1. Metallien jalostus	9	13,85%					
2. Metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet)	29	44,62%					
3. Tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistus	3	4,62%					
4. Sähkölaitteiden valmistus	2	3,08%					
5. Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	12	18,46%					
6. Moottoriajoneuvojen, perävaunujen ja puoliperävaunujen valmistus	2	3,08%					
7. Muiden kulkuneuvojen valmistus	1	1,54%					
8. Koneiden ja laitteiden korjaus, huolto ja asennus	17	26,15%					

9.	Jokin muu, mikä?	9	13,85%	
<b>Yhteensä</b>				

Kuvio 6. ROCKET-yrityskysely: vastaajien toimialajakauma

Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1. Komponenttitason alihankintayritys	26	49,06%					
2. Omia komponenttitason tuotteita valmistava yritys	11	20,75%					
3. Omia laitetason tuotteita valmistava yritys	13	24,53%					
4. Omia systeemi/kokonaisratkaisutason tuotteita valmistava yritys	23	43,40%					
5. Jokin muu, mikä	1	1,89%					
<b>Yhteensä</b>							

Kuvio 7. ROCKET-yrityskysely: vastaajayritysten asema arvoketjussa

Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1. 1-4 henkilöä	17	26,15%					
2. 5-9 henkilöä	5	7,69%					
3. 10-19 henkilöä	6	9,23%					
4. 20-49 henkilöä	15	23,08%					
5. 50-99 henkilöä	7	10,77%					
6. 100-249 henkilöä	6	9,23%					
7. 250-499 henkilöä	5	7,69%					
8. 500-999 henkilöä	2	3,08%					
9. 1000+ henkilöä	2	3,08%					
<b>Yhteensä</b>	<b>65</b>	<b>100%</b>					

Kuvio 8. ROCKET-yrityskysely: vastaajien yrityskoko

Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1. 0 - 200 000 euroa	11	17,19%					
2. 200 000 euroa - 400 000 euroa	2	3,13%					
3. 400 000 euroa - 1 miljoonaa euroa	10	15,63%					
4. 1 - 2 miljoonaa euroa	8	12,50%					
5. 2 - 10 miljoonaa euroa	16	25,00%					
6. 10 - 20 miljoonaa euroa	3	4,69%					

7.	20 - 100 miljoonaa euroa	9	14,06%	
8.	100 - 200 miljoonaa euroa	3	4,69%	
9.	yli 200 miljoonaa euroa	2	3,13%	
<b>Yhteensä</b>		<b>64</b>	<b>100%</b>	

Kuvio 9. ROCKET-yrityskysely: vastaajien liikevaihto

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Suomi	56	86,15%					
2.	Pohjoismaat	24	36,92%					
3.	Baltian maat	12	18,46%					
4.	Itäinen Keski-Eurooppa	9	13,85%					
5.	Muu Eurooppa	20	30,77%					
6.	Kiina	6	9,23%					
7.	Intia	0	0,00%					
8.	Muu Aasia	2	3,08%					
9.	Pohjois-Amerikka	9	13,85%					
10.	Etelä-Amerikka	4	6,15%					
11.	Jokin muu, mikä?	6	9,23%					
<b>Yhteensä</b>								

Kuvio 10. ROCKET-yrityskysely: merkittävämmät markkina-alueet

### 3.4.3 Havaintoja innovaatiotoiminnasta Rocket-kyselyaineistosta

Innovaatiotoiminnan osalta yrityksiltä kysyttiin tärkeimpiä innovaatioiden lähteitä (kuviot 11) sekä innovaatiotoiminnan vaiheita. Selvästi merkittävämmäksi innovaation lähteeksi mainittiin asiakkaat. Toiseksi tärkein lähde oli kilpailijat, ja kolmanneksi tärkein alihankkijat. Vähiten tärkeäksi koettiin analogiat muilta aloilta. Tämä saattaisikin olla merkittävä hyödyntämiskohde, koska suurin osa yrityksistä ei tätä osaa hyödyntää. Innovaatiotoiminnassa yritykset kokivat tärkeimmäksi osa-alueeksi kokonaisuuden hallinnan (kuviot 12). Myös tulevaisuuden ennakointi koettiin keskeiseksi. Ulkoisen toimintaympäristön vaikutuksia uudistumiselle ja toiminnan kehittämiseksi kysyttiin PESTE-tekijöihin (poliittiset, ekonomiset, sosiaaliset, teknologiset, ekologiset) perustuvalla kysymyksellä. Taloudellisia tekijöitä pidettiin kaikkein eniten toimintaan vaikuttavana. Myös teknologia koettiin merkittäväksi. Sen sijaan poliittisia, sosiaalisia ja ekologia tekijöitä ei koettu niin tärkeiksi toiminnan kehittämisen kannalta. Talouden merkittävää roolia saattoi korostaa kyselyn ajankohta, jolloin osa yrityksistä kärsi vielä taloudellisesta taantumasta.

	Erittäin tärkeä	Tärkeä (Arvo: 3)	Ei kovin tärkeä	Ei ollenkaan tärkeä (Arvo: 1)	En osaa sanoa	Yhteensä
--	-----------------	------------------	-----------------	-------------------------------	---------------	----------



	(Arvo: 4)	(Arvo: 2)	1)	(Arvo: 0)	
Asiakkaat (avg: 3,83)					100 %
Alihankkijat (avg: 2,63)					100 %
Korvaavat tuotteet (avg: 2,46)					100 %
Kilpailijat (avg: 2,87)					100 %
Analogiat muilta aloilta (avg: 2,28)					100 %
Tiede ja tutkimus (avg: 2,55)					100 %
Lainsäädäntö (avg: 2,61)					100 %
(avg: 3,25)					100 %
<b>Yhteensä</b>	20 %	38 %	28 %	7 %	6 %

Kuvio 11. ROCKET-yrityskysely: innovaatioiden lähteet

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Kokonaisuuden hallinta	43	66,15%					
2.	Tulevaisuuden ennakointi	39	60,00%					
3.	Konseptointi	9	13,85%					
4.	Tutkimus & kehitys	22	33,85%					
5.	Markkina-analyysi	13	20,00%					
6.	Kaupallistaminen	22	33,85%					
7.	Strateginen päätöksenteko	20	30,77%					
8.	Jokin muu, mikä	1	1,54%					
	<b>Yhteensä</b>							

Kuvio 12. ROCKET-yrityskysely: tärkeimmät vaiheet innovaatio- ja kehitystoiminnassa

### 3.4.4 Korkeakouluyhteistyö Rocketin kyselyaineistossa

Puolet vastaajayrityksistä omasi kokemusta korkeakoulu- tai tutkimuslaitosyhteistyöstä (kuvio 13). Suurin osa yhteistyöstä liittyi opinnäytetöihin ja kesä-/harjoittelutyöpaikkoihin, mutta monella oli kokemusta myös tutkimusyhteistyöstä (kuvio 14). Suurin osa korkeakouluyhteistä oli tapahtunut Suomessa. Joillakin vastaajilla yhteistyötä oli ollut Pohjoismaissa, Pohjois-Amerikassa, Euroopassa, Baltian maissa tai Kiinassa.

Lähes kaikki yhteistyökokemusta omaavista yrityksistä oli tyytyväinen tai erittäin tyytyväinen yhteistyöhön (kuvio 15).

Parantamisen kohteina yhteistyössä nähtiin mm. tutkimusalihankinnan kehittäminen, sillä vastaajan mukaan korkeakoulut eivät osaa tai halua jakaa projekteja muiden tutkimuslaitosten kanssa. Myös joustavuutta korkeakouluissa haluttiin lisätä, samoin kuin teknistä osaamista sekä käytännönläheisyyttä. Toimintaa haluttiin myös nopeammaksi ja byrokratiaa vähäisemmäksi. Kehitettävää nähtiin myös aikataulujen noudattamisessa ja järjestelmällisyyden lisäämisessä. Lisäksi kaivattiin selkeää yhteistyöelintä/-henkilöä, jotta olisi helpompi löytää oikealle yhteistyötaholle.

Yrityksiltä kysyttiin myös millaisia tavoitteita he asettavat tutkimuslaitosyhteistyölle jos aikovat toteuttaa sitä tulevaisuudessa. Yritysten tavoitteena oli toteuttaa yhteistyötä mm. kansainvälistymisen, verkostohankkeiden, ja jatkuvan kehittävän strategisen yhteistyön osa-alueilla. Haluttiin myös löytää innovatiivisia ratkaisuja, joilla saadaan kilpailuetua kilpailijoihin nähden sekä kehittää osaavaa henkilöstöä. Yhteistyöltä vastaajat kaipasivat saavansa konkreettista hyötyä sekä nopeuttaa teknisten kilpailuvalttien kehittämistä. Vastauksista kävi myös ilmi, että yhteistyössä korkeakoulujen kanssa olisi hyvä jos molemmat osapuolet tietäisivät tarkasti mitä yhteistyöltä haluavat. On tärkeää varmistaa entistä huolellisemmin, että tutkimuskumppani ymmärtää yrityksen tavoitteet ja lähtötiedot, ja että homma pelaa mutkattomasti koko projektin ajan ja tulokset ovat hyvin raportoituja.

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Kyllä	32	50,00%					
2.	Ei	32	50,00%					
	<b>Yhteensä</b>	<b>64</b>	<b>100%</b>					

Kuvio 13. ROCKET-yrityskysely: Yritysten kokemus korkeakoulu yhteistyöstä

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Tutkimusprojektissa osapuolena, yksimönista yrityskumppaneista (seurailija)	14	42,42%					
2.	Tutkimusprojektissa case-yrityksenä (aktiivinen kehittämiskohde)	15	45,45%					
3.	Vierailuluennot	8	24,24%					
4.	Opinnäytetyöt	21	63,64%					
5.	Harjoittelu-/kesätyöpaikat	21	63,64%					
6.	Jokin muu, mikä	1	3,03%					
	<b>Yhteensä</b>							

Kuvio 14. ROCKET-yrityskysely: korkeakoulu yhteistyön luonne

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Erittäin hyödyllinen	7	21,21%					
2.	Hyödyllinen	23	69,70%					
3.	Ei kovin hyödyllinen	3	9,09%					
4.	Täysin hyödytön	0	0,00%					
	<b>Yhteensä</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>					

Kuvio 15. ROCKET-yrityskysely: millaisena yritykset ovat kokeneet yhteistyön

### 3.4.5 Kansainvälisyys ja tulevaisuuden kasvunäkymät Rocket-yrityskyselyaineistossa

Suurin osa yrityksistä uskoi kasvavansa tulevaisuudessa joko kansainvälisesti tai kotimaassa. Noin kolmasosa odotti toiminnan laajuutensa pysyvän kutakuinkin ennallaan (kuvio 16). Yritysten kansainvälisyyttä koskevia näkemyksiä kartoitettiin kysymällä heidän näkemyksiään eri alueista markkina-alueena, tuotantopaikkana, kilpailijana ja osajien lähteenä vuonna 2010 ja 2010.

	Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1.	Kasvaa kansainvälisesti	25	38,46%					
2.	Kasvaa kotimaassa	19	29,23%					
3.	Toiminnan laajuus pysyy suunnilleen ennallaan	21	32,31%					
4.	Toiminta supistuu	0	0,00%					
5.	Jokin muu, mikä	0	0,00%					
	<b>Yhteensä</b>	<b>65</b>	<b>100%</b>					

Kuvio 16. ROCKET-yrityskysely: yritysten kasvunäkymät

Suomi nähtiin tärkeimpänä markkina-alueena sekä nyt että tulevaisuudessa (kuvio 17). Suomen vahvaa asemaa selittänee vastaajayritysten pieni koko, jolloin kansainvälisyyden rooli jää pienemmäksi. Vuoteen 2020 mennessä Suomen rooli pienenee ainoastaan marginaalisesti. Markkina-alueena rooliaan kasvattavat Pohjoismaat, Baltian maat, Itäinen Keski-Eurooppa, muu Eurooppa, Aasia sekä Pohjois- ja Etelä-Amerikka.

	2010					2020				Yhteensä
	(Arvo: 4)	(Arvo: 3)	(Arvo: 2)	(Arvo: 1)		(Arvo: 4)	(Arvo: 3)	(Arvo: 2)	(Arvo: 1)	
Suomi (avg: 3,63)					Suomi (avg: 3,55)					100 %
Pohjoismaat (avg: 2,46)					Pohjoismaat (avg: 2,69)					100 %
Baltian maat (avg: 1,96)					Baltian maat (avg: 2,35)					100 %
Itäinen Keski-Eurooppa (avg: 1,91)					Itäinen Keski-Eurooppa (avg: 2,30)					100 %
Muu Eurooppa (avg: 2,37)					Muu Eurooppa (avg: 2,64)					100 %
Kiina (avg: 1,80)					Kiina (avg: 2,02)					100 %
Intia (avg: 1,33)					Intia (avg: 1,70)					100 %
Muu Aasia (avg: 1,37)					Muu Aasia (avg: 1,60)					100 %
Pohjois-Amerikka (avg: 1,67)					Pohjois-Amerikka (avg: 1,88)					100 %
Etelä-Amerikka (avg: 1,49)					Etelä-Amerikka (avg: 1,72)					100 %

Kuvio 17. ROCKET-yrityskysely: markkina-alueiden tärkeys 2010 ja 2020 (4=erittäin merkittävä, 3=merkittävä, 2=ei kovin merkittävä, 1=ei lainkaan merkittävä).

Suomi nähtiin nyt myös selvimpänä tuotantopaikkana, vaikkakin sen aseman nähtiin heikkenevän vuoteen 2020 mennessä. Tuotannon uskottiin kasvavan Itäisessä Keski-Euroopassa, Baltian maissa, Kiinassa, Intiassa, muualla Aasiassa sekä Etelä-Amerikassa (kuvio 18).

	2010					2020				Yhteensä
	(Arvo: 4)	(Arvo: 3)	(Arvo: 2)	(Arvo: 1)		(Arvo: 4)	(Arvo: 3)	(Arvo: 2)	(Arvo: 1)	
Suomi (avg: 3,75)					Suomi (avg: 3,45)					100 %
Pohjoismaat (avg: 1,53)					Pohjoismaat (avg: 1,43)					100 %
Baltian maat (avg: 1,71)					Baltian maat (avg: 1,78)					100 %
Itäinen Keski-Eurooppa (avg: 1,56)					Itäinen Keski-Eurooppa (avg: 1,82)					100 %
Muu Eurooppa (avg: 1,41)					Muu Eurooppa (avg: 1,40)					100 %
Kiina (avg: 1,50)					Kiina (avg: 1,81)					100 %
Intia (avg: 1,34)					Intia (avg: 1,57)					100 %
Muu Aasia (avg: 1,30)					Muu Aasia (avg: 1,45)					100 %
Pohjois-Amerikka (avg: 1,27)					Pohjois-Amerikka (avg: 1,26)					100 %
Etelä-Amerikka (avg: 1,18)					Etelä-Amerikka (avg: 1,37)					100 %

Kuvio 18. ROCKET-yrityskysely: alueiden merkitys tuotantopaikkana 2010 ja 2020 (4=erittäin merkittävä, 3=merkittävä, 2=ei kovin merkittävä, 1=ei lainkaan merkittävä).

Suomen asema on vahva myös kilpailijoiden sijaintipaikkana. Tulevaisuudessa kilpailun odotettiin tulevan kuitenkin entistä enemmän Kiinasta, Intiasta ja muusta Aasiasta sekä Itäisestä Keski-Euroopasta ja Baltian maista. Pohjoismaiden, muun Euroopan ja Pohjois-Amerikan roolin ennakoidaan hieman heikentyvän (kuvio 19).

	2010					2020				Yhteensä
	(Arvo: 4)	(Arvo: 3)	(Arvo: 2)	(Arvo: 1)		(Arvo: 4)	(Arvo: 3)	(Arvo: 2)	(Arvo: 1)	
Suomi (avg: 3,33)					Suomi (avg: 3,22)					100 %
Pohjoismaat (avg: 2,46)					Pohjoismaat (avg: 2,32)					100 %
Baltian maat (avg: 2,20)					Baltian maat (avg: 2,38)					100 %
Itäinen Keski- Eurooppa (avg: 1,86)					Itäinen Keski- Eurooppa (avg: 2,16)					100 %
Muu Eurooppa (avg: 2,30)					Muu Eurooppa (avg: 2,22)					100 %
Kiina (avg: 2,00)					Kiina (avg: 2,50)					100 %
Intia (avg: 1,64)					Intia (avg: 2,02)					100 %
Muu Aasia (avg: 1,56)					Muu Aasia (avg: 1,90)					100 %
Pohjois- Amerikka (avg: 1,73)					Pohjois- Amerikka (avg: 1,63)					100 %
Etelä- Amerikka (avg: 1,35)					Etelä- Amerikka (avg: 1,58)					100 %

Kuvio 19. ROCKET-yrityskysely: alueiden merkitys kilpailijana 2010 ja 2020 (4=erittäin merkittävä, 3=merkittävä, 2=ei kovin merkittävä, 1=ei lainkaan merkittävä).

Alueiden rooli osaajien lähteenä noudattelee samansuuntaista kehitystä kuin muutkin kansainvälisyyden näkökulmat: Suomella on selkeästi merkittävin rooli, joka vähenee marginaalisesti tulevaisuudessa. Uusia osaajia ennakoitaan tulevan etenkin Itäisestä Keski-Euroopasta, Baltian maista, Kiinasta, Intiasta ja muusta Aasiasta (kuvio 20).

	2010					2020				Yhteensä
	(Arvo: 4)	(Arvo: 3)	(Arvo: 2)	(Arvo: 1)		(Arvo: 4)	(Arvo: 3)	(Arvo: 2)	(Arvo: 1)	
Suomi (avg: 3,66)					Suomi (avg: 3,44)					100 %
Pohjoismaat (avg: 2,09)					Pohjoismaat (avg: 2,05)					100 %
Baltian maat (avg: 1,91)					Baltian maat (avg: 2,30)					100 %
Itäinen Keski-Eurooppa (avg: 1,71)					Itäinen Keski-Eurooppa (avg: 2,23)					100 %
Muu Eurooppa (avg: 1,83)					Muu Eurooppa (avg: 1,89)					100 %
Kiina (avg: 1,60)					Kiina (avg: 2,13)					100 %
Intia (avg: 1,49)					Intia (avg: 1,89)					100 %
Muu Aasia (avg: 1,36)					Muu Aasia (avg: 1,76)					100 %
Pohjois-Amerikka (avg: 1,45)					Pohjois-Amerikka (avg: 1,49)					100 %
Etelä-Amerikka (avg: 1,27)					Etelä-Amerikka (avg: 1,46)					100 %

Kuvio 20. ROCKET-yrityskysely: alueiden merkitys osaajien lähteenä 2010 ja 2010 (4=erittäin merkittävä, 3=merkittävä, 2=ei kovin merkittävä, 1=ei lainkaan merkittävä).

### 3.4.6 Yhteenveto Rocket-kyselyn pohjalta yritysten näkemyksistä

Yhteenveto Rocket-yrityskyselyn tuloksista on esitetty seuraavassa taulukossa (taulukko 3). Taulukossa on esitetty myös alueellisia vertailuja. Kovin merkittäviä alueellisia vertailuja kyselyn perusteella ei kuitenkaan pysty tekemään vähäisten vastausmäärien takia. Tärkein innovaatioiden lähde vastaajayrityksille ovat kaikilla alueilla asiakkaat. Kokonaisuuden hallinta ja myös tulevaisuuden ennakointi korostuivat innovaatioprosessin vaihejaossa. Kaikilla alueilla oli kokemusta korkeakouluysteistyöstä. Vähiten yhteistyötä oli ollut Länsi-Uudenmaan alueen yrityksillä. Yksi selitys voi olla, että alueella ei ole teknistä

korkeakoulutusta; toisekseen siellä kysely toteutettiin koko kone- ja metalliryntysjoukolle, kun taas muilla alueilla kohdejoukkoon oli pienempi määrä yrityksiä. Lisäksi Länsi-Uudenmaan vastaajaryntykseen olivat pienempiä verrattuna muiden alueiden yrityksiin. Tämä näkyi myös yritysten kansainvälistymisessä mm. kysyttäessä tärkeimpiä markkina-alueita. Kaikkien alueiden vastaajaryntykset tosin olivat hyvin kotimaapainotteisia. Kyselyssä kysyttiin myös vastaajien halukkuutta osallistua jatkossa Rocket-yhteistyöhön. Noin 10 % vastasi olevansa halukas ja ylipuolet ehkä halukas korkeakoulu-yhteistyöhön Rocket-hankkeen puitteissa.

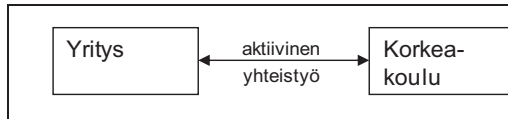
	Länsi-Uusimaa	Kanta- ja Päijät-Häme	Etelä-Karjala	Kymenlaakso	Muut (kohde-alueiden ulkopuolelta)	KAIKKI ALUEET
Vastaajien lukumäärä	35	15	11	2	2	35
Yrityskoko, henkeä	Lähes puolet 1-4 hengen pien-yrityksiä, loput max 500 henkeä	Eniten 20-49 hengen yrityksiä, mukana myös muuta yli 1000 työntekijä yritys	Kaikki alle 50 hengen yrityksiä, eniten 20-49 hengen yrityksiä	Kaksi yritystä: 20-49 henkilöä, ja 100-249 henkilö	Kaksi yritystä: 20-49 henkilöä ja 250-499 henkilö	Kaiken kokoisia yrityksiä mutta valtaosa alle 100 hengen yrityksiä
Markkina-alueet - Suomi - Itäinen Eurooppa - Aasia	88% 27 % 6 %	80 % 60 % 20 %	82 % 36 % 0 %	100 % 0 % 0 %	100 % 50 % 50 %	86 % 32 % 12 %
Innovaatiot - tärkein lähde - tärkein vaihe	- Asiakkaat - Kokonaisuuden hallinta	- Asiakkaat - Kokonaisuuden hallinta	- Asiakkaat - Kok. hallinta + tulevaisuuden ennakointi	- Asiakkaat + alihankkijat - Markkina-analyysi	- Asiakkaat - Tulevaisuuden ennakointi + T&K	- Asiakkaat - Kokonaisuuden hallinta
Korkeakoulu-yhteistyötä ollut	31 %	60 %	72 %	100 %	50%	50%

Taulukko 3. ROCKET-yrityskyselyn yhteenveto

### 3.4.7 Viitekehys yritysten ja korkeakoulujen yhteistyöhön Rocket-kyselyn perusteella

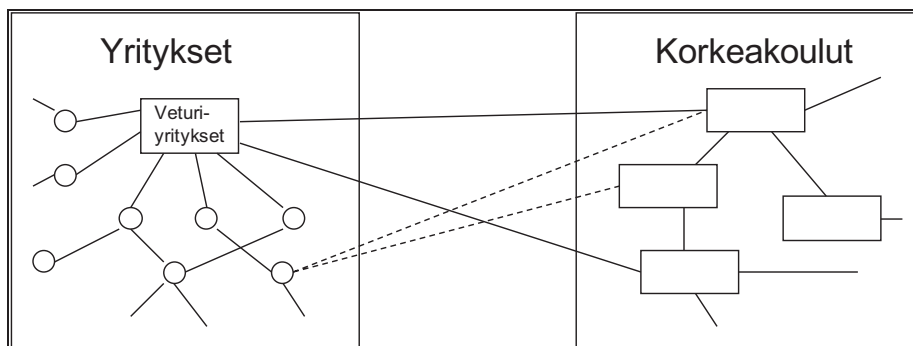
Tässä kappaleessa pyritään hahmottamaan viitekehystä yritysten ja korkeakoulujen yhteistyöhön Rocket-kyselyn vastausten ja aiemman kokemuksen perusteella. Aiemmin yritysten ja korkeakoulujen välinen yhteistyö on ollut pitkälti kahdenvälistä vuorovaikutusta (Kuvio 21.1) Tilaustutkimukset, vierailuluennot, kesätyöpaikat ja opinnäytetyön tekijät ovat tässä olleet tyypillisiä toimintatapoja.





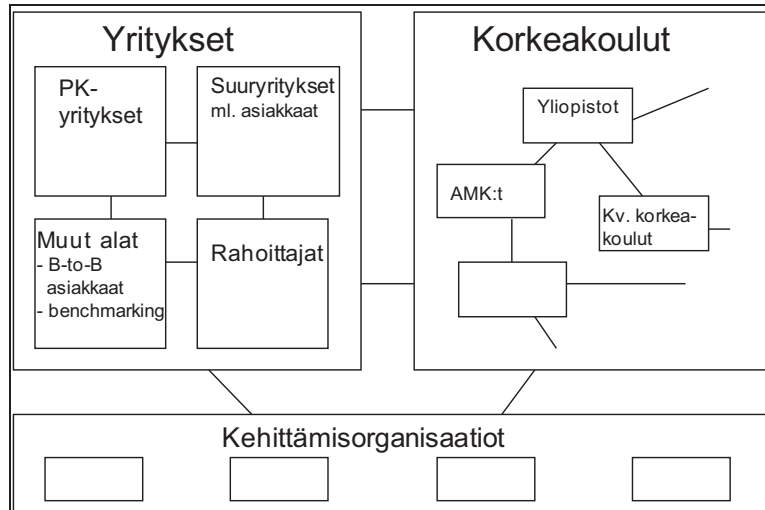
Kuvio 21.1. Perinteinen yritysten ja korkeakoulujen yhteistyö (Laitinen et al. 2010)

Nykyisin yhteistyössä on alettu hyödyntää entistä enemmän verkottuneita rakenteita. Tosin vielä nykyäänkin puutteena on pk-yritysten vähäinen osuus T&K-verkostoista. Pk-yritykset pääsevät parhaiten verkostoihin epäsuoralla yhteistyöllä eli suurempien veturiyritysten kautta. Kone- ja metallituoteteollisuudessa pk-yritysten verkottumista on helpottanut jo valmiina olevat liiketoimintaverkostot, sillä monet alan pk-yrityksistä toimivat alihankkijoina suurille globaalisti toimiville yrityksille. Myös korkeakoulujen välinen yhteistyö on yleistä mm. kasvaneen kansainvälistymisen ja monitieteisyyden vaatimusten myötä (Kuvio 21.2).



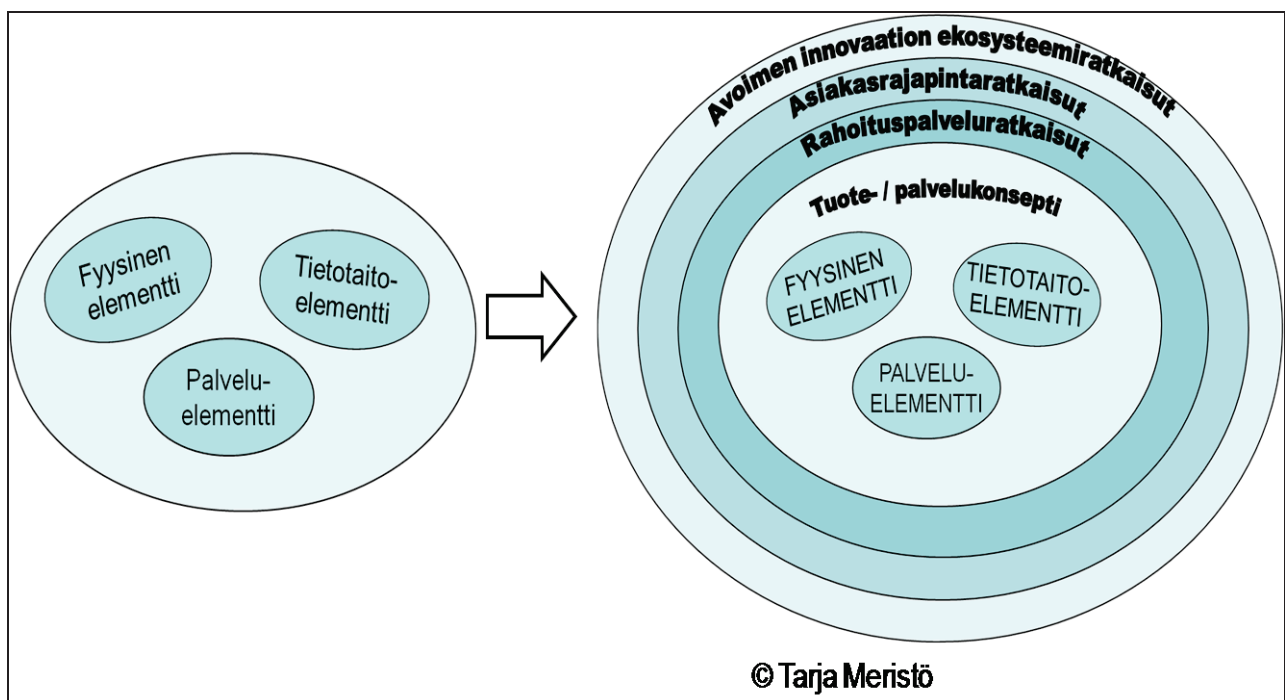
Kuvio 21.2. Verkostoitunut liiketoimintamalli käytännössä: veturiyritykset orkestroivat pk-yritysten verkostoa (Laitinen et al. 2010).

Alueellisessa pk-yritysten toimintamallissa verkottuminen tulisi olla entistäkin laaja-alaisempaa ja tiiviimpää. Yritysten verkostoon eivät kuulu pelkästään suuret ja pk-yritykset vaan myös heidän asiakkaansa ja muut sidosryhmät kansallisella ja kansainvälisellä tasolla. Tutkimusosapuolena toimivat korkeakoulut verkottuvat kansainvälisesti ja yli oppilaitostasojen. Lisäksi verkostoon tulevat mukaan erilaiset kehittämisorganisaatiot, kuten esimerkiksi Tekes, Ely-keskukset, yrittäjäjärjestöt ja kauppakamarit (Kuvio 19. 3). Toimiakseen käytännössä, yhteistyöverkostossa on oltava selkeät pelisäännöt ja roolitukset. Näin resursseja ei hukata päällekkäisiin toimintoihin, mutta myös katvealueet vältetään. Yhteistyöverkostossa toimintamallin on oltava niin selkeä, että pk-yrityksen on helppo lähestyä juuri oikeaa toimijaa. Pienet yritykset kokivat Laurean Rocket-yrityskyselyn perusteella yhteistyössä hankalaksi mm. korkeakoulujen norsunluutornimaisen työskentelytavan ja myös käytännölle vieraat käsitteet.



Kuvio 21.3. Alueellisen toimintamallin viitekehys (Laitinen et al. 2010)

Yhteistyöverkosto mahdollistaa tuote- ja palvelukonseptien kehittämisen laajapohjaisemmin kuin ennen. Se ei rajoitu uuden tiedon hankkimiseen korkeakouluilta, vaan siinä kehitetään yhdessä uusia ratkaisuja ja liiketoimintamalleja, joissa ovat mukana sekä rahoitus- että avainasiakastoimijat (Kuvio 19.4). Myös uusi avoimen innovaation verkosto on keskeinen osa tätä työtä.

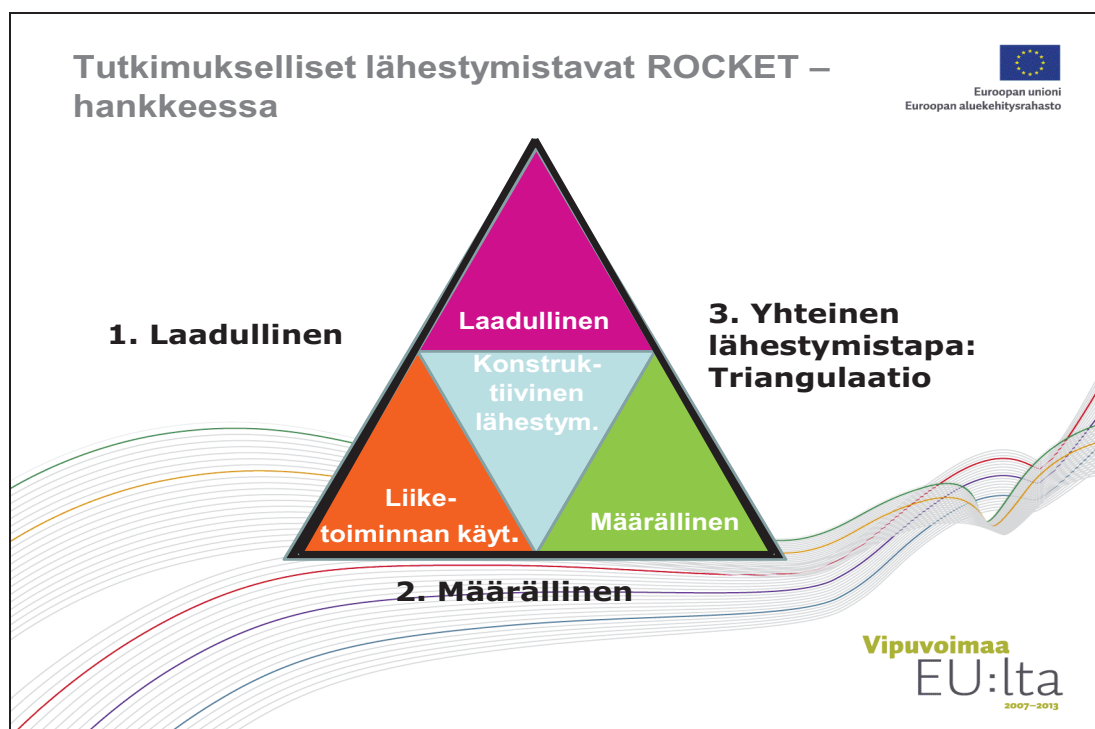


Kuvio 21.4. Verkottunut innovaatiojärjestelmä mahdollistaa laajennetun tuotteen toteutuksen (Kettunen&Meristö 2010)

### 3.5 Lähestymistavat ja tutkimusote

Tutkimusongelmaa lähestytään sekä määrällisillä että laadullisilla menetelmillä (kuvio 22) Lähestymistapaa voidaan kutsua triangulaatioksi (Denzin, 1988) seuraavilla perusteilla:

- Tutkimuksessa sovelletaan sekä laadullisia että määrällisiä tutkimusmenetelmiä
- Tutkimuksessa on mukana 7 suomalaista ja useita ulkomaisia korkeakouluja
- Primäärisessä tutkimusaineistossa on useita kerättyjä aineistoja
- Eri korkeakouluissa sovelletaan erilaisia teoreettisia lähtökohtia innovaatiomallien kehittämiseen ja käytännön soveltamiseen.



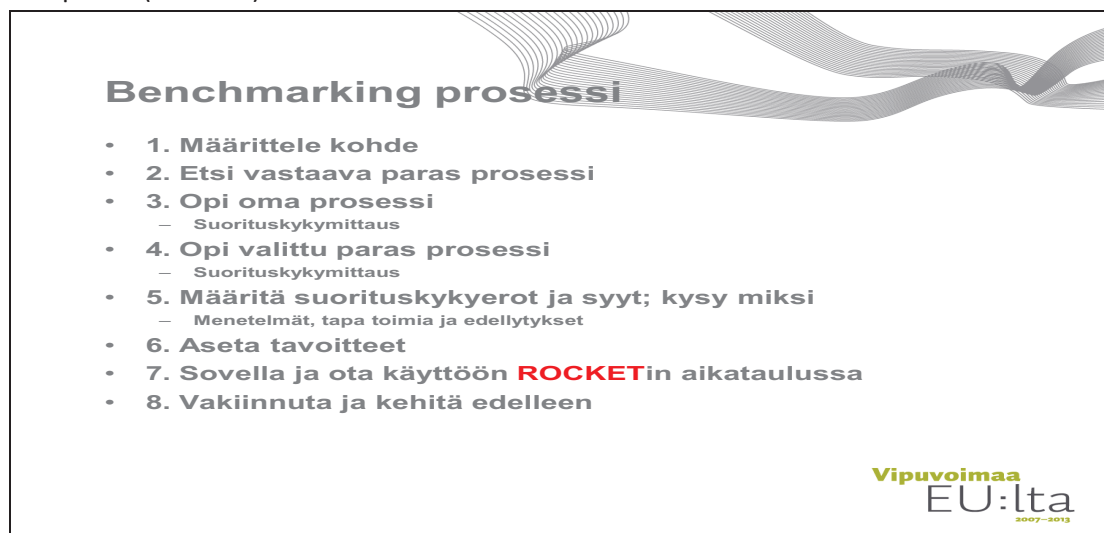
Kuvio 22. ROCKET –hankkeen tutkimukselliset lähestymistavat (Soveltaen Niittymäki et al. 2010)

Konstruktiivinen tutkimusote on luonteva lähtökohta, koska se on lähtökohdiltaan johtamiseen liittyvien ongelmanratkaisumenetelmien kehittämistä. ”Konstruktiivisessa otteessa korostuvat luovuus, innovatiivisuus ja heuristisuus. Luovuus ja innovatiivisuus ovat nimenomaan ongelmanratkaisumenetelmän konstruoinnin lähteinä ja heuristisuus ilmenee ratkaisun askeleittain tapahtuvana kehittämisenä ja askeleittain koetteluina. Tähän liittyy vielä oleellisesti se, että tuloksen toimivuus edellytetään todennettavan käytännössä” (Olkkonen 1994, 76). ROCKET -projektin vaiheet tutkimuksen näkökulmasta on esitetty kuviossa 23. Käsillä oleva tutkimusraportti on pääosin vaiheiden 2 ja 3 kuvausta, vaiheiden 4-6 toteutuksesta esitetään suunnitelma.



Kuvio 23. Konstruktiiivisen tutkimuksen vaiheet ROCKET -projektissa.

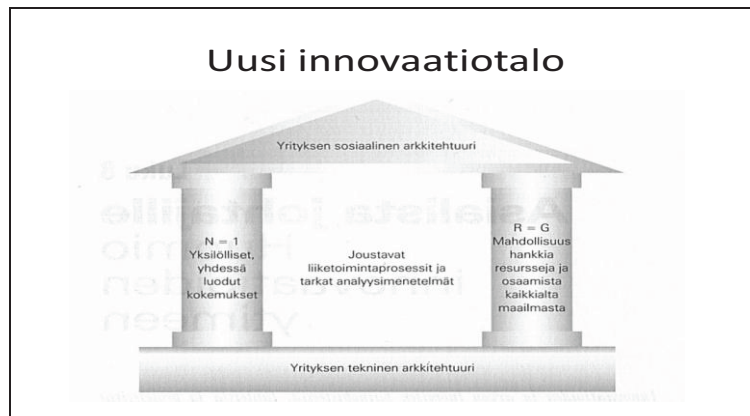
Vaiheessa 2 on laadittu tarkemmat toteutussuunnitelmat, aikataulut ja toteutettu yrityskysely eri maakunnista. Raportti on esitetty ohjausryhmälle (kokous 7.6.2010) ja tämän raportin kohdassa 3.4 (Meristö, Laitinen). Lisäksi on toteutettu korkeakoulujen välistä benchmarking -toimintaa pitämällä workshopit eri korkeakouluissa (HAMK, LUT, KyAMK, TuAMK, Metropolia). Lisäksi benchmarkkausta on toteutettu METNET Workshoppien ja konferenssien yhteydessä. Benchmarking-metodologiaa on kehitetty ROCKETin workshoppeissa (kuvio 24).



Kuvio 24. Benchmarking prosessi (ROCKET Workshop 17.3.2010)

### 3.6 Innovaatiotoiminnan ja kansainvälistymisen rajapinnat

Innovaatioiden löytäminen edellyttää monesti kansainvälistymistä. Toisaalta ratkaisujen toteuttaminen on usein mahdollista ainoastaan ottamalla käyttöön globaalit resurssit ideoiden tunnistamisessa, tuotteiden kehittämisessä, suunnittelussa, valmistuksessa ja markkinoinnissa (kuvio 25). Uusimmat tutkimukset osoittavat, että lähtökohdaksi kaikessa toiminnassa on otettava asiakasryhmän kokona 1 (N=1) ja se, että kaikkien tuotantovaiheiden resurssina on koko maapallo (R=G)



Kuvio 25. Uusi innovaatiotalo. Uuden innovaatiotalon perustana on yrityksen tekninen arkkitehtuuri jossa asiakasryhmän koko voi olla 1 (N=1), resurssien ja osaamisen hankinta voi toteutua kaikkialta maailmassa (R=G) ja yrityksen tekninen ja sosiaalinen arkkitehtuuri tukevat tätä käsitystä (Pralhad et. al. 2010,258)

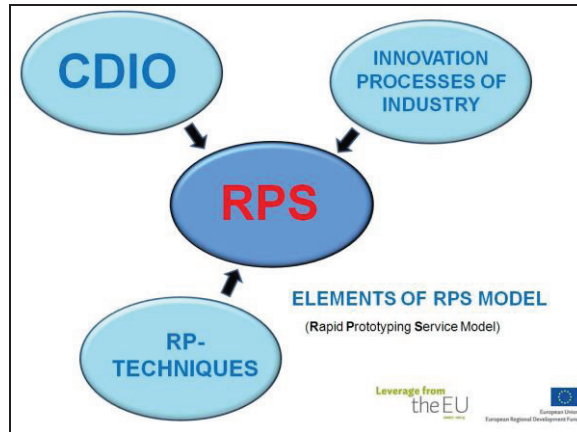
### 3.7 Rapid Prototyping (pikamallinnus)

Rocket-hankkeessa on kehitetty teollisuuden ja yliopistojen yhteinen palvelumalli:

”Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework” (L. Tenhunen, S. Niittymäki ja S. Aarnio 2010). Palvelumalli on esitelty kahdessa kansainvälisessä konferenssissa:

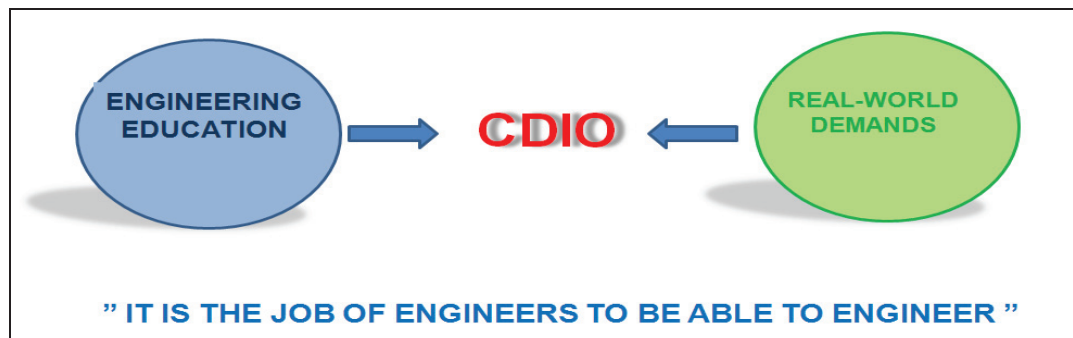
3rd International Conference on Additive Technologies - iCAT2010, Nova Gorica, Slovenia 22. – 24.9.2010 ja MetNet-seminaarissa Poznan University of Technology, Puola 11.-12.10.2010

Palvelumallin (Rapid Prototyping Service Model) avulla yhdistetään toimivaksi kokonaisuudeksi teollisuuden innovaatioprosessit, RP-teknologiat ja CDIO-koulutusmalli. CDIO (Conceive; konseptoi. Design; suunnittele, Implement; toteuta pikamalli ja markkinatetaus, Operate; tuotteen valmistus ja markkinointi) on toimintamalli tuotannon toteuttamiseen. CDIO voidaan ymmärtää myös pedagogisena lähestymistapana koulutuksen toteuttamiseen (kuvio 26)



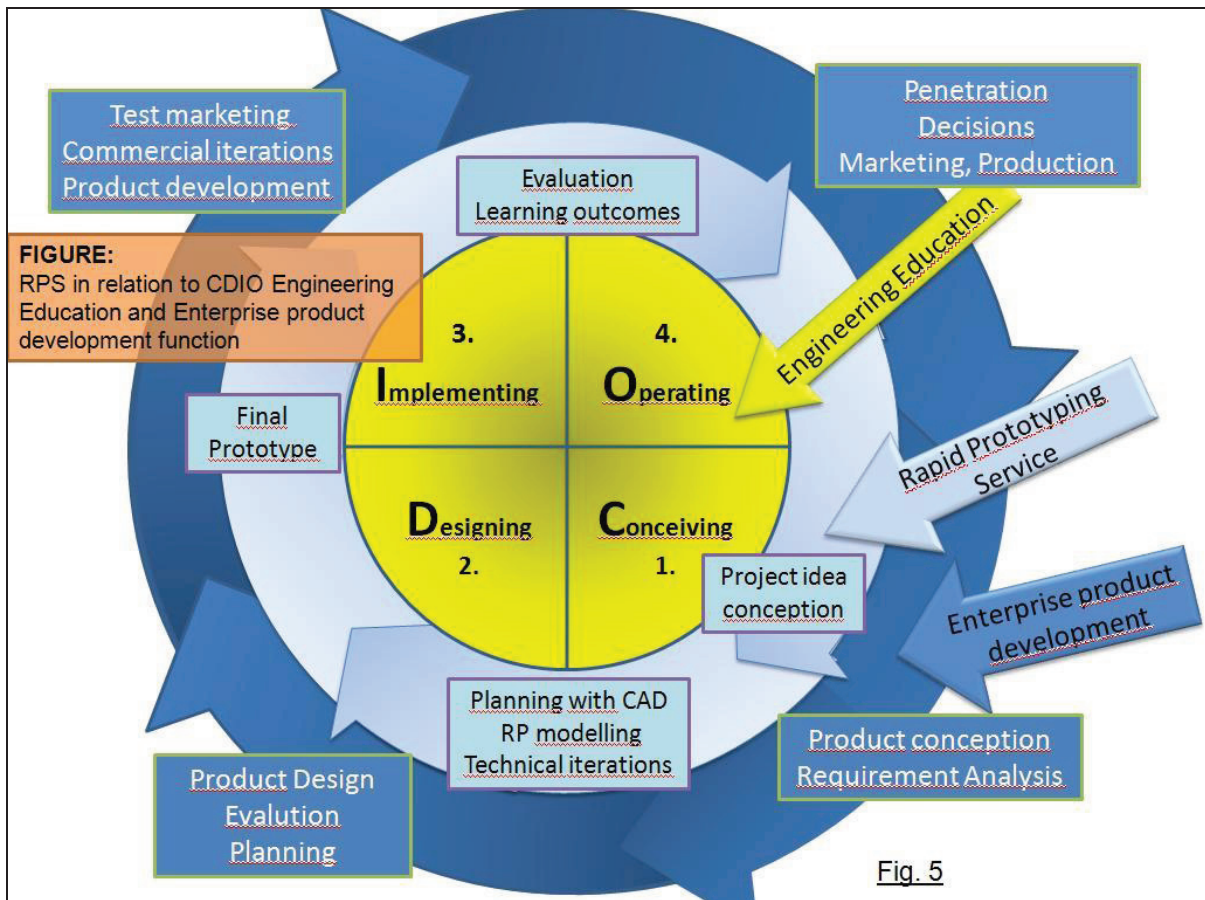
Kuvio 26. Pikamallinnus (RPS), konseptien ja pikamallien avulla etenevä tuotekehitys ja tuotanto (CDIO) ja teollisuuden innovaatioprosessi.

Pikamallinnuksella (RPS) on monia etuja tuotekehityksessä: Työelämän ja koulutautumisen yhdistäminen on eräs näistä eduista (kuvio 27).



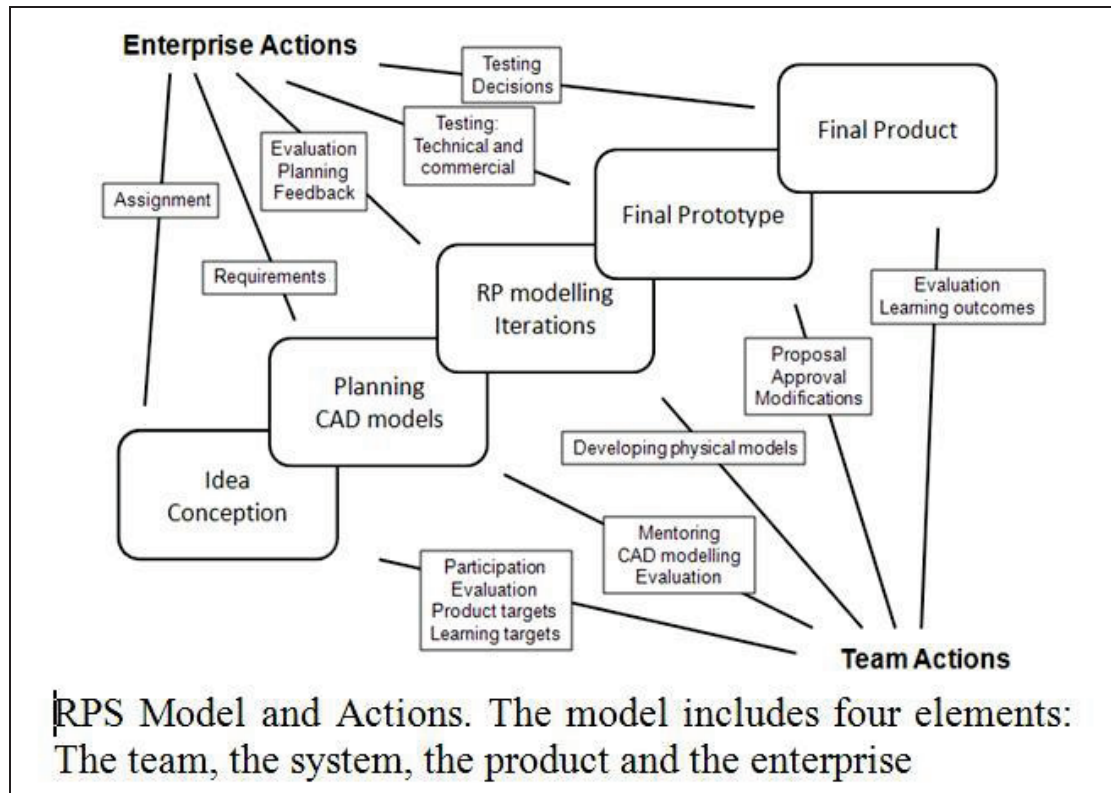
Kuvio 27. CDIO-malli työelämän ja koulutuksena yhdistävänä tekijänä.

CDIO on oppilaitosten kannalta myös pedagoginen lähestymistapa koulutusohjelmien suunnitteluun, vrt. MIT:n (Massachusetts Institute of Technology) laatimat kokonaiset CDIO-koulutusohjelmat. Pikamallinnukseen (RPS) perustuvassa tuotekehityksen opettamisessa yhdistetään teollisuuden tuotekehityksen ja oppilaitosten pedagogiset ratkaisut (kuvio 28).



Kuvio 28. CDIO (Konseptoi, Suunnittelee, Toteuta, Tuota) – malli, insinöörikoulutuksen tuotekehityksen opetuksen pedagoginen ratkaisu ja teollisuuden tuotekehitys (Tenhunen et al 2010, 30).

Rocket-hankkeen yhteydessä kehitetty RPS-palvelumalli on kuvattu kuviossa 29. Se kuvaa sellaista tilannetta, jossa korkeakoulu tarjoamansa RPS-palvelun avulla tukee yrityksen tuotekehitystoimintaa.



Kuvio 29. Pikamallinnukseen perustuvan tuotekehitysprosessin vaiheet ja eri osapuolten tehtävät eri vaiheissa.

Pikamallinnuksen (RPS) etuja ovat seuraavat asiat:

- Yritykset saavat tuoreita ideoita ja ajatuksia
- Yritykset voivat kehittää tuotteitaan edullisesti oppilaitosten laitteilla
- Lisääntyvä yhteistyö oppilaitosten ja teollisuuden välillä
- Tuotekehitys nopeutuu ja halpenee
- Opiskelijat oppivat teollisuuden lainalaisuuksia ja menetelmiä.

Pikamallinnus kattaa toiminnot konseptoinnista (Idea Conception) lopputuotteeseen (Final product). Yrityksellä (Enterprise) ja oppilaitoksen tiimeillä (Team actions) on omat vastualueensa (kuvio 29).

Tarkempi kuvaus löytyy seuraavasta web-osoitteesta:

<http://www.hamk.fi/metnet>

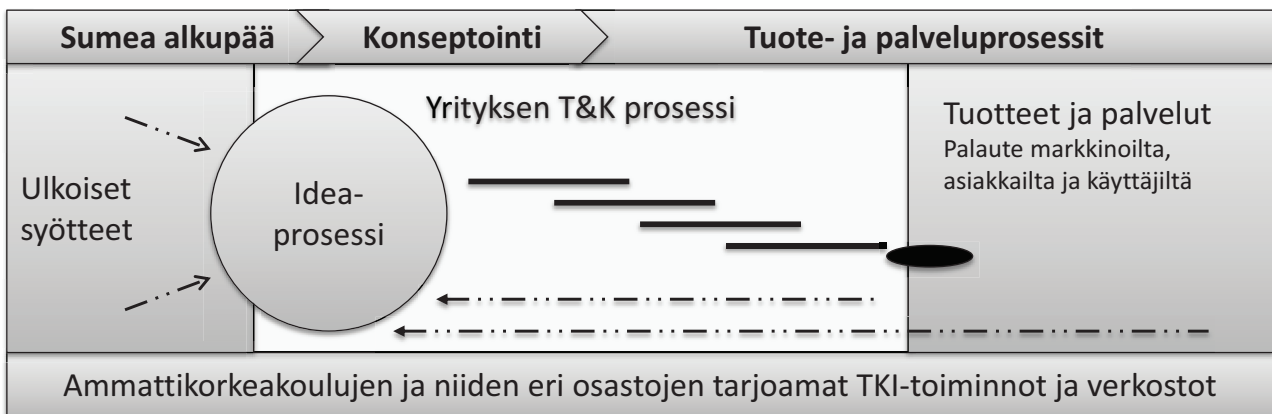
Sieltä kohta "Events" ->"Poznan2010"->"Materials"->"Rapid Prototyping..." .

Esitys on julkaisu myös nimellä: "RAPID PROTOTYPING SERVICE MODEL BY THE CDIO EDUCATIONAL FRAMEWORK" iCAT2010-julkaisussa: "ADDITIVE LAYERED MANUFACTURING: EDUCATION, APPLICATION AND BUSINESS" (Annals and Proceedings of DAAAM International). Se on myös tämän julkaisun osiossa 2.



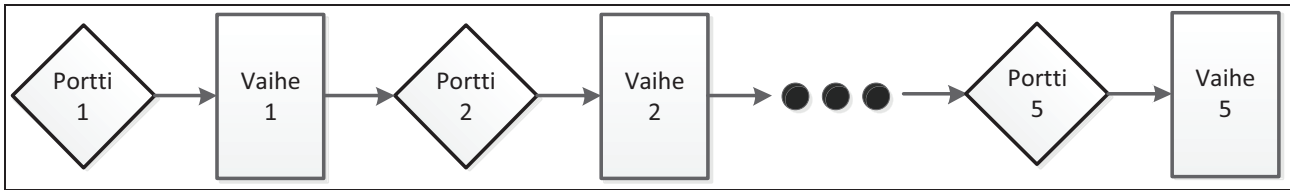
#### 4. Innovaatio- ja tuotekehitysprosessit (WP4)

Innovaatioprosessi voidaan kuvata koostuvan kolmesta osasta: sumeasta alkupäästä (Fuzzy front end), konseptoinnista ja tuotekehityksestä. Tuotekehitysprosessi voidaan lukea kuuluvaksi osaksi innovaatioprosessia. Innovaatioprosessi sisältää siis paljon laajemman toimintojen kirjon kuin pelkästään tuotekehitystoiminnan. Tuotekehitysprosessi ei yksinään riitä kuvaamaan niitä kaikkia toimintoja, jotka yrityksen täytyy suorittaa, jotta ideasta syntyisi kaupallistettava tuote tai palvelu. Innovaatiotoiminnan monialaisesta kokonaisuudesta johtuen siihen osallistuvat tuotekehitysosaston henkilöstön lisäksi henkilöitä myös muilta organisaation osastoilta kuten esimerkiksi markkinointi-, muotoilu- ja tuotanto-osastoilta. Lisäksi innovaatioprosessiin voi myös liittyä yrityksen ulkopuolisia toimijoita kuten korkeakouluja tai tutkimuslaitoksia. Kuviossa 30 on esitetty malli innovaatioprosessin osista. (Apilo & Taskinen 2006)



Kuvio 30. Innovaatioprosessi (mukaillen Apilo & Taskinen 2006)

Innovaatioprosessin ensimmäinen osa sumea alkupää sisältää mahdollisuuksien tunnistamisen ja niiden analysoinnin, ideointivaiheen, ideoiden jalostamisen ja arvioinnin. Konseptoinnissa keskitytään sumeassa alkupäässä syntyneistä ideoista kehittämään asiakastarpeet ja tuotevaatimukset täyttäviä ratkaisuja. Näistä ratkaisuista valitaan eri kriteereillä totuttamiskelpoisin konsepti. Tämän jälkeen valittu konsepti siirtyy tuotteen kehittämisvaiheeseen. Tuotekehitysprosessista on olemassa kirjallisuudessa paljon malleja, jossa tuotekehityksen vaiheet ja eteneminen on kuvattu yksityiskohtaisesti. Esimerkkinä näistä mainittakoon Cooperin porttimalli ja Ulrich-Eppingerin malli. Näitä malleja voidaan kutsua peräkkäismalleiksi, koska niissä tuotekehityksen vaiheet seuraavat toisiaan eikä seuraava vaihe voi alkaa ennen kuin sitä edeltävä vaihe on loppunut. Kuvassa 31 on esitetty Cooperin porttimalli. Tuotekehitystä voidaan kuvata myös monilla muillakin malleilla kuin peräkkäismalleilla. (Apilo & Taskinen 2006; Cooper 1990; Tidd et al. 2010; Ulrich & Eppinger 2008)



Kuva 31. Porttimalli (mukaillen Cooper 1990)

Perinteisten analyttisten, ongelmien lineaariseen ratkaisuun tähtäävien, innovaatioprosessien rinnalle ovat nousseet myös tulkitsevat innovaatioprosessit. Tällöin korostuvat mm. pyrkimys moninaisuuteen ja asiakkaan tarpeen vaistoaminen tavoitteen tiukan määrittelyn ja ennalta määriteltyjä suoritusvaiheiden sijasta. Myös avoimen innovaation näkökulmat haastavat perinteisen suljetun innovaation mallia. Organisaation ulkopuolella tehdyn työn arvostaminen ja tunnistaminen, sekä osaamisen hyödyntäminen nousee merkittäväksi tekijäksi. Tämä haastaa myös hyödyntämään immateriaalioikeuksia (IPR) uudella tavalla ja käyttämään näitä liiketoiminnan osana eri tavoin kuin aiemmin. Yritykset ja koulutusorganisaatiot voivat hyödyntää osaamistaan kaupallistamalla immateriaalioikeuksiaan toimintaverkostoissaan, eikä keskittyä vain osaamisensa ja oikeuksiansa suojaamiseen kuten aiemmin suljetussa prosessissa on ollut tapana. Innovaatiotoiminta muuttuu yhä enemmän nopeutta ja ketteryyttä vaativaksi toiminnaksi, jolloin PK-yritysten luontaisten vahvuuksien voitaisiin olettaa tukevan niiden kilpailukykyä. Olennaista on tarvittavan uudenlaisen osaamisen ja verkostojen kehittäminen, sekä alueellisten tukioorganisaatioiden kyky sopeutua, kuten ammattikorkeakoulujen kyky tukea suhteellisen rajallisin resurssein toimivia PK-yrityksiä ja kehittää samalla omaa toimintaansa. Yhteistyön ja toimivien rakenteiden merkitys kasvaa meneillään olevan muutoksen myötä. (Apilo & Taskinen 2006; Chesbrough 2003; Harmaakorpi et al. 2008)

#### 4.1 Tutkimuksen tausta

Suomalaisten korkeakoulujen ja yritysten välistä innovaatioyhteistyötä on haitannut yhteisten toimintatapojen puute ja vaihtelevat käytännöt eri korkeakouluissa. Lisäksi korkeakoulujen on menestyksekkäässä innovaatioyhteistyössä pystyttävä vastaamaan yritysten toimintaympäristön muutoksiin. Erityisesti suomalainen metalli- ja koneteknologia-ala elää tulevaisuudessa toimintaympäristössä, jossa keskeisiä kehityksen ajureita ovat kova hintakilpailu, tiivis kilpailu asiakkaista, lisääntyvät energiatehokkuusvaatimukset, sekä markkinoiden, talouden ja operaatioiden uudelleensijoittamisen jatkuminen (Leppimäki & Meristö 2007) Näistä syistä johtuen suomalainen korkeakoulukenttä pyrkii etsimään uusia toimivia tapoja toteuttaa tehokkaasti yritysten kanssa tehtävää innovaatioyhteistyötä ja edistää rakenteellisia muutoksia. Korkeakoulut ovat myös tiedostaneet tarpeen kouluttaa tulevaisuuden osaajia, jotka kykenevät toimimaan monialaisissa, kansainvälisissä innovaatioverkostoissa. (Vestala et al. 2010).

## 4.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, *miten suomalaisiin korkeakouluihin luodaan sellaisia verkottuneita rakenteita, jotka pysyvästi tukevat korkeakoulujen ja erityisesti suomalaisten metalli- ja koneteknologia-alan PK-yritysten innovaatiotoimintaa.*

Tutkimuskysymykseen etsitään vastauksia seuraavien vaiheiden kautta:

- 
- Kartoitetaan korkeakouluissa käytössä olevia innovaatioyhteistyömalleja
  - Selvitetään metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoimintatapoja
  - Selvitetään korkeakoulujen ja metalli- ja koneteknologia-alan yritysten välisiä yhteistyötapoja innovaatiotoiminnassa
  - Kehitetään ja uusii rakenteita ja yhteistyömalleja edistämään tiedonvaihtoa ja parhaiden käytäntöjen yleistymistä metalli- ja koneteknologia-alan yritysten ja korkeakoulujen innovaatiotoiminnassa

Tutkimus on rajattu koskemaan Etelä-Suomessa toimivia metalli- ja koneteknologia-alan PK-yrityksiä. PK-yrityksellä tarkoitetaan yritystä, jonka palveluksessa on vähemmän kuin 250 työntekijää, liikevaihto on enintään 50 miljoonaa euroa tai taseen loppusumma on enintään 43 miljoonaa euroa. Lisäksi pk-yrityksen pääomasta tai äänimäärästä alle 25 % voi olla toisen yrityksen tai julkisyhteisön hallussa. (EU:n komissio 2003) Tutkimuksessa innovaatiotoiminnalla tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, jotka johtavat tai joiden tavoitteena on johtaa innovaatioiden käyttöönottoon. (Tilastokeskus 2010)

## 4.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen toteuttaminen käynnistyi alkuvuodesta 2010 innovaatiotoimintaan liittyvään kirjallisuuteen tutustumalla. Kevään 2010 aikana aloitettiin korkeakouluissa käytössä olevien innovaatioyhteistyömallien kartoitus. Syksyllä 2010 tehtiin valmistelut vuoden 2011 alussa aloitettavaan korkeakoulujen ja metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoimintatapojen kartoitukseen. Lisäksi 2010 Metropolia ja Turun ammattikorkeakoulu aloittivat innovaatioyhteistyömallien soveltamisen erityisesti moniammatillisissa oppilasprojekteissa. Keväällä 2011 aloitetaan korkeakoulujen ja metalli- ja koneteknologia-alan yritysten välisten yhteistyötapojen selvitys. Vuoden 2011 lopussa muodostetaan kartoitusten ja selvitysten pohjalta kehittyneempiä yhteistyömalleja ja verkostorakenteita korkeakoulujen sekä metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoiminnan parantamiseksi. Kehitettyjä malleja ja rakenteita on tarkoitus pilotoida yrityksissä vuoden 2012 aikana.

## 4.4 Korkeakoulujen innovaatioyhteistyömallit ja niiden vertailu

Saavuttaakseen ymmärryksen korkeakoulujen käytössä olevista innovaatioyhteistyömalleista, Rocket-hankkeen työryhmä suoritti 2010 keväällä alkukartoituksen, jossa selvitettiin ja vertailtiin hankkeessa

toimivien korkeakoulujen yritysten kanssa toteutettavia yhteistyömalleja. Lähimmin tarkasteltiin Kymeen ammattikorkeakoulussa käytössä olevaa LCCE-mallia (Learning and Competence Creating Ecosystem), Turun ammattikorkeakoulussa ja Metropoliasa sovellettua CDIO-mallia (Conceive-Design-Implement-Operate), Saimaan ammattikorkeakoulun kehitteillä olevaa innovaatioprosessimallia sekä Laurea ammattikorkeakoulun LbD-toimintamallia (Learning by Developing). Tavoitteena kartoituksessa oli vertailla mm. työelämäyhteistyön onnistuneisuutta, tutkimus- ja kehitystoiminnan integrointia opintoihin sekä molemminpuolista innovaatioyhteistyön hyötyä yrityksille ja korkeakouluille. Kartoituksessa tarkasteltiin erityisesti mallien mukaan toteutettujen projektienkäytännön toteutusta, tuloksia, kestoa, jatkuvuutta, osallistujia ja projekteista myönnettäviä opintopistemääriä.

#### 4.4.1 CDIO-malli

Conceive-Design-Implement-Operate (määrittellä-suunnitella-toteuttaa-ylläpitää) insinöörienkoulutuksen viitekehys joka on alun perin kehitetty neljän yliopiston (Chalmers Tekniska högskola Göteborg Ruotsi, Kungliga Tekniska högskola Tukholma Ruotsi, Linköpings universitet Ruotsi sekä Massachusetts Institute of Technology, Cambridge Yhdysvallat) yhteistyöllä. CDIO-menetelmä kehitettiin vastaukseksi nykyaikaisen yhteiskunnan ja työelämän vaatimukseen insinööreille. Nykyaikaiset yhteiskunnat ovat teknillistyneet huomattavasti ja tämä teknillistyminen on johtanut aina mutkikkaampiin sovelluksiin ja kokonaisuuksiin. Tämä yhteiskuntien teknillistyminen on johtanut siihen, että teknillisesti koulutettujen ihmisten tarve on kasvanut. Tekniikan monimutkaistuminen ja yleistymisen on luonut uudentyyppisten insinöörien tarpeen. (Crawley E., Malmqvist J., Östlund S. & Brodeur D. 2007). Insinöörien toimenkuvat ja tehtäväkentät ovat laajentuneet perinteisestä hyvin tekniikkapainotteisesta teollisuuden suunnittelutyöstä kattamaan koko ketjun määrittely-suunnittelu-toteutus-ylläpito tehtäviin aina monimutkaisten robottiautomaatiosovellusten määrittelystä sairaaloiden ylläpito ja huoltotehtäviin. Jokainen voi kuvitella miten erityyppisiä taitoja tarvitaan teräsrakenteiden FEM-laskennassa tai sairaalan logistiikkaosaston kunnossapidon vastaavana.

Koulutuksen-viitekehityksen kehitys aloitettiin esittämällä kysymys ”Mitä tietoja, taitoja, asenteita pitää valmistuneella insinöörillä olla?”. Vastaukseksi saatiin: ”Valmistuneen pitää pystyä määrittelemään-suunnittelemaan-toteuttamaan-ylläpitämään monimutkaisia, arvoa lisääviä teknisiä tuotteita, prosesseja ja järjestelmiä uudenaikaisessa tiimityöhön perustuvassa ympäristössä.” Tästä vastauksesta lyhenne CDIO sai nimensä. (Crawley et al. 2007)

CDIO-on eräs ehkä tarkimmin kuvattu ja määritetty insinöörikoulutuksen viitekehys joka on saanut hyväksyntää ympäri maailman. Viitekehys perustuu 12 CDIO-standardiin, joista 7 kappaletta ovat keskeisiä ja ovat tuoneet uusia pedagogisia periaatteita insinöörikoulutukseen (merkattu tähdellä\*) ja osa täydentää CDIO-mallia kuvaamalla insinöörikoulutuksen hyviä käytäntöjä. Taulukossa 1 on CDIO-standardit kuvattuna ja jaoteltuina yläkategorioihin. (Crawley et al. 2007, Tuohi R & Saarenpää T, 2009).

Kategoria	Standardit
Ohjelman perusfilosofia	1. <b>CDIO-viitekehyksenä*</b> - CDIO –viitekehyksen käyttöönotto insinöörikoulutuksessa
Opetussuunnitelman kehitys	2. <b>Opetuksen tavoitteet*</b> -Määritellyt oppimistavoitteet 1)henkilökohtaisiin- ja ihmissuhdetaitoihin, 2) tuote-, prosessi- ja järjestelmänkehitystaitoihin tieteenalaan ja koulutusohjelman tavoitteisiin liittyen. Sidosryhmät osallistuvat tavoitteiden määrittelyyn.  3. <b>Integroitu opetussuunnitelma*</b> -Opetussuunnitelma suunniteltu erityisesti siten, että koulutusohjelman kursseihin integroidaan ihmissuhdetaitojen ja tuote-, prosessi- ja järjestelmänkehitystaitojen opetusta.  4. <b>Johdatus insinööriopintoihin</b> -Johdatuskurssi joka tarjoaa viitekehyksen insinöörikäytänteisiin ja tärkeimpiin tietoihin ja taitoihin.
Suunnittele-toteuta kokemukset ja työtilat	5. <b>Suunnittele-toteuta kokemukset*</b> -Opetussuunnitelma sisältää vähintään yhden suunnittele ja toteuta tyyppistä kokemusta (esim. projektia) sekä perustasolla että edistyneemmällä tasolla  6. <b>Oppimisympäristöt</b> -Työtilat ja laboratoriot jotka kannustavat tekemällä oppimiseen ja kokeilemiseen.
Opetus- ja oppimismetodit	7. <b>Integroitu oppiminen*</b> -Integroidut oppimiskokemukset koulutusohjelman oppimistavoitteiden ja CDIO-tavoitteiden kanssa  8. <b>Aktiivinen oppiminen ja opetus</b> -Opetus ja oppiminen perustuu oppilaita aktivoiviin opetusmetodeihin. (mm. kokeilemaan ja testaamiseen kannustaminen)
Tiedekunnan (koulutusohjelman) ja henkilöstön kehittäminen	9. <b>CDIO-taitojen kehittäminen*</b> -Aktiivisia toimia jotka parantavat henkilökunnan CDIO-taitoja  10. <b>Opetustaitojen kehittäminen</b> -Aktiivisia toimia jotka parantavat henkilökunnan osaamista tarjota integroituja oppimiskokemuksia
Arviointi	11. <b>Oppilaiden taitojen arviointi*</b> -CDIO-taitojen arvioinnin lisääminen oppilaiden arviointiperusteisiin  12. <b>Koulutusohjelman arviointi</b> -CDIO toiminnan arviointijärjestelmä joka johtaa jatkuvaan parantamiseen oppilailta, henkilökunnalta ja sidosryhmiltä saadun palautteen mukaan.

Taulukko 4: CDIO-standardit

CDIO yhteistyö instituutteja, pääasiassa yliopistoja ja ammattikorkeakouluja (Polytechnic, Hochschule), on yli 50 jotka sijaitsevat yli 25 eri maassa. Suomesta mukana ovat Lahden, Seinäjoen ja Turun ammattikorkeakoulut sekä ammattikorkeakoulu Metropolia. ([www.cdio.org](http://www.cdio.org))

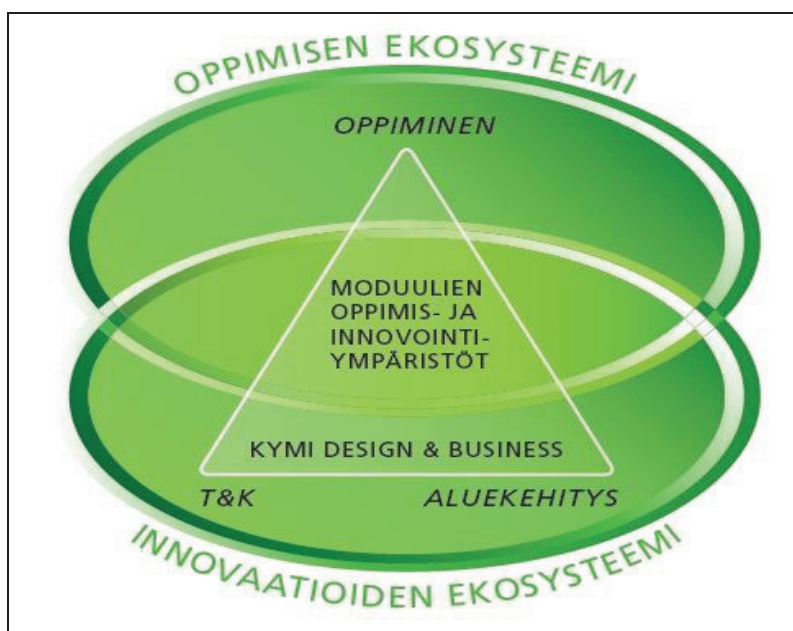
CDIO on itsessään varsin kattava ja käytössä kohtalaisen hyväksi koettu menetelmä (Bankel J., Berggren K-F., Blom K., Crawley E., Wiklund I. & Östlund S. 2003; Kontio J. 2007), niin tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että menetelmä soveltuisi sellaisenaan tai täyttäisi kaikki vaatimukset insinöörikoulutusta kohtaan ympäri maailman. Tämä voidaan päätellä siitä, että maailmalla on useita CDIO johdannaisia, CDIO:ta sivuavia ja hyväksikäytettäviä tai täydentäviä insinöörikoulutuksen viitekehysjä. Esimerkkeinä voidaan pitää esim. Turun ammattikorkeakoulun innovaatiopedagogiikkaa tai Portugalilaisen Porton Yliopiston idEF-CDIO-viitekehystä. Näistä innovaatiopedagogiikka lähestyy insinöörikoulutusta painottaen perusinsinööriopintojen lisäksi 1) monialaisuutta, pyrkien yhteisprojekteihin ja opetukseen yli koulutusohjelmien ja alojen 2) kansainvälisyyttä, 3) yritystoiminnan opettamista sekä 4) T&K-toiminnan integroimista opetukseen. idEF-CDIO lisää CDIO konseptiin todellisten ongelmien tunnistamisen, arvioinnin ja muodostamisen (identify, evaluate and formulate real problems and needs). (Penttilä T., Kairisto-Mertanen L. & Putkonen A. 2009.; Barbedo de Magalhaes A., Estima M. & Almada-Lobo B. 2007.)

Loppujen lopuksi voidaan todeta, että CDIO on vaikuttanut, suhteellisen suuresti, insinöörikoulutuksen kehitykseen ja formuloinut uuden näkökulman tarvittaviin tietoihin ja taitoihin joita valmistuneilta insinööreiltä odotetaan.

#### 4.4.2 LCCE – Oppimisen ja osaamisen ekosysteemi

LCCE, Learning and Competence Creating Ecosystem, on Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kehittyvä ja rakentuva oppimis- ja innovaatioympäristö, jonka olennainen tavoite on koulutuksen ja työelämän aktiivinen yhteistyö. LCCE on valittu ammattikorkeakoulujen koulutuksen laatuyksiköksi vuosiksi 2010–2012.

LCCE-toimintamallin toteuttaminen edellyttää rakenteellisten ja toiminnallisten jakojen häivyttämistä korkeakoulujen ja yritysten välillä. Toimintamalli tavoittelee korkeakoulujen ekosysteemin ja yritysten innovaatioiden ekosysteemin yhteensulautumista. Ekosysteeminäkökulmassa keskitytään innovaatioiden kehittämiseen ja kaupallistamiseen. Oppimisen ja osaamisen ekosysteemissä tapahtuu osaamisen evoluutiota. Opiskelijat soveltavat tietojaan ja kehittävät taitojaan samalla myös opettajilla ja yritysten henkilöstöllä on mahdollisuus päivittää tietojaan (kuvio 32)



Kuvio 32. LCCE:n ekosysteeminäkökulma (Otsakorpi. 2010. LCCE-valmennusohjelma. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

LCCE-konseptin mukaisesti Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa opetussuunnitelmia uudistetaan siten että se jaetaan opintokokonaisuuksiin (kuvio 30). Jokaiseen opintokokonaisuuteen liitetään yrityslähtöinen kehityshanke, jolloin oppiminen muuttuu yhä enemmän työn teoksi ja työn tekeminen oppimiseksi. Käytännössä opiskelija suorittaa kuvan esimerkinmukaisesti neljä teoreettista opintojaksoa, jonka jälkeen hän suorittaa praktisen opintojakson, yleensä projektin. Tässä projektissa opiskelijan on tarkoitus soveltaa tietojaan ja kehittää taitojaan samalla kun myös opettajilla ja yritysten henkilöstöllä on mahdollisuus päivittää tietojaan. LCCE-toimintamallin vahvuus on siinä, että sen puitteissa ammattikorkeakoululla on mahdollisuus toteuttaa opetus, tutkimus- kehitys- ja innovaatiotoimintaa sekä aluekehitystä (kuvio 33).

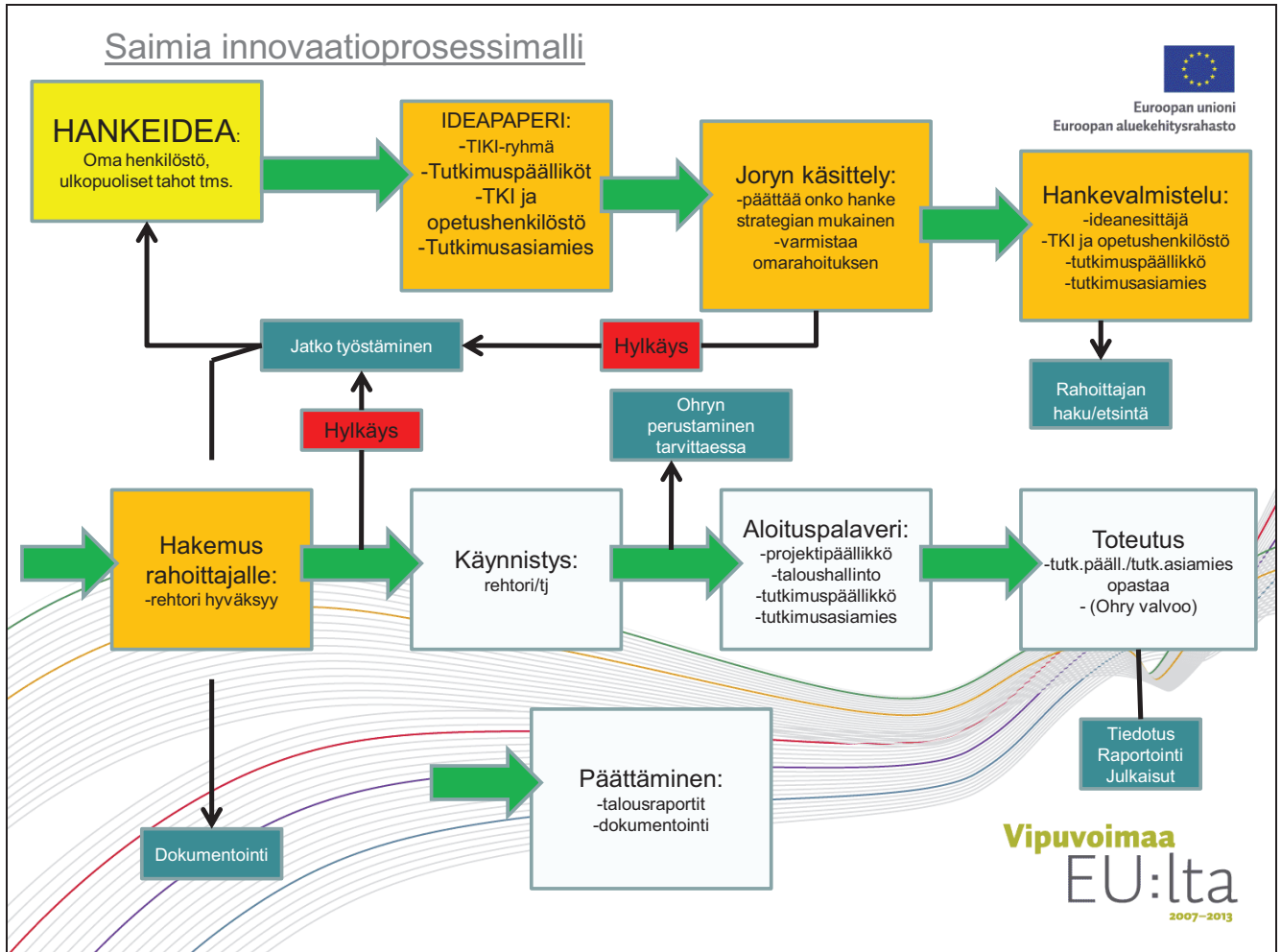


Kuvio 33. Esimerkki T&K&I-projektin kytkennästä opetukseen LCCE-mallissa (Huhtinen, M. 2010. Rocket tiedotustilaisuus. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu).

LCCE-toimintamallin mukaisesti tarkoituksena on lisäksi kehittää Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ja Etelä-Kymenlaakson ammattiopiston koulutus- ja kehittämiskeskuksen Primus High Tech:in toimintaa. Keskus tarjoaa tilat ja laitteet opiskelijaryhmien koulutukseen sekä opiskelijoille mahdollisuuden projektien ja lopputöiden tekoon yhdessä alueen teollisuuden yritysten kanssa.

#### 4.4.3 Saimia innovaatioprosessimalli

Innovaatiotoiminnan tavoitteena on tukea Saimaan ammattikorkeakoulun strategioiden sekä toiminnallisten ja taloudellisten tavoitteiden toteutumista. Hankkeet toteuttavat osaltaan ammattikorkeakoulun perustehtäviä: koulutusta, tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa sekä aluekehitystehtävää. Toiminnalla kehitetään myös ammattikorkeakoulun toimintaa ja osaamista sekä parannetaan toiminnan tuloksellisuutta. Vastuu projektin valmistelusta, hakemisesta, rahoituksesta ja toteutuksesta on ammattikorkeakoulun toimialoilla. Ammattikorkeakoulun suunnittelu- ja kehityspalvelut sekä talous- ja hallintopalvelut tukevat toimialoja tässä työssä. Projektit voidaan toteuttaa ammattikorkeakoulun omalla perusrahoituksella tai niihin voidaan hakea ulkopuolista erillisrahoitusta (kuvio 34).



Kuvio 34. Saimia innovaatioprosessimalli.

### Innovaatioprosessimallin kuvaus

1. Innovaatiotoiminta tukee ammattikorkeakoulun strategioiden toteutumista. Idean pohjalta lähdetään muotoilemaan projektiehdotusta.
2. Projektin valmistelija ja toimialajohtaja sekä mahdolliset muut toimialajohtajan osoittamat henkilöt työstävät projektiehdotusta TIKI-ryhmän, tutkimusasiamiehen ja kehitysjohtajan avustuksella.
3. Projektin valmistelija toimittaa lopullisen projektiehdotuksen toimialajohtajalle, joka esittelee projektiehdotuksen ammattikorkeakoulun johtoryhmälle.
4. Johtoryhmä arvioi ja hyväksyy projektiehdotuksen jatkovalmisteluun.
5. Projektin valmistelija ja toimialajohtaja valmistelevat projektiehdotuksen pohjalta projektisuunnitelman, rahoitushakemuksen sekä tarvittavat sopimukset.
6. Tutkimusasiamies tai kehitysjohtaja tarkastaa projektihakemuksen ennen hakemuksen lähettämistä rahoittajalle.
7. Toimitusjohtaja hyväksyy projektisuunnitelman sekä allekirjoittaa hakemusasiakirjat ja sopimukset.
8. Rahoittaja tekee rahoituspäätöksen.
9. Projektin valmistelija ja tutkimusasiamies tarkastavat päätöksen: onko projektisuunnitelman mukainen, onko tarvetta tarkentaa projektisuunnitelmaa.
10. Valmistelija ja toimialajohtaja valmistelevat projektin perustamispäätöstä suunnittelemalla projekti-organisaation (projektipäällikkö, ohjaus- ja projektiryhmän jäsenet, projektin muu henkilökunta) yhteistyössä tutkimusasiamiehen ja kehitysjohtajan kanssa. Valmistelija ottaa

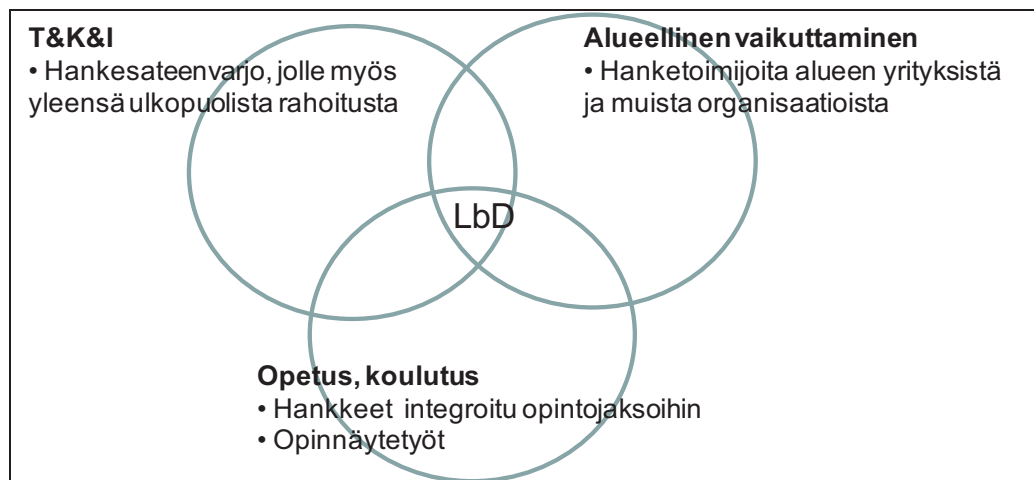


yhteyttä talous- ja hallintopalveluihin kirjanpidon projektinumeron perustamista varten ja taloushallinnon yhteyshenkilön nimeämiseksi projektille.

11. Tutkimusasiamies valmistee projektin perustamispäätöksen.
12. Rehtori/toimitusjohtaja päättää projektin perustamisesta.
13. Projektipäällikkö käynnistää toiminnan.
14. Projektipäällikkö huolehtii tiedottamisesta, dokumentoinnista ja julkaisuista.
15. Hylätyt hakemukset palautuvat jatkoystön kautta uudelleen kiertoon tai lopullisesti hylätyt dokumentoidaan.

#### 4.4.4 Laurean LbD-malli viitekehys alueelliseksi innovaatioprosessiksi

LbD-toimintamalli (Learning by Developing) yhdistää aluekehityksen, tutkimus-, kehitys-, ja innovaatiotoiminnan (T&K&I) sekä koulutuksen toisiinsa. Laurea-ammattikorkeakoulu on palkittu huippuyksikkö erityisesti LbD-toimintamallin ansiosta (Raij 2007, Kallioinen 2008). Kehittämispohjaista oppimista toteutetaan hankepohjaisesti niin, että alueen toimijat ovat mukana Laurean T&K&I-hankkeissa ja opetussuunnitelman mukaiset opintojaksot on integroitu osaksi hanketyöskentelyä. Opiskelijakeskeinen T&K&I-toiminta tuottaa työelämään osaajia, jotka hallitsevat projektityöskentelyn, osaavat kehittämistoiminnan käytännössä ja tuntevat käytännön työelämää sekä sen toimijoita alueella ja laajemminkin. Alla oleva kuvio 35 havainnollistaa LbD:n periaatetta.



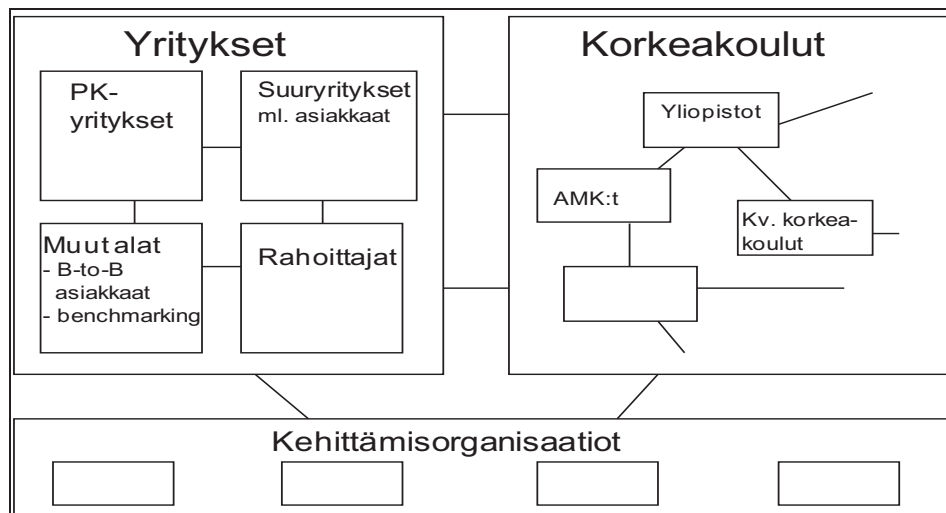
Kuvio 35. LbD-mallin viitekehys (Partamies et al. 2010)

Kehittämispohjainen oppiminen (LbD) ja sen käytäntöön soveltaminen onnistuu parhaiten, kun alueen toimijat ovat verkottuneet ja heillä on säännöllinen vuorovaikutus, jossa voidaan yhdessä ideoida uusia hankkeita ja tunnistaa kehittämiskohteita. Uudistuminen on muuttuvassa maailmassa välttämättömyys.

Muuttuva toimintaympäristö haastaa yritykset uudistumaan jatkuvasti, mieluummin etukenossa muutoksia ennakkoiden kuin vain niihin reagoiden (Manninen 2010). Toimintaympäristö on globaali ja paikallisestikin toimiva yritys kohtaa globaalien kilpailun verkoston kautta. Asia voidaan kääntää myös mahdollisuudeksi: verkoston kautta paikallisesti toimiva yritys löytää uusia asiakkaita, uusia markkina-alueita ja kumppaneita omaan tutkimus- ja kehittämistoimintaansa. Alueellinen verkosto koostuu erilaisista ja erikokoisista toimijoista. Tyypillisesti isot yritykset, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset ovat tehneet jo pitkään tiivistä yhteistyötä ja hyödyntäneet kansallista ja kansainvälistäkin rahoitusta yhteisissä hankkeissaan. Alueiden veturiyritykset ovat vetäneet hankkeisiin mukaan omia alihankkijoitaan, mutta usein muut alueen pk-

yrietykset ovat jääneet ulkopuolelle. Veturiyrietysten siirryttyä tai laajennettua ulkomaille pk-yrietykset ovat jääneet ilman kehittämiskumppania, koska heillä ei välttämättä ole ollut suoria kontakteja alueen korkeakouluihin tai kehittämisorganisaatioihin. Rocket-hankkeen yhteydessä tehty yrietyksely kone- ja metallialalle osoitti, että pienet kokivat kehittämisyheteistyön vieraaksi ja vain vähän hyötyjä antavaksi ja yhteistyö oli enemmänkin satunnaista tai painottui kesätyöpaikkoihin alueen opiskelijoille.

Jatkuvan kehittämispohjaisen yhteistyön malli vaatii aktiivisuutta myös korkeakoulujen henkilöstöltä, tutkijoilta ja opettajilta. On oltava aloitteellinen hankkeiden generoinnissa, mutta myös valmis hyppäämään pois omalta mukavuusalueelta ja erikoisasantuntemuksen alueelta laajempiin ja monialaisempiin kokonaisuuksiin ja yhteistyömalleihin. Olemme Laurean Rocket-tutkimusosiossa kartoittaneet yrietykenttää, mutta myös kehittäneet viitekehystä alueiden rakenteelliseksi toimintamalliksi. Viitekehys yhdistää eri toimijat ja mahdollistaa kehittämispohjaisen oppimisen toimintamallin käytön prosessinomaisesti sen sijaan että toteutettaisiin yksittäisiä hankkeita tai osakokonaisuuksia. Näin alueiden kilpailukyky, kansainvälistyminen ja ennakoiva uudistaminen saadaan yhteistyössä pidettyä jatkuvassa liikkeessä (Kettunen & Meristö 2010).

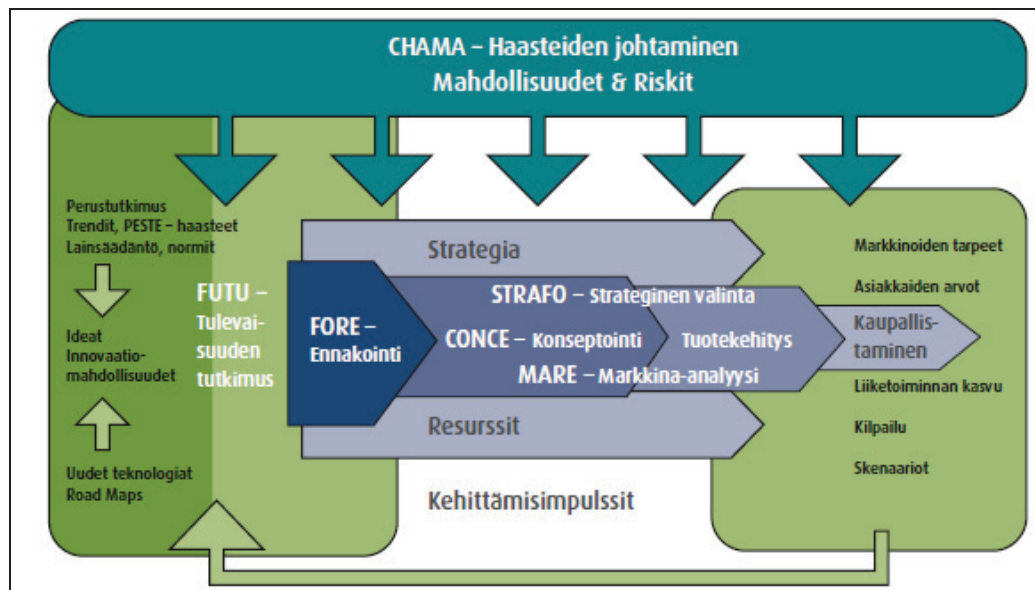


Kuvio 36. Alueellisen toimintamallin viitekehys (Laitinen et al. 2010)

Viitekehysten yrietyksiosiossa toimivat sekä alueen isot että pienet yrietykset, mutta myös rahoittajat. Huomionarvoista on, että malli kattaa eri toimialojen yrietykset, jolloin innovaatiot rajapinnoilla mahdollistuvat ja samalla voidaan vaihtaa kokemuksia eri kansainvälistymisvaiheissa olevien yrietysten kesken eri toimialoilta. Korkeakoulut -osiossa ovat mukana paitsi alueen omat korkeakoulut myös heidän yhteistyökumppanikorkeakoulunsa ja myös alueen yrietysten kumppaneina toimivat korkeakoulut. Näin mukana on sekä paikallisia, kansallisia että kansainvälisiä korkeakouluja tiede- ja ammattikorkeakoulualueelta. Kehittämisorganisaatioiden osiossa ovat mukana mm. alueelliset kehittämiskeskukset, yrietykeskukset, yrittäjäjärjestöt tai kauppakamarit. Ne varmistavat osaltaan jatkuvan kehittämisen tuloksena syntyvien tulosten laajemman käyttöönoton alueen yrietyksissä (Laitinen et al 2010).

Markkinoilla on tarvetta ja uutta kysyntää, mutta uusi tutkimustieto ja teknologia mahdollistavat myös uutta tarjontaa. Aikajänne on kummassakin erilainen: markkinat toimivat lyhyellä tähtämellä, kun taas tutkimus ulottuu vuosien, jopa vuosikymmenten päähän. Tämän vuoksi on tärkeä ottaa mukaan pitkän aikavälin tarkastelut markkinoiden kehityksestä, ennakoita asiakastarpeita muuttuvassa toimintaympäristössä ja kääntää on kysyntälähtöistä ajattelua suuntaan, jossa myös tarjonta luo uutta kysyntää. Tulevaisuus ei ole silloin vain jotain, jonka muutokseen reagoidaan, vaan sitä luodaan itse proaktiivisesti.

INNORISK-toimintamalli on kehitetty tähän tarpeeseen Tekesin Liito-ohjelmassa yhteistyössä VTT:n kanssa. Se on innovaatioprosessi ideasta konseptiksi, jossa ideointi koostuu laajakatseisesta ja -alaisesta tulevaisuuden yleisten muutostekijöiden skenaroinnista, johon tulee sisältöä myös markkinoiden tulevaisuuden muutoksista. Realismia ja konkretiaa malliin tuovat kytkennät toimijan strategiaan ja resursseihin. Mallille ominaista on prosessiluonne ja iteratiivisuus, jolloin eri osien riippuvuudet eivät rajoita työtä, vaan pikemminkin avaavat uusia mahdollisuuksia ja tuovat uutta sisältöä kaikkiin vaiheisiin koko prosessin ajan. Prosessi on luonteeltaan jatkuva. Näin ollen malli tarjoaa yrityksille ja innovaatiostysteimin toimijoille käytännönläheisen välineen ennakoimaan radikaalejakin tulevaisuuden ratkaisuja olemassa olevien ratkaisujen perusparannusten asemesta. Malli koostuu kuudesta osiosta, jotka ovat 1) Haasteiden johtaminen (CHAMA), 2) Tulevaisuuden tutkimus (FUTU), 3) Ennakointi (FORE), 4) Markkina-analyysi (MARE), 5) Konseptointi ja tuotekehitys (CONCE) ja 6) Strateginen valinta (STRAFO). CHAMAn tavoitteena on tehostaa innovaatioiden syntyä ja luoda systemaattisia menetelmiä innovaatioprosessin johtamiseen; FUTUssa analysoidaan ja kuvataan pitkän aikajänteen vaihtoehtoisia tulevaisuuden kehityskulkuja eli skenaarioita tulevaisuudentutkimuksen keinoin; FOREssa hyödynnetään FUTUn tuottamaa tietoa vaihtoehtoisista tulevaisuuden kehityskuluista, ja toimijanäkökulma tarkennetaan oman toiminnan tasolle; MAREssa tarkennetaan tulevaisuuden skenaarioiden markkinaulottuvuutta sekä makro- että mikrotasolla; CONCE yhdistää aikaisempien moduulien tuottaman tiedon ja tietämyksen tehokkaasti osaksi menestyksestä konseptointia; STRAFO keskittyy yritysten kehitysprojektikannan strategiseen positiointiin (Meristö et al. 2006, 2009).



Kuvio 37. INNORISK-toimintamallin viitekehys.

Laurea AMK:n Rocket-osakokonaisuudessa on tavoitteena integroida alueellinen toimintamalli (LbD) ja innovaatioprosessimalli toimivaksi kokonaisuudeksi Rocket-hankkeen aikana.

#### 4.4.5 Turun ammattikorkeakoulu ja innovaatiopedagogiikka

Turun ammattikorkeakoulussa on sovellettu usean vuoden ajan erilaisia oppimis- ja opetusmenetelmiä, jotka ovat tähänneet opiskelijoiden innovaatiovalmiuksien kehittämiseen. Vuonna 2010 käsite ”innovaatiopedagogiikka” nostettiin ammattikorkeakoulun strategisen tason käsitteeksi ja koko korkeakoulua koskeväksi toimintatavaksi. Tämän pedagogisen ajattelumallin ja toimintatavan taustalla on käsitys siitä, tiedon ja osaamisen merkitys lisääntyy työelämässä jatkuvasti, ja tämä korostaa

korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten roolia alueellisessa kehittämisessä. Niiden tehtävänä on edesauttaa tiedon ja osaamisen siirtymistä hyödyntäjien käyttöön kehittämällä koulutusta ja työelämälle tarjottavia innovaatiopalveluja. Turun ammattikorkeakoululla on alueensa osaamisperusteisen kilpailukyvyyn kehittymisen ja uudistumisen kannalta suuri merkitys. Innovaatiopedagogiikan kulmakiviksi voidaan määritellä monialaisuus, tutkimus- ja kehitystoiminta, opetussuunnitelmat, yrittäjyys- ja palvelutoiminta sekä kansainvälisyys. Koko korkeakoulun toiminta tähtää innovatiivisen ammattitaidon tuottamiseen ja näihin kulmakiviin nojaten ja niitä hyväksi käyttäen.

Innovaatiot syntyvät yhä useammin eri osaamisalueiden rajapinnoilla ja innovaatioyhteisöt ovat yhä enemmän kansainvälisiä. Innovaatioiden aikaansaaminen koetaan tällä hetkellä yhdeksi avaintemaksi pyrittäessä lisäämään Suomen kilpailukykyä ja tätä kautta koko kansakunnan hyvinvointia.

Innovaatio on mahdollista määrittää eri tavoin eri yhteyksissä. Innovaatiopedagogiikan kontekstissa innovaatiolla tarkoitetaan jatkuvan parantamisen periaatteelle nojaavaa osaamisen parantamista, joka johtaa työelämässä hyödynnettävään ideaan, osaamiseen tai muuhun käytäntöön.

Mitä innovaatiopedagogiikka on? Innovaatiopedagogiikan filosofisen perustan muodostaa humanistinen oppimisenäkemyks ja humanistinen näkemys ihmisestä oman tulevaisuutensa mahdollistajana ja hallitsijana.

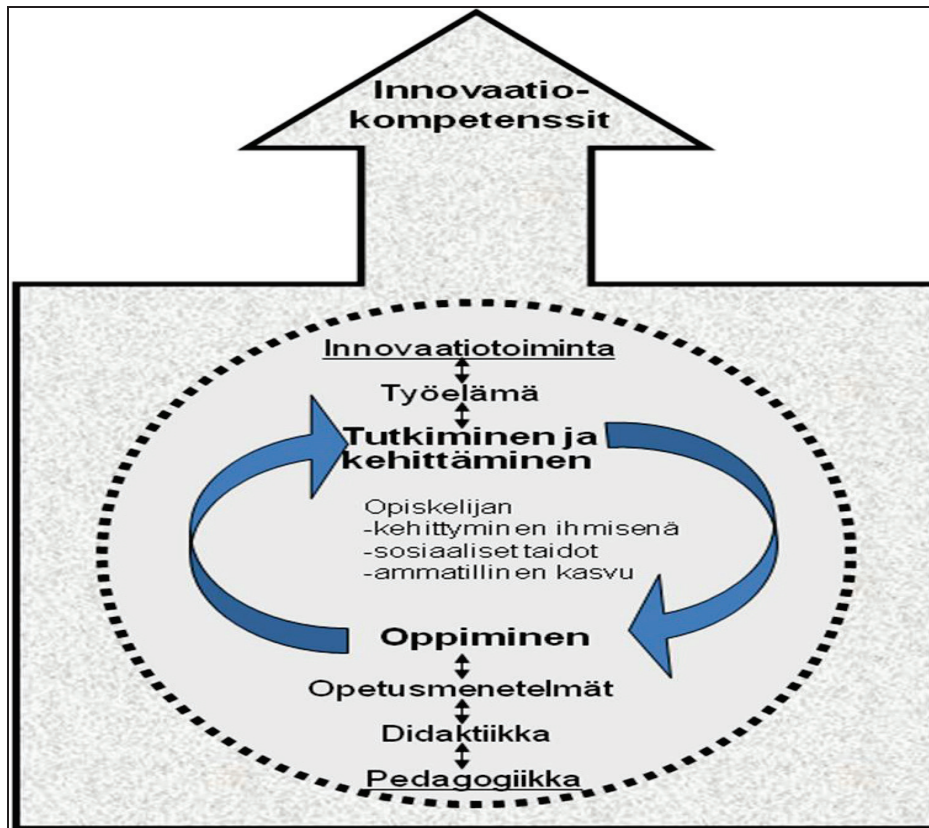
Innovaatiopedagogiikan keskeisinä elementteinä ovat ammattikorkeakouluille soveltuvat innovatiiviset oppimis- ja opetusmenetelmät, ympäröivä työelämä sekä innovaatiot, jotka voivat olla fyysisiin tuotteisiin, palveluihin, prosesseihin tai opetusmenetelmiin liittyviä. Näillä elementeillä pyritään käynnistämään jatkuvan parantamisen kehä, kun nämä toimivat innovatiivisessa toimintaympäristössä keskenään vuorovaikutuksessa. Tässä ympäristössä oppimis- ja opetusmenetelmät kehittyvät yhä tarkoituksenmukaisemmiksi, työelämän toiminta ja kilpailukyky paranevat sekä syntyy uusia innovaatioita.

Nykykäsityksen mukaan oppiminen nähdään oppijan aktiivisena, tavoitteellisena tiedonrakenteluna, joka tapahtuu määrättyssä sosiaalisessa ja kulttuurisessa kontekstissa (Tynjälä 2002). Oppimisprosessin tuloksena syntyy tietoa. Oppiminen taas on mahdollista määritellä prosessiksi, jossa käyttäytyminen kokemusten tuloksena muuttuu. (Maples & Webster 1980.) Tiedosta puhuttaessa voidaan tarkoittaa akateemista tieteellistä tietoa tai tietoa, joka liittyy itse oppimistilanteeseen ja on luonteeltaan intuitiivista. (Gibbons ym.1994; Nowotny ym. 2001, 2003). Innovaatiopedagogiikassa lähtökohtana on, että oppimisympäristöissä syntyvä ja kumuloitua tieto haastaa perinteisen tietokäsityksen.

Innovaatiopedagogiikan tavoitteena on tuottaa innovaatiokompetensseja oppimisprosessin tuloksena. Innovaatiokompetenssit voidaan määritellä sellaisiksi kyvykkyyksiksi, joita tarvitaan onnistuneen innovaation aikaan saamiseen. Innovaatiokompetenssit voidaan jakaa sekä organisaation laajuisiksi yhteisiksi kompetensseiksi että yksilötason kompetensseiksi. Innovaatiopedagogiikan avulla pyritään vaikuttamaan yksilötason innovaatiokompetenssien muodostumiseen. (Nuotio, Kairisto-Mertanen, Penttilä & Putkonen 2010.)

**Innovaatiopedagogiikan määritelmä** voidaan kirjoittaa seuraavaan muotoon: innovaatiopedagogiikka on oppimisote, joka määrittelee uudella tavalla kuinka tietoa omaksutaan, tuotetaan ja käytetään siten, että

saadaan aikaan innovaatioita. (Penttilä, Kairisto-Mertanen & Putkonen 2010; Putkonen, Kairisto-Mertanen & Penttilä, 2010.)



Kuvio 38. Innovaatiopedagogiikan teoreettinen viitekehys

Innovaatiopedagogiikan teoreettinen viitekehys (kuvio 38) muodostuu konstruktivistisen oppimisteorian ja suunnittelutieteellisen lähestymistavan pohjalta. Viitekehysten tarkoituksena on toimia mallina, joka auttaa ylittämään kuilun opiskeluvaiheen ja työelämän välillä. Innovaatiopedagogisen viitekehysten avulla on mahdollisuus tarkastella ja kehittää sellaisia opetus- ja oppimismenetelmiä, jotka antavat opiskelijalle nykyistä paremmat sosiaaliset taidot ja kehitysmahdollisuuksia ihmisenä sekä tukevat ammatillista kasvua, eli kokonaisuutena paremmat valmiudet työelämään. Opiskelun aikainen jatkuva tiedon soveltaminen innovaatiotoiminnassa syventää ja tehostaa oppimista. Tämä osaltaan vahvistaa niitä taitoja, joita opiskelija tarvitsee työelämässä. Innovaatiopedagogiikassa ei aloiteta tiedosta ja siirrytä myöhemmin sen soveltamiseen, vaan uutta opittua tietoa aletaan soveltaa saman tien, jopa ennen kuin se on edes hallussa.

Innovaatiokompetenssien kehittymisen kannalta on olennaista, että korkeakoulussa käytettävät oppimismenetelmät ovat sellaisia, joissa tutkimus- ja kehitystoiminta sekä korkeakoulun ulkopuoliset sidosryhmät ovat osallisina. Opiskelijat haastetaan työskentelemään monialaisissa ryhmissä, joissa erilaisten ajattelutapojen, osaamisen ja näkemysten kautta syntyy uuden tiedon syntymisen mahdollistavia rajapintoja.

**Innovaatiopedagogiikka yhdistää oppimisen, uuden tiedon tuottamisen sekä soveltamisen.** Käytännön tasolla innovaatiopedagogiikalla tarkoitetaan lähestymistapaa oppimiseen ja opetukseen

työelämälähtöisestä ja tutkimus- ja kehittämisosaamista painottavasta näkökulmasta. Tällöin sovelletaan olemassa olevia oppimis- ja opetusmenetelmiä luovalla, uudella, ja lisäarvoa tuottavalla tavalla. Samalla kehitetään sekä otetaan käyttöön uusia menetelmiä siten, että opiskelija ottaa vastuun oppimisestaan ja pyrkii aktiivisesti saavuttamaan tavoitteena olevan osaamispäämäärän. Valmistuttuaan opiskelijan saavuttama ammattitaito on innovatiivista ja kehittämisorientoitunutta. Innovaatiopedagogiikka siis jatkaa siitä mihin perinteinen teoreettinen oppiminen jää opitun soveltamiseen käytännön kehittämishaasteissa.

#### **4.5 Innovaatioyhteistyömallien vertailu**

Innovaatioyhteistyömallien vertailussa havaittiin, että käytössä olevat mallit ovat hyvin lähellä toisiaan. Innovaatioyhteistyömallien toimintatavat ja tavoitteet yritysten tukemisessa sekä opiskelijoiden oppimisen ja osaamisen suhteen eivät juuri eroa toisistaan. Kaikissa malleissa korostuivat erityisesti tavoitteet työelämän ja opintojen lähentämisestä toisiinsa, korkeakoulujen ja yritysten alueellisen yhteistyön lisäämisestä sekä tutkimus- ja kehitystyön integroinnista voimakkaasti opintojaksototeutuksiin erilaisina oppilasprojekteina.

##### **4.5.1 Yhteistyömallien soveltaminen moniammatillisissa innovaatioprojekteissa**

Metropolia ja Turun ammattikorkeakoulu ovat aloittaneet innovaatioyhteistyömallien soveltamisen monialaiseen toimintaympäristöön käynnistämällä vuoden aikana useita yhteistyöprojekteja Rocket-hankeen yhteistyöyritysten kanssa. Projektien tarkoituksena on soveltaa CDIO-mallin pohjalta kehitettyjä moniammatillisia toimintatapamalleja käytäntöön, kerätä kokemuksia toiminnan aikana mahdollisimman tarkasti yrityksiltä, oppilailta ja koulun henkilökunnalta sekä vertailla yritysten ja ammattikorkeakoulujen rakenteiden vastaavuutta innovaatiotoiminnassa. Projektien toimintaa tullaan jatkamaan ja lopulliset tulokset ensimmäisen vaiheen projekteista saadaan vuoden 2011 aikana. Vuoden 2010 aikana kerättyjen kokemusten pohjalta voidaan kuitenkin todeta, että monialaisissa opiskelijatiimeissä toteutettu innovaatiotoiminta on osoittautunut yrityksii hyödyttäväksi tavaksi toimia yhteistyössä korkeakoulujen kanssa. Yhteistyön aikana on esimerkiksi tullut esiin uusia sovellusmahdollisuuksia ja löydetty potentiaalisia markkinoita metalli- ja koneteknologia-alan yrityksille. Lisäksi yhteistyö on osoittautunut hyväksi ja oppilaita motivoivaksi tavaksi oppia uusia taitoja. Vaikka korkeakoulujen ja yritysten välinen yhteistyö innovaatiotoiminnassa osoittautui hyödylliseksi, kohdattiin siinä kuitenkin seuraavanlaisia haasteita: yritysten ja korkeakoulujen kehitystehtävien aikataulullinen yhteensovittaminen, innovaatiotehtävän määrittämisen haaste, sopimusmenettelyt ja kommunikoinnin sujuvuus.

##### **4.5.2 Metallialan yritysten ja korkeakoulujen innovaatorakenteiden kehittäminen**

Kevään ja kesän 2010 aikana selvitettiin menetelmiä, joilla metalli- ja koneteknologia-alan yritysten ja korkeakoulujen innovaatioprosesseja voidaan analysoida. Lisäksi kartoitettiin yritysten ja korkeakoulujen innovaatiotoiminnan yhteistyötapoja. Tämä toteutettiin kirjallisuustutkimuksella ja Rocket-verkostoston toimijoiden suosituksia huomioiden. Tästä järjestettiin myös Rocket-hankeen verkostossa useita workshop-tilaisuuksia.

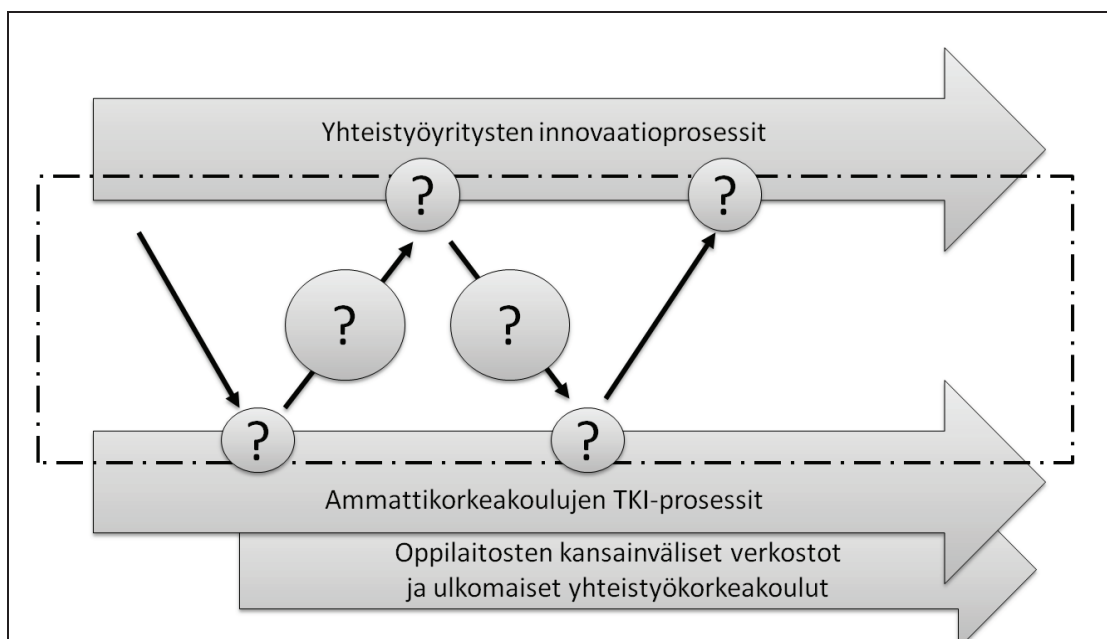
Metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoiminnan selvittämiseen päätettiin käyttää haastattelu- sekä kyselytutkimusta. Haastattelututkimukseen päädyttiin, koska se on menetelmän joustava ja sen kysymyspohjaa voidaan myös hyödyntää jatkossa tehtävään kyselytutkimukseen. Haastattelututkimus rakennetaan strukturoituun ja puolistrukturoituun muotoon.

Haastattelututkimuksen alkuvaiheessa kartoitetaan yleisesti metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoimintaa, selvitetään yritysten innovaatiotoiminnan kehittämiskohteita ja korkeakoulu yhteistyön laajuutta. Haastattelututkimus suoritetaan Rocket-hankeen yhteistyöyrityksissä vuoden 2011 alussa. Rocket-hankeen loppuvaiheessa on lisäksi tarkoitus teettää laajempi kyselytutkimus metalli- ja koneteknologia-alan yrityksille, jonka tarkoituksena tutkia tilastollisesti yhteistyöyritysten haastattelututkimuksesta saatujen tietojen yleistettävyyttä.

Korkeakoulujen innovaatiotoiminnan selvitys on tarkoitus myös tehdä strukturoidulla ja puolistrukturoidulla haastattelulla tai mahdollisuuksien mukaan kyselytutkimuksella. Haastattelututkimuksen tarkoituksena on erityisesti selvittää korkeakoulujen rakenteiden ja innovaatiotoiminnan vastaavuutta metalli- ja koneteknologia-alan yritysten vastaavien kanssa. Lisäksi selvitetään yhteistyön toimivuutta. Haastattelututkimus korkeakoulujen innovaatiotoiminnasta suoritetaan keväällä 2011.

#### 4.5.3 Metall- ja koneteknologia-alan yritysten ja korkeakoulujen innovaatioyhteistyö

Korkeakoulujen ja yritysten yhteistyön toimivuus edellyttää molempien osapuolien omien prosessien tuntemista ja organisaatioiden sisälle muodostuneiden siilomaisten rakenteiden purkamista. Organisaatioilla tulee olla omista toimintatavoistaan ja tavoitteistaan yhteinen näkemys, jotta ne voivat toimia tehokkaasti myös toisten kanssa. Monissa tutkimuksissa on havaittu, että yrityksissä ja koulutusorganisaatioissa tehokas tiedonkulku yli osastorajojen ei ole itsestäänselvyys, vaan hyvin useat eri seikat johtavat toimintaa haittaavaan inertiaan. Sama koskee myös yhteistyötä innovaatiotoiminnassa, merkityksellisten asioiden tunnistamisen ja toteuttamisen suhteen (Godkin 2010). Rocket-tutkimuksessa kartoitettujen ja testattujen innovaatioyhteistyömallien perusteella pyritään ehdottamaan toimivia ratkaisuja ja malleja rajapinnat yhdistävään menestyksekkääseen yhteistyöhön korkeakoulujen sisällä, keskinäisessä yhteistyössä ja yhteistyössä yritysten kanssa. Hankkeessa pyritään myös lisäämään eri osapuolien tietoisuutta toisistaan, tarpeistaan ja mahdollisista tulevaisuuden kehittämiskohteista sekä luomaan uusia verkostoja. Edellä mainittu hankkeen sisältö ja tavoitteet on esitelty kuviossa 39.



Kuvio 39. Metall- ja koneteknologia-alan yritysten ja korkeakoulujen innovaatioyhteistyö

Nykyisin innovaatiotoiminta on pääsääntöisesti verkostomaista ja kansainvälistäkin ulottuvuutta omaavaa toimintaa. Monet uudet ideat syntyvät erilaisten rakenteellisten (Burt 2004) aukkojen ympärillä, jolloin toimivalla yhteistyöllä ja erilaisilla heikoilla linkeillä (Granovetter 1973) on entistä enemmän merkitystä. Ammattikorkeakoulut voivat hyödyntää opiskelijoiden liikkuvuutta, henkilökohtaisia verkostoja ja IT:n antamia mahdollisuuksia yhdistämällä kansainvälisyyttä myös TKI-prosessien osalta ammattikorkeakoulujen ja PK-yritysten osalta, kun asiaan osataan kiinnittää oikeanlaista huomioita ja lisätä yritysten tietoisuutta näistä mahdollisuuksista.

Innovaatiotoimintaan liittyvien rakenteiden kehittäminen edellyttää sekä suomalaisten ammattikorkeakoulujen että näiden ulkomaisten yhteistyökumppaneiden TKI-prosessien ja toimintatapojen tuntemista, sekä luonnollisesti myös hyvää PK-yritysten prosessien ja tarpeiden hahmottamista. Tiedonkulku ja oikeiden tahojen löytäminen on tärkeä osa innovaatioprosessia sen kaikissa vaiheissa, ideasta konseptin kautta markkinoille kehitetyksi ja saatetuksi tuotteeksi. Yritykset, etenkin PK-yritykset rajallisin resurssein, tarvitsevat erilaista tukea prosessin eri vaiheissa. Kun korkeakoulut tunnistavat näitä tarpeita ja yhteistyön eri vaiheissa piileviä haasteita, ne voivat tarjota oikeanlaista osaamista ja kehittää toimintaansa. Samalla ne myös hyötyvät yritysten tarjoamasta käytännön osuudesta ja heidän verkostoistaan. Rocket-hankkeessa pyritään lisäämään tätä tietoisuutta ja verkostoitumista käytännön toiminnan kautta.



## 5. YRITYSTEN KANSAINVÄLISTYMISEN TUKEMINEN JA KANSAINVÄLISET VERKOSTOMALLIT (WP5)

### 5.1 Yritysten kansainvälistymisen tukeminen

Hankesuunnitelman mukaan ROCKET -hankkeessa kootaan kansainvälistä resurssiverkostoa (liiketoiminnan kehittäminen, T&K&I -yhteistyö, kasvustrategiat yms.) yhteistyössä mm. Metnet -verkoston kanssa. Hanke kehittää olemassa olevien verkostojen pohjalta entistä kehittyneempää asiakasorientoitunutta verkostoa kansainvälisen liiketoiminnan kehittämiseen ja kansainväliseen Enterprise – University -yhteistyötön T&K&I -toiminnassa erityisesti metalli- ja konepajayritysten toimialalla (kuvio 40).

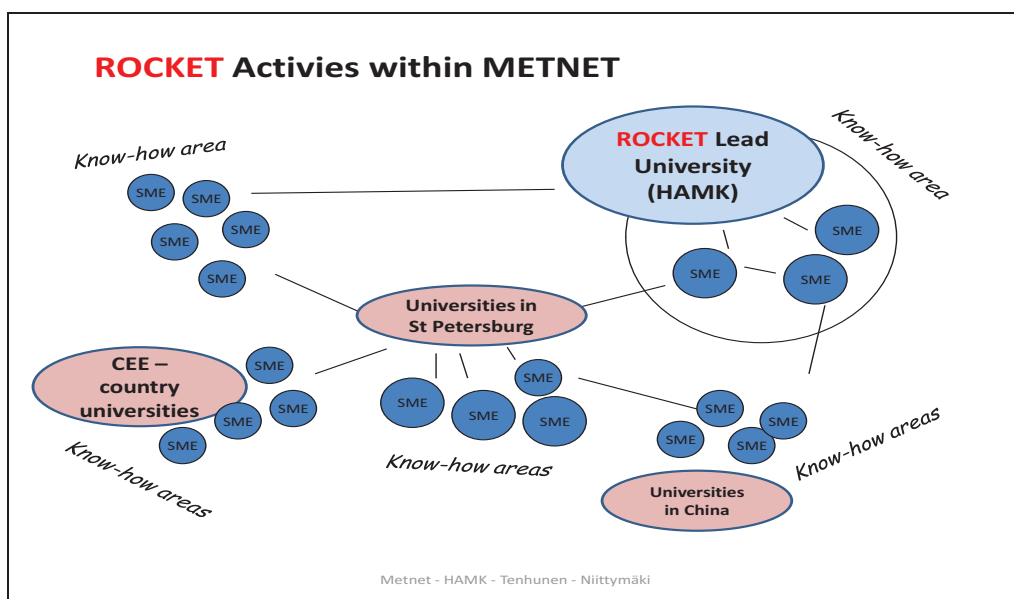
ROCKET -hankkeessa kansainvälistymisen kohdemaat ovat Venäjä ja muut keskeisen Itä-Euroopan valtiot (CEE) sekä Kiina ja muut Aasian valtiot. Useimmat noin kolmestakymmenestä hankkeen caseyrityksestä ovat kiinnostuneita Venäjän tai Kiinan markkinoille menemisestä ROCKET -hankkeen avustuksella.

ROCKET -hankkeessa rakennetaan joustavasti malleja ja palveluita yliopistoihin ja niiden kesken siinä tarkoituksessa, että pitkällä aikavälillä voidaan parhaiten auttaa metallialan pk-yrityksiä kansainvälistymään vaiheittain. Tässä työssä sovelletaan yleisen taloustieteen ja liiketaloustieteen viimeaikaisia tutkimustuloksia.

ROCKET -hankkeessa käytetään hyväksi olemassa olevia alan tutkimusverkostoja, kuten METNET. Tähän yhteistyöhön perustuen rakennetaan uutta toimintatapaa korkeakouluopiskelijoiden kansainvälistä harjoittelua varten. Samoin aktivoidaan tutkijoiden ja opettajien vaihtoa yhteistyötä tekevien eri maissa sijaitsevien korkeakoulujen kesken.

METNET tarjoaa luonnollisia yhteistyöfoorumeita ROCKET -partnereille ja hankkeen kohdeyrityksille sekä niitä edustaville alan tutkimus- ja kehityshenkilöille.

ROCKET -hanke tarjoaa yritystasolla räätälöityä apua kansainvälistymiseen. Tämä voi kohdistua moniin uudessa toimintamaassa ilmeneviin ongelmiin, kuten markkinointiin, tuotantoon, materiaaleihin, logistiikkaan tai erilaisiin resurssikysymyksiin.



Kuvio 40. ROCKET hankkeen toiminnot METNET -verkostossa (Tenhunen & Niittymäki, 2010)

ROCKET -hankkeessa pääosa kansainvälisistä yhteistyökorkeakouluista kootaan METNET -verkostosta. Nämä toteuttavat osioita ROCKET -toiminnoista sovittaen ne omiin kehitysintresseihinsä.

## 5.2 Nykyaikaisia kansainvälistymismalleja ja strategioita

Kansainvälistymisellä tarkoitetaan sellaista prosessia, jossa yritys kehittää uutta liiketoimintaa kotimaansa ulkopuolella (Welch-Luostarinen 1988). Liiketaloustieteen lähihistoriassa eräs keskeinen kansainvälistymismalli on ollut ns. Uppsala -malli. Uppsala -malli selittää yrityksen kansainvälistymisen siten, että se tyypillisesti sisältää pieniä vaiheittaisia kehitysaskelaita. Tämä staattiseksi selitysmalliksi kuvattu teoria erottaa neljä kansainvälistymisen kehitysvaihetta, jotka ovat Johanson – Vahlne (1990) ja Johanson & Wiedersheim-Paul (1975) mukaan seuraavat:

- A. Ei säännöllistä vientiä
- B. Vientiä itsenäisten agenttien tai jälleenmyyjien kautta
- C. Myyntikonttori tai tytäryhtiö
- D. Tuotantoa ulkomailla

Suomessa yritysten kansainvälistymistä on tutkinut Irma Vahvaselkä, joka jakaa kansainvälistymisstrategiat kahteen lohkoon (Vahvaselkä 2009):

- (a) Kohdemarkkinastrategia
- (b) Operaatiostrategia

Kohdemarkkinastrategiassa keskitytään aluekohtaisiin tavoitteisiin ja ko. markkinoihin sovitettuihin toimenpiteisiin. Vahvaselkä erottaa tässä mm. opportunistisen, systemaattisen, epäsystemaattisen ja suhteisiin perustuvan lähestymistavan. Operaatiostrategian lohkoina voidaan erottaa vientiopeeraatiot ja sopimusperusteiset operaatiot.

Kuitenkaan kaikki kansainvälistyminen ei ole vaiheittaista tai askeltavaa, vertaa UNCTAD (2001). Vaikka monet yritykset kansainvälistyvät vaiheittain, tutkimuksissa on havaittu että osa yrityksistä ja yrittäjistä tähtäävät ns. akseleroituvaa kansainvälistymiseen, vrt. Larimo (2001), Moen – Servais (2002), Crick & Jones (2000). Akseleroituvaa kansainvälistyminen on liitetty monesti joint venture -ratkaisuihin, yrityksen ikään nähden aikaisiin kansainvälistymisiin ja yrittäjän / johdon vahvaan kansainväliseen suuntautumiseen.

Oviatt ja Mc Dougal ovat esittäneet kansainvälistymismallin nimeltä ”Neljän rakenteellisen blokin kehikko” (Four Building Blocks Framework FBBF, Oviatt and McDougal (1999). Blokit ovat poliittinen ympäristö, toimialan tilanne, yrityskohtaiset vaikuttimet ja yrityksen johtotiimin toiminta. Teorian osoittamat blokit ovat relevantteja kansainvälistymisprosessiin osallistuville yrityksille.

Johanson, J. - L. Mattsson (1993) ovat laatineet kansainvälistymisen verkostomallin (Network Approach NA), joka sopii erityisesti verkostoituneesti ja järjestelmällisesti toimivan teollisuuden kansainvälistymisen analysointiin. Verkostomalli yhdistää mikro- ja makrotason elementtejä yritysten ja niiden verkostojen osalta. Teoriaan perustuva analyysi erottaa neljä erilaista kansainvälistymisen tapaa riippuen yrityksen ja sen verkoston olemassa olevan kansainvälistymisen asteesta.

Alla olevaan verkostomallin kuvaukseen on myös liitetty potentiaalisia yritysten kehittymistavoitteita eri kansainvälistapojen yhteydessä.

	Alhainen verkoston kansainvälistymisaste	Korkea verkoston kansainvälistymisaste
Alhainen yrityksen kansainvälistymisaste	Early starters * Kansainvälistymisen aloittaminen * Omien sosiaalisten verkostojen ja liiketoimintaverkostojen rakentaminen	Late starters * Kansainvälistymisen aloittaminen * Kansainvälistymistaitojen ja kansainvälistymisresurssien kehittäminen olemassa olevien verkostojen avulla
Korkea yrityksen kansainvälistymisaste	Lonely internationals * Liiketoiminnan kehittäminen kohdemaassa * Omien sosiaalisten verkostojen ja liiketoimintaverkostojen rakentaminen	Networked internationals * Liiketoiminnan kehittäminen kohdemaassa * Uudet tuotteet, uudet asiakkaat, laajemmat markkina-alueet

Taulukko 5. Yritysten kehitysintressit kohdemaassa kansainvälistymistä koskevan verkostomallin mukaan (Johanson - Mattsson 1993).

Henkilökohtaiset seikat näyttävät selittävän kansainvälistymistä huomattavasti. Pienten ja keskisuurten yritysten omistajien ja johdon on punnittava omien kansainvälistymistaitojensa riittävyttä kansainvälistymisen suunnittelussa. Esimerkiksi yrittäjän orientoituminen kansainvälistymiseen voi suuntautua mahdollisuuksien etsimiseen, riskinottoon ja sellaiseen päätöksentekoon, joka juontaa yrityksen käyttämästä arvoanalyysistä tai yrittäjän vahvoista henkilökohtaisista intresseistä.

Joka tapauksessa sosiaalisten verkostojen merkitys kansainvälistymisessä on suuri. Erityisesti Aasian maissa toimimisen osalta korostetaan hyvien henkilösuhteiden merkitystä menestymiselle. Esimerkiksi Rauchin artikkelissa "Business and Social Networks in International Trade" korostetaan sellaisten välittäjien merkitystä, jotka voivat luontevasti yhdistää markkinoille tulevan yrityksen toimijat kohdemaan verkostoihin ja toimintaympäristöön (James E. Rauch 2001).

Kansainvälistymisen tutkimuksessa on havaittu myös organisatorisen oppimisen merkitys (Andersen (1993); Barkema & Vermeulen (1998); Luo (1997); Zahra, Ireland, & Hitt (2000)). Oppiminen on kaiken kaikkiaan keskeisessä asemassa kansainvälistymisen eri vaiheissa. Tämä tulee esiin mm. Johansonin ja Vahlne:n teoriassa (Johanson & Vahlne 1990; 2003).

Tilastokeskuksen laatiman selvityksen mukaan 60 % niistä suomalaisista yrityksistä, jotka ovat tehneet uudenlaisia kansainvälisiä uusia hankintapäätöksiä, ovat kysyneet parantaneet kilpailukykyään. Vain muutama yritys tässä joukossa on pettynyt tuloksiin. Monet tutkituista yrityksistä ovat myös rekrytoineet uusia henkilöitä parantuneen liiketoimintansa johdosta (Rikama, S. 2008).

Synteesinä yllä olevan perusteella voidaan todeta, että ROCKET -hankkeessa pyrimme yhdistämään tutkimuksessa jo havaittuja elementtejä, kuten oppiminen, rakenteellisten blokkien analyysi ja olemassa olevat sosiaaliset verkostot ja liiketoimintaverkostot. Hankkeen case-yritysten kansainvälistymisen tukemisessa ja sitä koskevassa tutkimusosuudessa tehdään aktiivista yhteistyötä eri maissa toimivien korkeakoulujen kesken.

### 5.3 Hankkeen kansainvälistymisen osioon osallistuvat case-yritykset

Hankkeen case-yritysten lähtökohdat eroavat toisistaan sekä kohdemaiden että jo toteutuneen kansainvälistymisen tason osalta. Hanketyöskentely kunkin yrityksen kanssa perustuu yrityksen omaan

tavoitteenasetteluun ja olemassa olevaan toiminnalliseen tilanteeseen. ROCKET -hankkeessa kootaan tietoa, analysoidaan liiketoimintatilanteita ja uusia teknisiä ja liiketoiminnallisia vaihtoehtoja kussakin kohdemaassa erikseen. Kehitystyön ja siihen liittyvän tutkimustyön perusteella arvioimme voivamme tuottaa suosituksia case-yrityksille.

ROCKET -hanketoiminta case-yritysten ja yhteistyöyliopistojen kesken sisältää mm.:

- Relevanttien tietojen hankintaa ja kartoitusta
- Feasibility -selvityksiä
- Yhteistyöneuvotteluja eri maiden yritysten kesken
- Kansainvälisiä workshoppeja ja seminaareja
- Toimintojen ja yhteistyöjärjestelyjen linkitys verkostoissa
- Resurssivaihtoja

ROCKET -hankkeen tutkimusosissa pyritään mallinmuodostamisen kautta kehittämään pk-yritysten kansainvälistymistä ja siihen liittyviä toimintoja. Perusaineisto tätä varten muodostetaan osallistavan havainnoinnin menetelmää hyväksi käyttäen. Aktiivisessa osallistuvassa havainnoinnissa tutkija vaikuttaa aktiivisesti tutkittavaan ilmiöön osallistumalla kehittämistyöhön tai toimimalla projektissa aktiivisesti. Tutkijan on kuitenkin pystyttävä erittelemään oma roolinsa ja sen mahdollinen vaikutus tutkimustilanteeseen (Rikama, S. 2008).

Kansainvälistymisen eri vaiheissa yritysten panostus kansainvälistymiseen vaihtelee. Verkostomallin mukaan kuvattuna voidaan panostuksia linjata seuraavan kuvan mukaan.

	Alhainen verkoston kansainvälistymisaste	Korkea verkoston kansainvälistymisaste
Alhainen yrityksen kansainvälistymisaste	Early starters * Kansainväliseen osaamiseen, verkostoitumiseen ja uuteen kulttuuriin liittyvät henkiset panostukset	Late starters * Kansainväliseen osaamiseen, asiakasverkostoihin ja asiakassuuntaisiin verkostoihin liittyvät henkiset panostukset
Korkea yrityksen kansainvälistymisaste	Lonely internationals * Fyysiset investoinnit ja liiketoiminnan kehittäminen kohdemaassa  * Kansainväliseen verkostoitumiseen ja uuteen kulttuuriin liittyvät henkiset panostukset	Networked internationals * Fyysiset investoinnit ja liiketoiminnan kehittäminen kohdemaassa

Taulukko 6. Case-yritysten panostusten ja investointien laatu verkostomallin mukaan tarkasteltuna.

Oviatt ja McDougal (1999) painottavat myös kohdemaan virallisen poliittisen linjan ja siihen liittyvän päätöksenteon merkitystä yritysten panostus- ja investointihalukkuuteen. Esimerkiksi ns. Hodorkovsky -tapauksen merkitystä suomalaisten yritysten Venäjän markkinoille tapahtuviin investointeihin on pohdittu julkisesti (Helsingin Sanomat 19.1.2010). Toisaalta Venäjällä toimivat liike-elämän edustajat pitävät poliittisia riskejä melko vaatimattomina (Weck 23, teoksessa Niittymäki et. al 2007).


ROCKET –projektiin osallistuvien yritysten kansainvälistymistavoitteet on esitetty taulukoissa 7,8 ja 9. Useimpien yritysten kohdemaana on Venäjä, mutta myös CEE-maat ja Kiina ovat kiinnostuksen kohteena.

Yritykset ja tavoitteet			
YRITYS	KOHDEMAAT	TAVOITE	VAIHE
I-Valo Oy	Venäjä	Viennin aloittaminen, myyntiverkoston laajentaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potentiaalisista yhteistyökumppaneista kartoitus tehty Keski-Venäjällä</li> <li>• Alustava suositus olemassa</li> <li>• Odotetaan vastausta venäläiseltä yritykseltä (ABC Electro) Voronezhista</li> </ul>
	Slovakia	Viennin aloittaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehdään selvitys Metnetin puiteissa Matej Bel yliopiston kanssa</li> </ul>
Orima Oy	Venäjä	Partneri markkinointiin ja jakeluun ja mahdollisesti maalaamon ylläpitäjäksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartoitus tehty Pietarissa ja Voronezhissa</li> <li>• Alustava suositus olemassa</li> <li>• Yritys valitsi Pietarin etabloitumisalueeksi</li> <li>• Suunnittelu käynnissä Pietarin yritysalueilla</li> </ul>
Forssan metallityöt Oy	Venäjä	Varastointi ja myyntinäyttelytila Pietarissa, tullimenettelyjen selvitykset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartoitus käynnissä</li> <li>• Ensimmäiset suositukset annettu</li> <li>• Vientimaksujen selvitys käynnissä</li> </ul>

Taulukko 7. Yritysten kohdemaat, tavoitteet ja toteutusvaihe ROCKET -hankkeessa.

Yritykset ja tavoitteet			
YRITYS	KOHDEMAAT	TAVOITE	VAIHE
Rautaruukki Oyj	Venäjä	Yhteistyö t&k&i toiminnassa korkeakoulujen kanssa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moskovan professorien tapaaminen</li> <li>• Jatkoneuvottelu Poznanissa</li> </ul>
	Kiina	Toiminnan laajentaminen Kiinassa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shanghai ja Peking lokakuussa</li> <li>• Yliopistoyhteistyön aloitus</li> </ul>
Raute Oyj	Venäjä	Partneri yhteistuotantoon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartoitus tehty Voronezhissa</li> <li>• Alustava suositus olemassa</li> <li>• Yhteistyöyrityksen valinta tehty (Enikmash, Voronezhista)</li> <li>• Yhteistyön malli ehdotus tehty</li> <li>• Koetarjouspyyntö tehty</li> </ul>
	Kiina	Toiminnan laajentaminen Kiinassa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matka lokakuun lopussa Shanghai ja Peking</li> <li>• Yliopistoyhteistyö</li> </ul>
Ferroplan Oy	Venäjä	Partneri yhteistuotantoon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuvottelut alkamassa</li> </ul>
	Kiina	Toiminnan laajentaminen Kiinassa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuvottelut alkamassa</li> </ul>

Taulukko 8. Yritysten kohdemaat, tavoitteet ja toteutusvaihe ROCKET -hankkeessa.

  
 Euroopan unioni  
 Euroopan aluekehitysrahasto


## Yritykset ja tavoitteet

YRITYS	KOHDEMAAT	TAVOITE	VAIHE
Mitron Oy	Venäjä	Venäjän viennin aloittaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aloittamisen edellytysten selvittäminen</li> <li>Käynnistetty selvitys mahdollisista yhteistyöpartnereista (mm. Rautatie yliopisto Pietarissa)</li> </ul>
Laitex Oy (kuljettimet)	Venäjä Baltia	Viennin aloittaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perusselvitys opinnäytetyönä</li> <li>Harjoitustyö käynnissä</li> <li>Harjoittelua Pietarissa</li> </ul>
Astex Engineering Oy (koneistuksia)	Venäjä Baltia	Jälleenmyyntiverkoston kehittäminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suunnittelu käynnissä</li> </ul>
MeVea Oy (simulointia ja mallinnusta)	Venäjä	Kasvua Venäjällä Yliopistoyhteistyö	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suunnitteluvaiheessa</li> </ul>
Mesera Karhula Oy (sop.valmistus)	Venäjä	Viennin aloittaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suunnitteluvaiheessa</li> </ul>

  
 2007-2013

Taulukko 9. Yritysten kohdemaat, tavoitteet ja toteutusvaihe ROCKET -hankkeessa.


Vaihtoehtoisten etabloitumisstrategioiden kannalta tarkasteltuina hankkeen case-yritykset ovat asemoituneet seuraavan taulukon mukaisesti (taulukko 10).

  
 Euroopan unioni  
 Euroopan aluekehitysrahasto

## Vaihtoehtoiset etabloitumisstrategiat

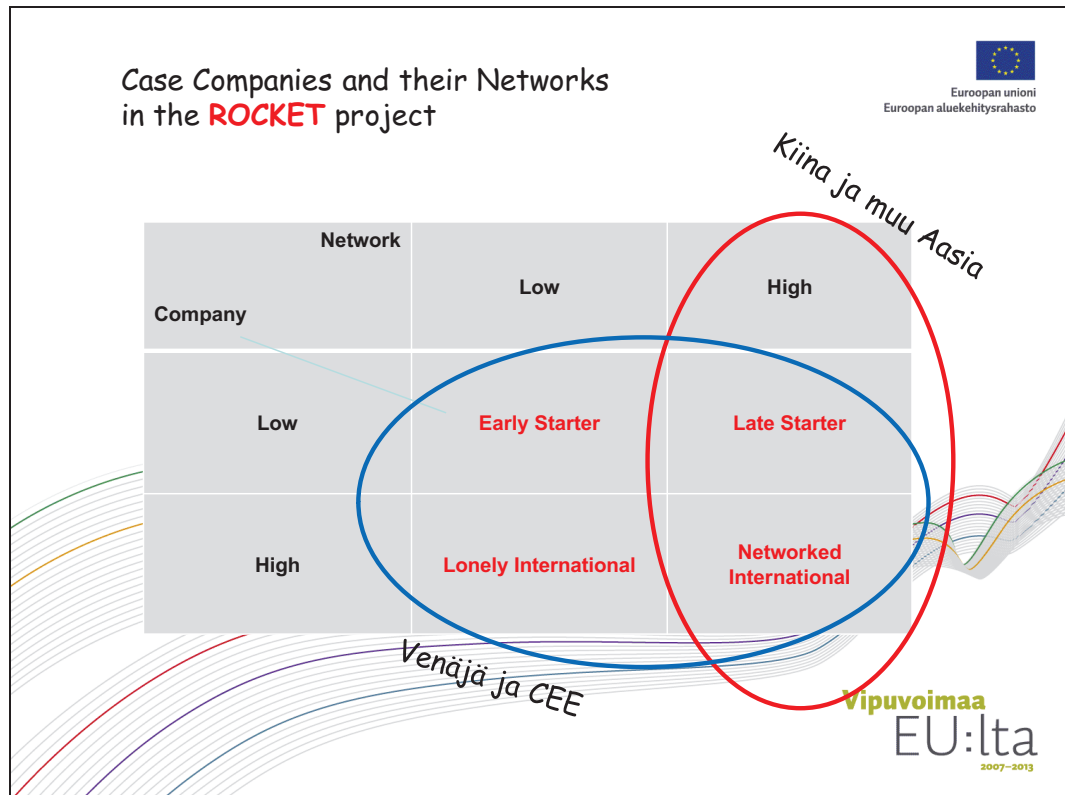
(Soveltaen Keifer et. al. 2005, 173)

Strategia	Suora vienti	Epäsuora vienti	Sopimus	Osaomistus	Kokonaisomistus
<b>Yritys</b>	Agentit, jakelijat, kauppahuoneet	Vienti kotimaisten yritysten välityksellä	Lisensiointi, sopimusvalmistus, korkeakoulu-yhteistyö	Yhteisyritykset, osittaiset omistukset, vuokratilat	Kokonaan omistettu tytäryhtiö tai edustaja
I-Valo Oy	x				
Orima Oy	x			x	
Forssan Metallityöt Oy	X	x		(x)	
Rautaruukki Oyj			x		x
Raute oyj	x		x		
Ferroplan Oy			x		
Mitron Oy	x				
Laitex Oy	x				
Astex Engineering	x				
MeVea Oy			x		
Mesera Karhula Oy			x		

  
 2007-2013

Taulukko 10. ROCKET -yritysten etabloitumisstrategiat (Soveltaen Keifer et. al. 2005, 173).

Yritysten joukossa näyttää siltä, että kaukaisempiin maihin kansainvälistymään pyrkivät yritykset rakentavat kansainvälistymistään olemassa olevien verkostojen varaan. Lähempänä oleviin maihin, kuten Venäjälle, yritykset voivat ja ovat valmiita panostamaan myös ilman valmiita verkostoja. Tällöin ROCKET -hankkeessa pyritään puuttuvien verkostoelementtien aikaansaamiseen muun kehittämisen ohella (kuvio 41).



Kuvio 41. ROCKET -hankkeen case-yritysten verkostoja eri kohdemaissa.

Coviello – Munron kansainvälistymisen malli kombinoi sopivasti askeltavan kansainvälistymisen mallin (Upsala -malli) ja verkostomallin toisiinsa siten, että mallissa ajatellaan kansainvälistymisen prosessin ja siihen liittyvien askelten lähes kokonaan perustuvan verkostosuhteisiin. Nämä verkostosuhteet vaikuttavat siihen, mihin maahan mielenkiinto kohdistuu sekä siihen, millä menetelmällä kohdemaan siirrytään ja siellä ryhdytään toimimaan. Coviello – Munron mukaan myös tuotekehitys ja markkinasegmentin valinta riippuu olemassa olevista verkostoista. Malli integroi nykytilanteen ja verkostot ja antaa kehitysvinkkejä yrityksen johdolle ( Coviello – Munro 1997).

#### 5.4 Yritysten kansainvälistymistä koskevia tutkimustavoitteita Venäjän osalta

Kansainvälistymistä koskevissa tutkimuskysymyksissä on keskeistä selvittää sitä prosessia, jonka kautta suomalaisen pk-yrityksen sijoittuminen uuteen maahan ja uusille markkinoille tapahtuu. Samalla selvitetään monipuolisesti niitä menestystekijöitä, joiden avulla metallituoteyrityksen vaiheittainen sijoittuminen uuteen maahan onnistuu parhaiten. Tulosten avulla voidaan antaa suosituksia kansainvälistymistä suunnitteleville yrityksille.

**Seuraavassa ovat tutkimuskysymykset Venäjän osalta järjestettyinä ROCKET -tutkimuspartnereiden mukaan:**

- *Professori Olga A. Tretyak ja Timofey Rodchenkov (Moscow State University, Higher School of Economics HSE), ensimmäisen osion tutkimuskysymykset:*

Analysoidaan Venäjän markkinoille sijoittumisen vaihtoehtoja ja vaiheita kunkin vaihtoehdon mukaan lähtökohtana arvoketjujen syntyminen:

1. Miten valittu markkinoille tulon menetelmä (market entry method) auttaa pk-yritystä integroitumaan olemassa olevaan arvoketjuun tai vaihtoehtoisesti luomaan uuden arvoketjun?
2. Mitä menetelmiä olisi syytä suosia tultaessa Venäjän markkinoille?
3. Tutkitaan olemassa olevien arvoketjujen sisäisten suhteiden merkitystä yrityksen menestykseen uusille (Venäjän) markkinoille tultaessa:
4. Miten asiakassuhteet ja toimittajasuhteet tulisi pitkällä aikavälillä järjestää Suomessa ja Venäjällä.
5. Pysyvät ja uudet asiakkaat
6. Miten asiakas- ja toimittajasuhteet vaikuttavat pk-yrityksen taloudelliseen menestymiseen?

- *Professori Alex Settles ja Ludmila Petrova (Moscow State University, Higher School of Economics HSE), toisen osion tutkimuskysymykset:*

Osiossa keskitytään siihen miten pk-yrityksen päätöksenteko Venäjän markkinoille tulemisen menetelmästä (etabloitumisstrategiasta) tapahtuu. Samalla tutkitaan mitkä ovat Venäjällä pk-yrityksen tuotantoa ja toimintaa koskevat menestymisen mittarit. Tämän tutkimusvaiheen osaongelmia ovat:

1. Miten tapahtuu siirtyminen vientivaiheesta yhteisyritykseen, allianssiratkaisuuun, yritysostoon ja/tai uuden yrityksen perustamiseen?
2. Miten investoivan yrityksen kansallisuus vaikuttaa valittuun markkinoille tulon menetelmään?
3. Tutkitaan, miten yrityksen taloudellinen menestys ja elinkaaren pituus (dependent variables) riippuvat yrityksen koosta, markkinakokemuksesta, yrityksen johtamistavoista, menestymisestä kotimaassa ja muista sen kaltaisista selittäväistä tekijöistä (independent variables)?

- *Professori Vera N. Minina ja Elena Dmitrienko (St Petersburg State University, Graduate School of Management), kolmannen osion kysymykset:*

Osiossa keskitytään innovatiivisen pk-yrityksen kansainvälistymisprosessin sosiaalisiin tekijöihin. Kolmannen tutkimusvaiheen tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Selvitetään millaisia kansainvälistymisstrategioita sovelletaan pienissä ja innovatiivisissä yrityksissä.
2. Selvitetään niitä sosiaalisia tekijöitä, jotka vaikuttavat kansainvälistymisstrategioiden valintaan mukaan lukien sisäiset ja ulkoiset vaikuttimet.
3. Pyritään määrittämään ne keskeisimmät rajoitukset ja/tai esteet, joita pienet innovatiiviset yritykset kohtaavat kansainvälistymispyrkimyksissään.



## 5.5 Yritysten kansainvälistymistä koskevia näkökulmia Kiinan osalta

Kiinan kansantasavalta kasvaa voimakkaasti ja se vaikuttaa jo kaikkien maapallon valtioiden talouteen. Muuttuva kilpailutilanne yhdessä Suomen kansantalouden rakenteellisten muutosten kanssa, kuten väestön ikääntyminen, muodostaa alan yrityksille uudenlaisen toimintaympäristön.

Mm. seuraavia vaikutuksia metalli- ja koneteknologianalan yritysten osalta voidaan erottaa (osittain lähteenä Jansson – Mikkola – Ryytänen 2007. Ks, myös Ollus 2005):

Suomessa:

- Metallituoteteollisuudella on jatkuva tuottavuuden kehittämisen ja kilpailukyvyyn säilyttämisen paine.
- Osaavasta henkilökunnan puute lisääntyy kaikilla arvonketjun alueilla.
- Yritykset pyrkivät kehittämään verkostojaan yhä kansainvälisemmäksi sekä lähimarkkinoilla että kaukaisemmillä markkinoilla. Tavoitteena on olla kilpailukykyisempi ja kasvattaa liiketoiminnan volyymiä.
- Jälkimarkkinoinnin ja erilaisten palvelutehtävien lisääminen tuote- ja järjestelmäkonsepteihin vähentää haavoittuvuutta kansainvälisesti.

Kiinassa:

- Suomalaiset yritykset näkevät Kiinan markkinat uutena kasvumahdollisuutena ja markkinoiden kasvun hyödyntämisenä. Myös uhkia syntyy sitä kautta, että passiivisuuden seurauksena joku kilpailijoista käyttää hyväkseen sen mahdollisuuden, joka yrityksellä itsellään on. Tämä voi kostautua myös kotimarkkinoiden tilanteeseen.
- Erilaiset liiketoimintaympäristöt eri maissa vaativat myös ajallisia panostuksia mm. verkostojen rakentamiseen ja kansainvälistymisen vaatimiin uusiin osaamisalueisiin.
- Päätökset Kiinan markkinoille siirtymisestä vaativat runsaasti uutta tietoa ja sitä varten on tehtävä monenlaisia analyysejä.
- Kiinassa on suuri kysyntä innovatiivisille tuotteille ja pyrkimys rakentaa omia teollisuuden alojaan mahdollisimman laadukkaiksi ja korkeaa teknologiaa sisältäviksi.

## 5.6 ROCKET Benchmarking

### 5.61 Benchmarking kohteet

Rocket -hankkeessa kehitetään suomalaisiin korkeakouluihin sellaisia verkottuneita rakenteita, jotka pysyvästi tukevat suomalaisten metalli- ja koneteknologia-alan yritysten innovaatiotoimintaa sekä kansainvälistymistä erityisesti CEE -maiden ja Aasian maiden suuntaan. Tätä varten hankkeen kansainvälistymisen osiossa benchmarking suuntautuu Industry/University (korkeakoulu/elinkeinoelämä) -yhteistyömalleihin eri maissa. Industry/University -yhteistyö liittyy mm. (a) innovaatioprosesseihin; (b) yritysten tukemiseen niiden kansainvälistymisessä; (c) opiskelijoiden kansainväliseen harjoitteluun sekä (d) kansainvälisiin toimialakohtaisiin verkostoihin ja niiden ylläpitoon.

Innovaatioprosessien osalta mittareina voivat toimia mm. rahoitusmallit, tutkimusvuodet, opiskelijoiden t&k -opintopisteet ja kansainväliset julkaisut. Yritysten tukeminen on monimuotoista ja sen osalta vertailu on laadullista. Opiskelijoiden kansainvälinen harjoittelu on kontekstisidonnaista. Harjoittelumallien vertailussa on kyettävä erottamaan ympäristökelijöiden vaikutus laajemmista ja yleistettävimmistä seikoista. Ympäristökelijöitä ovat mm. alueellinen kysyntä ja tarjonta sekä monet historialliset vaikuttimet. Yleisempiä seikkoja ovat mm. sopimusmallit ja korkeakouluissa harjoittelutoimintoihin varatut resurssit. Määrävertailut ovat aina mahdollisia.

ROCKET -hankkeessa tukeudutaan mm. METNET -verkostoon, joka toimii metallialan tutkimus- ja koulutusyksikköjen yhteistyöfoorumina. Metnet -yhteistyöhön osallistuvat organisaatiot järjestävät mm. vuotuisia seminaareja, säännöllisiä workshop-tapaamisia ja joustavasti muuta yhteistyötä keskenään. Ne jakavat keskenään oleellista alan tietoa ja taitoa. Metnet -yhteistyöhön osallistuvia organisaatioita on noin 40 kappaletta tammikuussa 2011. Verkostoyhteistyön arviointi eri organisaatioissa on laadullista selvittämistä, jossa huomio kiinnittyy käytössä oleviin Industry/University -yhteistyömalleihin.

Benchmarking -tarkasteluja toteutetaan mahdollisuuksien mukaan vierailuilla suomalaisissa ja ulkomaisissa kohteissa. Hankkeessa on valmisteilla esiselvitys, jonka perusteella valitaan suomalaisia kohteita sekä muita kohdemaita ja yliopistoja. Benchmarking toteutetaan pääsääntöisesti osana hankkeen tavoitteiden ja toimintojen perusteella tehtäviä matkoja.

- ROCKET -partnerikorkeakoulut
- Suomi (muut korkeakoulut)
- Venäjä (kansainvälistymisen kohdemaana)
- Puola (kansainvälistymisen kohdemaana)
- Baltian maat (kansainvälistymisen kohdemaita)
- Kiina (kansainvälistymisen kohdemaana)
- Intia (kansainvälistymisen kohdemaana)

### 5.62 Benchmarking -metodologian kehittäminen

Benchmarking on metodina tunnettu, mutta sen hyväksikäyttöä pienten ja vähän resursseja omaavien organisaatioiden kehittämisessä on tutkittu vain vähän. Ns. oppimisen teoriat eivät ole varsinaisesti noteeranneet benchmarkingia tärkeänä tiedon tuottamisen tapana.

Anne Kleemola (2005) on kehittänyt käsitettä Group Benchmarking, jonka hän on konstruoinut hyvin verkostotyön evaluointiin sopivaksi. Samaa aihepiiriä Suomessa on tutkinut myös Hotanen (2001). Kleemola osoittaa benchmarkingin kannalta ongelmallisiksi arviointikohteiksi seuraavat:

- yrityksen merkitys ja sen ymmärtäminen verkostoperusteisessa liiketoiminnassa
- verkoston tavoitteiden asettaminen ja kehityksen seuraaminen
- määrällisen ja laadullisen tiedon hallinta erilaisten organisaatioiden tapauksessa
- välineet, joiden avulla parhaat menettelytavat voidaan erottaa monissa eri prosesseissa

ROCKET -hankkeessa olemme hakeneet analogiaa yritysten kansainvälistymisen malleista. Analogian löytyminen mahdollistaa parhaiten kansainvälistymiseen ja siihen liittyvän innovoinnin vertailun ja oppimisen. Esimerkiksi Oviattin ja McDougalin (1999) kansainvälistymismalli ”Four Building Blocks Framework FBBF” erittelee kansainvälistymiseen liittyviä asioita selvästi ulkoisten ja sisäisten tekijöiden avulla (poliittinen ympäristö, toimialan tilanne, yrityskohtaiset vaikuttimet ja yrityksen johtotiimin toiminta). Teorian osoittamien blokkien merkitystä voidaan benchmarkingin yhteydessä eritellä ja tuloksena aikaansaada käsitys yritysten tosiasiallisista rajoista kehitysaskelista koskevissa päätöksissä.

Alustavasti hankkeen benchmarkingin yhteydessä käytetään seuraavan kaltaista sabluunaa (vrt. myös kuvio kappaleessa 3.2).

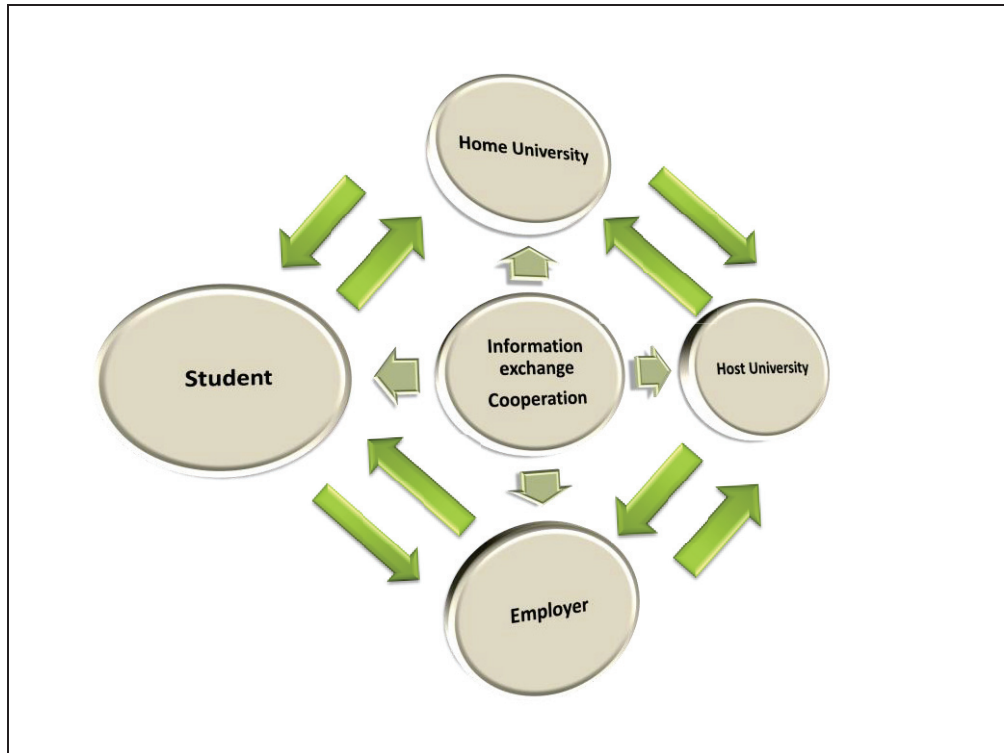
- (a) Eritellään ja valitaan oman valitun prosessin hyviä ja huonoja puolia (kiinnostavimmat osiot) ennalta.
- (b) Arvioidaan vastaavia osioita eri benchmarking-kohteiden tapauksessa.
- (c) Opitaan parhaiden vertailukohteiden toimintamalleista.
- (d) Asetetaan itselle kehitystavoitteita.
- (e) Sovelletaan omaan toimintaan.
- (f) Vakiinnutetaan ja arvioidaan.

Sabluunaa kehitetään hankkeen kuluessa. Esimerkiksi sisäisten ja ulkoisten vaikuttimien erottaminen benchmarking kohteessa vaikuttaa oleelliselta tarkastelunäkökulmalta.

## 5.7 Opiskelijoiden kansainvälinen harjoittelu

Korkeakouluopiskelijoiden työharjoittelu (ja projektityöt/opinnäytetyöt) on yksi tärkeimmistä tavoista korkeakoulu-elinkeinoelämä -yhteistyössä. Kansainvälinen harjoittelu on enenevässä määrin potentiaalinen vaihtoehto korkeakouluopiskelijoille ja sen kiinnostavuus on lisääntynyt vuosi vuodelta. Kuitenkin tällä hetkellä suurimmat haasteet kansainvälisessä harjoittelussa ovat vaihtelevat ja hajanaiset harjoittelukäytänteet sekä tiedonkulun ja kommunikoinnin vähäisyys tai ongelmat eri osapuolten välillä. Kansainvälisen harjoittelun prosessi ei aina ole opiskelijoille ymmärrettävä, eivätkä he välttämättä saa tarvitsemaansa tukea harjoittelulle sen eri vaiheissa.

Hankkeessa olemme panostaneet sellaisen kansainvälisen harjoittelumallin kehittämiseen, jossa opiskelija sijoittuu ensin noin viikoksi välittäjäkorkeakouluun (host university, orientaatiovaihe), jossa hän tutustuu korkeakoulun toimintaan ja henkilöstöön. Lisäksi opiskelija voi yhdessä välittäjäkorkeakoulun kontaktihenkilönsä kanssa tehdä tarkennuksia harjoittelusuunnitelmaan ja harjoittelun tavoitteisiin sekä järjestellä käytännön asioita paikan päällä. Paikallisen korkeakoulun kontaktihenkilö on myös opiskelijan ensimmäinen yhteys mahdollisissa ongelmatilanteissa harjoittelun aikana. Kontaktihenkilö valvoo harjoittelun etenemistä ja puuttuu tilanteeseen tarvittaessa. Harjoittelun lopuksi kontaktihenkilö käy opiskelijan ja yrityksen edustajan kanssa palautekeskustelun, joka dokumentoidaan myös lähettävän korkeakoulun (Home University) käyttöön (kuvio 42).



Kuvio 42. Korkeakouluopiskelijoiden kansainvälisen harjoittelun malli

Mallilla pyritään korkeakouluopiskelijoiden kansainvälisen harjoittelun volyymin lisäämiseen ja laadun parantamiseen. Mallissa paikalliset korkeakoulut (Host Universities) toimivat yhteistyösopimuksin välittäjinä ja yhteystahoina niissä maissa, joihin korkeakouluopiskelijat menevät harjoittelemaan. Malli on kaksisuuntainen, koska toimintamallin pitkäaikainen ylläpito edellyttää vastavuoroisuutta. Siten yksi yliopisto voi olla sekä home että host -yliopiston rooleissa samanaikaisesti eri opiskelijoille.

Parhaita korkeakouluopiskelijoiden kansainvälisen harjoittelun käytäntöjä kartoitetaan Metnet-verkoston sisällä: EU-maat sekä lähialueet (esim. Venäjä, Valko-Venäjä, Ukraina ja Turkki), sekä valikoidusti Aasiassa (Kiina, Intia). Benchmarking tuloksia hyödynnetään mallin kehittämisessä sekä yliopistojen ja korkeakoulujen verkoston luomisessa.

## 6. Toimintasuunnitelma vuosille 2011 ja 2012

### 6.1 Vuosi 2011

Alkuperäisen hankehakemuksen jaottelun mukaan tammikuussa 2011 tarkistettu toimintasuunnitelma on tiivistettynä seuraava. Toimintasuunnitelmaa edelleen tarkennetaan tarvittaessa.

1. Tiedottamisessa noudatetaan tiedotussuunnitelmaa.
2. Työkalupakin kehitystyö jatkuu mm.
3. Innovointiprosessimallien testaus jatkuu

4. Laboratorio-, tutkimus- ja testauspajatoiminnan yhteistyömallien kehitystyö jatkuu ml. CDIO -toimintamalli (Conceiving, Designing, Implementing, Operating) pilotoinnit teknisten aineiden opiskelussa ja yritys yhteistyössä.
5. Resurssien puitteissa toteutetaan mahdollisesti pilottiluontoisia Rapid Prototyping -toimintamalleja ROCKET -hankkeessa kehitetyn RPS –mallin mukaisesti
6. Kootaan kansainvälistä resurssiverkostoa (liiketoiminnan kehittäminen, T&K-yhteistyö, kasvustrategiat yms.) yhteistyössä mm. Metnet -verkoston kanssa
7. Tehdään lisää tapaustutkimuksia.
8. Luonnostellaan vertailevaa tutkimusta tapaustutkimusten perusteella.
9. Tehdään alustava julkaisu benchmarking -metodologiasta, kokeillaan kuvattuja malleja toteutettavien benchmarkingien yhteydessä. Laaditaan malleja priorisoiva osuus julkaisuun. Laaditaan raportit.
10. Testataan muutamia parhaita yhteistoimintarakenteita, joilla kansainvälinen tutkija- ja opiskelijavaihtovoi toteutua perinteistä toimintamallia tehokkaammin. Kuvataan tulokset hankeraporttia varten.
11. Järjestetään workshoppeja yhdessä alueellisten toimijoiden ja ryhmien kanssa mm. kansainvälistyminen CEE-maiden ja Aasian maiden suuntaan.

*Hankkeen jo tiedossa olevia tapahtumia vuonna 2011 ovat mm. seuraavat tapahtumat:*

*METNET/ROCKET Workshop Hämeenlinna 1-2.2.2011*

- *Cooperation planning with Russia*
- *Planning ROCKET events and future co-operation*

*ROCKET Venäjä-Workshop Pietari 12.-16.4.2011*

- *Yliopistoyhteistyö, StPSACEU, GSOM, HSE, StPSTU*
- *How to do Business in Russia*
- *Kansainvälinen innovaatiotoiminta*

*ROCKET China Workshop Hämeenlinna 16-17.5.2011*

- *How to do Business in China*
- *UIBE ja BTBU ja Stefan Karlsson*

*METNET/ROCKET konferenssi Aarhus, 13.-14.10.2011*

- *Tarkennetaan/Poll: Themes, Dates, Publication*

12. Kokeillaan kansainvälistymisen resursoinnin toimivuutta ja verkostomallien käyttökelpoisuutta muutamien case-yrityksen kanssa.
13. Tehdään budjettitarkistukset mm. palkat, ostopalvelut ja matkakulut.
14. Laaditaan väliraportti 2010.
15. Suunnitellaan hankeraporttia.

## 6.2 Vuosi 2012

Vuoden 2012 toimintasuunnitelma tarkennetaan lokakuussa 2011. Tällä hetkellä tiedetään seuraavat toimenpiteet:

1. Tiedottamisessa noudatetaan tiedotussuunnitelmaa.
2. Työkalupakin kehitystyö jatkuu mm.
  - Kuvataan kehitetyt ja testatut yritysten ja korkeakoulujen yhteistyöhön soveltuvat innovointiprosessimallit.
  - Kuvataan yritysten ja korkeakoulujen parhaat yhteistyömallit laboratorio-, tutkimus- ja testauspajatoiminnassa ml. CDIO -toimintamalli teknisten aineiden opiskelussa ja yritys yhteistyössä.
  - Kuvataan yritysten tuotekehitystä nopeuttavat Rapid Prototyping -toimintamallit.
  - Kuvataan yritysten kansainvälistymisen resursointia (liiketoiminnan kehittäminen, T&K-yhteistyö, kasvustrategiat yms.) palvelevat yritysten ja korkeakoulujen yhteiset kansainväliset verkostomallit.
3. Kootaan tapaustutkimukset hankeraporttia varten.
4. Viimeistellään vertaileva tutkimus siten, että se sisältää pragmaattisen erilaisia rakenteellisia vaihtoehtoja priorisoivan arvioinnin.
5. Kuvataan hankkeen aikaansaamat benchmarking-metodologiset ratkaisut ja tehdään näistä tarvittaessa erillinen julkaisu.
6. Tehdään pragmaattiset kuvaukset ja ehdotukset sellaisista parhaista yhteistoimintarakenteista, joilla kansainvälinen tutkija- ja opiskelijavaihto voi toteutua perinteistä toimintamallia tehokkaammin mm. työllistymisen näkökulmasta.
7. Järjestetään workshopeja yhdessä alueellisten toimijoiden ja ryhmien kanssa.
8. Järjestetään loppuseminaari.
9. Laaditaan hankeraporttia, joka julkaistaan alkuvuodesta 2013.

## LÄHTEET

- Alasuutari, P (1994) Laadullinen tutkimus, Vastapaino
- Andersen, O. On the internationalization process of firms: A critical analysis. *Journal of International Business Studies* (1993), 24(2), 209-231.
- Anttila, P. 1996. Tutkimuksen taito ja tiedon hankinta. Helsinki: Gummerus.
- Apilo, T. & Taskinen, T. (2006). Innovaatioiden johtaminen. VTT tiedotteita 2330. Espoo: Otamedia. 112 s.
- Apilo, T., Taskinen, T., Salkari, I. (2007) Johda innovaatioita. Talentum.
- Arundel, Anthony & Geuna, Aldo (2004): Proximity and the use of public science by innovative European firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 13 (6) Sept 2004, s. 559-580
- Bankel J., Berggren K-F., Blom K., Crawley E., Wiklund I. & Östlund S. 2003. The CDIO Syllabus: comparative study of expected student proficiency. *European journal of engineering education* vol. 28, no. 3.
- Barbedo de Magalhaes A., Estima M. & Almada-Lobo B. 2007. PUKHA – a new pedagogical experience. *European journal of engineering education* vol. 32, No.6.
- Barkema, H.G. & Vermeulen, F.. International expansion through start-up or acquisition: A learning perspective. *Academy of Management Journal*, 41: 7-26. 1998.
- Breschi, Stefano & Lissoni, Francesco (2001): Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems: A Critical Survey. *Industrial and Corporate Change*, 10 (4), s. 975–1005.
- Burt, R. (1997) The contingent value of social capital. *Administrative Science Quarterly* 42, 339–365.
- Burt, R. (2004) Structural holes and good ideas. *American Journal of Sociology* 110: 2, 349–399.
- Burt, R. (2005) Brokerage and Closure. An Introduction to Social Capital. Oxford University Press
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press. 227 s.
- Cooper R. (1990) Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products. *Business Horizons* 33, 3: 44-54.
- Coughlan, P. & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22 (2), 220-240.
- Coviello, N. – Munro, H.. Network relationships and the internationalisation process of small software firms. *International Business Review*, Volume 6, Issue 4, August 1997, pages 361-386.
- Crawley E., Malmqvist J., Österlund S. & Brodeur D. 2009. Rethinking engineering education –The CDIO approach. Springer 2007.
- Crick, D. - Jones, M.V.. Small high-technology firms and international high-technology markets. *Journal of International Marketing* (200), 8: 63-85.
- Denzin, N.K. (1978), *Sociological Methods: A Sourcebook*: NY: McGrawHill.

- Doz, Y., Kosonen, M. (2008) *Fast strategy. How strategic agility will help you stay ahead of the game.* Wharton School Publishing.
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. 1995: The Triple Helix: University - industry - government relations. A laboratory for knowledge based economic development. *EASST Review*. European Society for the Study of Science and Technology 14(1): 18-36.
- Eisenhardt, K. & Graebner, M. (2007): Theory Building From Cases: Opportunities And Challenges, *Academy Of Management Journal*, 2007, Vol. 50, No. 1, 25–32.
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology.* Boston: Harvard Business School Press. 227 s.
- Cohen, W. & Levinthal, D. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly* 35, 128–152.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. & Trow, M. (1994): *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies.* Sage. London.
- Granovetter, M. (1973) The strength of weak ties. *American Journal of Sociology* 78, 1360–1380.
- Granovetter, M. (2005) The impact of social structure on economic outcomes. *Journal of Economic Perspectives* 19: 1, 33–50.
- Godkin, L. (2010). The zone of inertia: absorptive capacity and organizational change. *The Learning Organization*, 17 (3), 196-207.
- Eriksson, P. & Koistinen, K. (2005) *Monenlainen tapaustutkimus.* Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja 4:2005
- Eriksson, P. & Kovalainen, A. (2008) *Qualitative Methods in Business Research,* Sage Publications
- Eskola, J. & Suoranta, J. (1998) *Johdatus laadulliseen tutkimukseen,* Vastapaino
- Flyvbjerg, B. (2006) Five misunderstandings about case-study research, *Qualitative Inquiry*, 2006, Vol. 12, No. 2, 219-245.
- Ghauri, R. & Gronhaug, K. (2005) *Research methods in business studies: a practical guide.* FT/Prentice Hall
- Harmaakorpi, V. & Melkas, H. (toim.) (2008). *Innovaatiopolitiikkaa järjestelmien välimaastossa.* ACTA nro. 200. Helsinki: Lappeenranta teknillinen yliopisto ja Suomen kuntaliitto. 251 s.
- Harmaakorpi, V., Myllykangas, P. & Rauhala, P. (2010) *Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan arviointiraportti.* Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja B 43.
- Harmaakorpi, V. (2004) *Building a Competitive Regional Innovation Environment – the Regional Development Platform Method as a Tool for Regional Innovation Policy.* Helsinki University of Technology Lahti Center, Doctoral dissertation series 2004/1, Espoo.
- Hong, Jianzhong, Janne. (2010) *Cultural aspects of globalizing university-industry knowledge interaction in China.* Thesis. Lappeenranta University of Technology, School of Business.



Hong, J. & Olander, H. 2010. University-industry knowledge interaction: case studies from Finland and China. *Int. J. Healthcare Technology and Management*, Vol. 11, No. 5, 2010.

Heikkinen, H. & Rovio, E. & Syrjälä, L. (toim.) (2007). *Toiminnasta tietoon: Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat*. 2. tarkistettu painos. Helsinki: Kansanvalistusseura.

Helsingin Sanomat 19.1.2010

Hirsjärvi, S., Liikanen, P., Remes, P. & Sajavaara, P. (1992). *Tutkimus ja sen raportointi*. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kirjayhtymä. 169 s.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2000). *Tutki ja kirjoita*. 6. uudistettu painos. Helsinki: Tammi. 430 s.

Hotanen, J. – Laine, R.O. – Pietiläinen S. (2001). *Benchmarking-opas. Opi hyviltä esikuvilta*. Helsinki, Suomen Laatu keskus Koulutuspalvelut Oy.

Huhtinen, M. 2010. *Rocket tiedotustilaisuus*. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Huston, L., & Sakkab, N. (2006). Connect and develop –inside P&G’s new model for innovation. *Harvard Business Review*, 84(3), 58-66. (tarkista vielä)

Jensen, M., Johnson B., Lorenz, E. & Lundvall, B. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy* 36 (2007) 680–693

Jahansson, K. – Mikkola, M. – Ryyänen, T.. *Verkostoyhteistyöllä Kiinaan? SeaChi-projektin loppuraportti*. VTT Tiedotteita 2398. Espoo 2007.

Johanson, J. - L. Mattsson (1993). Internationalisation in industrial systems - a network approach. Reprinted (1993) in: P. Buckley & P. Ghauri (eds), *The internationalization of the firm*, 303-321. London: Academic Press Ltd. 1993.

Johanson, J. – Vahlne, J-E. . *The Mechanism of Internationalisation*, *International Marketing Review*, 1990, Volume 7, Issue 4.

Johanson, J. & Vahlne, J.-E. . *Business relationship learning and commitment in the internationalization process*. *Journal of International Entrepreneurship*, 1: 83-101. 2003.

Johanson, J. - Wiedersheim-Paul, F.. *The Internationalization of the Firm – Four Swedish Cases*. *Journal of Management Studies* (1975) 12 (3) , 305–323.

Kallioinen, O. 2008. *Oppiminen Learning by Developing –toimintamallissa*. Laurea-ammattikorkeakoulu, A61.

Kairisto-Mertanen, Liisa; Penttilä Taru & Putkonen, Ari (2010) *Embedding innovation skills in learning – developing co-operation between working life and universities of applied sciences*, 3rd FINPIN Conference, *Innovation and Entrepreneurship in Universities*, April 25-27, 2010, Joensuu.

Kallioinen, O. 2008. *Oppiminen Learning by Developing –toimintamallissa*. Laurea-ammattikorkeakoulu, A61

Kansallinen innovaatiostrategia (2008). Ladattavissa

[http://www.innovaatiostrategia.fi/files/download/Kansallinen\\_innovaatiostrategia\\_12062008.pdf](http://www.innovaatiostrategia.fi/files/download/Kansallinen_innovaatiostrategia_12062008.pdf)

Konttinen, J., Suvinen, N. & Nieminen, M. (2009) Välittäjäorganisaatiot tutkimuslähtöisen yritystoiminnan edistäjänä VTT Tiedotteita. Research Notes 2501

Keifer, L., Carter, S., Global Marketing Management. Oxford university Press.

Kleemola, Anne (2005). Group benchmarking as a Model for Knowledge Creation in Supply Management Context. Tampereen teknillinen yliopisto, Julkaisu 555. Tampere 2005.

Kasanen, E., Lukka, K. & Siitonen, A. (1991). Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteissä. Liiketaloustieteellinen Aikakauskirja 3/1991, s. 301-329.

Kettunen, J. 2009. Innovaatiopedagogiikka, *Keiver verkkolehti, Vol.3, nro 8*

<http://ojs.seamk.fi/index.php/keiver/issue/current>

Kettunen J. & Meristö T. (2010) Seitsemän tarinaa ennovaatiosta: rohkea uudista ennakoiden. Teknova Oy.

Ketokivi, M. (2009) Tilastollinen päättely ja tieteellinen argumentointi. Gaudeamus Helsinki University Press, Helsinki, Finland.

Kuula, Arja: Toimintatutkimus (1999). Kenttätyötä ja muutospyrkimyksiä. Väitöskirja, Tampereen yliopisto. 2. painos 2001. Tampere: Vastapaino.

Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. (toim.). (2007) Tapaustutkimuksen taito, Gaudeamus.

Larimo, J.. Internationalization of SMEs - Two case studies of Finnish born global firms. Paper presented at the CIMaR Annual Conference in Sydney, Australia. 2001.

Leppimäki Sami ja Meristö Tarja 2007. Tulevaisuus haastaa osaajat. Kone- ja metalliteollisuuden näkemyksiä alan kehittämistarpeista Suomessa ja maailmalla vuoteen 2020. Komee 2020-hankkeen väliraportti. Teknologiateollisuus ry.

Luo, Y. Partner selection and venturing success: The case of joint ventures with firms in the People's Republic of China. *Organizational Science*, 8: 648-662. 1997.

Lyytinen, A., Marttila, L. & Kautonen, M. (2008) Tutkimus- ja kehitystoiminnan haasteita ja mahdollisuuksia monialaisissa ammattikorkeakouluissa Työraportteja 2/2008

Lyytinen, A., Kuusinen, R. & Niemonen, H. (2003): Näkökulmia ammattikorkeakoulun rooliin innovaatiojärjestelmässä. Työraportteja 66/2003. Työelämän tutkimuskeskus, Yhteiskuntatieteiden tutkimuslaitos, Tampereen yliopisto.

Manninen, A. (2010) Seudullinen innovaatiojärjestelmä organisaationäkökulmasta (s. 141-167), teoksessa Kettunen J. & Meristö T. (2010) Seitsemän tarinaa ennovaatiosta: rohkea uudistaa ennakoiden. Teknova Oy.

March, J.G. (1991) Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, Vol. 2. No 1, February 1991.

Marttila, L., Kautonen, M., Niemonen, H. & von Bell, K. (2004): Yritysten ja ammattikorkeakoulujen T&K-yhteistyö. Ammattikorkeakoulut alueellisessa innovaatiojärjestelmässä: koulutuksen ja työelämän verkottumisen mallit, osaprojekti III. Tampereen yliopiston työelämän tutkimuskeskuksen työraportteja 69/2004. Tampere: Tampereen yliopistopaino.

Marttila, L., Kautonen, M., Niemonen, H. & von Bell, K. (2005): Ammattikorkeakoulujen T&K-toiminta: T&K-yksiköt koulutuksen, tutkimuksen ja kehittämistyön rajapinnassa. Tampereen yliopiston työelämän tutkimuskeskuksen työraportteja 74/2005. Tampere: Tampereen yliopistopaino

Marttila, L., Andolin, M., Kautonen, M., Lyytinen, A. & Suvinen, N. (2007): Uutta luomassa. Ammattikorkeakoulu osana uusien osaamisalojen alueellisia kehittäjäyhteisöjä. Tampereen yliopiston työelämän tutkimuskeskuksen työraportteja 78/2007. Tampere: Tampereen yliopistopaino.

Melkas, H & Uotila, T. (2008). Tieto ja tietämys alueellisissa innovaatioverkostoissa. Harmaakorpi, V. &

Melkas, H. (toim.) (2008). Innovaatiopolitiikkaa järjestelmien välimaastossa. ACTA nro. 200. Helsinki: Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Suomen kuntaliitto. 251 s.

Miles, M. & Huberman, M. (1994) *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2nd Edition). London. Sage.

Meristö, T. et al. (2006) *Tulevaisuuden epävarmuuden hallinta liiketoimintavetoisessa innovaatio-prosessissa*. CoFi/Åbo Akademi 2006.

Meristö, T. et al. (2009): *INNORISK: The Fountain of New Business Creation*. CoFi/Åbo Akademi 2009.

Moen, Ø. - Servais, P.. Born global or gradual global? Examining the export behavior of small and medium-sized enterprises. *Journal of International Marketing* (2002), 10: 49-72.

Neilimo, K. & Näsi, J. (1980). *Nomoteettinen tutkimusote ja suomalaisen yrityksen taloustiede: Tutkimus positivismin soveltamisesta*. Tampereen yliopiston julkaisuja. Sarja A 2:12. 82 s.

Niittymäki, S., Tenhunen, L., Weck, M., Karvonen, I., Kähkönen, K., Ollus, M. (2007) *Profiling Business Networks Oriented to Russia*. HAMK julkaisuja 13/2007.

Niittymäki Seppo, Tenhunen Lauri and Weck Marina, Lod Timo, Niittymäki Seppo and Tolonen Teuvo, Kähkönen Kalle, Nippala Eero, Perälä Anna-Leena and Riihimäki Markku, Minina Vera, Dmitrienko Elena and Krupskaya Anastasia, Filinov Nikolay, Tretyak Olga, Settles Alex, Bek Nadejda, Buzulukova Ekaterina, Popov Nikita, Rozhkov Alexander and Vladimirova Nina. *STROI-network - BUSINESS NETWORKS IN RUSSIA, FINAL REPORT 2009*. ISBN 978-951-784-512-0 (PDF ), HAMKin e-julkaisuja 3/2010 ([www.hamk.fi/stroi](http://www.hamk.fi/stroi), luettu 17.12.2010)

Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995) *The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford University Press, New York.

Nuotio, Johanna; Kairisto-Mertanen, Liisa; Penttilä, Taru; Putkonen, Ari (2010) *INNOVATION PEDAGOGY, A NEW TOOL FOR CREATING INNOVATION COMPETENCIES*, International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI2010, Madrid (Spain) the 15th -17th November, 2010.

Ollus, M.. A holistic approach towards collaborative networked organizations. Innovation and the Knowledge Economy: Assues, Applications, Case Studies. Pt. 2. Eds. Paul Cunningham & Miriam Cunningham. IOS Press. Amsterdam (2005), 1267-1272.

OPM, opetusministeriö (2009). Kansainvälistymisstrategia. 2009. Korkeakoulujen Kansainvälistymisstrategia 2009-2015. Suomen Opetusministeriö. Ladattavissa sivuilta: [<http://www.kansainvalistymisstrategia.fi>].

Otsakorpi. 2010. LCCE -valmennusohjelma. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Oviatt, B.M. – McDougal, P.P.. A Framework for Understanding Accelerated International Entrepreneurship. Published in Rugman, A. M. & Wright, R. W. (Eds.), Research in Global Strategic Management: International Entrepreneurship, Stamford, CT: JAI Press, 23-40. 1999.

Suositus pienten ja keskisuurten yritysten määritelmästä. 2003/361/EY (EUVL L 124, 20.5.2003). EU:n komissio. 2003.

Olkkonen, T. (1994). Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön. Report nro. 152. Teknillinen korkeakoulu. 144 s.

Parjanen, S. & Melkas, H. (2008) Etäisyyden ja läheisyyden leikki innovaatioprosesseissa. Innovaatiopolitiikkaa järjestelmien välimaastossa. ACTA nro. 200. Helsinki: Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Suomen kuntaliitto. 251 s.

Penttilä T., Kairisto-Mertanen L. & Putkonen A. 2009. Innovaatiopedagogiikka – Viitekehys uutta osaamista luovalle oppimiselle. Kohti innovaatiopedagogikkaa. L. Kairisto-Mertanen, H. Kanerva-Lehto & T. Penttilä (toim). Turun ammattikorkeakoulun raportteja 92. Tampere: Juvenes 2009.

Penttilä, T.; Kairisto-Mertanen, L. & Putkonen, A. (2009) Innovaatiopedagogiikka – viitekehys uutta osaamista luovalle oppimiselle teoksessa *Innovaatiopedagogiikka, Uusi lähestymistapa ammattikorkeakoulujen opetukseen ja oppimiseen*, Ed. Kairisto-Mertanen, L. Kanerva-Lehto, H. & Penttilä, T., Turun ammattikorkeakoulun raportteja 92, Tampereen yliopistopaino, Tampere, pp. 9-24.

Prahalad, C.K., Krishnan, M.S. (2011) Innovaation uusi aika. Tietosanoma. Helsinki.

Putkonen, A.; Kairisto-Mertanen, L. & Penttilä, T. (2010) *Enhancing Engineering Students' Innovation Skills through Innovation Pedagogy – Experiences in Turku University of Applied Sciences*, paper presented in the International Conference on Engineering Education ICEE-2010, July 18-22.2010, Gliwice, Poland.

Putkonen, A. & Hyrkkänen, U. 2007. T&k-ohjelmatoiminta työelämän tutkimusavusteisen kehittämisen kohdentajana ja osaamisen kumuloijana. *Työelämän tutkimusavusteinen kehittäminen Suomessa*. E. Ramstad & T. Alasoini (toim.). *Raportteja 53*, Työelämän kehittämisohjelma, Tykes, Helsinki. 171–190.

Rothwell, R. (1994) Towards the Fifth-generation Innovation Process. Science Policy Research Unit, University of Sussex, UK Journal: International Marketing Review Volume: 11 Number: 1 Year: 1994 pp: 7-31

Raij, K. 2007. Learning by Developing. Laurea-ammattikorkeakoulu, A58

Raunio, M., Korhonen, M. & Hoffman, D. (2010) Kannattaako kansainvälistyä? Suomen yliopistot kansainvälisinä akateemisina ympäristöinä. Loppuraportti, Työraportteja 7/2010

Rauch, J.E. Business and Social Networks in International Trade. *Journal of Economic Literature*. Volume (Year): 39 (2001), Issue (Month): 4 (December), Pages: 1177-1203

Rikama, S.. Yli puolet yrityksistä saanut mitä hakenut. Kilpailukykyä ulkomailta. *Tieto & Trendit*, toukokuu 2008, Tilastokeskus.

Silverman, D. (2002). *Interpreting Qualitative Data. Methods for analysing talk, text and interaction*. London. Sage.

Sinha, P., Akoorie, M., Wu, Q., & Ding, Q. (2011) "What motivates manufacturing SMEs to outsource offshore in China: Comparing the perspectives of SME manufacturers and their suppliers", *Strategic Outsourcing: An International Journal*, Vol. 4 Iss: 1

Smedlund, A. (2009). *Network approach to fundamental tasks in knowledge based organizations*. Helsinki University of Technology, Department of Industrial Engineering and Management, Doctoral Dissertation Series 2009/13.

Stake R. (1995) *Art of case study research*, Sage Publications

Söderlund, Aaro & Kääriä Juha (2010), *Case Floating EcoCity Tianjin China, Sustainable Architecture & Urban Development Vol 1*. pp.435-450, CSAAR Press 2010. ISBN: 978-9957-540-00-5.

Tenhunen, L., Niittymäki, S. (2010), *Rocket Tools for Metal product Companies*. *The Parliament Magazine's Regional Review*. Issue 19. December 2010.

Tenhunen, Lauri; Niittymäki, Seppo; Aarnio Seppo (2010), *Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework* pp. 21-33. ICAT 2010. ISBN 978-961- 248-242-8

Tenhunen, L. J.; Niittymäki, S. & Aarnio, S. (2010) *Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework (2010)*. 1571-1573, *Annals of DAAAM for 2010 & Proceedings of the 21st International DAAAM Symposium*, ISBN 978-3-901509-73-5, ISSN 1726-9679, pp 0786, Editor B. Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria.

Tidd, J., Bessant, J. & Pavitt, K. (2005). *Managing innovation: Integrating technological, market and organizational change*. Third edition.

Tidd, J., Bessant, J. & Pavitt, K. (2005). *Managing innovation: Integrating technological, market and organizational change*. Third edition.

Tilastokeskus. 2010. *Käsitteet ja määritelmät*. <http://www.stat.fi/til/inn/kas.html>

Kontio J. 2007. *Projektin loppuraportti: IQUC International quality up with CDIO*.

Todorova, G. & Durisin, B. (2007) *Absorptive capacity: Valuing a Reconceptualization*. *Academy of Management Review*, 2007, Vol. 32, No. 3, 774–786.

Tura, T. & Harmaakorpi, V. (2005) *Social Capital in Building Regional Innovative Capability*. *Regional Studies*, Vol. 39.8, 1111–1125, November 2005.

Tuohi R. & Saarenpää T. 2009. *CDIO. Toolilainen 2/2009. Tool 2009*.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2003). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi

van Aken, J. E. (2007) Design Science and Organization Development Interventions: Aligning Business and Humanistic Values, *The Journal of Applied Behavioral Science*, Vol. 43, No. 1, pp. 67-88.

Tynjälä P. 2002. Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki: Tammi.

UNCTAD, 2001. World Investment Report. Promoting Linkages. United Nations, Geneva, New York.

Uotila, T. & Ahlqvist, T. (2008). Tulevaisuustiedon sulauttaminen alueellisiin innovaatioprosesseihin. Harmaakorpi, V. & Melkas, H. (toim.) (2008). Innovaatiopolitiikkaa järjestelmien välimaastossa. ACTA nro. 200. Helsinki: Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Suomen kuntaliitto. 251 s.

Zahra S. A. & George, G. (2002) Absorptive capacity: A Review, Reconceptualization and Extension. *Academy of Management Review* 27: 2, 185–203.

Vahvaselkä, Irma. (2009). Kansainvälinen liiketoiminta ja markkinointi. Edita. Helsinki 2009.

Valovirta, Ville & Niinikoski, Marja-Liisa (2004): Välittäjäorganisaatioiden toiminta fyysisesti etäällä sijaitsevien toimijoiden välillä. Esiselvitys valtion tiede- ja teknologianeuvostolle. Net Effect Oy. Helsinki.

Vestala, L. (2010) Ammattikorkeakoulujen tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan työryhmä. Ammattikorkeakoulujen tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta innovaatiojärjestelmässä. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2010:8

Welch, L.S. - Luostarinen, R.. Internationalization: Evolution of a concept. *Journal of General Management* 14 2, pp. 34–55, 1988.

[www.cdio.org](http://www.cdio.org)

Yin, R. (1994). *Case Study Research, Design and Methods*, second edition. USA: Sage. 171 s.

Zahra, S.A. Ireland, R.D., and Hitt, M.A.. International expansion by new venture firms: International diversity, mode of market entry, technological learning and performance. *Academy of Management Journal*, 43: 925-950. 2000.

## TIETEELLISET ARTIKKELIT

Laitinen, J., Meristö, T., Kettunen, J., Tuohimaa, H. (2010) **Successful partnership and innovation process model for SME's – framework and empirical evidence.** The XXI ISPIIM Conference Bilbao, Spain on 6-9 June 2010

Tenhunen, L., Niittymäki, S. (2010). **ROCKET Tools for Metal Product Companies.** The Parliament Magazine's Regional Review. International Press Centre, Boulevard Charlemange 1. Brussels. Issue 19. December 2010. ss. 46-47.

Tenhunen, L. J.; Niittymäki, S. & Aarnio, S. (2010). **Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework** (2010). 1571-1573, Annals of DAAAM for 2010 & Proceedings of the 21st International DAAAM Symposium, ISBN 978-3-901509-73-5, ISSN 1726-9679, pp 0786, Editor B. Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2010

Tenhunen, Lauri & Niittymäki, Seppo & Aarnio, Seppo (2010; 2). **Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework. Published in Additive Layered Manufacturing: Education, Application and Business.** Igor Drstvensek & Slavko Dolinsek (eds.) Scientific Publication of the ICAT 2010 Seminar University of Ljubljana. Institute for Innovation and Development. Maribor, Slovenia 2010. ISBN 978-961-248-242-8, COBISS.SI-ID 65536513.

Söderlund, Aaro & Kääriä Juha (2010), **Case Floating EcoCity Tianjin China**, Sustainable Architecture & Urban Development Vol 1. pp.435-450, CSAAR Press 2010. ISBN: 978-9957-540-00-5.

---

## Successful partnership and innovation process model for SME's – framework and empirical evidence

---

### Jukka Laitinen

Corporate Foresight Group CoFi / Laurea University of Applied Sciences, Tykistökatu 4 B, 20520 Turku, Finland.  
E-mail: jukka.laitinen@laurea.fi

### Tarja Meristö\*

Corporate Foresight Group CoFi / Laurea University of Applied Sciences, Tykistökatu 4 B, 20520 Turku, Finland.  
E-mail: tarja.meristo@laurea.fi

### Jyrki Kettunen

Professor, Industrial Futurist  
DaWo Ltd, Bollbörentie 384, FI-21610 Kirjala, Finland

### Hanna Tuohimaa

Corporate Foresight Group CoFi / Laurea University of Applied Sciences, Tykistökatu 4 B, 20520 Turku, Finland.  
E-mail: hanna.tuohimaa@abo.fi

\* Corresponding author

**Abstract:** The aim of this paper is to describe the framework for a successful innovation process and structure related to mechanical engineering companies and their competitive advantages achieved through co-operation with the universities in Finland and internationally. The empirical part this is based on the www-survey which was launched to the mechanical engineering companies operating in Western Uusimaa region, in South Finland. As a result of the survey, we received information about the companies' innovation activities, renewal needs, business opportunities and means to develop their business through co-operation and the structures which would support the co-operation. Based on the survey results, we recommend that co-operation structures should be flexible and universities come down from their ivory tower. It's also important to think globally even companies are working locally. The innovation system is too common at the moment so it should have possibility to focus on specific trends and issues.

**Keywords:** Innovation; co-operation; internationalization; SME; renewal

---



## 1 Introduction

According to international evaluation, the Finnish innovation system is less international than thought. The Finnish innovation policy should change towards more experimentation, risk-taking, and acceptance of failure as well as towards demand- and user-oriented innovations. Dynamic development requires rapid growth and renewal from the companies. Unfortunately, the structure of the Finnish industry is not flexible enough compared to the changes coming. Moreover, the lack of risk capital in Finland often leads to a situation in which foreign investors are buying the most promising growth companies [1]. In addition, compared to other small countries, Finland is lacking a clear focus on the innovation efforts [2].

In 2006-2007 we did a research within the Finnish mechanical engineering companies which showed that the old success story has become to an end: the big leading companies in top of the cluster network have gone to the emerging markets and small and medium size partners have to look for new solutions. Also, industrial competition has moved towards service driven business models, which requires new types structures [3][4].

A shared, critical factor in partnerships and networks is trust: which factors have positive impact on trust, which are against it? Instead of institutional solutions network based practices are needed. Service intensive business models, open innovation paradigm and consumer-driven living lab based R&D programs focus on a fuzzy, unorganized world with conflicts and complex phenomena. Intelligent systems and ICT solutions can sometimes help but people are always on the top.

Critical factors in the partnership creation are impacting positively or negatively on partnership creation. Blomqvist (2002) has summarized critical factors in the partnership formation. Based on the review she has summarized factors to a conceptual model which consists of (1) awareness, (2) attraction, (3) interaction and (4) agreement on partnership. Awareness means that you have to recognize the needs for partnership, be aware of the potential partners and actively look for new partners. The attraction means that you have to have something valuable to share (e.g. methods, tools, knowledge). Interaction consists of communication, trust, commitment and adaption. Finally, when preconditions are in order it is possible to reach a successful partnership contract [5].

## 2 The aim and the research questions

### *The Aim*

The aim of this paper is to describe the framework for a successful innovation process and structure related to mechanical engineering companies and their competitive advantages achieved through co-operation with the universities in Finland and internationally. The regional perspective is taken into consideration even though the companies are dealing with global challenges. The main interest is on emerging countries. Significant part of the paper is to analyze networks between companies, universities and public decision makers. The goal is to clarify the present state of the networks and subsequently find new solutions in order to make the innovation system in the regional level more efficient. This research clarifies the regional role of the companies and the universities in the innovation system. The survey results contribute to

creating a framework for partnership and innovation process model for SME's. This paper is related to the project called Rocket [6]. Its aim is to develop networked structures between Finnish universities and companies operating in mechanical engineering in order to enhance the change of information, generalize the best practices and add know-how about innovation activities and internationalization in the companies and the universities.

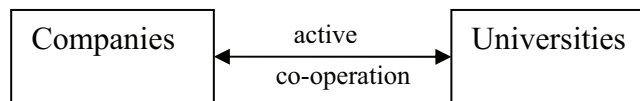
*Research questions*

The main research question of the paper is: 1) What are the innovation and internationalization needs of Finnish SME's in the field of mechanical engineering? In addition, this paper is trying to find answers to two sub-questions: 2) What is the role of networks consisting of universities and other research organizations in the national innovation system? And 3) What is the role of big leading companies in mechanical engineering in these networks, e.g. concerning internationalization or sources of innovation pressure.

**3 Framework and methods**

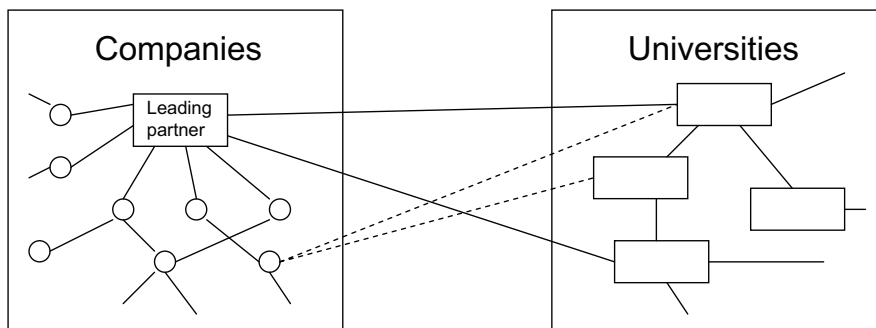
*Framework*

**Figure 1** Partnership between companies and universities is a key element in successful regional strategy and the national innovation system



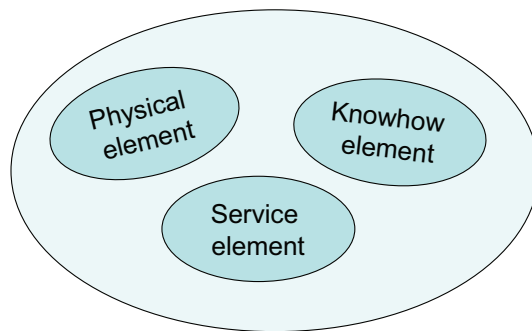
The Finnish innovation system has been very fruitful in creating active co-operation between companies and research organizations and universities. One pitfall has been a lack of small and medium-size companies in the R&D networks. On the other hand, SME's in mechanical engineering have good relationships in business networks, i.e. they very often are sub-contractors for leading industry partners operating globally.

**Figure 2** Networked business model in practice: leading partner orchestrating a group of SME's.

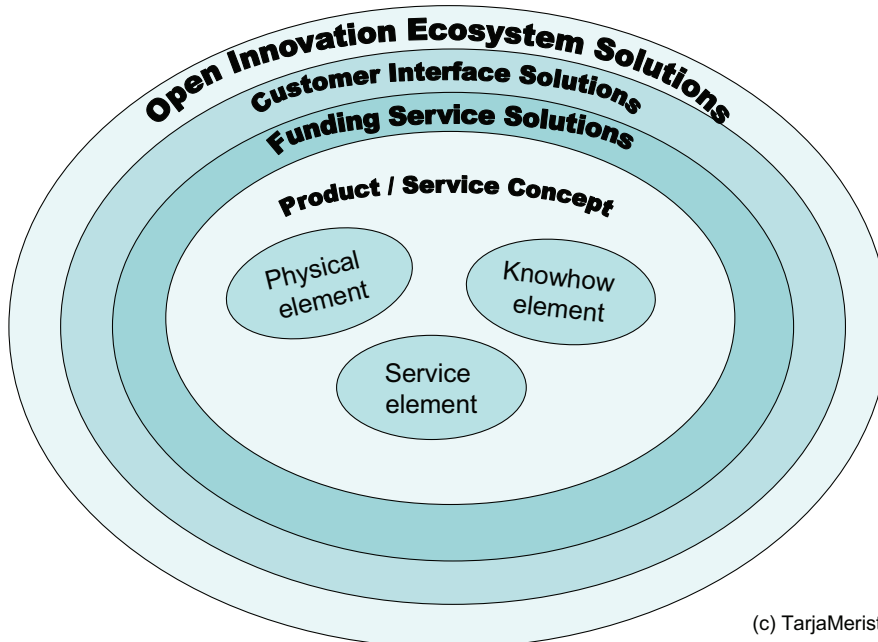


In the future, the network co-operation cannot limit itself only to product/service-intensive work, and getting new research intensive knowledge from universities as the old concept of the product design shows (Figure 3). The co-operation has to be enlarged to financial services, customer related solutions as well as open innovation action model, as described in Figure 4.

**Figure 3** The old product concept is not enough for fruitful network & co-operation



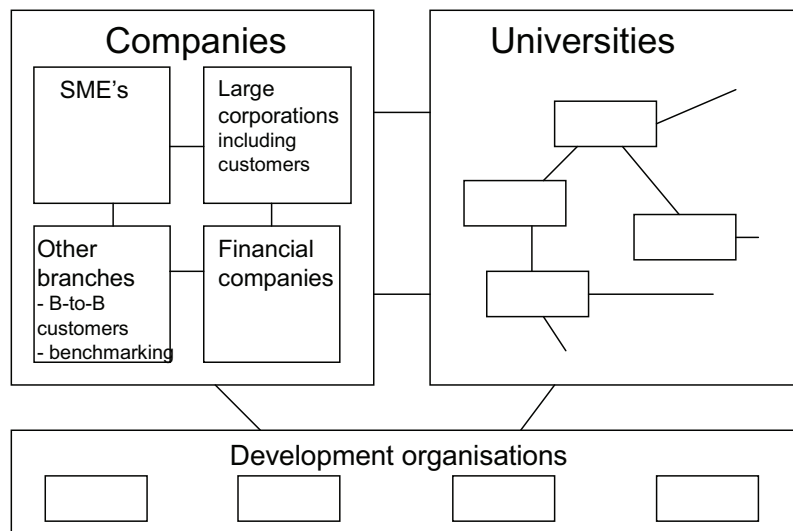
**Figure 4** The new product concept is needed as the basis for a proactive networked innovation model



(c) TarjaMeristö

When trying to build a framework for SME's innovation model for international network-based co-operation the key elements are as follows (Figure 5).

**Figure 5** Framework for international network-based innovation and co-operation model for SME's.



### *Methods*

In the context of the Rocket project, together with research partners we have first focused on defining theoretical criteria for successful networks and co-operation which will run using benchmarking methodology and literature review. At the same time, we have worked in practice, i.e. a www-survey on innovation and internationalization was launched to the mechanical engineering companies operating in Western Uusimaa region. The survey gave us empirical evidence about the present state, gaps and pitfalls, development needs and problems in co-operation. In the near future we are going to accomplish in depth interviews on the case companies and arrange workshop for innovation actors of the Western Uusimaa.

### **4 Practical implementation**

The empirical part of this paper is based on the www-survey which was sent in February 2010 to 238 companies operating in the mechanical engineering and locating in Western Uusimaa region. The survey was sent by email and after one reminder email we finally received 33 answers.

The respondents' most common line of business was the producing of the metal products, the second common being the maintenance and installation of the machines and devices. Regarding the value chain, almost half of the companies presented component level subcontracting companies. The other half consisted of system/full-solution level producers, product level producers and component level producers. The one essential

feature is the large proportion of small sized companies both from personnel and turnover point of view: almost half of the companies had only 1-4 employees and about half of the companies had a turnover of less than 1 million euros. However, some bigger companies were also presented: 4 companies had a turnover of 20-200 million euros. The business of the companies was concentrating mainly in Finland: on average, only 21 % of the turnover came outside Finland. Finland was clearly the most important market area for the companies, Nordic countries and Central European countries coming behind as a second. Also Baltic countries and North America were seen as important markets by several companies. Other countries/regions - such as China, South Africa and Eastern Europe - received only few nominations.

## **5 Results**

As a result of the survey, we received empirical information about the companies' innovation activities, renewal needs, business opportunities, co-operation experiences and the structures which would support the co-operation. According to the respondents, the most important sources for the innovation are: 1) customers, 2) competitors and 3) subcontractors. Legislation and science & technology were seen rather important. Substitutive products and analogies from other industries were perceived as not so important. On the other hand, these areas could act as proactive sources for the innovations because most of the firms are not exploiting them. Regarding the phases of the innovation and development activities, the management of the whole process and foresight abilities were seen the most important ones. Strategic decision making and R&D were holding a shared third position. According to the respondents, the needs for renewing the activities and new solutions arise mainly from economic factors, technological factors being the second important. Ecological and societal factors were perceived as not important, and political factors were seen the less important source for renewals.

Approximately one third of the companies had had experiences about the co-operation with universities or research institutions. Probably the small company size of the respondents explains the low participation rate for co-operation. On the other hand, universities could perceive the mechanical engineering companies as not as attractive partners as – for example – ICT companies, due to Nokia's success story in Finland. The most common forms of co-operation were students' traineeships, summer jobs and diploma works to companies. One third of the companies' co-operation experiences were related to research co-operation: companies being either a research partner or a case company. Almost all co-operation was done in national and local level. Only few companies had had research co-operation in Nordic countries, Central Europe or in North America. Close to three quarters of the companies perceived the co-operation to be useful or very useful and a quarter experienced it as not so useful. Some of the respondents wanted more flexibility and more technological knowledge from the universities. More development needs will be examined later by in depth interviews and case studies. From the future co-operation the respondents longed for accurately defined common goals and both technological and economic advantages for the companies. Some of the respondents had intentions for international co-operation: Estonia, Sweden, France, Spain, USA and China were mentioned as a potential international partner area.

Close to 60 % of the respondents were expecting growth of their companies in the future and the rest assumed the company size to remain in the current level. The role of Finland seems to be essential: it was perceived clearly the most important both as a market area, competitor, source of experts and as a place of production. The most important market areas after Finland were Nordic countries and Central Europe. The respondents did not expect any major shifts in markets by the year 2020. As a production place, the Baltic countries were currently seen as the second most important are. Till the year 2020 Finland will probably slightly lose its role as a production place, while China and Eastern Europe will increase their importance. Currently the most severe competitors after Finland are coming from Nordic countries and Central Europe. In the future the Baltic countries and China are improving their position. As a source of experts the Nordic countries were experienced the most important source of experts after Finland but in the future the role of the Baltic countries and Eastern Europe is becoming more important. Also China and India are enhancing their role to some extent.

We also compared small and large companies, which in Western Uusimaa context mean companies under 10 employees and companies with 10 or more employees. Generally, smaller companies were more focused on domestic markets and not looking for international growth as eagerly as bigger companies. Additionally, it was noticeable that smaller companies were not as satisfied with the co-operation with universities as bigger companies.

## **5 Conclusion**

Finland is not a theory-intensive country, but focusing on applying knowledge into practice. This is important to keep in mind especially when working with SME's in order to generate rapid and direct benefits to the business. It seems that SME's get more relevant knowledge from large Finnish companies/co-operation partners than from the universities. The large companies speak "the same language" than SME's and are often more aware of the latest knowledge affecting to the business.

So far, the early conclusions and recommendations for the "SME-friendly" innovation system are as follows:

- Structure of the system should be flexible, not fixed, and its role is to support the SME's and not vice versa.
- SME's partnerships can be direct or indirect and it seems, that direct contacts should be between companies and indirect e.g. via large corporations to the universities, or universities at least should jump down from their ivory tower.
- Although SME's act globally/regionally the system should cover global context not only to companies but also to get early warning signals of changes coming and affecting to the business
- A general innovation system is too common to business purposes; rather, the system should have possibility to different theme orientations as well, e.g. within technology it can focus on specific trends or issues.

The results of this study will be deepened with case studies, in-depth interviews and workshops. Also, the survey will be broadened to 5 other regions in Finland and some company-specific case studies will be done in order to confirm the results.

## References and Notes

1. Evaluation of the Finnish National Innovation System – Policy Report. (2009). The Ministry of Education and the Ministry of Employment and the Economy. Helsinki University Print, 2009.
2. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard (2009). Organisation for Economic Co-operation and development. OECD Publishing, Paris, 2009.
3. Leppimäki, S. & Meristö, T. (2007) Tulevaisuus haastaa osaajat. Teknologiateollisuus ry, Helsinki 2007.
4. Karikorpi, M. (Ed.) (2008) Kone ja metallituoteteollisuus 2020: Loppuraportti. Teknologiateollisuus ry, Helsinki 2008.
5. Blomqvist, K. (2002) Partnering in the Dynamic Environment: the Role of Trust in Asymmetric Technology Partnership Formation (Dissertation). Acta Universitatis Lappeenrantaensis 122. Lappeenranta University of Technology 2002.
6. Rocket project: [www.hamk.fi/rocket](http://www.hamk.fi/rocket).

## Acknowledgements

The writers of the paper thank the whole Rocket project research team and especially its coordinator PhD, Adjunct Professor, Lauri Tenhunen for the co-operation during the inspiring start of the project.

# Successful partnership and innovation process model for SME's – framework and empirical evidence

Jukka Laitinen  
The XXI ISPIM Conference  
Bilbao, Spain on 6-9 June 2010

Jukka Laitinen  
Tarja Meristö  
Jyrki Kettunen  
Hanna Tuohimaa

Corporate Foresight Group CoFi



## Background

- This study is a part of ROCKET-project (2009-2012), of which aim is to
  - develop networked structures between Finnish companies operating in mechanical engineering and universities in order to enhance the change of information
  - generalize the best practices and
  - add know-how about innovation activities and internationalization in the companies and the universities
- Rocket-project is financed by European Regional Development Fund (ERDF) and coordinated by HAMK University of Applied Sciences, 7 research partners from different regions in Finland

## Aims

- To clarify the current situation of mechanical engineering companies operating in Western Uusimaa region and receive information about their
  - innovation activities
  - renewal needs
  - experiences and expectations about co-operation with the universities
  - internationalization
- Describe preliminary framework for a successful partnership and innovation process model



# Www-survey

- Www-survey about innovation activities, internationalization and co-operation with the universities
- Was sent in February 2010 to 238 companies operating in the mechanical engineering and locating in Western Uusimaa region
- 33 companies answered
- About half of the companies who answered had a turnover of less than 1 million euros. However, some bigger companies were also presented: 4 companies had a turnover of 20-200 million euros.

## Some findings of the survey: Innovation activities

### Sources of innovation

	Very important (Value: 4)	Important (Value: 3)	Not so important (Value: 2)	Not important at all (Value: 1)	Don't know (Arvo: 0)	
Customers (avg: 3,82)						100%
Sub-contractors (avg: 2,71)						100%
Substitute products (avg: 2,38)						100%
Competitors (avg: 2,73)						100%
Analogies from other industries (avg: 2,04)						100%
Science & Technology (avg: 2,45)						100%
Legislation (avg: 2,57)						100%

### Phases of innovation

Vastaus	Lukumäärä	Prosentti	20%	40%	60%	80%	100%
1. Management of the whole process	25	75,76%					
2. Foresight	20	60,61%					
3. Concept design	4	12,12%					
4. R&D	10	30,30%					
5. Market analysis	6	18,18%					
6. Commercialization	9	27,27%					
7. Strategic decision making	10	30,30%					
8. Something else	1	3,03%					

• Customers are the most important source of innovation

• The most important phases of innovation: 1 ) Management of the whole process, 2) Foresight

## Some findings of the survey: co-operation with universities

Has your company had any co-operation with universities or research institutions?

Answer	Number	%	20%	40%	60%	80%	100%
1. Yes	10	31,25%					
2. No	22	68,75%					
	32	100%					

### Type of co-operation

Answer	Number	%	20%	40%	60%	80%	100%
1. One of the several company partners in a research partners (passive member)	2	18,18%					
2. Case-company in a research project (active development object)	5	45,45%					
3. Quest lectures	1	9,09%					
4. Diploma work	5	45,45%					
5. Traineeships-/summer jobs	7	63,64%					

# The results: small vs. large companies

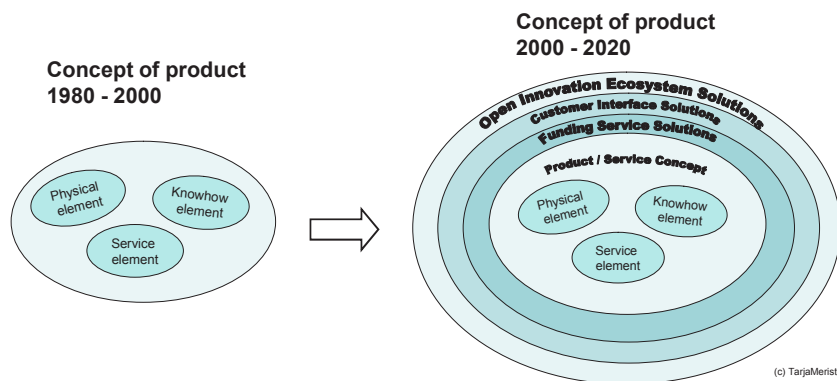
- Larger companies were operating more internationally than small ones
- Small companies were not looking for growth as intensively as large ones
- Small companies didn't find the co-operation with the universities as useful as larger ones

Experiences from the co-operation

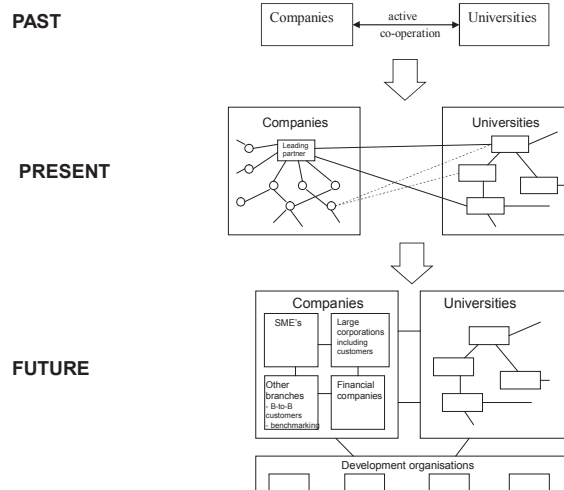
	Amount	%	20%	40%	60%	80%	100%
1. Very useful	0	0,00%					
	2	28,57%					
2. Useful	1	25,00%					
	5	71,43%					
3. Not so useful	3	75,00%					
	0	0,00%					
4. Not useful at all	0	0,00%					
	0	0,00%					

■ = companies with 10 or more employees  
 ■ = companies under 10 employees

# Background of Our Framework



# Towards the framework for SME's innovation system



# Conclusions

- Structure of the system should be flexible, not fixed, and its role is to support the SME's and not vice versa.
- SME's partnerships can be direct or indirect and it seems, that direct contacts should be between companies and indirect e.g. via large corporations to the universities, or universities at least should jump down from their ivory tower.
- Although SME's act globally/regionally the system should cover global context not only to companies but also to get early warning signals of changes coming and affecting to the business
- A general innovation system is too common to business purposes; rather, the system should have possibility to different theme orientations as well, e.g. within technology it can focus on specific trends or issues.

---

## Thank You!

Jukka Laitinen (jukka.laitinen@laurea.fi)  
Corporate Foresight Group CoFi  
Laurea University of Applied Sciences



# ROCKET



HAMK University of Applied Sciences is a multidisciplinary higher education institution in Southern Finland. HAMK has 29 Bachelor-level and 8 Master's-level degree programmes and around 7000 students. Seven of the degree programmes are delivered completely in English. HAMK Activities include also applied research and development projects.

[www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)

## Lauri Tenhunen and Seppo Niittymäki<sup>1</sup> ROCKET Tools for Metal Product Companies

**EU-funded<sup>2</sup>** ROCKET Project gives Finnish Metal Product Companies practical tools for internationalization and innovations development. Key words in accomplishing the project are networking, industry-university cooperation, benchmarking, the business and technology related capabilities of universities and the utilization of existing networks and cooperation platforms.

There are three functional Working Packages in the ROCKET project: Internationalization, Innovation Development and Research.

Target countries in the **internationalization** of Finnish metal product businesses are Russia and other Central and Eastern European (CEE) countries as well as China and other Asian countries. Most of the 30 case companies within the ROCKET project are aiming at the Russian and Chinese markets with the help of the project. The project actors are building up flexible models and services within universities to in order to help metal product companies in the long run in their steps of business internationalization. – We actively utilize the recent results of the science of industrial economics and business administration, say HAMK Experts **Seppo Niittymäki** and **Dr. Lauri Tenhunen** as they refer to the modern networking theory (Barabasi 2002) and its applications (Niittymäki, Tenhunen 2010).

International practicing of higher education students as well as international exchange of researchers and students are fostered

by the ROCKET project and the METNET cooperation scheme. The METNET cooperation creates natural platforms for the ROCKET project partners and companies to meet and cooperate with the right kind of people of international R&D and Industry. METNET organizes workshops (usually in January or February) and Seminars (usually in October) each year. See pages [www.hamk.fi/metnet](http://www.hamk.fi/metnet). Many international industrial companies join Metnet meetings in order to meet chosen development partners in Europe.

The **innovation targets** are concentrated on adopting advanced educational frameworks like Conceive - Design - Implement - Operate (CDIO, Crawley 2001) to the Bachelor level engineering education in Finland. Especially, various forms of University-Industry Cooperation (UIC) are developed and tested. Universities have highly capable resources and these can be actively utilized in developing European businesses.

Enterprises cooperating in ROCKET project do not need to invest money to the project unless separate materials or tests are needed in their innovation processes. Rapid Prototyping Service model<sup>3</sup> has been developed through ROCKET project as well.

The **Research** working package of ROCKET produces case studies and benchmarking reports, How to do Business –handbooks and new constructive models for business internationalization as well for university-industry cooperation.

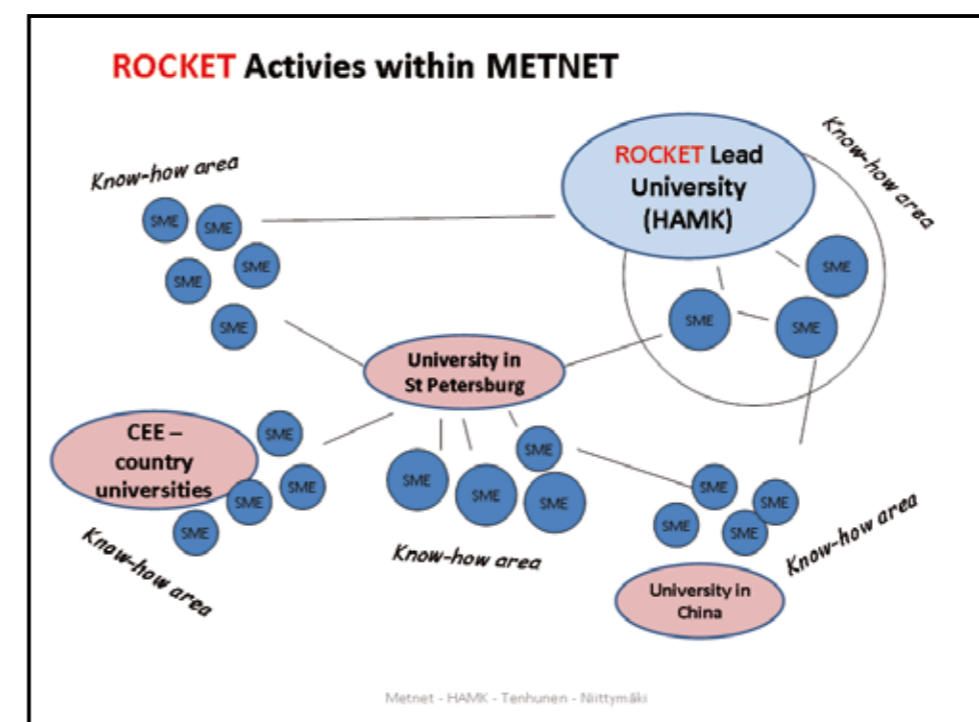
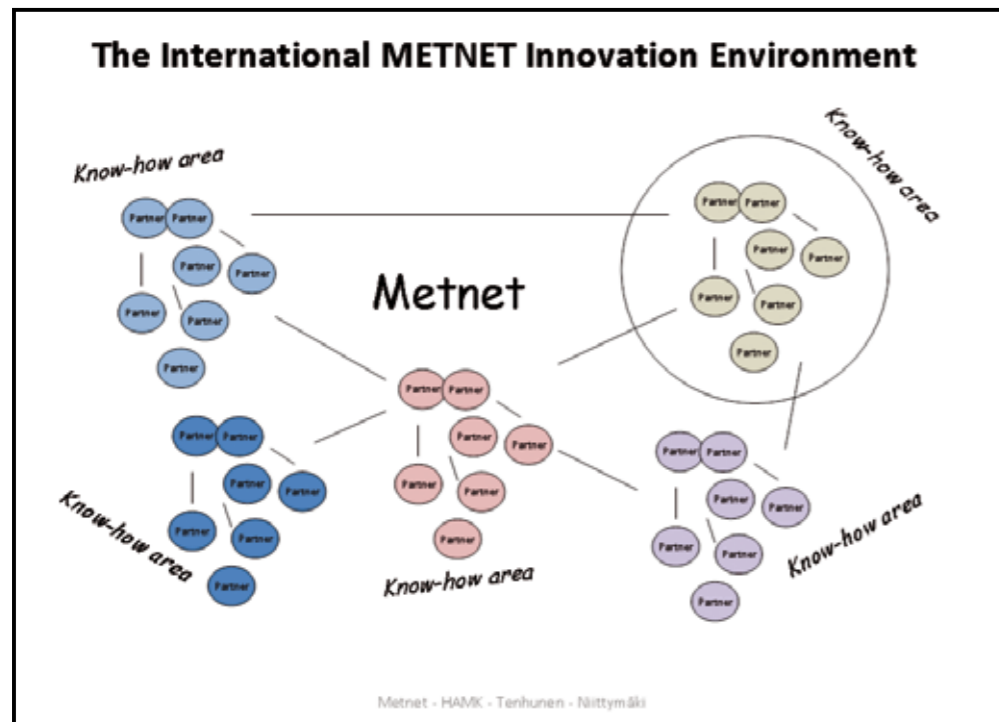
Benchmarking is used in all of the three functional working packages. The Metnet group of universities, institutes and companies provides huge development possibilities. These are pointed out by documenting the two-way learning processes systemically.

The results of the ROCKET project will include many successful internationalization steps and a lot of productive innovation outcomes for Finnish metal product companies. Through effective networking, innovative SME's have doors opened for new staff members from market area, for example, through multicultural couple internships, a new way to find real experts from the market area. ROCKET project produces solutions to all sorts of problems concerning marketing, production, materials or logistical problems arising within activities in a new country.

Research part will combine activities described above by documenting action model for followers. Seven universities in Finland work together in the ROCKET Project. These are situated in the Southern part of Finland. The coordinating partner is HAMK University of Applied Sciences in the city of Hämeenlinna in Finland. The size of the project is 1.6 million Euros and it is partly financed by ERDF through the Regional Council of Päijät-Häme.

### References:

- Barabási, Albert-László (2002)**  
*Linked: The New Science of Networks*. Perseus Publishing, April 2002.
- Baregheh A, Rowley J and Sambrook S. (2009)**  
*Towards a multidisciplinary definition of Innovation, Management decision*, vol. 47, no. 8, pp. 1323–1339.
- CDIO Platform (2010)**  
CDIO Systems in the Enterprise and Societal Contexts.  
<http://www.cdio.org/participate/instructor-resource-materials/enterprise-and-societal-contexts> (18.6.2010).
- Crawley, Edward F. (2001)**  
*The CDIO Syllabus, A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education*. Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology, January 2001. <http://www.cdio.org>.
- Johanson, J. - L. Mattsson (1993)**  
*Internationalisation in industrial systems - a network approach*. Reprinted (1993) in: P. Buckley & P. Ghauri (eds), *The internationalization of the firm*, 303-321. London: Academic Press Ltd. 1993.
- Niittymäki, S., Tenhunen, L. (2010)**  
*Liiketoimintaverkostojen johtaminen Venäjällä (Leading Business Networks in Russia)*. HAMK University of Applied Sciences.
- Tenhunen, L. – Niittymäki, S. – Aarnio, S. (2010)**  
*Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework*, published in *Igor Drstvensek - Slavko Dolinsek (eds.) Additive Layered Manufacturing: Education, Application and Business*. Slovenian Research Agency, Maribor 2010.



**Footnotes:**  
<sup>1</sup>HAMK University of Applied Sciences, Finland •  
<sup>2</sup>European Regional Development Fund ERDF, Southern Finland •  
<sup>3</sup>Tenhunen, L. – Niittymäki, S. – Aarnio, S. (2010)

ROCKET Contacts:  
Lauri Tenhunen gsm.  
+358-40-5602249,  
Seppo Niittymäki gsm.  
+358-40-5006331 or  
Marina Weck gsm.  
+358-50-5631221.



# PDF OFF-PRINTS

Author(s):

Tenhunen, L[auri] J[uhani]; Niittymaeki, S[eppo] & Aarnio, S[eppo]

**This Publication has to be referred as:**

Tenhunen, L. J.; Niittymaeki, S. & Aarnio, S. (2010). Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework (2010). 1571-1573, *Annals of DAAAM for 2010 & Proceedings of the 21st International DAAAM Symposium*, ISBN 978-3-901509-73-5, ISSN 1726-9679, pp 0786, Editor B. Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2010

[www.daaam.com](http://www.daaam.com)



## RAPID PROTOTYPING SERVICE MODEL BY THE CDIO EDUCATIONAL FRAMEWORK

TENHUNEN, L[auri] J[uhani]; NIITYMAEKI, S[epo] & AARNIO, S[epo]

**Abstract:** This paper produces a plan how Rapid Prototyping Services RPS to (external) enterprises and businesses can be accomplished by universities which use the CDIO educational framework in their undergraduate engineering education.

The CDIO Syllabus summarizes formally a set of knowledge, skills, and attitudes that alumni, industry, and academia desire in a future generation of young engineers. The CDIO Syllabus can be utilized to define new educational initiatives, and it can be employed as the basis for a rigorous assessment process, such as is required by ABET ([www.abet.org](http://www.abet.org)).

Some technical universities supply RPS to external enterprises and businesses. This paper shows how this service process can be included to stages of CDIO educational process. Through the CDIO educational framework the engineering students are able not only to adopt the techniques of rapid prototyping engineering but also fundamentals of engineering service processes and business to business service sales.

**Key words:** CDIO Syllabus, Rapid Prototyping Service RPS, External service, team, business-to-business

### 1. STRUCTURE OF THE CDIO SYLLABUS

Graduating engineers should appreciate engineering process, be able to contribute to the development of engineering products, and do so while working in engineering organizations. That is why graduating engineers should be able to conceive-design-implement-operate (CDIO) complex value-added engineering systems in a modern team-based environment. The CDIO framework model is created to build blocks of knowledge, skills, and attitudes, given in Figure 1.

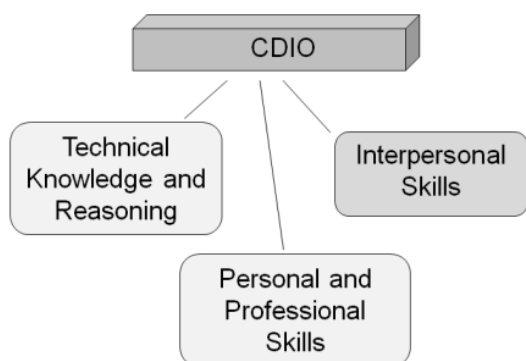


Fig. 1. Blocks of knowledge, skills and attitudes necessary to Conceive, Design, Implement, and Operate Systems (CDIO) in the Enterprise and Societal Context (E. F. Crawley, 2001)

In the CDIO Syllabus (Conceive, Design, Implement, and Operate), the blocks of knowledge, skills, and attitudes are further divided into smaller hierarchic parts. These are developed within External and Societal context (ESC) and the Enterprise and Business Context (EBC). These contexts do not drop in some stages only, but are constantly present within the CDIO learning environment, see Figure 2.

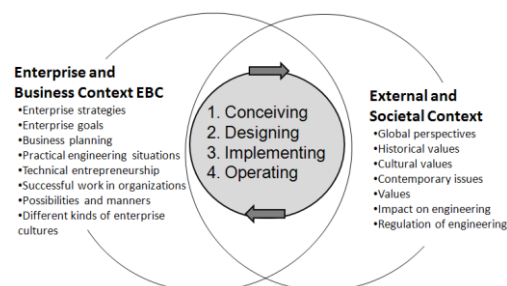
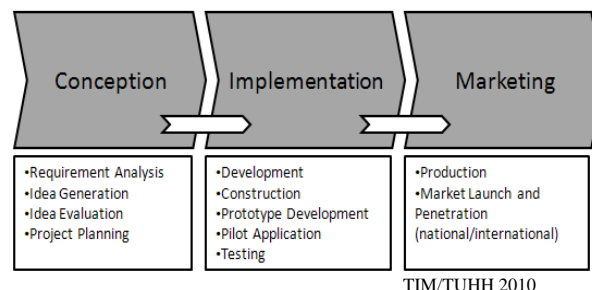


Fig. 2. CDIO Syllabus within the ESC and the EBC

### 2. PRODUCT INNOVATIONS IN ENTERPRISES

The innovation process in enterprises encompasses several systematic steps, beginning from problem/requirement analysis to idea generation, idea evaluation, project planning, product development, testing and finally product marketing. These represent a simplified innovation process. Special attention is paid to the process of research and development (R&D), which in many cases builds a corner-stone of innovation.



TIM/TUHH 2010

Fig. 3. Three phases of a simplified innovation process (TIM, 2010)

Large firms tend to introduce more "novel" innovations than small and medium-sized enterprises (SMEs). There are also differences across countries. Within Europe, SMEs in France, Luxembourg and Sweden had a significantly higher propensity to introduce new-to-market product innovations than those in Hungary and Poland (OECD, 2009).

### 3. RAPID PROTOTYPING PERFORMANCE

Although several rapid prototyping techniques exist, all employ technically the same basic five-step process (W. Palm, 1998):

1. Create a CAD model of the design
2. Convert the CAD model to STL format
3. Slice the STL file into thin cross-sectional layers
4. Construct the model one layer atop another
5. Clean and finish the Model

To prototype successfully (L.J. Najjar, 1990), you need to select an appropriate technical RP tool and form a RP team.

The **team** (of experts) should include (a) a domain expert, (b) an information developer, (c) a marketer or planner, (d) a programmer, and (e) a usability representative. Their variety of skills allows the members of the small team to prototype quickly and efficiently a user interface that meets customer needs and development constraints.

Najjar (1990) points out that technically the RP process involves two separate iterating stages: Repeating (1) the “prototype-feedback-improve prototype” cycle and (2) the “actual code-feedback-improve actual code” cycle.

**4. RPS BY THE CDIO FRAMEWORK**

The elements of the RPS model should include relevant elements from the CDIO syllabus, the RP prototyping techniques as well as the general RP process of experts. To formulate the RPS model logically, we will first arrange the needed elements into groups of objects (nouns) and actions (verbs) and then describe the three processes simultaneously in Figure 4.

The list of objects (nouns) will include the following:

- The RP team (including students and experts)
- The customer and its agents
- The target product and its properties
- The prototype
- The RP technique chosen
- The time schedule and the budget

The list of actions (verbs) will include the following:

- Discussing the task and choosing the innovation level
- Regulating and adjusting the RP process during work
- Changing, Developing and Iterating the Prototype
- Testing the prototype solutions
- Finishing the best prototype
- Saving the necessary CAD documents
- Consulting and Advising by experts
- Learning to conceive, design, implement and operate the RP process by the students
- Making decisions by the customers

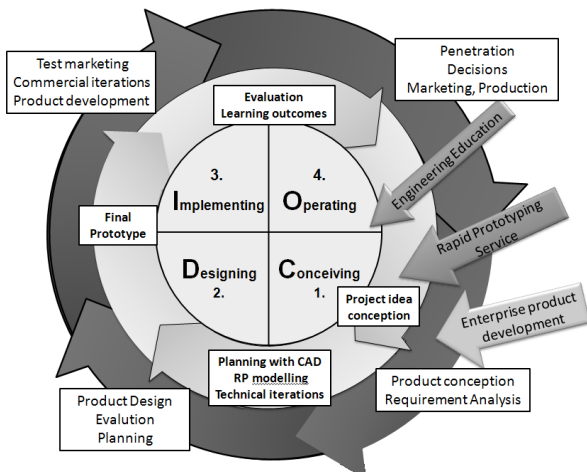


Fig. 4. RPS in relation to CDIO Engineering Education and Enterprise product development function

It is important to include students to the RPS team to run the service process within the CDIO educational framework. By participating actively, the engineering students are able not only to adopt the techniques of rapid prototyping engineering but also fundamentals of engineering service processes and business to business service sales. Our suggestion is that the RP team, proper for CDIO education framework within a university, would include (a) skilled lecturer, (b) small group of

students, (c) programmer, (d) enterprise representatives. Contemporary experts may be used when needed.

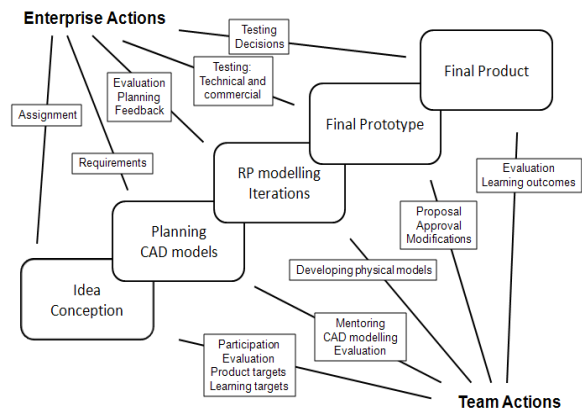


Fig. 5. RPS Model and Actions. The model includes four elements: The team, the system, the product and the enterprise

**5. CONCLUSIONS**

This article shortly describes together the CDIO Engineering Education, the RPS activities and the Enterprise product development functions. This is done in order to produce a plan how Rapid Prototyping Services RPS to (external) enterprises and businesses can be accomplished by universities which use the CDIO educational framework in their undergraduate engineering education. We have produced a simple model for the purpose and presented the model above. The steps and actions of the model are presented in Figure 5. Rapid prototyping can be seen as a modern tool not only for developing products, but also as a facilitating process to enable CDIO cognitive learning processes (A.D. Kolb, 1985) of future engineers and company representatives within rapid prototyping teams.

**6. REFERENCES**

Baregheh A, Rowley J and Sambrook S.(2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation, *Management decision*, vol. 47, no. 8, pp. 1323–1339

CDIO Platform, CDIO Systems in the Enterprise and Societal Contexts, (<http://www.cdio.org/participate/instructor-resource-materials/enterprise-and-societal-contexts>)(18.6.2010)

Crawley, Edward F. (2001). *The CDIO Syllabus, A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education*. Department of Aeronautics and Astronautics, MIT, 2001, <http://www.cdio.org>

The Institute for Technology and Innovation Management at the Hamburg University of Technology TIM (2010). Three phases of a simplified innovation process, [http://www.tu-harburg.de/tim/index\\_en.html](http://www.tu-harburg.de/tim/index_en.html)

Kolb, D. A. (1985). Learning styles and disciplinary differences in Arthur W. Chickering & al. (editor) *The modern American college*, San Francisco: Jossey-Bass

Kuczumski, Thomas D. (2000). *Managing New Products: Using the MAP System to Accelerate Growth*

Najjar, L. J. (1990). *Rapid prototyping (TR 52.0020)*. Atlanta, GA: IBM

OECD (2009). *Technology and Industry Scoreboard 2009*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris

Palm, William (1998). *Rapid Prototyping Primer*. Revised 30 July 2002, Penn State Learning Factory

# Rapid Prototyping Service Model by the CDIO Educational Framework

By Lauri Tenhunen, Seppo Niittymäki and Seppo Aarnio, 2010<sup>1</sup>

**Abstract:** *Some technical universities supply Rapid Prototyping Service (RPS) to external enterprises and businesses. This paper produces a plan how RPS to (external) enterprises and businesses can be accomplished by universities which use the CDIO educational framework in their undergraduate engineering education, showing how the service process can be included to stages of CDIO educational process. Through the CDIO educational framework the engineering students are able not only to adopt the techniques of rapid prototyping engineering but also to adopt fundamentals of engineering service processes and business to business service sales.*

*The CDIO Syllabus summarizes formally a set of knowledge, skills, and attitudes that alumni, industry, and academia desire in a future generation of young engineers.<sup>2</sup> The CDIO Syllabus can be utilized to define new educational initiatives, and it can be employed as the basis for a rigorous assessment process, such as is required by ABET (www.abet.org).<sup>3</sup> The CDIO Syllabus summarizes formally a set of knowledge, skills, and attitudes that alumni, industry, and academia desire in a future generation of young engineers. The CDIO Syllabus can be utilized to define new educational initiatives, and it can be employed as the basis for a rigorous assessment process.*

**Keywords:** *CDIO Syllabus, Engineering Education, Rapid Prototyping Service RPS, External service, team, business-to-business.*

## 1. Structure of the CDIO Syllabus

Graduating engineers should appreciate engineering process, be able to contribute to the development of engineering products, and do so while working in engineering organizations. That is why graduating engineers should be able to conceive-design-implement-operate (CDIO) complex value-added engineering systems in a modern team-based environment. The CDIO framework model is created to build blocks of knowledge, skills, and attitudes, given in Figures 1 and 2.

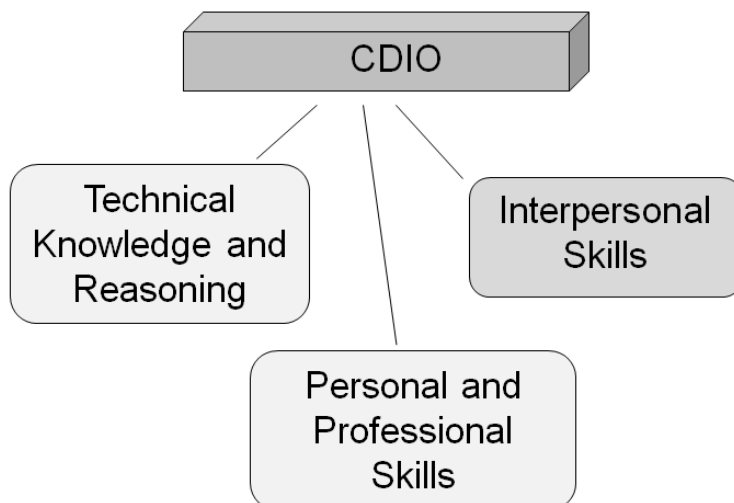
---

<sup>1</sup> HAMK University of Applied Sciences, Finland (2010)

<sup>2</sup> Edward F. Crawley (2001)

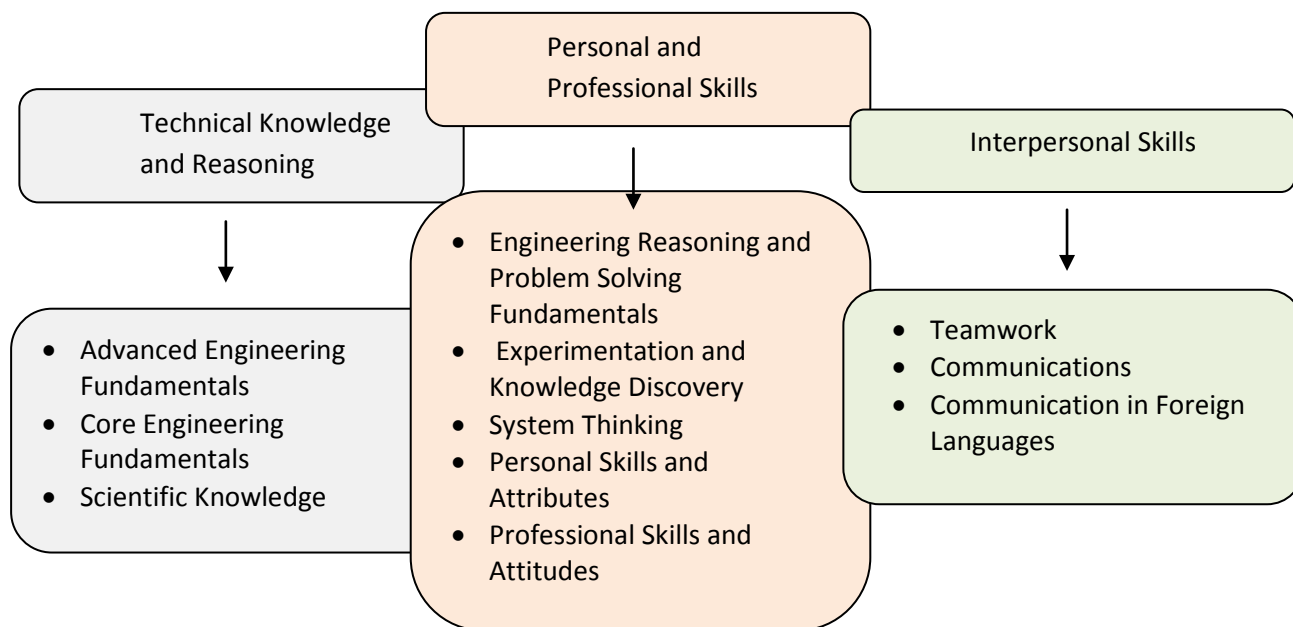
<sup>3</sup> ABET, Inc., formerly the Accreditation Board for Engineering and Technology, is a non-profit organization that accredits United States postsecondary degree programs in applied science, computing, engineering, and technology. www.abet.org





**Figure 1.** Blocks of knowledge, skills and attitudes necessary to Conceive, Design, Implement, and Operate (CDIO) Systems in the Enterprise and Societal Context.<sup>4</sup>

The effective and profitable way to Conceive, Design, Implement, and Operate (CDIO) is possible for the graduating engineer only when his/her knowledge, skills, and attitudes have been developed onto a reasonable quality level. In the CDIO Syllabus, the blocks of knowledge, skills, and attitudes are further divided into smaller hierarchic parts as shown in Figure 2.



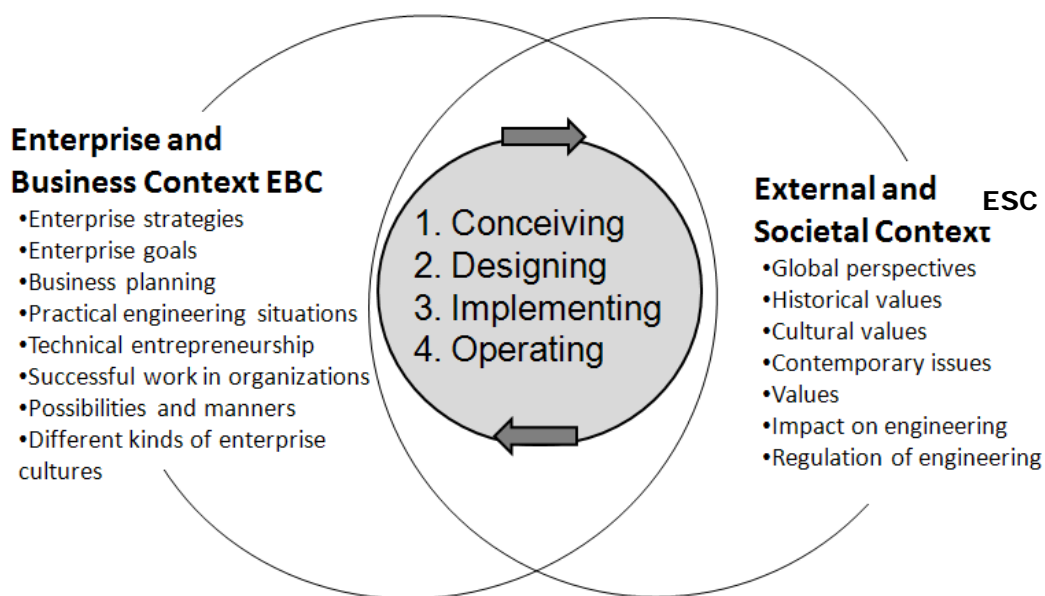
**Figure 2.** Condensed CDIO Syllabus, with the second level of content<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Edward F. Crawley (2001)

<sup>5</sup> Modification based on Edward F. Crawley (2001)

These are developed within External and Societal context (ESC) and the Enterprise and Business Context (EBC). These contexts do not drop in some stages only, but are constantly present within the CDIO learning environment, see Figure 3. By External and Societal context (ESC) we mean such learning contents, learning arrangements and attitudes, which make the roles and responsibilities of engineers absorbable and adoptable to the students in a natural way. The ESC makes it easy for the students to develop global perspectives, to understand historical and cultural values, to get familiar with contemporary issues and values as well as understand the impact of engineering on society and the role of the society in regulation of engineering.

The Enterprise and Business Context (EBC) makes it possible for the students to understand and apply the possibilities and manners in different kinds of enterprise cultures, to apply the enterprise strategy, goals and planning in practical engineering situations, to understand and maybe adopt technical entrepreneurship and work successfully in organizations.



**Figure 3.** CDIO Syllabus within EBC and ESC

## 2. Product Innovations in Enterprises

An innovation typically adds value. An innovation also typically involves risk. Product innovations develop customer support, however, at the risk of costly R&D that can erode profitability. The goal of innovation is positive change, to make something better. Innovation leading to increased productivity is the fundamental source of increasing wealth in an economy.

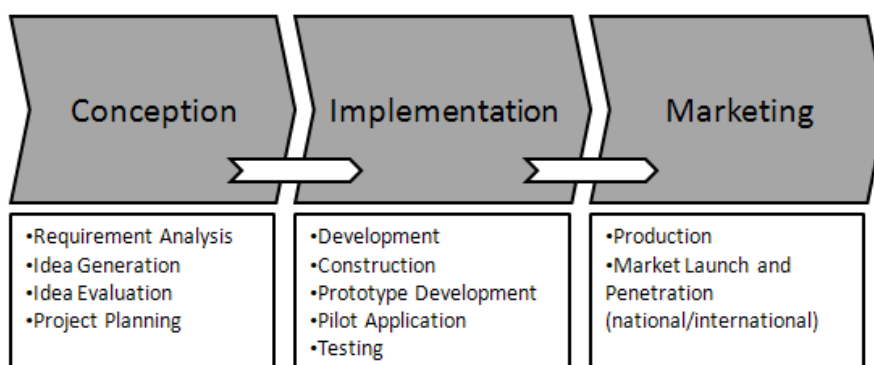
An innovation can be described as the result of<sup>6</sup>

- some amount of time and effort into researching an idea, plus
- some larger amount of time and effort into developing this idea, plus
- some very large amount of time and effort into commercializing this idea into a market place with customers.

<sup>6</sup> Modified from <http://en.wikipedia.org/wiki/Innovation>

Innovation is the multi-stage process whereby organizations transform ideas into new/improved products, service or processes, in order to advance, compete and differentiate themselves successfully in their marketplace.<sup>7</sup> Innovations may be developed by less formal on-the-job modifications of practice, through exchange and combination of professional experience and by many other routes. The more radical and revolutionary innovations tend to emerge from R&D, while more incremental innovations may emerge from practice – but there are many exceptions to each of these trends.

The innovation process encompasses several systematic steps, beginning from problem/requirement analysis to idea generation, idea evaluation, project planning, product development and testing to finally product marketing. The steps may overlap each other. These steps may be categorised into 3 broad phases, which represent a simplified innovation process. This project takes into account all the three phases of innovation. Special attention is paid to the process of research and development (R&D), which in many cases builds a corner-stone of innovation.



**Figure 4:** Three phases of a simplified innovation process<sup>8</sup>

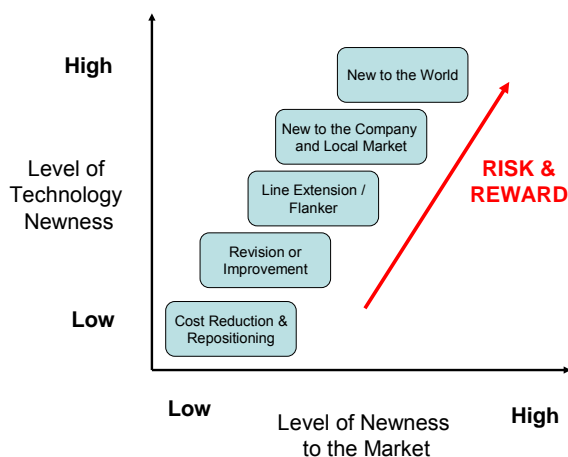
A firm's introduction of an innovation developed elsewhere can have a significant impact on its performance, but being an adopter is different from developing an innovation in house, especially if it is new to the market or to the world.

Large firms tend to introduce more "novel" innovations than small and medium-sized enterprises (SMEs). For product innovation, more than 50% of all large firms introduced a new-to-market innovation in Austria, Belgium, France, Greece and Luxembourg, while less than 25% did so in Hungary, Norway, Poland, the Slovak Republic, Turkey and the United Kingdom.

Product innovations can be classified, for example, by the level of technology newness as well as by the level of newness to the market as shown in Figure 5.

<sup>7</sup> Baregheh A, Rowley J and Sambrook S.(2009)

<sup>8</sup> Modified slightly from the image of the Institute for Technology and Innovation Management at the Hamburg University of Technology (2010). [http://www.tu-harburg.de/tim/index\\_en.html](http://www.tu-harburg.de/tim/index_en.html)



**Figure 5.** Product Innovation and New product types<sup>9</sup>

Overall, SMEs are less likely to introduce novel innovations. Again, there are differences across countries. Within Europe, SMEs in France, Luxembourg and Sweden had a significantly higher propensity to introduce new-to-market product innovations than those in Hungary and Poland.<sup>10</sup>

Typically SMEs need help in developing their capabilities, for example, in growing their level of future know-how, utilizing technology transfer services, networking locally and internationally as well as preparing prototypes and manufacturing test series. SMEs are not usually able to create solutions of great newness by themselves.

A regional university may be in an essential position to supply help to local SMEs in their product innovation processes and rapid prototyping needs. The RPS formulated in this article is mainly created for this reason.

### 3. Rapid Prototyping Performance

The term Rapid Prototyping (RP) refers to a class of technologies that can automatically construct physical models from Computer Aided Design (CAD) data. Rapid Prototyping techniques are often referred to solid free-form fabrication; computer automated manufacturing; additive fabrication; additive processes; additive techniques; additive layer manufacturing; layer manufacturing; additive manufacturing (AM) and freeform fabrication. In the prototyping process the computer model is sliced into thin layers and the part is fabricated by adding layers onto each other.

Although several rapid prototyping techniques exist, all employ technically the same basic five-step process:<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Thomas D. Kuczmariski (2000)

<sup>10</sup> OECD (2009)

1. Creating a CAD model of the design
2. Converting the CAD model to STL format
3. Slicing the STL file into thin cross-sectional layers
4. Constructing the model one layer atop another
5. Cleaning and finishing the Model

**CAD Model Creation:** First, the object to be built is modeled using a Computer-Aided Design (CAD) software package.<sup>12</sup> The designer can use a pre-existing CAD file or may wish to create one expressly for prototyping purposes. This process is identical for all of the RP build techniques.

**Conversion to STL Format:** The various CAD packages use a number of different algorithms to represent solid objects. To establish consistency, the STL (stereo lithography, the first RP technique) format has been adopted as the standard file format of the rapid prototyping industry. This format represents a three-dimensional surface as an assembly of planar triangles. Because STL files use planar elements, they cannot represent curved surfaces exactly. Increasing the number of triangles improves the approximation, but at the cost of a bigger files size.

**Slice the STL File:** In the third step, a pre-processing program prepares the STL file to be built. Several programs are available, and most allow the user to adjust the size, location and orientation of the model. Build orientation is important for several reasons. First, properties of rapid prototypes vary from one coordinate direction to another. For example, prototypes are usually weaker and less accurate in the z (vertical) direction than in the x-y plane.

**Layer by Layer Construction:** The fourth step is the actual construction of the part. Using one of several techniques RP machines build one layer at a time from polymers, paper, or powdered metal. Most machines are fairly autonomic, needing little human intervention.

**Cleaning and Finishing:** The final step is post-processing. This involves removing the prototype from the machine and detaching any supports. Some photosensitive materials need to be fully cured before use. Prototypes may also require minor cleaning and surface treatment. Sanding, sealing, and/or painting the model will improve its appearance and durability.

The technical RP process needs some precautions to be successful.<sup>13</sup>

To prototype successfully, first *select an appropriate technical rapid prototyping tool*. There is a myriad of rapid prototyping tools available. They range from simple graphics packages that allow you to draw screens to complex systems that allow you to create animation. Each tool is better for some functions than for others. There does not exist one, perfect rapid prototyping tool. Identify your prototyping needs, and then find the tool that most closely meets those needs.

Another way to help make your rapid prototyping effort successful is to form a RP team. According to Najjar (1990), the team (of experts) should include (a) a domain expert, (b) an information developer, (c) a marketer or planner, (d) a programmer, and (e) a usability representative. Their variety of skills allows the members of the small team to prototype quickly and efficiently a user interface that meets customer needs and development constraints.

---

<sup>11</sup> Palm, William (1998)

<sup>12</sup> Solid modelers, such as Pro/ENGINEER, tend to represent 3-D objects more accurately than wire-frame modelers such as AutoCAD, and will therefore yield better results.

<sup>13</sup> Compare with Najjar, L. J. (1990)

For example, the marketer can ensure that the proposed product has the features the customers want, and the programmer can ensure that the features will work with the proposed product architecture.

Rapid prototyping involves creating a realistic model of a product's user interface to get prospective customers involved early in the design of the product. Using rapid prototyping, you model the look and feel of the user interface without investing the time and labor required to write actual code. Then you show the prototype to prospective customers, revise the prototype to address their comments, and keep repeating these two steps. Your goal is to produce a complete, agreed-upon design of the product's user interface before writing a single line of actual code. When walkthroughs and usability tests show you that customers are delighted with your prototype user interface, then programmers can model it when they code the actual product.

Successful rapid prototyping is performed:

- Quickly – The first pass must be done quickly, and subsequent improvements should be incorporated immediately. While the prototype needs to give customers a realistic feel for the product, it does not need to include special graphics or computational algorithms that require a lot of time and effort to create.
- Iteratively – The prototyped user interface is reviewed, commented upon, improved, and reviewed again in a repeating cycle. No one creates a perfect design the first time. This iterative cycle allows you to gradually improve the user interface. These cycles can be completed more quickly if the prototype is easily changed.
- Using domain experts – Ideally, the prototype should be built by a domain expert. Domain experts are familiar with the user – his or her job, expectations, requirements, jargon, and priorities. These people may have done the user's job in the past. Domain experts can do the best job of incorporating user requirements into the prototype. If your prototyping tool is too difficult for the domain expert to use, make sure that the domain expert works closely with the programmer.

Najjar (1990) points out that technically the RP process involves two separate iterating stages: Repeating (1) the "prototype-feedback-improve prototype" cycle and (2) the "actual code-feedback-improve actual code" cycle.<sup>14</sup>

However, this team consortium presented by Najjar will not work in case of RPS supplied by a university. In the following we will include a proper learning aspect of higher education students to the RPS team work.

#### **4. RPS by the CDIO Framework**

The elements of the RPS model should include relevant elements from the CDIO syllabus, the RP prototyping techniques as well as the general RP process of experts. To formulate the RPS model logically, we will first arrange the needed elements into groups of objects (nouns) and actions (verbs) and then describe the three processes simultaneously in Figure 6.

---

<sup>14</sup> Najjar, L. J. (1990)

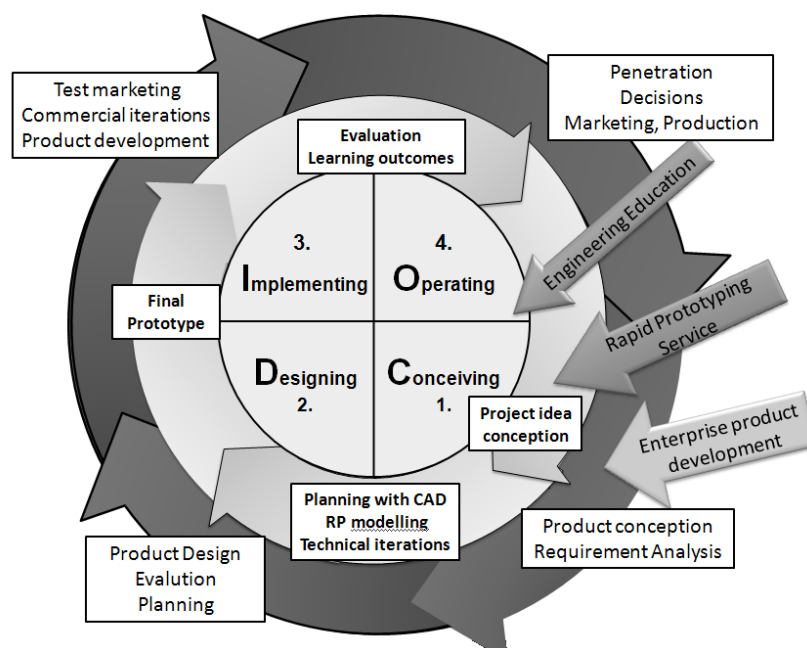
The list of objects (nouns) will include the following:

- The RP team (including students and experts)
- The customer and its agents
- The target product and its properties
- The prototype
- The RP technique chosen
- The time schedule and the budget

The list of actions (verbs) will include the following:

- Discussing the task and choosing the innovation level
- Regulating and adjusting the RP process during work
- Changing, Developing and Iterating the Prototype
- Testing the prototype solutions
- Finishing the best prototype
- Saving the necessary CAD documents
- Consulting and Advising by experts
- Learning to conceive, design, implement and operate the RP process by the students
- Making decisions by the customers

The elements above should be discussed both in the External and Societal Context as well the Enterprise and Business Context. These contexts do not drop in some stages only, but are constantly present within the CDIO learning environment.<sup>15</sup>



**Figure 6.** RPS in relation to CDIO Engineering Education and Enterprise product development function.

<sup>15</sup> Compare with CDIO platform at <http://www.cdio.org/participate/instructor-resource-materials/enterprise-and-societal-contexts>

It is important to include students to the RPS team to run the service process within the CDIO educational framework. By participating actively, the engineering students are able not only to adopt the techniques of rapid prototyping engineering but also fundamentals of engineering service processes and business to business service sales.

Our suggestion is that **the RP team**, proper for CDIO education framework within a university, would include:

- (a) Skilled lecturer,
- (b) Small group of students,
- (c) Programmer and
- (d) Enterprise representatives.

Contemporary experts may be used when needed.

Based on the analyses above as well as our practical experience in RPS, we have formulated a proper RPS model which can be accomplished by universities which use the CDIO educational framework in their undergraduate engineering education. This model includes five stages:

**Stage 1: Idea Conception**

- the team (including a small group of students) evaluates the product targets as well as the team learning targets
- the enterprise gives assignment for the prototyping work

**Stage 2: Planning CAD Models**

- the team accomplishes CAD modeling, needed mentoring and evaluations
- the enterprise gives the requirements for the results

**Stage 3: RP modeling, Iterations**

- the team develops physical models
- the enterprise evaluates the prototypes and gives feedback based on variations

**Stage 4: Final Prototype**

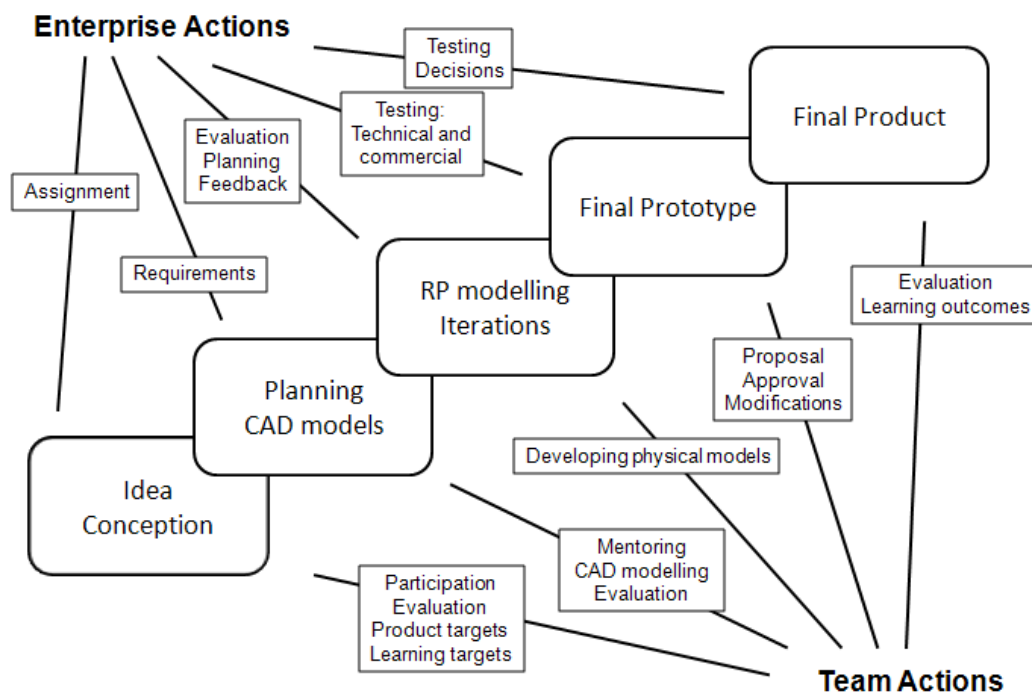
- the team produces a proposal and/or modifications for the solution
- the enterprise tests the solution technically and commercially

**Stage 5: Final Product**

- the team analyses the learning outcomes and does evaluations
- the enterprise continues with testing and makes decisions for the business

These stages are described in Figure 7.





**Figure 7:** RPS Model and Actions. The model includes four elements: The enterprise, the team, the product and the CDIO framework

The experimental learning process developed by Kolb (1985) could be joined with the CDIO stages as well. The learning opportunities given by the experimental learning process within the teams of RPS explores alternatives for making sense of concrete experiences - and the different styles of learning that may be involved.

## 5. Conclusions

This article describes together the CDIO Engineering Education, the RPS activities and the Enterprise product development functions. This is done in order to produce a plan how Rapid Prototyping Services RPS to (external) enterprises and businesses can be accomplished by universities which use the CDIO educational framework in their undergraduate engineering education.

We have produced a simple model for the purpose and presented the model above. The steps and actions of the model are presented in Figure 7.

Rapid prototyping can be seen as a modern tool not only for developing products, but also as a facilitating process to enable CDIO cognitive and experimental learning processes (A.D. Kolb, 1985) of future engineers and company representatives within rapid prototyping teams.

## References

- Baregheh A, Rowley J and Sambrook S.(2009)  
Towards a multidisciplinary definition of innovation, *Management decision*, vol. 47,  
no. 8, pp. 1323–1339
- CDIO Platform  
CDIO Systems in the Enterprise and Societal Contexts.  
<http://www.cdio.org/participate/instructor-resource-materials/enterprise-and-societal-contexts> (18.6.2010)
- Crawley, Edward F. (2001)  
The CDIO Syllabus, A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education.  
Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology,  
January 2001. <http://www.cdio.org>
- The Institute for Technology and Innovation Management at the Hamburg University of Technology  
TIM (2010)  
Three phases of a simplified innovation process.  
[http://www.tu-harburg.de/tim/index\\_en.html](http://www.tu-harburg.de/tim/index_en.html)
- Kolb, D. A. (1985)  
Learning styles and disciplinary differences in Arthur W. Chickering & al. (editor)  
The Modern American College. San Francisco: Jossey-Bass.
- Kuczmariski, Thomas D. (2000)  
Managing New Products: Using the MAP System to Accelerate Growth.
- Najjar, L. J. (1990)  
Rapid prototyping (TR 52.0020). Atlanta, GA: IBM Corporation.
- OECD (2009)  
OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2009, Organisation for Economic  
Co-operation and Development, Paris.
- Palm, William (1998)  
Rapid Prototyping Primer. Revised 30 July 2002, Penn State Learning Factory.

# **Sustainable Architecture and Urban Development**

**Volume I**

**Editors**  
Steffen Lehmann  
Husam Al Waer  
Jamal Al-Qawasmi

**SAUD 2010**  
**The Seventh International Conference of**  
**The Center for the Study of Architecture in the Arab Region**



## Case Floating EcoCity Tianjin China

Aaro Söderlund <sup>1,2</sup>, Juha Kääriä <sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Turku University of Applied Sciences, Finland*

<sup>2</sup>*Architect Office Aaro Söderlund Ltd, Finland*

### Abstract

In 2007, China and Singapore decided to build an EcoCity in Tianjin, North China, as an example of sustainable development to be reproduced around China and the world. Tianjin is the third centre of development in China, after Hong Kong (1980's) and Shanghai regions (1990's), and an excellent test site for the struggle with tough environmental challenges in the 21st century.

In 2009, the Finns were challenged to consider building their share of Tianjin EcoCity. The resulted Floating EcoCity-concept (FEC ©ASOY 2009) will be treated on this paper. It consists of hexagonal platforms and EcoFlo Vessels. six caissons offer maximal stability to the hexagonal platform. The lower deck has technical facilities in the middle, services on the edges, and traffic between, while the upper deck has prefabricated modular housing on the edges, Central Park in the middle, and the whole is covered by a megatent. The platforms are assembled into larger hexagons.

EcoFlo Vessels are equipped similarly in new tankers and container ships that were left unused due to recession. They surround the platforms creating an even larger hexagonal quarter, to be replicated in fractals.

Each unit is an energy positive and CO<sub>2</sub> negative biosphere, where plants shade, purify air, water and soil, balance humidity and produce oxygen, food and recreation. Local services and working opportunities minimize traffic. FEC offers secure, practical, clean, healthy, and exciting sea life.

**Keywords:** *EcoCity, Mega-Float, Mega tent, Green Architecture, Climate Change, Rising Sea level*

## 1 Introduction

China has the world's largest construction market. Over the next decade, half of the world's new buildings will be built in China, adding 2 billion square meters of floor space annually. According to China's "Green Building Evaluation Standard," (Standard 2006) a designated Green Building reduces pollution emitted, maximally protects the environment and reduces the consumption of natural resources such as water, land, and non-renewable energy throughout its lifecycle. Therefore, any technologies, products or services that help buildings to achieve this, have a potential market in China (Shujuan, 2009). Tianjin, the Harbor City of Beijing on the Delta of Huang He, offers an excellent test bench for sustainability in architecture and urban design concerning both human and natural challenges (Fig.1).

Springtime sandstorms cover the area with 1-2 cm of Gobi sand. Typhoons hit the area once a decade. Summer monsoons overflow the narrowed, uplifted and shortcut, concrete-canalized rivers, causing severe flooding (e.g. June 25, 2008). At the Tianjin EcoCity there are four such rivers adjoined, causing a focused risk.

Huang He carries over 1000 million tons of loess silt (Keller & Prior, 1986, p. 63) from Ordos Desert, filling the Bohai Gulf with up to 660 m a year at its mouth. This 'Mother of Rivers' tends to fill its old courses, of which some 40 are known, and break new ones, as last time in 1854. A major avulsion took place as late as in 1976 (Keller & Prior, 1986, p. 63). The river has run at least 3 times over Tianjin.



Figure 1: Study area in Tianjin Eco-City. ©Google

Huang He –delta is one of the most densely populated areas in China. Huge water consumption dries the rivers, sinks the groundwater, and causes the delta soil to recede into the sea. This phenomenon is known from other highly populated deltas as well.

On the other hand, the Climate Change may raise the sea level. Thus water would submerge parts of the North China Plain, Shanghai, Hong Kong, and other low elevation coastal zones (LECZ) in the World. The risk is focused on Asian lands, population, and economy (McGranahan et al. GB. 2007).

The local earthquakes reach up to R8. E.g. that of Tangshan killed 0.3 million people in 1976. Tsunamis from Bohai may occur twice a decade and reach far inland, as the 2 m contour runs some 50 km inland.

Tianjin belongs to the fastest developing industrial regions on the Globe, with +15% economic growth in 2009. The extensive burning of coal results in the smog entering interiors. Poisonous ozone hovers over the land and sea. Acid rain and extensive nitrate fertilizing acidify the soil. The fields are also saline and polluted. Ground-, surface- and rainwater are likewise polluted e.g. by industrial heavy metals. Human waste flows into Bohai.

Condensed urbanization causes intensifying lack of land – and the land prices rocket. In Tianjin, more than a half of a skyscraper investment goes into its lot alone. Thus the investors are getting interested to build in radically new ways, like into the sea.

Artificial islands produced by land reclamation, in the style of Netherlands, Japan and Singapore, are good for 20 m deep or shallower water (Andrianov, 2005). The mean depth of Bohai is 18 m, with the deepest point of 70 m at the Bohai Strait (Tao, 2006). In that sense, the bay offers suitable conditions for landfill islands. Unfortunately, they are expensive (Andrianov, 2005). The landfills cover the bottom and marine life, breaking the sensitive sea currents and thus affecting the coastlines, and alter the sea chemistry. What more, tremors will liquidize the landfills with dramatic consequences: when shaken the fill may swallow the buildings on top (ref. R8 San Francisco 1906).

China has strengthened the means to protect their biggest inner sea, Bohai, by an Eco-compensation Mechanism, which aims at directing development into environmentally less harmful directions, making unwanted actions even more expensive (Jun et al. 2008).

Floating artificial islands have the benefits of land fill islands without their weaknesses. E.g. when the floating platforms are anchored flexibly to the bottom, they harm the marine life very little, mostly by shadowing it.

Tianjin's location and role as the focus of economic growth is significant and the economic utilization rate of the marine shoreline ranks among the highest in China. According to Tianjin Oceanic Administration, at present the use of Tianjin area is characterized by the use of sea area, high development costs and long capital recovery cycle. In this area, the development enterprises generally

face greater financial pressure. To help businesses break the financing problems with the sea, and promote financial innovation, Tianjin and Tianjin Oceanic Administration, and Banking Bureau of extensive consultation with relevant financial institutions, established a relatively perfect right to use the mortgage waters institutional system. The initial construction of the right to use the waters of Tianjin mortgage loan system was announced in December 4, 2009 in Tianjin. (Wei & Yuan 2009)

Based on the above discussion, the paper deals with the Floating EcoCity-concept (FEC), which aims at answering all of the abovementioned challenges.

## 2 Floating EcoCity Concept

Architect Kenzo Tange opened the discussion about floating cities by his 1960 plan to expand Tokyo into the sea. Very large floating structures have been used for different purposes in Japan, Canada, Norway, the USA, the UK, Brazil, Saudi Arabia, and Vietnam. China, Korea, Israel, the Netherlands, Germany, New Zealand, and Singapore are going to do so in the near future (Andrianov, 2005, p. 5). Japan is leading the development in this field, under intensive research and development (e.g. Suzuki, 2005), because of their 80% mountainous land. There are proposals/projects of the Japanese Society of Steel Construction, of the Nishimatsu and Shimizu corporations (Watanabe et al. 2004). Moreover, there is the Seasteading Project in the USA (Andrianov, 2005, p. 8). Several thousand meters long 'very large floating structures' (VLFS) are under studies (Fujikubo & Yao, 2001). Also the affects of super waves on VLFS have been studied in Japan (Talavera et al. 2001).



Figure 2: One hexagonal platform has c. 800 inhabitants. ©ASOY 2010

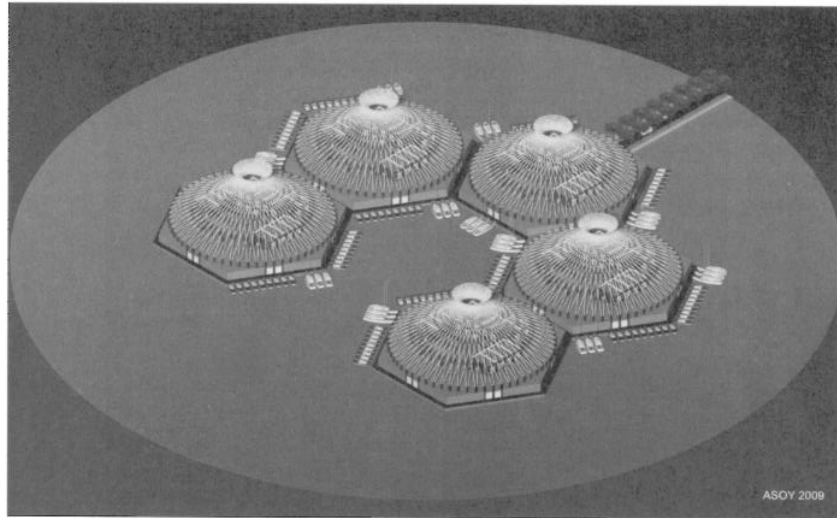


Figure 3: Five hexagonal platforms

FEC-concept for Tianjin has been inspired by the Great Navy of the Ming Emperor Yongle, (1402 - 1424). His loftiest 'Treasure Ships', all built and based in Tianjin, were 140 by 55 m in size, and had up to nine masts: they were equipped like floating biospheres. Other sources for inspiration have been the 2 m tide of Bohai Gulf twice a day (Mobile Geographics LLC, 2010) offering enormously kinetic energy; the local earthquakes of up to R8; the Climate Change rising the sea level; the Chinese tent roof tradition; the regional building wisdom FengShui ('WindWater'), as well as the Confucian teachings by Mengtse about how to form successful societies. Thus the social life on the platforms is based on the long Chinese tradition of living in rather closed autonomous urban subunits. Also the present Global recession has been taken into account.

FEC-concept consists of two main elements, the hexagonal platforms (Fig. 2, 3) and the EcoFlo Vessels (Fig. 4, 5). Used together they form a new type of urban texture, protective against a range of natural and human threats (Fig. 6). The FEC achieves its high environmental goals by leaving dry land for other uses. Moreover it aims to be energy-positive by using a wide range of green energy sources (see: Green Energy Sources below), and is a biosphere (see below), with vegetation, which shades and cools the buildings, purifies air, water and soil, and balances humidity, produces oxygen and gives CO<sub>2</sub> negative results – as well as food and recreation. Local services and working opportunities minimize the need for traffic. When transportation is needed, waterborne transport consumes the least energy.





Figure 4: EcoFlo Vessel: Central Park built in a ship Oasis of the Seas © Royal Caribbean International

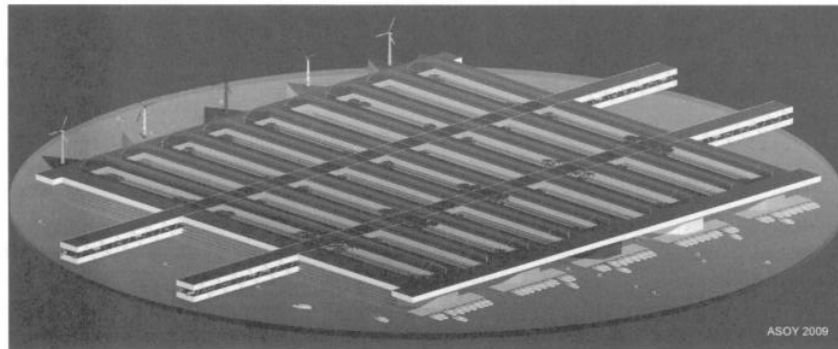


Figure 5: Five ships joined into a float of 20'000 inhabitants ©ASOY 2009

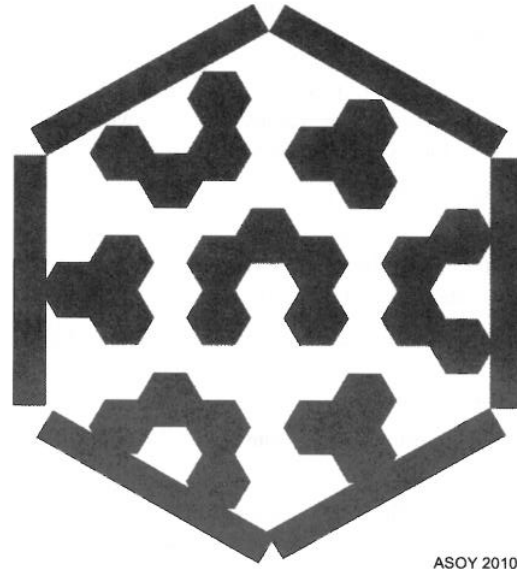


Figure 6: EcoFlo Quarter: 6 vessels and 26 hexagons, Ø 1km.

The hexagonal design of the platforms is based on the local Feng-Shui tradition. Similar planning can be found e.g. from the Forbidden City of Beijing (fire altars, beam heads, door grilles) or the international airport of Beijing. The form is also ideal for the attachable floating units. In principle circular shape offers maximal stability against winds and quakes. However, the waves may cause a hydroelastic problem with rounded structures (Andrianov, 2005, ch. 5; Hamamoto, 1995). This is why six diamond-shaped caissons support each hexagonal platform with the best balancing results under all conditions.

Floating structures in general are well protected from seismic shocks (Andrianov, 2005 p. 7) contrary to the landfill islands (ref. San Francisco 1906). FEC offers green energy surplus, an opportunity to live and work in secure, clean, healthy and exciting sea environment - notwithstanding the most demanding environmental conditions. As a result, the FEC offers an investment alternative without the environmental stresses harming the over-priced shores and landfill islands.

If one wants to find a parallel for FEC built on land, the Masdar Headquarters at Masdar City, Abu Dhabi, United Arab Emirates shows a rather similar attitude and vision (Smith & Gill, 2010).

In the following, the FEC is treated in more detail.

## 2.1 The Floating EcoCity

The FEC is based on two basic units, the hexagonal platforms, and the EcoFlo Vessels, both of which have central parks, framed by the buildings and roofed by the megatent. The vessels are rebuilt (new but due to the recession unused) Malaccamax –size ships (470x65x20 m). In the following description, the hexagonal floating platforms are referred to. However all this is *mutatis mutandis* applicable to the EcoFlo Vessels as well.

There are three ways to form FEC-units:

1) for rougher seas EcoFlo Vessels can be used without the EcoFlo Platforms, joining them side by side, leaving a channel between every parallel hull, into the form of an EcoFloat (Fig. 5).

2) for medial seas EcoFlo Platforms and Vessels can be combined to form hexagonal EcoFlo Quarters, where the Vessels surround and protect the Platforms in their midst (Fig. 6).

3) for quieter seas EcoFlo Platforms can be used without the Vessels (Fig. 3).

Moreover, it is well possible to attach additional elements, such as under-sea traffic tunnels, floating traffic pontoons, and normal seaborne traffic, joining the units together and with the coast. However, these are not treated on this paper.

## 2.2 Caissons

Six ‘Duck-foot-shaped’ caissons (60x70x6 m) carry one hexagonal platform (Ø 150 m). Several caissons balance the hexagonal platform well against tremors, waves and tsunamis. The caissons contain a storage and reservoir deck.

The caissons carry one Ø 5 m column each, standing on their weight point. The column contains a staircase, elevator and technical channels, all in line with the upper columns supporting the tent right above them. The caisson columns have a plug-in joint with the upper deck. Thus the caissons can be taken out, replaced or docked one by one without affecting the life on the Platform.

‘BufferFlexes’ between the caissons prevent their collisions and catch their kinetic energy.

The management of water quality can be implemented with aquatic macrophyte farms (Srivastava et al. 2008). In FEC, the Marine farms are located under the 5 m wide pontoons, surrounding the caissons. The back of these farms hides their sides effectively from sunlight, preventing boat bottom fauna or ‘biofouling’, and the erosion they cause on the caissons.

## 2.3 Lower Deck

The hexagonal lower deck is Ø 150 m and +1.5 m above the sea level. It hangs from the upper deck. Its free height of 6 m allows 2 floors, including roads, car parks and winter storage of small boats. This deck is surrounded by services and

work spaces, the technical apparatus being centered in their plug-in space units in the middle, while traffic lane circulates between them.

#### **2.4 Upper Deck**

The upper deck is a 3 m high Ø 150 m structure. It has a Central Park with a receding 360° amphitheatre with pool in the middle, right above the technical spaces of the lower deck.

Upper deck is surrounded by six 6-floor high buildings (see below), as well as 6 tent-supporting columns (20 m). They are set in line with six caisson columns under them. Also these columns contain a staircase, an elevator and channeling.

#### **2.5 Modular Buildings**

The homes and commercial properties will be developed according to the Tianjin Eco-City's Green Building Evaluation Standard (Standard, 2006) and Green Mark Gold standard of the Building and Construction Authority of Singapore (Green Mark, 2005). The buildings of FEC are compiled of prefabricated spatial modules. Each apartment, office, storage, purification or energy plant, forms its own plug-in module. There are no structural seams within a module. Their structure is very light but stern, allowing over 40 floor high buildings. However, in order to resist the earthquakes and typhoons only 6 floor high buildings are utilized (ref. patent by Neapo Oy).

The design of the apartments is based on the simple, steel structured prefabricated space units. Each apartment has a high loft and glazed balconies on both sides. These glass-covered areas can be used as conservatories and green houses. All in all, one apartment of 65 m<sup>2</sup> can be 'expanded inwards' by up to 45 m<sup>2</sup> simply by using the capacity hidden into its loft and balconies.

The 'pistol-shaped' section of the apartment modules allows corridors on every 3rd floor (2nd, 5th), saving floor space for the apartments.

Modularity allows effective building production by numerous parallel subcontractors, an exceptional transportability and rapid assembly on site. Weather-sensitive building work takes place under the roof and the execution period on site is cut into minimum. The modules are fitted for transport by ships and wide lorries, world-wide.

The space modules have sanitary services in their middle axis. The 2-floor loft-room in one end is to be used as a living room or customer area. If required, this can be divided into two rooms by an additional floor. More private 1-floor bedrooms, stores and offices are located in the other end of the module. Each module has visibility to the exterior as well as to the Central Park in the middle.

The lower deck has 70 offices, shops, restaurants, and manufactures. They are fed by traffic from inside and used by pedestrians from outside. The FEC is self-sufficient with working places, thus minimizing the need for transportation.

The upper deck has 6 floors of altogether 264 apartments. With 3 inhabitants in each apartment, one hexagon platform would have 800 inhabitants. They need their nursery, school and leisure-spa located by the pool in the Central Park.

Plant-covered walls (Kontoleon & Eumorfopoulou, 2010, p. 1287) and roofs (Eumorfopoulou & Aravantinos 1998) are used for the better thermal performance of the buildings (Papadakis et al. 2001, pp. 831-36).

## 2.6 Tent

The need for having an 'oxygen tent' rises from the coolness of the snowy winters, sand rains in the springs, very hot summers with monsoon rains, and possible typhoons in the autumns. Moreover, acid rain, ozone and poisonous smog are a continual detriment for soil, plants, animals as well as human beings, and thus to be averted. The tent creates a closed biosphere, allowing a longer growth period and healthier living conditions.

The design of the beautifully curved parabolic tent joins the regional tent roof tradition with modern megatents. The form is based on simple bambu-like straight beams, which form a stern 3D-grill structure. The form of the tent is optional against high winds. Moreover, it refines wind into a laminar form, to be utilised in propelling effective laminar windmills. The mesh structure is supported by a circular main beam, carried further by the six stairwell towers.

The tent can function also like a Middle Eastern wind tower. 'Pipe effect' is used for creating low pressure, utilized for drawing the polluted exterior air in through the air filters. The tent has three layers of cloth, with two air pockets between them. These are used for ventilation, in order to balance the extremes of light, temperature and humidity. The tent also collects condensed water (interior), rainwater and raining sand for further use.

The tip of the tent, above its neck, is reserved for photovoltaic plates.

## 2.7 Biosphere

The air and rain of Tianjin are polluted. Hence they cannot be allowed in a healthy Eco-environment. In FEC there are two types of biospheres. Firstly the whole platform can be a biosphere, enveloped by the upper deck, surrounding buildings and the mega-tent for occasional environmental threats, or as a constant solution. An interesting detail is how these floating biospheres require domesticated bees for pollination. Secondly an apartment can be transformed into a biosphere, with air, water, energy, heat and biowaste circulation, based on extensive purifying plantations on its glazed balconies.

Over 70% humidity causes rust and mold. The plants result in 35 – 65% healthy or 40 – 60% optimal humidity, preventing the structures and inhabitants from damages. (Wolverton, 1996, p. 9-10)

On the other hand, also humans discharge over 150 bio-excretes, like CO<sub>2</sub>, hydrogen, methane, alcohols, phenols, methylindol, aldehyde, ammonia,

hydrogen sulfide, fatty acids, indol, mercaptan - and most importantly acetone, ethanol, methanol and ethyl-acetate. Some of the previous are poisonous in high concentrations. Especially in the vacuum-tight Eco-houses these substances can cause severe risks for health. By the extensive use of plants, substances can be substantially eliminated, while the number of mold spores and microbes lessens remarkably in the air, respectively. (Wolverton, 1996, p. 11; Fujii et al. 2005). The use of plants for air purification has received deserved attention also in China (Liu et al. 2007).

Moreover, the plants are themselves a significant emission source for short-chained alcohols, aldehydes and ketones and they are not able to purify everything. The adverse effects of airborne volatile organic compounds (e.g. VOCs; toluene, acetone, xylene, ethylene, formaldehyde, methanol, propylene, etc.) on urban plants are under study, species by species. E.g. beans are known to be especially vulnerable (Cape, 2003, p.145).

One adult requires 0.9 kg oxygen and produces 1.1 kg CO<sub>2</sub> in 24 hours. On the other hand 1.0 kg new plant biomass releases 1.3 kg oxygen and binds 1.6 kg of CO<sub>2</sub>. Thus we need 0.6 kg new dry plant mass to fulfill the breathing need of one adult inhabitant a day. (Wolverton, 1996, p. 15).

The interior plants are chosen according to their ability to flourish in shadow, purify the air, water and soil, and produce food, spices, drugs - and taste and beauty.

Exterior vegetation can adjust the urban microclimate and improve the thermal behavior of buildings. Plant-cover provides cooling within the buildings. Plants absorb solar radiation for their growth and biological functions, such as photosynthesis, respiration, transpiration and foliage evaporation (Krushe et al., 1982). In addition, the plant-cover is functioning as a solar barrier due to the reflective properties of plants. The absorption coefficient value for a plant-covered wall is about 1/3 of that for a conventional wall. The peak temperatures and variations are lower while the unwanted heat flow to indoor is reduced. Plant-cover reduces wind effect and is beneficial to the controlling of the humidity within the buildings (Kontoleon & Eumorfopoulou, 2010, p. 1287). 25 cm thick modular trellises ease the plants to colonize building surfaces, producing 'Green Facades' with 'bio-shaders' (Ibid et al. 2010. p. 1289, fig. 4; Ip, et al. 2009, p. 81), à la Botanist Patric Blanc, who has been bringing the wilds of the rainforests to Parisian walls for over 30 years (Blanc, 2010).

## 2.8 Green Energy Production

The FEC achieves its high energy goals by utilizing a wide range of ordinary green energy sources, such as the heat of wastewater, exhausted air, and biowaste, biogas, wind energy, solar energy, etc. Some more exotic energy sources are utilized as well, like water current energy, tidal energy, kinetic energy taken from between the platforms, and ocean thermal energy. The heat capacity of the sea is multifold when compared with that of the earth.

Tidal currents are formed by the energy dissipated by the tides. Tidal power has good potential to play part in a sustainable future. It is a predictable energy source, depending only on the gravitational pull of the moon and the sun, and the centrifugal forces created by the rotation of the earth–moon system. After the first tidal powerplant at La Rance, France in 1966 the research has concentrated on turbines and the horizontal element of tide (Rourke et al. 2010; Bryden, Grinsted & Melville, 2005). The horizontal force of the sea can be utilized by anchoring and propellers (Charlier, 2003; Finkl & Charlier, 2009). However, in the FEC the vertical axis is central. The 3 m semidiurnal tidal range (Mobile Geographics LLC, 2010) is transformed into electricity (Hartono, 2000). The anchor drillings are used for geothermal energy as well.

The kinetic energy offered by the waves, moving the circulating pier pontoons up and down, as well as the caissons against and apart from each other, can be transformed into electricity (Falcão, 2010). The kinetic energy of the wind can also be utilized by several ways. The anchoring transforms forces into energy. The lateral wind generator, located on the exterior of the tent is more effective than the ordinary mills using turbulent wind. Smaller private wind generators can be located on the exterior balconies of each apartment. Methane is gathered from the biodegradable waste. Dry waste is burned by very efficient floating sand bed technology. The heat transformers take back the heat of the exhaled air and wastewater.

Solar energy is used to move air within the ventilated double surfaces of the buildings, triple windows and the triple-clothed tent, and collected by the solar collectors, not to forget the plants transforming solar energy into biomass.

All in all, the FEC will go beyond zero net energy. It would be one of the world's first large scale positive energy buildings. The FEC utilizes pioneering, never-before-seen green energy technologies in the creation of the aesthetically astounding, functionally proficient environment.

### 3 Discussion

In a critical analysis, the FEC is expensive, work and material intensive solution, as the 'land to live on' must be produced artificially in the ship yards. However, it is suggested only for such areas where natural land is extremely polluted or costly already, and new visions are searched for.

The emergency scenarios of FEC cover earthquakes, tsunamis, rising sea level, receding coastal soil, high tide floods, river floods, the breakaway of Huang He, and the resulting massive silting, collapsing ground water level, the salination of ground, the high pollution of air, polluted soil, and polluted water. The tent protects also against high typhoon winds, monsoon rain, acid rain, heavy snowing and sand rains. In all these emergency scenarios, the platform is planned to offer protection to its inhabitants.

When it comes to the collisions, the platform quarters are surrounded and protected by large EcoFloVessels. The platforms are also surrounded by a protective belt of pontoons. Moreover, their anchorage is flexible – the platforms can move sideways. . Finally, some of the six caissons can be eliminated by a collision or taken out for maintenance without harming the whole. The fire exhaustion can be powered by the local energy sources, without exterior energy or water sources. Only 6-floor high buildings allow fast evacuation by both land and sea vehicles.

And finally, at the end of the life cycle, all the materials of the FEC can be recycled.

#### **4 Conclusion**

The planning of the Floating EcoCity joins the Nordic Green know-how with the Chinese legislation, tradition and practices, while its execution involves the high-end EcoCity building and Ocean Cruiser shipyard industries., in order to create a new flexible and environmentally secure living biosphere. The radical idea offers interesting new planning and execution tasks, and most possibly it seminate numerous new inventions. As it is based on plug-in subunits, its execution can be spread widely from local small to international big industry.

The consistency of a single platform can vary greatly from a heliport to a super secure jail, from a barrack to an autonomous sea purification or energy plant. It can be transformed into a sea-side resort or high-end living quarters, a shopping centre or a marine farm, a research centre of scenic offices or gardens.

The FEC-concept is more ecological than the artificial landfill islands. If the platforms are fit for the raw conditions of Tianjin, they can be well adjusted to other similar over-populated coastal areas of the World, like Nile Delta, Shatt al Arab and Arab Emirates, Indus, Bangladesh, S Burma, Bangkok, Mekong Delta, Haifong, Hongkong, Shanghai, as well as the urbanizations of Singapore and Japan, likewise New Orleans, Florida, N Carolina, New York, London, Holland and St Petersburg.

#### **Acknowledgements**

The paper is financed by EU's South Finland ERDF Programme (Rocket project), Architect Office Aaro Söderlund Ltd and Turku University of Applied Sciences. We like to thank Rina Bao, Jussi Hattara and Sirpa Lehti-Koivunen their practical help during writing process of paper. We also like to thank Royal Caribbean International for allowing us to use their figure.



## References

- Andrianov, A (2005). Hydroelastic Analysis of very large floating structures, 172 p, Doctoral Thesis in Delft University of Technology, The Netherlands.
- Bryden, I.G., Grinsted, T. & Melville G.T. (2005). Assessing the potential of a simple tidal channel to deliver useful energy. *Applied Ocean Research* 26: 198-204.
- Cape, J.N. (2003). Effects of airborne volatile organic compounds on plants. *Environmental pollution* 122: 145-157.
- Charlier, R.H. (2003). A “sleeper” awakes: tidal current power. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 7: 515-529.
- Eumorfopoulou E.A. & Aravantinos D. (1998). The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece. *Energy and Buildings* 27(1): 29-36.
- Falcão, A. F. de O. (2010). Wave energy utilization: A review of the technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14: 899-918.
- Finkl, C.W. & Charlier, R. (2009). Electrical power generation from ocean currents in the Straits of Florida: Some environmental considerations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13: 2597-2604.
- Fujikubo, M. & Yao, T. (2001). Structural modelling for global response analysis of VLFS. *Marine Structures* 14: 295-310.
- Fujii S., Cha H., Kagi N., Miyamura H. & Kim Y-S. (2005). Effects on air pollutant removal by plant absorption and adsorption. *Building and Environment* 40: 105-112.
- Hartono, W. (2000). A floating tied platform for generating energy from ocean current. *Renewable Energy* 25: 15-20.
- Hamamoto, T. (1995). Stochastic fluid-structure interaction of large circular floating islands during wind waves and seaquakes. *Probabilistic Engineering Mechanics* 10: 209-224.
- Ip, K., Lam, M. & Miller, A. (2009). Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy. *Building and Environment* 45: 81-88.
- Jun, Q., Rongzi, L., Jingzhu, Z. & Hongbing, D. (2008). Establishing Eco-compensation Mechanism in Bohai Sea Waters under Framework of Ecosystem Approach. *China Population, Resources and Environment* 18(2): 60-64.
- Keller, G.H. & Prior, D.B (1986) Sediment Dynamics of the Huanghe (Yellow River) Delta and Neighboring Gulf of Bohai, People’s Republic of China: Project Overview. *Geo-Marine Letters* 6:63-66.
- Kontoleon, K.J. & Eumorfopoulou, E.A. (2010). The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone. *Building and Environment* 45: 1287-1303.

- Krusche P, Krusche M, Althaus D & Gabriel I. (1982). *Ökologisches Bauen*, Herausgegeben vom Umweltbundesamt. Wiesbaden und Berlin: Bauverlag.
- Liu, Y-J., Mu, Y-J., Zhu, Y-G., Ding, H., Arens, N.C. (2007). Which ornamental plant species effectively remove benzene from indoor air? *Atmospheric Environment* 41: 650-654.
- McGranahan, G., Balk, D. & Andersson, B. (2007) The rising tide: assessing the risk of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization* 19(1): 17-39.
- Maps available in: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/lec2>
- Papadakis, G., Tsamis, P. & Kyritsis, S. (2001). An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings. *Energy and Buildings* 33:831-836 .
- Rourke, F.O., Boyle, F. & Reynolds A. (2010). Tidal energy update 2009. *Applied Energy* 87: 398-409 .
- Shujuan, C. (2009). *China: Green Building Opportunity*. World Watch Institute, US Commercial Service .
- Srivastava, J., Gupta, A. & Chandra, H. (2008). Managing water quality with aquatic macrophytes. *Rev Environ Sci Biotechnol* 7: 255-266.
- Suzuki, H. (2005). Overview of Megafloat: Concept, design criteria, analysis, and design. *Marine Structures* 18: 111-132.
- Talavera, A.L., Masaoka, K., Tsubogo, T., Okada, H. & Murotsu, Y. (2001) A study on reliability-based design systems of very large floating structures under extreme wave loads. *Marine Structures* 14: 259-272.
- Tao, J-H. (2006). Numerical simulation of aquatic Eco-environment of Bohai bay. *Journal of Hydrodynamics, Ser B*, 18.3.1: 34-42.
- Watanabe E., Wang C.M., Utsunomiya T. & Moan T. (2004). *Very Large Floating Structures: Applications, Analysis and Design*. CORE Report 2004-02, Singapore, 30p.
- Wei, Z. & Yuan, D. (2009). The initial construction of the right to use the waters of Tianjin mortgage loan system. *Taiwan Network, Tianjin*, December 4 (Xinhuanet).
- Wolverton, B.C. (1996). *Eco-Friendly House Plants*, New York.

#### **Electronic references**

- Blanc, P. (2010). *Vertical Garden –Web Page*:  
<http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/mainen.php>
- Green Mark Standard, Singapore Government, Building and Construction Authority BCA (2005):  
[http://www.bca.gov.sg/GreenMark/green\\_mark\\_buildings.html](http://www.bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_buildings.html)
- Mobile Geographics LLC (2010) –website:

<http://www.mobilegeographics.com:81/locations/6455.html>

Smith, A. & Gill, G. (2010). Masdar Headquarters, Abu Dhabi - website:

[http://www.smithgill.com/#/work/by\\_name/masdar\\_headquarters](http://www.smithgill.com/#/work/by_name/masdar_headquarters)

Standard by People's Republic of China (2006) - Evaluation Standard for Green Buildings GB/T 50378-2006.

[http://docs.google.com/Doc?id=ddfqxm9\\_29hs74dhgv](http://docs.google.com/Doc?id=ddfqxm9_29hs74dhgv)