

Kimmo Kerkkänen - Jussi Sopanen - Jenna Partinen

**KONEENSUUNNITTELUN YHTEISTYÖMALLI SAIMAAN
AMK:N JA LAPPEENRANNAN TEKNILLISEN YLIOPISTON
VÄLILLÄ**

Osa 2: Esiselvityksen tuloksien jalkauttaminen käytännön malleiksi yhteistyön eri osa-alueilla



Saimaan ammattikorkeakoulun julkaisuja.
Saimaa University of Applied Sciences Publications.

Saimaan ammattikorkeakoulun julkaisuja
Sarja A: Raportteja ja tutkimuksia 19
ISBN 978-952-5714-44-9 (PDF)
ISSN 1797-7266

TIIVISTELMÄ

InnoMech-projektin päätavoitteena on luoda innovatiivisen, ongelmalähtöisen projektioppimisen mahdollistava opetuksellinen ja tutkimuksellinen yhteistyömalli Saimaan ammattikorkeakoulun, Lappeenrannan teknillisen yliopiston sekä Kaakkois-Suomen yritysten välille. Projektin ensimmäisessä vaiheessa selvitetiin olemassa olevia yhteistyön muotoon ja mahdollistumiseen keskeisesti vaikuttavia tila-, laite-, henkilö- ja taloudellisia resursseja sekä tunnistettiin vahvuuksia, haasteita ja kehittämiskohteita. Toisessa vaiheessa pureudutaan opintosuunnitelmien räätälöintiin tavoitteita palveleviksi sekä toteutetaan pilottiprojektit niin projektiopetuksessa kuin tutkimuksellisessa yhteistyössä.

Yhteistyölle luodaan perustaa monipuolisesti ideoimalla, testaamalla ja kehittämällä eri osa-alueittain käytännön toimintamalleja. Opetuksellisen yhteistyön muodoksi valittiin ongelmalähtöinen projektioppiminen, josta luotiin Saimaan AMK:lle ja LUT Metallille hieman eri lähtökohdista ja tavoitteista räätälöidyt kokonaisuudet. Laajapohjainen projektimuotoinen opetus on vakiintumassa keskeiseksi osaksi kone- ja tuotantotekniikan opetusta. Yksittäinen olennainen kehitettävä konsepti on innovaatioputki, joka tarjoaisi puitteet opiskelijoiden projektityöskentelyssä syntyneiden ideoiden jalostamiseksi tuotteiksi ja liiketoiminnaksi.

Tutkimukselliselle yhteistyölle määritettiin tehtävienjako ja testattiin yhteistyön toimivuutta kahdella tuotekehitysprojektilla. Alueellisen yritysyhteistyön kattavan kartoituksen kautta saavutettiin ajantasainen näkemys alueellisesta resurssi- ja osaamispääomasta. TKI-toiminnan tehostamiseksi ratkaisuksi ehdotetaan TKI-palvelujen tarjoamista Saimaan AMK:n ja LUT:n tutkimukselliseen yhteistyöhön pohjautuvan yhden luukun toteutusperiaatteen kautta.

Kokonaisuutena InnoMech-projekti tuotti eri osa-alueittain uusia, lupaavia toimintatapoja toteutusasteelle saakka sekä paljasti useita jatkokehityskohteita. Projektissa luotiin monenlaisia mahdollisuuksia sisältävä perusta aidolle yhteistyölle sekä tuleville yhteistyön kehittämiseen tähtääville projekteille.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	OPETUKSEN KEHITTÄMINEN JA OPETUKSELLINEN YHTEISTYÖ	6
2.1	Ongelmalähtöisen projektioppimisen käyttöönottoaminen	6
2.1.1	Saimaan AMK.....	8
2.1.2	Lappeenrannan teknillinen yliopisto	13
2.2	Opetuksellinen yhteistyö	19
2.2.1	Tilat, laitteisto ja henkilöstö	21
3	TUTKIMUKSELLINEN YHTEISTYÖ	21
3.1	Tieteellisen tutkimuksen tekeminen ja tutkimusta tukeva työskentely ..	21
3.2	Yritysyhteistyö	23
3.3	Case -tapaukset	24
3.3.1	SaLUT-FCB	24
3.3.2	PMWG 2	28
4	KEHITETTYJEN TOIMINTAMALLIEN ANALYSOINTI.....	29
4.1	Toimintamallit opetuksessa	29
4.2	Opetuksellisen yhteistyön tulevaisuus	32
4.3	Toimintamallit tutkimuksessa.....	33
4.4	Tutkimuksellisen yhteistyön tulevaisuus	34
5	YHTEENVETO	35

1 JOHDANTO

InnoMech-projekti on Saimaan ammattikorkeakoulun vetämä hanke, jonka päätavoitteena on ideoida, suunnitella ja toteuttaa henkilö-, tila- ja laiteresursseja hyödyntävä yhteistyömalli innovatiiviseen, ongelmalähtöiseen projektioppimiseen. Projektioppimista sovelletaan kone- ja tuotesuunnittelun opetukseen sekä tutkimus- ja tuotekehitystoimintaan Saimaan ammattikorkeakoulun, Lappeenrannan teknillisen yliopiston sekä Kaakkois-Suomen yritysten välille.

Koko projektin pidemmän tähtäimen tavoite on kone- ja tuotesuunnittelun opintosuuntien vetovoiman sekä opetuksen sisällön ja laadun kohentaminen osaavan, motivoituneen sekä uutta luovan työvoiman takaamiseksi alueellisille alan yrityksille. Projektin toteutusaika on 1.9.2009–31.12.2010 ja budjetti noin 203 000 €.

Projekti jakautuu kolmeen eri osioon seuraavin toimenpitein ja tavoittein:

Toimenpide A: Koneensuunnittelun yhteistyömallin suunnittelu

- suunnitteluryhmän perustaminen
- selvitys mahdollisista tutkimus-, tuotekehitys- ja innovaatio (TKI) - ja opetusyhteistyömuodoista
- vahvuusalueiden ja resurssien selvitys TKI-toiminnassa ja opetuksessa, suunnitelma tehtävien ja resurssien joustavaan ja tarkoituksenmukaiseen jakamiseen
- pilottiyhteistyöhankkeen valinta.

Toimenpide B: ProMea-palvelukonseptin suunnittelu

- levytyölaitteiden ja materiaalien hankinta prototyyppien valmistamista varten
- toimintamallin testaaminen opetuksessa ja palvelutoiminnassa.

Toimenpide C: Projektiopetuksen suunnittelu kone- ja tuotesuunnittelun opintojaksoille Saimaan AMK:ssa ja LUT:ssa

- projektiopetusopintojaksojen pilotointi
- projektiaiheita hankitaan yrityksistä, luodaan aihepankki
- projektien tuloksina valmiita prototyyppejä
- palautteen kerääminen opiskelijoilta ja yrityksiltä
- OPS-suunnittelu (Saimaan AMK ja LUT) projektioppimista tukevaksi

Projektin toimenpide A jakautuu kahteen pääosaan, joista ensimmäisessä on tehty esiselvitys eri osa-alueet kattavasta yhteistyömallista. Yhteistyömallin käytännön linjauksien, toimenpiteiden ja lupaavimpien yhteistoimintamallien satoa eri osa-alueittain opetuksesta tutkimukseen esitellään tässä toisessa osassa.

2 OPETUKSEN KEHITTÄMINEN JA OPETUKSELLINEN YHTEISTYÖ

2.1 Ongelmalähtöisen projektioppimisen käyttöönotto

Esiselvitysvaiheessa opetukseen liittyviksi vahvuusalueiksi tunnistettiin laboratoriot, henkilöresurssit ja Saimaan AMK:n opetussuunnitelma sekä opetuksellinen yhteistyö. Kehittämiskohteiksi havaittiin LUT Metalli -opetussuunnitelma, opetuksellinen yhteistyö sekä parhaiden toimintatapojen ja käytänteiden löytäminen. Löydetyistä ongelmista ja haasteista keskeisin on yhteistyössä toteutettavien kurssien, samoin kuin projektien, hallinnointi sekä laki, joka estää opetuksen suoranaisen yhdistämisen ammattikorkeakoulun ja yliopiston välillä.

Opetuksen ja opetuksellisen yhteistyön kehittämiseksi varten otettavimpana toteutuskeinona nähtiin jo varhaisessa vaiheessa ongelmalähtöinen projektioppiminen. Myös esiselvityksen tulokset tukivat tätä suuntaa. Projektioppimisen sisäänajo opetukseen vaati olemassa olevien opintosuunnitelmien muokkaamista, projektkurssien ideointia ja suunnittelua, kurssiainesten yhdistämistä ja synkronointia. Tavoitteen toteuttamisessa olennaiseen osaan nousi opettajien yhteistyö ja projektimuotoisen työskentelyn tarpeen ja mahdollisuuksien tunnistaminen sekä haasteesta innostuminen niin opettajien kuin opiskelijoidenkin keskuudessa heti alusta saakka.

Pilottikokeilut suunniteltiin ja lähdettiin toteuttamaan koneensuunnittelun opintosuunnissa erikseen ammattikorkeakoulussa ja yliopistolla, kuitenkin siten, että myöhemmin yhteistyön toteuttamiseksi tarvittavat muokkaukset ja yhteensovittamiset olisivat mahdollisimman vaivattomia. Pilottikokeilussa on paljon epä-

varmuuksia, ja lisäksi valmius nopeiden muutosten ja päätösten tekemiseen pitää varmistaa, joten yhteinen projektikurssi heti alusta saakka ei ole realistinen vaihtoehto. Pilottikokeilun tuoman kokemuksen ja oppimisen avulla yhteistyöstä saadaan aikanaan enemmän hyötyä kuin haittaa tuova toimintamuoto.

Ongelmalähtöisessä projektioppimisessa opetukseen sisällytetään suunniteltujen laitteiden ja rakenteiden konkreettiseksi tuotteiksi tekemistä kustannusajattelu huomioiden, jolloin opiskelijat saavat perinteisiin sisällöiltään kapea-alaisiin kursseihin verrattuna huomattavasti laajemman kokonaiskuvan teollisesta tuotantoprosessista. Kehitettävä opetuksen yhteistyömalli tukee myös ammattikorkeakoulun ja yliopiston yhteisen tutkimustoiminnan laajentamista, jolloin molempien organisaatioiden olemassa olevat kone- ja laiteresurssit saadaan tehokkaasti ja koordinoitusti molempien TKI-toiminnassa käyttöön. Tutkimustoimintaa pyritään yhdistämään projektimuotoiseen opetukseen välittämällä yritysten koneensuunnittelua koskevat ongelmat opiskelijaryhmien ratkottaviksi. Samalla opettajan rooli muuttuu nykyisestä teoriapohjaisen materiaalin tuottamisesta ja jakamisesta lähemmäs käytännön ongelmien ratkaisemiseen valmentamista. Opiskelijoilla itsenäinen ryhmätyöskentely lisääntyy ja eri kurssien oppiaineksista koostuva kokonaisuus tulee konkreettisemmaksi. Opiskelijoiden on myös otettava vastuuta ja delegoitava sitä omatoimisesti ryhmän sisällä.

Projektimuotoisen opetuksen kehittäminen yhdessä ammattikorkeakoulun ja yliopiston kanssa mahdollistaa molempien korkeakoulujen opiskelijoiden toimimisen saman käytännön ongelman ratkaisemisessa. Työskentely toteutuu olemassa olevien resurssien ja käytänteiden sekä pilottikokeilujen tuoman kokemuksen tukemana.

2.1.1 Saimaan AMK

2.1.1.1 Opetussuunnitelmatyö

InnoMech-projektin aikana suunniteltiin, sisällytettiin opetussuunnitelmaan ja käynnistettiin 1. vuoden kone- ja tuotantotekniikan opiskelijoille suunnattu pilottiopintojakso *Konetekniikan projekti 1*. Opintojaksolla on tavoitteena ongelmalähtöisen projektioppimisen periaatteita opetellen ja noudattaen suunnitella sekä valmistaa ryhmätyönä prototyyppi laitteesta, joka kulkee omalla lihasvoimalla 100 metrin matkan mahdollisimman nopeasti.

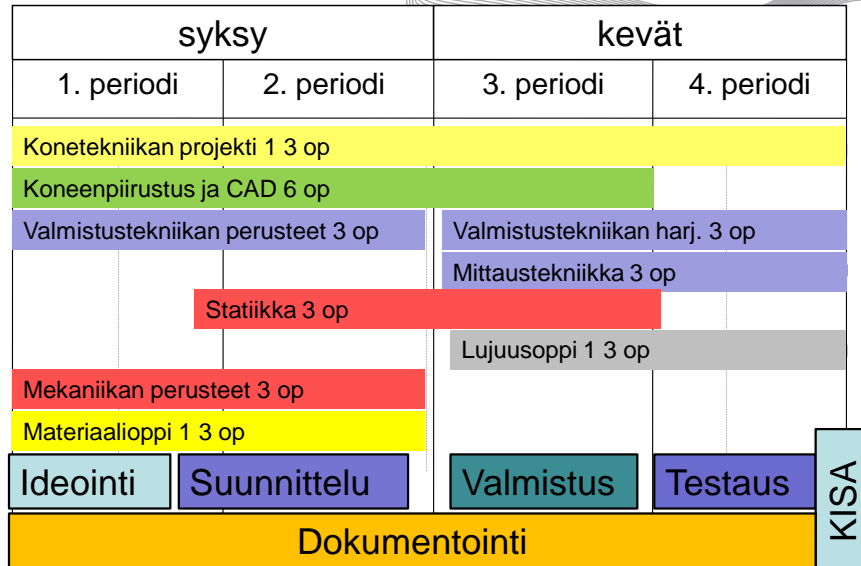
Opintojakson laajuus on 3 op. Kuvassa 1 olevan suunnitelman mukaisesti projektityötä tehdään projektikurssin lisäksi monilla muillakin opintojaksoilla. Opetussuunnitelmaan sisältyvien vanhojen koneenpiirustuksen, mekaniikan, valmistustekniikan, mittaustekniikan ja materiaalitekniikan opintojaksoja muokattiin siten, että osa kurssisuorituksista tehdään erilaisina projektiin liittyvinä harjoitustöinä ja tehtävinä. Näin projektiin liittyvien opintopisteiden osuus on merkittävä, käytännössä noin 10–12 op.

Yhteen projektiin yhdistettynä eri kurssien sisältöjen merkitys kokonaisuuden kannalta havainnollistuu ja myös harjoitustöiden tekeminen tulee mielekkäämmäksi tukiessaan projektin valmistumista. Projektikokonaisuus koostuu viidestä pääosasta, joita ovat: ideointi, suunnittelu, valmistus, testaus ja dokumentointi.

Projektioppimisen periaatteita sovelletaan myös 3. vuosikurssin opiskelijoille tarkoitettulla *Tuotekehitys ja 3D-suunnittelu* sekä 4. vuosikurssin *Koneensuunnittelu I ja II* -opintojaksoilla, joille projektitöiden aiheita haetaan teollisuudesta yritysyhteistyön siivittämiseksi. Samalla tietoisuus Saimaan ammattikorkeakoulun tarjoamista yhteistyömahdollisuuksista ja palveluista Etelä-Karjalan yrityksille kohenee.

Konetekniikan projekti 2, joka noudattelee Konetekniikan projekti 1:n toimintamallia, on myös alustavasti suunniteltu ja sijoitettu opetussuunnitelmaan 2. vuosikurssille kuvan 2 osoittamana kokonaisuutena.

Konetekniikan projekti 1



Vipuvoimaa
EU:lta
2007-2013

Kuva 1. Saimaan AMK:lla suunniteltu ja käynnistetty pilottiopintojakso siihen liittyvine opintojaksoineen



Kuva 2. Saimaan AMK:lla suunniteltu projektiopintojakso Konetekniikan projekti 2 siihen liittyvine opintojaksoineen

2.1.1.2 Projektikurssin toteutus

Projektikurssin toteutus lähti liikkeelle esimerkkien etsimisellä erityisesti kansainvälisistä yhteistyöoppilaitoksista. Kevään ja kesän 2010 aikana projektiin osallistuville opettajille järjestettiin antoisaksi ja hyödylliseksi koettua projektiovetuskoulutusta, joista vastasivat Jørgen Rasmussen (VIAUC, Horsens, Tanska) ja Timo Eloranta (Saimaan ammattikorkeakoulu).

Opintosuunnitelma, projektiin liittyvien kurssien sisällöt ja suoritustavat, lukujärjestykset, salivaraukset, opettajien työaikasunnitelmat ja projektin pelisäännöt suunniteltiin ja räätälöitiin mahdollistamaan Pilottiopintojakson *Konetekniikan projekti 1* (kuva 1) -kokonaisuuden läpivieminen mahdollisimman jouhevasti. Projektikurssi suunnattiin 1. vuosikurssin opiskelijoille, ja kurssi alkoi viikolla 35 ryhmien muodostamisella ja aiheen sekä koko projektikurssin idean, toimintatapojen ja työkalujen esittelyllä.

Opetuksen tarkoituksena on projektiluonteisen työskentelyn avulla saada eri opintojaksot kasattua yhdeksi kokonaisuudeksi. Projektityöskentelyn lähtökohdaksi on, että työprojektien parissa opiskelijat hahmottavat eri oppiaineiden merkityksen koneinsinöörin tehtävissä. Opiskelijoille annetaan vastuu omasta tekemisestä, ja he itse saavat ryhmän sisällä muodostaa pelisäännöt. Opetuksen yhtenä tarkoituksena on saada opiskelijat motivoitumaan opiskeluun. He oivaltavat, miksi on tärkeää osata mekaniikkaa, lujuusoppia, materiaalitietoutta tai valmistustekniikkaa. Lisäksi opiskelijat näkevät käytännössä fysiikan sekä matematiikan opintojen merkityksen.

Heti alusta saakka opiskelijat ottivat työskentelytavan hyvin vastaan ja tavoitteena ollut innostuneisuus oli konkreettista. Syyslukukauden 2 periodia oli varattu projektikohteen suunnitteluun ja kevätpuolelle siirryttäessä painotus siirtyi osien ja osakokonaisuuksien valmistus- ja kokoonpanopuolelle. Vappuna 2011 koittaa oheispalveluineen monipuoliseksi suunniteltu yleisötapahtuma. Tapahdumassa ryhmät kilpailevat keskenään rakentamallaan kulkupeleillä tarkoitusta varten rakennetulla radalla.

2.1.1.3 Kokemuksia projektikurssista

Projektikurssista vuoden 2010 loppuun mennessä saadut kokemukset ovat rohkaisevia. Toteutus on edennyt suunnitelman mukaan ja projektityöskentelyn vastaanotto on ollut niin opiskelijoiden kuin opettajienkin puolelta myönteistä. Pilottikokeilussa on myös olennaista kerätä kokemuksia ja palautetta sekä pyrkiä muutenkin löytämään osa-alueet ja piirteet, joita seuraavalle kerralle on syytä harkita uudelleen, muokata tai lisätä. Keskeisiä huomioita ja päätelmiä tähän saakka ovat:

- Kaikki konetekniikan opettajat ovat mukana projektikurssissa ja tekevät yhdessä töitä saman teeman alla.
- Opiskelijat ovat oikeasti innostuneita ja oma-aloitteisia, konsepti toimii erityisen hyvin näiden tavoitteiden kohdalla.
- Yhteistyö laajeni aiottua laajemmaksi, kun markkinoinnin opiskelijoiden Luotsi -osuuskunta tuli mukaan ”tallien manageriksi” ja kisan järjestäjäksi. Myös Saimaan amk:n sosiaali- ja terveysala on osoittanut kiinnostusta projektia kohtaan.
- Ongelmat liittyivät lähinnä ryhmädynamiikkaan sekä ajankäytön rationalisointiin, osittain myösärkevien rajapintojen ja projektiin liittyvien tehtävien löytämiseen projektiin kuuluvilla kursseilla.
- Tulokset näkyvät kunnolla vasta vuoden (vuosien) päästä keskeyttämisen, motivaation ja työelämävalmiuden mittareilla, mutta suunta vaikuttaa oikealta.

Projektikurssista pyydettiin palautetta osallistuvilta 1. vuosikurssin kone- ja tuotantotekniikan opiskelijoilta. Palautekysely toteutettiin avoimena kyselynä 1. vuosikurssin opiskelijoille, jossa kysyttiin mielipiteitä projektioppimisen ilmapiiristä, työmäärästä, motivaatiosta ja kehittämiskohteista. Kysely toteutettiin 27.11.2010, jolloin opiskelijoiden projekti oli edennyt suunnitteluvaiheeseen, eli ajallisesti projektikurssin toteutus oli puolivälissä. Kyselyyn vastasi 19 opiskelijaa. Kyselyn tulosten yhteenvetona voidaan todeta, että opiskelijat ovat suhtau-

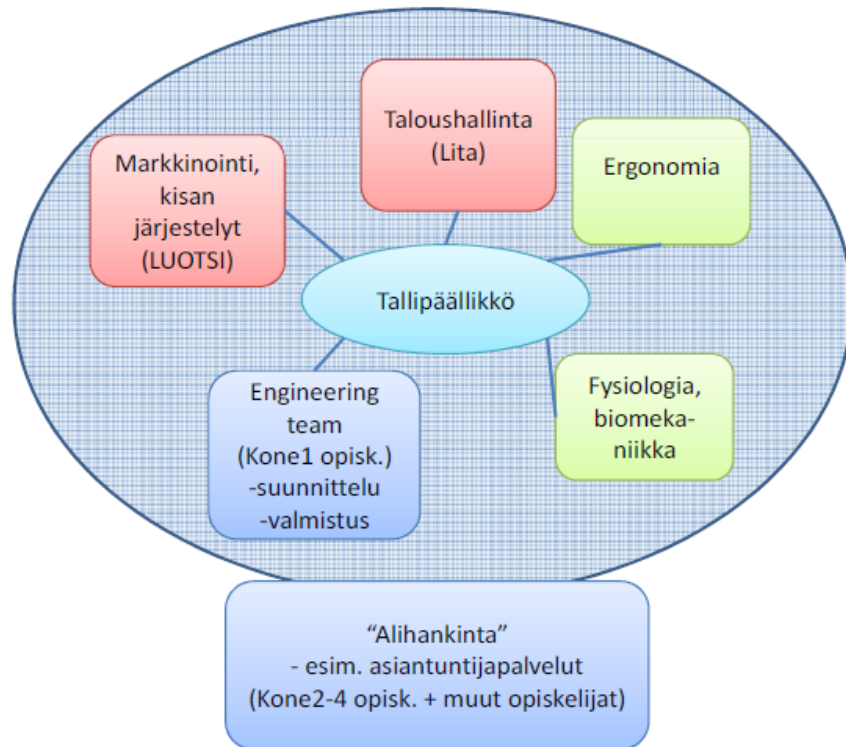
tuneet projektiopetukseen hyvin myönteisesti. Projektioppiminen motivoi selkeästi opiskelijoita, ja ilmapiirikin on pääosin ihan hyvä. Kyselyn tulokset on esitetty liitteessä 1. Ko. palautteen sekä opiskelijoiden kanssa käytyjen kehityskeskustelujen perusteella projektikurssin ryhmäjakoon tehtiin muutoksia joulukuun alussa.

2.1.1.4 Projektikurssin jatkokehityssuunnitelmat

Projektikurssia on tarkoitus kehittää ja laajentaa monialaiseksi niin, että se sisältää tekniikan, liiketalouden ja sosiaali- sekä terveystalouden, kuten kuvassa 3 on esitetty. Projektissa syntyvä tietotaito toimii perustana monialaisten opetus- ja tutkimushankkeiden käynnistämiseksi. Projektissa kahden vuoden aikana tehtävät toimenpiteet ovat:

- perehtyminen menetelmiin ja aikaisempiin toteutuksiin (benchmarking Suomessa ja ulkomailla)
- monialaisen opintokokonaisuuden suunnittelu: teoriaopetus, työpajat ja niiden ohjaaminen, arviointikriteerit, osaamistavoitteet
- toteutus ja arviointi
- jatkotoimenpiteiden suunnittelu ja kansainvälisten opiskelijoiden liittäminen toimintaan
- tiedottaminen ja julkaisutoiminta

Jatkohankkeesta lähetettiin 28.10.2010 projektihakemus Manner Suomen ESR-ohjelmaan, joka kohdistuu Kymenlaakson ja Etelä-Karjalan alueosioihin. Ehdotetun projektin nimi on SaimiaRACE, kesto 1.3.2011–28.2.2013, ja kokonaisbudjetti 228 200 euroa. Hankkeen päätavoitteena on kehittää opiskelijoiden monialaista osaamista ja luoda opiskelijoiden taitojen kehittämiseksi mahdollisuuksia. Hankkeen avulla luodaan monialaisuutta vahvistava, opiskelijoita motivoiva opintokokonaisuus, jossa yhdistyvät tiedot ja taidot eri koulutusohjelmista. Hanke toimii pilottina monialaisten opetus- ja tutkimushankkeiden käynnistämiseksi. Kuvassa 3 on esitelty SaimiaRACE -projektikurssikokonaisuutta.



Kuva 3. Saimaan AMK:ssa kehitettävä ja laajennettava projektikurssikokonaisuus SaimiaRACE.

2.1.2 Lappeenrannan teknillinen yliopisto

2.1.2.1 Opetussuunnitelmatyö

Lappeenrannan teknillisen yliopiston LUT Metallin koneensuunnittelun pääaineen vetämän ongelmalähtöisen projektioppimisen toteuttamisen pääideana oli suunnitella ja toteuttaa eri kursseja yhdistävä laaja-alainen projekti. Projektissa yhdistetään luontevasti useita reaalimaailman työympäristön osa-alueita, asiantuntijoita ja rooleja erityisesti metalliteollisuuden projektityöskentelyssä. Lisäksi kurssiin yhdistettiin heti pilottivaiheessa mahdollisuus suorittaa integroidusti viestinnän ja englannin kielen opintoja. Kurssilla hyödynnetään myös vierailevia luennoijia, erityisesti projektipäällikkökurssilla, jonka sisältönä on esimiehenä ja projektin vetäjänä toimiminen niin teknologiayrittäjyyden kuin psykologiainkin näkökulmasta.

Projektikurssin toteutus rakentui sekä olemassa olleisiin että uusiin tai kokonaisvaltaisesti tarkoitusta varten räätälöityihin kursseihin. Niin sanotut vanhat kurssit, *Teknisen suunnittelun peruskurssi* (tspk.) ja *Tuotantotekniikan laboratorioskurssi* (tutelabr.), hyödynnettiin harjoitustöineen, opiskelijoineen, opettajineen ja työympäristöineen. Uudet ja räätälöidyt kurssit, *Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssi* (proj.pääll.), *Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä* (tepukevi) ja *Presenting in English* (engl.). ehdittiin osittain sisällyttämään opetussuunnitelmaan ja osin ne päätettiin sisällyttää seuraavaan opetussuunnitelmaan. Tulevaisuudessa tavoitteena on integroida mukaan mm. lastuavan työstötekniikan laboratorioskurssi, hitsaustekniikan peruskurssi, koneenosien peruskurssi sekä mekatroniikan erityisopintojakso.

Projektikurssin sijoitus 1. vuosikurssin opiskelijoille ei toistaiseksi ole onnistunut, mutta on edelleen tavoitteena. Parhaassa tapauksessa opetussuunnitelmaan saadaan oma projektiopetustoteutus sekä 1. että 2. vuosikurssi opiskelijoille, ensimmäinen eräänlaisena kevytversiona ja toinen haastavampana poikkiteollisenä sovelluksena. Projektioppimisen periaatteita sovelletaan myös Koneensuunnitteluopin opintojaksolla, jossa projektitöiden aiheita on jo vuosikymmenten ajan haettu ja saatu teollisuudesta.

2.1.2.2 Projektikurssin toteutus

Projektikurssin pilottitoteutuksen kohteena on Mäkiauton suunnittelu tspk.-, tutelabr.- ja proj.pääll.-kurssien opiskelijoiden ryhmätyönä. Ideointi- ja toteutustilana toimii tammikuussa 2011 valmistuva SAMMIO-ideointiympäristö. Tspk. -opiskelijat vastaavat pääosin ideointi- ja suunnittelutyöstä sekä osittain osien valmistamisesta, Tutelabr. -opintojakson opiskelijoilla on vastuuna arvioida ryhmänsä suunnitteleminen mäkiauton osien ja osakokoonpanojen valmistettavuutta, tehdä osiin valmistettavuutta helpottavia muutosehdotuksia sekä ”tarjouksia” osien ja kokoonpanojen valmistuksesta. Tutelabr -opiskelijat voivat myös tarjota joitakin mäkiauton komponentteja ”valmisosina” ja tarjota niitä tspk:n opiskelijaryhmien vertailtaviksi toiminnallisuuden näkökulmista. Tavoite on toteuttaa käytännössä suunnittelun ja valmistuksen vuoropuhelu. Proj.pääll. -

kurssin opiskelijat vetävät ryhmien työtä ja vastaavat projektin etenemisestä sovitulla tavalla.

Viestinnän opintojakson integroinnin tavoitteita ovat tutkia ja pilotoida LUT:n teknillisen tiedekunnan uuden viestinnän opetussuunnitelman mukaisen ja kehitteillä olevan 3 op:n laajuisen Tekniikan puhe- ja kirjoitusviestintä -kurssin toteuttamisen mahdollisuuksia. Samalla on tarkoitus kehittää integroivaa ja jaettuun asiantuntijuuteen perustuvaa toimintakulttuuria. Englannin kurssin integroinnissa kantava ajatus on tarjota opiskelijoille mahdollisuus suorittaa pakollisia kieliopintojaan Presenting in English -kurssilla, johon pyritään löytämään mielekkäitä ja luontevia harjoitustilanteita projektin eri vaiheisiin liittyen.

Projektissa muodostettavat ryhmät jaetaan kolmeen eri luokkaan, eli talli-, runko- ja akselistoryhmiksi. Projektin aikana ryhmät joutuvat eri tilanteissa esittämään suunnittelemansa mäkiauton osien, osakokonaisuuksien tai konseptitason kokonaisuuden tekniset suunnitelmat sekä kustannusarvion. Näiden perusteella valitaan valmistettavaksi lopulta kaksi mäkiautoa, ja ryhmät joutuvat kilpailutilanteeseen. Kustannusarvio koostuu todellisista osto-osista ja käytettävistä materiaaleista, laboratoriokurssin ryhmiltä ”ostettavasta”, itse tehtävistä ja laboratoriohenkilökunnalla teetettävistä osista, joiden valmistuskustannuksiin käytetään ns. virtuaalirahaa oikean konepajan hintatasoa jäljitellen.

Projektipäällikkökurssin opiskelijat toimivat tspk:n ryhmien projektijohtajina ja vastaavat esimerkiksi siitä, että ryhmä tekee projektisuunnitelman ja myös huolehtii sen toteuttamisesta. Tutelabr. -opiskelijoista valitaan yksi jäsen jokaisen projektiryhmän tuotantopäälliköksi, samoin kuin tspk. -opiskelijoista yksi kullekin ryhmälle suunnittelupäälliköksi.

Aikataulut, alihankintana tulevan korin valinta sekä siihen tehtävät mahdolliset muutokset, kustannusajattelu-materiaalit, valmisosat, valmistettavuus, suunnittelukulut yms. seikat huomioiden kokonaisuudesta pyritään tekemään mahdollisimman ei-koulumainen kokonaisuus. Keskeinen tavoite on tekemisen kautta syntyviin elämyksiin ja oivalluksiin perustuva monipuolinen, haastava mutta myös oikeudenmukaisesti palkitseva haaste. Valmistettavat mäkiautot osallistu-

vat ainakin LUT Metallin Koneenrakennuskillan KRuisinKi -mäkiautotapahtumaan keväällä, mahdollisesti myös johonkin valtakunnalliseen tapahtumaan.

Tutelabr. -opiskelijat tekevät valmistettavuusanalyysien ja -parannusehdotusten lisäksi levyosien ja valittavien koneistettavien osien valmistusohjelmat Solid-Works- ja EdgeCAM-ohjelmille ja ”tilaavat” työt ”konepajalta”, eli LUT Metallin omilta laboratorioilta. Opintojakson tutkintovaatimusten vuoksi tutelabr. -opiskelijat osallistuvat itse myös osien valmistukseen konepajassa ja tulevaisuuden tehtaalla. Kokonaisuus on mitoitettu kahden periodin ajalle.

Arvioidut opiskelijamäärät

- Teknisen suunnittelun peruskurssi (tspk.) 60
- Tuotantotekniikan laboratoriokurssi (tutelabr.) 24
- Koneensuunnittelun projektipääällikkökurssi (proj.päääll.) 12

Opiskeliijoista muodostetaan 12 ryhmää, joissa jokaisessa on tspk:lta 5, tutelabr:lta 2–3 ja projpäääll:lta yksi opiskelija. Tutelabr.:lta pyritään saamaan ryhmään sekä levytyö- että koneistusvastaava ja projektipääälliköille omaa syven-ty-miskohdetta lähinnä oleva projekti.

Talliryhmät 4 kpl

Talliryhmät vastaavat projektin päämäärän, eli mäkiauton rakentamisesta. He toimivat yhteistyössä akselisto- ja runkoryhmien kanssa alihankinta- ja kilpailu-tusperiaatteella. He ostavat akseliston ja rungon niitä valmistavilta ryhmiltä ja vastaavat kokonaisuuden suunnittelusta ja markkinoinnista. Heidän tehtävänsä on piirtää layout -kuvia autostaan jo alusta lähtien ja näin mainostaa autoaan promootioseinällä. Heillä on myös kaupanteon kautta mahdollisuus vaikuttaa rungon ja akseliston ideointiin kyseisten ryhmien suostumuksella. He myös suunnittelevat haluamansa korin, istuimet ja mahdolliset turvakaaret sekä osal-listuvat osien valmistukseen samoin kuin muutkin ryhmät.

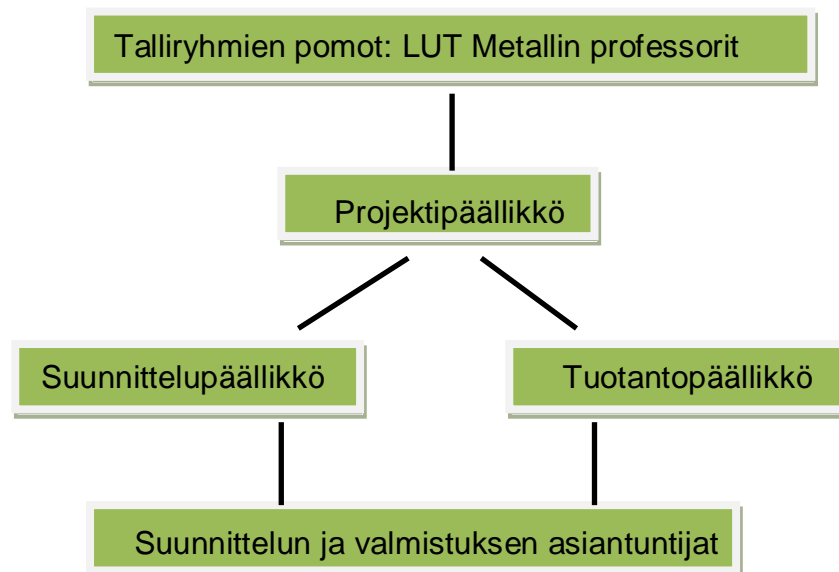
Akselistoryhmät 4 kpl

Akselistoryhmät toimivat omina yrityksinään, jotka suunnittelevat akselistoratkaisut ohjauksineen. Akselistoryhmien tavoitteena on saada ryhmän suunnittelema ratkaisu myytyä talliryhmille. He myös valmistavat/valmistuttavat osat omiin akselistoihinsa, jos ne tulevat valituksi valmistettaviin mäkiautoihin.

Runkoryhmät 4 kpl

Runkoryhmät toimivat myös omana yrityksenään ja valmistavat runkorakenteen. Runkoryhmien tavoitteena on saada oma ratkaisu myytyä talliryhmille. He valmistavat/valmistuttavat omat runkoratkaisunsa, jos ne tulevat valituksi valmistettaviin mäkiautoihin. Projektipäälliköllä olisi suositeltavaa olla teräsrakenteet syventymiskohteenä.

Ryhmien organisaatorakenne on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. LUT Metallin projektikurssin ryhmien organisaatorakenne

Suunnittelupäällikkö on ryhmän yksi tspk -opiskelijoista ja tuotantopäällikkö tute-labr -opiskelijoista. Ryhmät valitsevat nämä itsenäisesti.

Vastuut ja tehtävät:

Talliryhmien pomot: reunaehdot, osaratkaisujen vakiointi

Projektipäällikkö: projektisuunnitelman laatiminen ja toteutuksen seuraaminen, verkostoituminen, budjetti, varainhankinta

Suunnittelupäällikkö: projektisuunnitelman toteutus suunnittelun osalta, yhteistyö projektipäällikön ja tuotantopäällikön kanssa

Tuotantopäällikkö: projektisuunnitelman toteutus valmistettavuuden ja valmistuksen osalta, yhteistyö projektipäällikön ja suunnittelupäällikön kanssa

Asiantuntijat (tspk opiskelijat): Projektisuunnitelman mukaisten tehtävien toteuttaminen

2.1.2.3 Projektikurssin jatkokehityssuunnitelmat

Pilottitoteutuksesta saatavien kokemusten perusteella on tarkoitus syventää ja laajentaa ongelmalähtöistä kursseja ja yksiköiden opetusta integroivaa projektiopetuskonseptia. Tärkeimmät tavoiteltavat tulokset ovat:

- varmistaa jatkuvuus koneensuunnittelun projektiopetuskokeilulle, joka hyödyntää innostuneisuus- ja luovuuslähtöistä sekä opetuksellista yhteistyötä.
- laajentaa ja räätälöidä pilottikokeilun turvin luotuja käytänteitä niin, että ne integroivat eri kursseja ja yliopiston eri yksiköiden toimintaa ongelmalähtöiseksi projektiopetuksiksi.
- hyödyntää opetuksellisen yhteistyön kehittämiseksi luotuja toimintatapoja integroidussa tutkimustoiminnassa ja tätä kautta yritys yhteistyössä.
- hyödyntää Saimaan AMK:n yliopiston yhteyteen muutosta syntyvät projektiopetusta sivuavat synergiaedut.

- ottaa huomioon aikuismaisteriohjelmat räätälöimällä heille soveltuva kurssi koneensuunnitteluprojektin esimiehenä toimimisesta

Tavoitteisiin tähdätään seuraavilla toimenpiteillä:

- LUT Metallin ja kielipalveluiden kursseja integroivan pilottikokeilun läpi vieminen ja kokemuksien sekä palautteen kerääminen ja jalostaminen opetusmuodon edelleen kehittämiseksi ja laajentamiseksi.
- Opetuksellisen yhteistyön laajentaminen ongelmalähtöisen projektiopetuksen konseptilla eri yksiköiden, erityisesti CEID:n ja LUT Energian, kanssa.
- Yksiköiden välisen tutkimuksellisen ja yritys yhteistyön toteuttaminen opetuksellisen yhteistyön konsepteja ja resursseja käyttäen.
- Saimaan AMK:n kanssa tapahtuvan projektiyhteistyön vahvistaminen ja synergiaetujen löytäminen sekä käyttöönotto.
- Aikuis koulutusopiskelijoille soveltuvan Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssin räätälöinti.

2.2 Opetuksellinen yhteistyö

Yhteistyön eri osa-alueiden pohtimiseksi ja konkretisoimiseksi järjestettiin 4.11.2010 Saimaan AMK:n ja LUT:n yhteinen teemapäivä, jossa pureuduttiin yhteistyömuotojen toteuttamisen strategiaan. Teemapäivässä keskityttiin yhteistyötilanteen historian ja nykytilanteen kartoittamiseen, yhteisen ymmärryksen selkeyttämiseen, tulevaisuuden tavoitteisiin sekä tavoitteiden toteuttamiseen pyrkivien toimenpiteiden laatimiseen ja ideointiin. Teemapäivän tulokset koottiin ns. tarinatauluihin, joista opetukselliseen yhteistyöhön liittyvä tarinataulu on liitteessä 1. Oleellisin ajatus liittyy ns. innovaatioputken luomiseen opiskelijoille. Innovaatioputki edustaa prosessia, jossa visioista ja ideoista kypsytetään sopivien vaiheiden ja tasojen kautta tuotteita ja liiketoimintaa. Keskeisiä ajatuksia opetukselliseen yhteistyöhön liittyen voidaan tiivistää seuraavasti tavoitteiden ja näiden toteuttamiseen tähtäävien toimenpiteiden osalta:

Tavoitteet:

- Yhteistyöhön soveltuvien, erillisiä kursseja integroivien, projektikurssien rikastava vuorovaikutus LUT:n ja Saimaan AMK:n välillä
- Molempien korkeakoulujen tavoitteita, visioita ja linjauksia tukevien yhteistyömuotojen käyttöönotto
- Mekatroniikan asettaminen projektiaiheiden yhteiseksi nimittäväksi tekijäksi
- Energia- ja sähkökäyttöosaamisen välittäminen LUT:lta Saimaan AMK:lle
- Näyttävän sovelluksen löytäminen projektityhteistyön pilottikohteeksi
- Opiskelijoiden totuttaminen ja motivointi projektityöskentelyyn ja kilpailullisia viritteitä sisältävään tavoitteelliseen toimintakulttuuriin
- Kansainvälisyyden ja poikkitieteellisyyden vahvistaminen
- Yhteinen aihepankki alueellisilta yrityksiltä projektitoille

Toimenpiteet:

- Kokonaisvaltainen opintosuunnitelmien ja kurssirakenteiden tarkastelu ja muokkaaminen integroitua projektioppimista tukeviksi
- Oppimistavoitteiden tarkastelu ja kirjaaminen
- Ristiinopetuksen ja jaetun asiantuntijuuden mahdollistaminen korkeakoulujen kesken
- Projektityöskentelyn pilottikohteen ideakilpailun järjestäminen opiskelijoille
- Sähkömekaanisten sovellusten etsiminen projektitoiksi
- Riittävien resurssien organisointi ja varmistaminen yli koulutusohjelmaraajojen myös LUT:n ja Saimaan AMK:n johdon puolesta
- Projektityöskentelyyn perustuvan innovaatioputken rakentaminen projektityöideoista ja -toimintatavoista yrityksen perustamismahdollisuuteen saakka
- Opettajien projektiopetuskoulutus, palautteen kerääminen ja analysointi pilottiprojekteista, erilaisten ongelmalähtöisten opetusmenetelmien suunnitelmallinen kokeilu ja sisäänajo
- Lyhyiden opiskelijavierailujen ja -vaihtojen mahdollistaminen

- Yhteisen projekti- ja opinnäyteaihepankin kartuttaminen ja ylläpitäminen

2.2.1 Tilat, laitteisto ja henkilöstö

Saimaan AMK muuttaa syksyllä 2011 LUT:n yhteyteen, jolloin kummankin korkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan laboratorioden yhteiskäyttö mahdollistuu. LUT Metallin innovointiympäristö on juuri valmistumassa käyttöön otettavaksi. LUT Metallin yhteistyön kannalta oleelliset laboratoriot ovat osoittaneet myönteisyyttä projektimuotoiseen opetukseen ja tutkimusyhteistyöhön osallistumiseen omilla resursseillaan ja mahdollisuuksillaan, joskin kustannusten ja käyttöajan jakamiset sekä muut vastaavat haasteet vaativat vielä paneutumista. Kaiken kaikkiaan kokonaisuudesta on mahdollisuus muodostaa tilojen, laitteiston ja henkilöstön puolesta varsin toimiva ja kattava konsepti, joka tarjoaa ja toteuttaa tuotekehitys-, tutkimus- ja innovaatiopalveluja.

3 TUTKIMUKSELLINEN YHTEISTYÖ

3.1 Tieteellisen tutkimuksen tekeminen ja tutkimusta tukeva työskentely

Tutkimus-, tuotekehitys- ja innovaatio (TKI) -hankkeissa tehtävät voidaan jakaa joustavasti resurssien ja osaamisen vahvuusalueiden mukaan. InnoMech-projektissa kehitetyn ProMea-palvelukonseptin (Prototype and Measurement) avulla yrityksille suunnatut ammattikorkeakoulun prototyypin- ja mittauspalvelut on mahdollista saada maakunnan yritysten ulottuville opiskelijoiden toteuttamien projektien avulla. Projektin investoinnit täydentävät ammattikorkeakoululla olemassa olevan laitekannan. ProMea-palvelun toimintamallin kehittämiseen liittyy maksullisen palvelutoiminnan uudistamisen suunnittelu koneteknisten palveluiden osalta.

Projektiopetuksen yhteistyömalli Saimaan AMK:n ja Lappeenrannan teknillisen yliopiston koneensuunnittelussa kone- ja tuotesuunnittelun opintojaksoissa luo perustan, uskottavuutta, toimintamalleja ja toimivia resursseja myös tutkimukselliselle yhteistyölle. Yhteistyö perustuu TKI-toiminnan tehostamiseen

hyödyntämällä ongelmalähtöistä projektioppimismallia, jossa yritysten antamat tuotekehitystarpeet ja -ongelmat ratkaistaan opiskelijoiden projekteina.

Kantava ajatus tutkimuksellisessa yhteistyössä on periaatteeltaan selkeä tehtävänjako:

- LUT Metalli: tieteellinen tutkimus, mallinnus, simulointi, teoreettisesti haastavimmat työvaiheet
- Saimaan AMK: Konstruktiosuunnittelu, prototyyppien toteutus molempien osapuolien tarpeisiin, kokeelliset menetelmät

Käytännössä tehtävänjako on monimutkaisempaa ja toimivaa vuorovaikutusta sekä yhteistoiminnallista joustavuutta vaativaa. Tutkimuksellista yhteistyötä on testattu kahdella pilottikokeilulla, jotka on kuvattu tarkemmin luvuissa 3.3.1 ja 3.3.2. Tutkimukselliseen yhteistyöhön liittyvä tarinataulu on liitteessä 2. Tarinataulun keskeiset asiat tavoitteiden ja toimenpiteiden osalta ovat seuraavat:

Tavoitteet:

- Tutkimus-, tuotekehitys- ja innovaatiotoiminnan kasvattaminen
- LUT:lla kokeellisen tutkimuksen tukipalveluiden kehittäminen tarkoituksenmukaiseen ja suoraviivaiseen toimintakuntoon
- Koneiden ja tilojen yhteiskäytön tehostaminen yli osasto- ja korkeakoulu-rajoiden
- Opetuksellisen yhteistyömuodon kokemusten ja käytäntöjen siirtäminen tutkimuksellisen yhteistyön puolelle
- Paikallisen metalliteollisuuden kilpailukyvyyn vahvistaminen erikoisosaa-misaloja analysoimalla sekä erikoisosaaamista kartuttaen ja tukien
- Innovaatioputken toteuttaminen opiskelijoille, yrittäjyyteen innostaminen

Toimenpiteet:

- LUT:n tutkimuksen tukipalveluihin etsitään palveluhenkiset ja osaavat vastuuhenkilöt
- Tutkimuspalveluille luodaan keskitetty, ns. yhden luukun -periaate, mikä yhtenäistää ja suoraviivaistaa tutkimuksen tekemiseen ja palvelujen tarjoamiseen liittyviä toimintamalleja
- Määritetään selkeät toimintaohjeet ja pelisäännöt koneiden ja tilojen käytöstä sekä kustannusten ja tulosten jakamisesta
- Potentiaalisten yhteistyökumppaneiden, kuten yritysten ja rahoittajien etsiminen sekä tehokkaasta tiedotuksesta huolehtiminen
- Määritellään innovaatioputken tasot sekä konkretisoidaan niihin liittyvät tarvittavat toimenpiteet, resurssit ja ohjaus

3.2 Yritysyhteistyö

Yritysyhteistyö on keskeisessä osassa aitoa ja motivoivaa projektityöskentelyä niin opetuksessa kuin tutkimuksessa. Yritysyhteistyön kautta pyritään löytämään, hyödyntämään, vahvistamaan ja laajentamaan alueellista erityisosaamista erityisesti sähkömekaanisten ja yleisemmin mekatronisten sovellusten alueelta. Yritysyhteistyöhön liittyvä tarinataulu on liitteessä 3. Tarinataulun keskeiset asiat tavoitteiden ja toimenpiteiden osalta ovat seuraavat:

Tavoitteet:

- Sähkömekaanisen osaamiskeskittymän luominen
- Alueellisten yritysten keskinäisen yhteistyön edistäminen
- Korkeakoulujen ja yritysten välisen yhteistyön syventäminen ja laajentaminen
- Nopea reagointikyky yritysten tuotekehitys- ja tutkimustarpeisiin
- Yhden luukun -periaate korkeakoulujen tarjoamille tutkimuspalveluille

Toimenpiteet:

- Sähkömekaanisten sovellusten sisään ajaminen projektikurssien aiheiksi
- Projektiryhmien luominen aidosti poikkitieteellisiksi, osasto- ja koulutusohjelmarajat ylittäviksi
- Yritysvierailujen ja kontaktien ylläpitämisen aktivointi
- Alueellisten vahvuuksien ja resurssien tunnistaminen
- Uusien sovelluskohteiden aktiivinen etsiminen olemassa olevalle osaamispääomalle
- Korkeakoulujen osaamis- ja palvelutarjonnan tiedottamisen ja mainostamisen tehostaminen
- Yhteisprojektien hallinnoimiseen ja johtamiseen löydettävä oikeat henkilöt sekä toimintatavat
- Yritysyhteistyön benchmark -kohteiden analysointi ja toimintamallien sekä toimintakulttuurin toimivien piirteiden omaksuminen osaksi omaa toimintaa

3.3 Case -tapaukset

3.3.1 SaLUT-FCB

InnoMech-projektissa pilotoitiin ProMea -palvelun toimintaa yhdessä LUT/Energian kanssa. Pilottihankkeessa suunniteltiin ja valmistettiin prototyyppi polttokennon anodikaasunkierrätyspuhaltimesta. Polttokenno tuottaa sähköä vedystä tai hiilivedyistä, esimerkiksi maakaasusta tai biokaasusta. Prototyyppi on uudentyyppinen sähkömoottori, jonka akselille liitetään anodikaasua kierrätävä puhallin. Anodikaasu on pääasiassa vesihöyryä ja vetyä. Vapautuessaan polttokennosta anodikaasu on n. 800° C lämpötilassa, mutta lämpötila laskeaan n. 300° C ennen puhallinta, jotta sähkömoottorin lämpötila ei nousisi liian korkeaksi. Puhaltimen avulla polttokennosta tulevasta anodikaasusta voidaan käyttää uudelleen noin 50–80 %, jolloin polttokennon tehokkuus paranee merkittävästi. Pilottihankkeen nimeksi valittiin SaLUT-FCB (Saimaa-LUT-Fuel Cell Blower).

Hankkeen taustalla oli yliopistolla viime vuosien aikana tehty magneettilaakeri- ja sähkökonetutkimus sekä polttokennon kierrätyspuhaltimen kehitystyö. Näiden kolmen osa-alueen lisäksi prototyypin valmistaminen vaatii myös koneensuunnittelun ja valmistustekniikan osaamista, joita löytyi Saimaan ammattikorkeakoulusta. SaLUT-FCB:n tavoitteena on suunnitella ja rakentaa prototyyppi magneettilaakeroidusta suurnopeussähkömoottorista, jonka akseliin liitetään polttokennon kaasua kierrättävä puhallin.

Magneettilaakerointi mahdollistaa käytännössä kitkattoman laakeroinnin, koska pyörivä roottori leijuu aktiivisesti säädetyn magneettikentän varassa. Tämän takia magneettilaakerointi soveltuu erittäin hyvin suurnopeustekniikkaan. Haastavaksi magneettilaakeroinnin toteutuksen tekee suurella taajuudella toimiva takaisinkytketty säätöjärjestelmä. Suurnopeussähkömoottori voidaan toteuttaa joko induktio- tai kestromagneettimoottorina, joista induktio- moottori on jo yleisesti käytettyä tekniikkaa. SaLUT-FCB prototyyppi päätettiin toteuttaa kestromagneettiratkaisuna, koska se tarjoaa uusia mahdollisuuksia suurnopeustekniikkaan. Kestomagnetoitu suurnopeusmoottori vaatii uusien mekaanisten ratkaisujen kehittämistä sähkömoottorin roottoriin. Suurnopeuspuhaltimen suunnittelu vaatii virtaustekniikan syvällistä osaamista. Kierrätyspuhaltimen käytännön toteutus vaatii lisäksi mekaanisen rakenteen suunnittelua, jossa tulee ottaa huomioon sähköisten komponenttien ja puhaltimen asettamat vaatimukset. Mekaaninen rakenne tulee olla myös valmistettavissa ja kokoonpantavissa käytettävissä olevilla menetelmillä. Myös jäähdytyksen vaatimukset on otettava suunnittelussa huomioon, koska puhaltimeen tuleva kaasun lämpötilan on n. 300 astetta ja sähkökomponentit häviöt tuottavat lämpöä. SaLUT-FCB pilottihanke yhdistää siis useiden insinööritieteiden osaamista moniteknisen laitteen suunnittelussa ja valmistuksessa.

Eri osa-alueiden vastuut SaLUT-FCB:ssa olivat seuraavat:

- LUT/Energian säätötekniikan laboratorio (prof. Olli Pyrhönen) vastaa magneettilaakereiden suunnittelusta ja valmistuksesta. Olemassa olevaa säätöelektroniikkaa käytetään hyväksi prototyypin testauksessa.

- LUT/Energian sähkökäyttökoneen laboratorio (prof. Juha Pyrhönen) vastaa kestomagneettisähkoneen suunnittelusta ja staattorin valmistuksesta.
- LUT/Energian virtaustekniikan laboratorio (prof. Jari Backman) vastaa suurnopeuspuhaltimen suunnittelusta ja valmistuksesta.
- Saimaan AMK:n kone- ja tuotantotekniikka (tutkimuspäällikkö Jussi So-panen) vastaa sähkökoneen mekaniikan suunnittelusta ja mekaanisten osien valmistuksesta sekä prototyypin kokoonpanosta.

SaLUT-FCB kehitys aloitettiin toukokuussa 2010, jolloin aloitettiin mekaanisen rakenteen suunnittelu sekä sähkö- ja puhallinkomponenttien mitoitus. Mekaniikkasuunnittelijana toimi Saimaan AMK:lla 3. vuosikurssin kone- ja tuotesuunnittelun syventymisvaihtoehdon opiskelija (Eero Scherman). Rakennetta muutettiin ja optimoitiin useita kertoja, kunnes prototyypin geometrinen layout saatiin valmiiksi kesäkuun loppuun mennessä. Huomattavaa on, että suunnittelussa ja mitoituksessa täytyi tehdä useita kompromisseja ristiriitaisten vaatimusten takia.

Syyskuussa 2010 suunnittelu jatkui ja valmistuspiirustusten luominen aloitettiin. Saimaan AMK:lta suunnitteluun osallistui kaksi opiskelijaa (Eero Scherman ja Anssi Suuronen). Sähköisten komponenttien tarkempi analyysi sekä roottoridynamiikan analyysi aiheutti vielä muutamia muutoksia rakenteen mitoitukseen. Yhteisiä palaverieja, joihin osallistui sekä LUT:n että Saimaan AMK henkilöstöä ja opiskelijoita, pidettiin syksyllä noin kuukauden välein. Suunnittelu eteni rinnakkaissuunnitteluna lokakuun loppuun asti, jolloin tehtiin lopullinen päätös prototyypin valmistuksesta ja voitiin aloittaa komponenttien ja materiaalien tilaaminen. Valmistus päästiin aloittamaan marraskuussa. Osien valmistus ajoittuu pääosin joulukuulle 2010 ja kokoonpano on tarkoitus suorittaa tammikuussa 2011.

Kokemuksia projektista

Projekti oli kaiken kaikkiaan erittäin mielenkiintoinen ja haastava, jossa onnistuttiin hyödyntämään monialaista poikkitieteellistä osaamista. Työnjako yliopiston ja AMK:n välillä oli luontevaa, koska kullakin osapuolella oli selkeä vastuualue.

Käytännön osaamista vaativat toimenpiteet suoritettiin Saimaan AMK:lla ja teollista insinööriosaaamista vaativa suunnittelu suoritettiin LUT/Energian tutkijoiden toimesta. Saimaan AMK:n kannalta erityisen hienoa oli, että pilottihankkeeseen saatiin motivoituneita opiskelijoita tekemään mekaniikkasuunnittelua. Kaikki osapuolet kokivat, miten suunnitelma muuttuu fyysiseksi tuotteeksi.

Haasteita asetti mm. projektin koordinointi ja tiedonkulku. Tiedostojen ja materiaalien jakaminen Saimaan AMK:n ja LUT:n välillä oli hankalaa, koska korkeakouluilla ei ole yhteistä tietojärjestelmää tai virtuaalista ryhmätyötilaa. Tiedostojen jakaminen s-postin kautta aiheuttaa helposti sekaannuksia esimerkiksi versionhallinnassa.

Projektin hallinta ja aikataulutus olisi pitänyt suunnitella aluksi tarkemmin. Heti alussa olisi pitänyt valita pilottihankkeelle projektipäällikkö, jonka tehtävä on vastata aikataulutuksesta ja eri osa-alueiden koordinoinnista. Myös erittäin tärkeää olisi varmistaa, että kaikki osa-puolet ovat ymmärtäneet asian samalla tavalla. Esimerkiksi magneettilaakeroinnin anturointiin tuli muutoksia osien valmistuksen aikana väärinymmärryksen takia. Tässä tapauksessa muutokset pystyttiin tekemään ilman, että jo valmistettuja tarvitsi tehdä uudelleen, mutta niinkin voi helposti käydä. Väärinymmärryksiä pystyttäisiin välttämään kunnollisella projektinhallinnalla.

Lopuksi voidaan todeta, että SaLUT-FCB on ollut erittäin onnistunut ProMea -palvelun pilottihanke. Kehittämistarpeet projektinhallinnassa johtuvat suurelta osin siitä, että SaLUT-FCB oli ensimmäinen yhteistyössä suunniteltu ja valmistettu prototyyppi. Lisäksi prototyypin suunnittelun ja valmistuksen luonteeseen kuuluu, että muutoksia tulee projektin aikana paljon. Yhteistyön toimintamallia testattiin onnistuneesti ja tulevaisuudessa yhteistyö on helpompaa yhteisellä Skinnarilan kampuksella. SaLUT-FCB prototyypin kaupallistamisen valmisteluun aiotaan hakea rahoitusta Tekesin Groove ohjelmasta.

3.3.2 PMWG 2

PMWG-2 projekti on LUT:n ja Saimaan AMK:n yhdessä toteuttama projekti, jossa tehdään tuulivoimageneraattoreiden tuotekehitystä The Switch Drive Systems Oy:lle. Projektin kesto on 1.9.2010–28.2.2012 (18 kk). Lyhenne PMWG-2 tulee sanoista ”Permanent Magnet Wind Generator – Part 2” ja se on jatkoa vuosina 2008–2009 toteutetulle PMWG -projektille. Molempien PMWG projektien rahoitus on osa The Switch Oy:lle myönnettyä Tekesin yrityksille suunnattua tuotekehitysrahoitusta. Tutkijaosapuolina PMWG-2 projektiin osallistuu seuraavat laboratoriot ja organisaatiot:

- LUT/Energian sähkökäyttötekniikan laboratorio (Prof. Juha Pyrhönen)
- LUT/Metallin koneensuunnittelun laboratorio (Prof. Aki Mikkola)
- Saimaan AMK:n kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma (Tutkimuspäällikkö Jussi Sopanen)
- LUT/Metallin tuotantotekniikan laboratorio (Prof. Juha Varis)

Saimaan AMK toimii projektissa LUT/Metallin koneensuunnittelun laboratorion alihankkijana.

Toimenpiteet suunnitellaan yhdessä The Switch Oy:n ja tutkimusorganisaatioiden kesken. Tehtävät jaetaan kunkin osapuolen osaamisen ja vahvuusalueiden mukaisesti. Saimaan AMK:ssa toimenpiteet suoritetaan pääosin opiskelijoiden avulla harjoitus-, projekti- ja opinnäytetöiden muodossa. Opiskelijoiden työtä ohjaavat Saimaan AMK:n henkilökunta ja opettajat. LUT:lla tutkimusta tehdään pääosin jatko-opiskelijoiden toimesta, mutta projektille teetetään myös harjoitus-, kandidaatin- ja diplomitöitä.

Kokemuksia projektista

Kokonaisuus osoittautui erittäin hyödylliseksi projektiksi, jossa korkeakoulut ja alueella toimiva yritys tekivät yhteistyötä. Tässä tapauksessa aihepiiri, työskentelytavat ja osallistuvat henkilöt olivat toisilleen tuttuja jo aikaisemmasta projektista, mikä nopeutti toimenpiteiden käynnistymistä. Toisaalta projektin organi-

sointi (aikataulutus ja tehtävien jakaminen) oli haastavaa projektin alussa, mutta tämä havaittiin onneksi jo varhaisessa vaiheessa, ja LUT Metallin koneensuunnittelun laboratorio otti vastuun projektin organisoinnista. Parannettavaa olisi mm. tiedonkulussa ja tiedon jakamisessa eri osa-puolien kesken. Yhteinen virtuaalinen työtila tai serveri auttaisi tässä asiassa.

Projektin alkuvaiheessa LUT:lla toimenpiteitä suorittivat pääasiassa tutkijat, mutta AMK:lla toimenpiteitä suoritettiin opiskelijoiden harjoitus- ja projektitöinä, joita henkilökunta ohjasi. Tällöin toimenpiteiden suoritusajat (ts. vasteajat) muodostuvat erilaisiksi, koska tutkijat voivat keskittyä projektiin täyspäiväisesti tai vähintään useita päiviä viikossa. Opiskelijoilla taas on useita opintojaksoja käynnissä, joten projektiin voidaan käyttää vain n. 4–8 tuntia viikossa. Tästä johtuen toimenpiteet etenevät helposti eri tahdissa, mistä muodostuu ongelmia, jos toimenpiteet liittyvät toisiinsa. Jatkossa AMK:n henkilökunnan työpanosta pitäisi resursoida enemmän projektille. Luonnollisesti tämä pitäisi huomioida myös budjetoinnissa. Yksi mahdollisuus olisi hyödyntää Saimaan AMK:sta valmistuneita opiskelijoita, jotka jatkavat opintojaan LUT:ssa DI- ja maisteriohjelmissa. Kyseisiä opiskelijoita voitaisiin rekrytoida Saimaan AMK:n tutkimusprojekteihin projekti-insinööreiksi tai assistenteiksi samalla kuitenkin mahdollistaen tehokkaan jatko-opiskelun. Tällöin LUT:lle tehtävät harjoitus- ja projektityöt voisivat liittyvät TKI-projekteihin. Yhteinen Skinnarilan kampus luo hyvät mahdollisuudet samanaikaiseen opiskeluun ja työskentelyyn projekteissa.

4 KEHITETTYJEN TOIMINTAMALLIEN ANALYSOINTI

4.1 Toimintamallit opetuksessa

Opetuksellisen yhteistyön opetusalustaksi valittiin ongelmalähtöinen projektiopiminen. Keskeisiä teemoja ovat luovuuteen innostaminen, suunnittelun ja valmistuksen luontevan vuorovaikutuksen mahdollistava projektiaihe, itse tekemisessä entistä laajemman vastuun siirtäminen opettajilta opiskelijoille, erilaiset kilpailulliset elementit sekä yleisesti projektityöskentelyn vaiheet ja periaatteet. Suunniteltujen ja käynnistettyjen pilottikokeilujen suurimmat eroavaisuudet Sai-

maan AMK:n ja LUT Metallin välillä ovat projektikurssien kestossa, projektikurssin integrointiajatuksessa sekä ryhmien organisaatorakenteessa.

Saimaan AMK:n projektikurssien kesto on lukuvuosi, 4 periodia, kun LUT Metallin projektin kesto on 2 periodia. LUT Metallilla ei luotu erikseen uutta projektikurssia, vaan kokonaisuus rakennettiin olemassa olevien teknisen suunnittelun ja tuotantotekniikan -laboratoriokurssien sekä uuden projektipäällikkökurssin varaan. LUT Metallin projektiin yhdistettiin mahdollisuus suorittaa viestinnän ja kielten opintoja siten, että näiden opintojaksojen tehtäviä toteutetaan projektin etenemiseen liittyvissä viestintä- ja esitystilanteissa.

Saimaan AMK:n 3 op projektikurssiin integroituu lukuisa määrä mekaniikan ja tuotantotekniikan opintojaksoja, joille suorituksia tehdään projektiin liittyen. Liitteessä 4 on esimerkki Mekaniikan perusteet -kurssille ideoidusta projektiin liittyvästä tehtävästä. Konetekniikan projekti 1:n opiskelijat koostuvat koko kone- ja tuotantotekniikan 1. vuosikurssista, jotka vastaavasti 2. opiskeluvuotena tekevät Konetekniikan projekti 2:n. Lisäksi mukana on liiketalouden ja tulevaisuudessa myös muiden Saimaan AMK:n opintosuuntien opiskelijoita.

LUT Metallin projektitoteutuksessa yhtenä keskeisenä piirteenä on eri vuosikurssien opiskelijoiden yhdistäminen samaan ryhmään eri rooleihin projektipäälliköstä tuotanto- ja suunnittelupäällikön kautta asiantuntijoihin. Näin jäljitellään todellisen tuotekehitysryhmän rakennetta, rooleja ja opetellaan erilaisia vastuita, työnjakoa sekä toiminnan ja ihmisten johtamista.

Keskeiset rajapinnat ja vahvuudet yhteistyölle löytyvät mm. yhteisestä projektioppimisperiaatteesta, tavoitteena olevasta yritysyhteistyön hyödyntämisestä projektiaiheiden keräämisessä ja opettajien yhteistyökyyvystä. Lisäksi synergiaetua syntyy Saimaan AMK:n projektiryhmien projektipäälliköiden valitsemisesta LUT Metallin projektipäällikkökurssilta, tilojen ja laitteiden yhteiskäytöstä, ristiinopetuksesta soveltuvien osin sekä vallitsevasta visiosta opetuksellisten yhteistyötapojen ja -kokemusten hyödyntämisestä tutkimukselliseen yhteistyöhön.

Haasteita löytyy yhteistyöhön liittyvistä erilaisista hallinnollisista asioista, suoranaisen yhteisen opetuksen estävästä laista sekä projektikurssien keston yhteistämistä ongelmista LUT Metallin opintosuunnitelmassa.

Keskeiset tavoitteet ovat projektikurssien toimiva vuorovaikutus ja rikastava yhteistyö korkeakoulujen välillä, alueellista yritysten erikoisosaamista tukevan sovellusalueen määrittäminen ja asettaminen yhteiseksi nimittäväksi tekijäksi projektikurssien aiheille. Olennaisimpia toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi ovat opintosuunnitelmien tarkoituksenmukainen räätälöinti, alueellisen erikoisosaamisen potentiaalın tunnistaminen, riittävien resurssien varmistaminen ja innovaatioputken luominen opiskelijoiden innostamiseen ideoiden jalostuksessa tuotteistamiseen saakka.

Tähänastiset kokemukset projektiopetuksesta ovat rohkaisevia. Opiskelijat ovat ottaneet oppimismuodon innokkaasti ja aktiivisesti vastaan. Perinteisestä koulupetuksesta poikkeaminen luo omat haasteensa, mutta samalla antaa mahdollisuuksia omien ideoiden toteutukseen ja omien kykyjen haastamiseen. Opettajille vanhoista totutuista toimintatavoista uuteen projektiopetusmuotoon siirtyminen luo pilottivaiheessa työtä ja monenlaisia ennakoitotarpeita, mutta on myös palkitsevaa ja mielekästä. Keskeiset tavoitteet projektiopetukselle näyttävät toteutuvan ja luodut konseptit hienosäätötarpeistaan huolimatta ovat keskeisiltä ideoiltaan toimivia.

InnoMech-projektin yhden keskeisen tunnistetun tarpeen, innovaatioputken, rakentaminen syventäisi, laajentaisi ja kokoaisi kattavan toimintajärjestelmän. Innovaatioputki konkretisoisi ja loisi puitteet suunnittelun ja valmistuksen yhdistämällä saavutettavien tulosten tuotteistamiseen ja yritystoiminnan aloittamiseen saakka. Merkittävänä tekijänä tämän onnistumisessa ovat alueellisen yritysyhteistyön aktiivinen käynnistyminen, potentiaalisten mekatronisten sovellusalueiden löytäminen ja järjestelmällinen hyödyntäminen sekä itse innovaatioputken vaatimien rakenteiden ja järjestelmien luominen, ylläpitäminen ja kehittäminen.

Projektiopetuksen ja opetuksellisen yhteistyön kehittämiseksi on haettu rahoitusta jatkohankkeille. Jatkohankkeet tähtäävät osaltaan innovaatioputken kehittämiseen uusien osapuolien sisään ajamisella projektiopetukseen sekä projektiopetuksen pilottikokeiluissa kehitettyjen toimintamallien jalostamisella tutkimusyhteistyöhön.

4.2 Opetuksellisen yhteistyön tulevaisuus

Opetuksellisen yhteistyön tulevaisuudessa voidaan nähdä monia jo luodun projektiopetusmallin ja alueellisten erityispiirteiden luomia mahdollisuuksia:

- Venäjä – alueellisen erikoisaseman luoman potentiaalin hyödyntäminen
 - Markkinat
 - Venäläiset opiskelijat
- Luovien projektikohteiden tunnistaminen
 - Mekatroniset, lihasvoimalla toimivat 3D -virtuaalipelit
 - Yhteistyöosapuolet: LUT Tietotekniikka & LUT Metallin virtuaali- ja simulaatiomallinnus, Saimaan AMK:n kansainväliset opiskelijat laitesuunnittelu ja ideointi
- Opiskelijoiden laajempi mukaan ottaminen projektioppimiseen
 - Tavoitteeseen ohjaavat opintosuunnitelmamuutokset
 - Uskottavan väylän avaaminen opiskelijoiden ideoiden jalostamiseen tuotteiksi
 - Opiskelijoiden ideakapasiteetin hyödyntäminen projektitöiden ideoinnissa ja toiminnan kehittämisessä
- LUT Metallin ja Saimaan AMK:n yhteistyön jalostaminen
 - Tarkoituksenmukainen ja linjan mukainen ristiinopetus
 - Joustava ja tehokas laboratorioyhteistyö
 - Yritysyhteistyö alueellisten voimavarojen ja erityisosaamisen hyödyntämiseksi
 - Innovaatioputken ja TKI-palvelutoiminnan määrittely ja käynnistäminen

- Opetuksen, tutkimuksen ja palvelutoiminnan räätälöinti toimivaksi kokonaisuudeksi

4.3 Toimintamallit tutkimuksessa

Tutkimuksellinen yhteistyö Saimaan AMK:n ja LUT:n välillä on ollut tähän mennessä vähäistä. Saimaan AMK:lla on InnoMech-projektin aikana kehitetty TKI-palvelujen toteuttamiseen ProMea-palvelukonsepti, jonka avulla yrityksille suunnattuja palveluja tarjotaan opiskelijoiden toteuttamien projektien kautta. LUT puolestaan on perinteisesti toteuttanut yritys yhteistyötä eriytyneesti eri osastojen ja yksiköiden tarjoaman projektikohtaisen tutkimuskapasiteetin kautta.

Tutkimuksellisen yhteistyön rakentaminen perustuu TKI-toiminnan tehostamiseen hyödyntämällä ongelmalähtöistä projektioppimismallia ja korkeakoulujen omaa toiminta-ajatusta tukevalla selkeällä työnjaolla. Työnjaossa LUT keskittyy tieteelliseen ja teoreettiseen työskentelyyn ja Saimaan AMK prototyyppien rakentamiseen, konstruktiosuunnitteluun ja kokeellisten menetelmien hyödyntämiseen.

Tutkimuksellista yhteistyötä on testaus kahdella pilottikokeilulla, joiden tulokset koettiin rohkaisevina. Itse toimintamalli-idea yhteistyöstä ja tehtävien jaosta osoitti toimivuutensa, mutta monet asiat paljastuivat myös kehittämistä vaativiksi. Keskeisiä näistä ovat projektinhallintaan liittyvät asiat, kuten projektitiedonhallinta, aikataulutus, koordinointi, tiedonkulku, organisointi ja vastuiden määrittäminen sekä yhteisen ymmärryksen saavuttaminen projektin kohteena olevaan tuotteeseen liittyvissä yksityiskohdissa. Monet näistä haasteista ovat voitettavissa pilottikokeiluista kertyneen kokemuksen turvin luomalla tarkasti määritellyt toimintatavat ja tukemalla vakiintuvien käytänteiden muodostumista.

Keskeiset tavoitteet tutkimuksellisessa yhteistyössä ovat TKI-toiminnan kasvattaminen, opetuksellisen yhteistyömuodon kokemusten ja käytäntöjen jalostaminen tutkimuksen käyttöön sekä alueellisen erikoisosaamisen ja kilpailukyvyyn määrittäminen ja vahvistaminen yritys yhteistyön kautta. Näihin tavoitteisiin pyri-

tään tutkimuksen tukipalveluita vahvistamalla, luomalla TKI-palvelutarjontaan keskitetty ratkaisu sekä suuntaamalla kohti alueellisen mekatronisiin sovelluksiin painottuvan osaamiskeskittymän rakentamiseen. Opetukselliseen kehittämiseen liittyvä innovaatioputki liittyy keskeisesti keskitettyyn TKI-palvelutarjontaan.

Jatkotoimenpiteet keskittyvät tutkimuksellisen yhteistyön syventämiseen, toimintatapojen vakiinnuttamiseen, innovaatioputken toteuttamiseen, keskitetyn TKI-palvelutarjonnan rakentamiseen sekä yhteisen vision tarkentumiseen alueellisesta osaamiskeskittymästä.

4.4 Tutkimuksellisen yhteistyön tulevaisuus

Tutkimuksellisen yhteistyön tulevaisuudesta voidaan nostaa seuraavia ajatuksia toiminnan jatkokehittämisen inspiraatioiksi:

- Tavallisen yritysprojektiperustaisen yritysytteistyöhön rinnalla korkeakoulujen yhteistyövoiman demonstrointi näyttävällä sovelluksella (tuuliturbiini / sähköbussi / -auto + ideakilpailu opiskelijoille)
- Sovellusalueina sähkökäyttöiset hyvinvointipalveluiden ajoneuvot, sähkömekaaniset apulaitteet, hybridiautojen huolto-osaajien kouluttaminen
- AMK:n Rakennustekniikan ja LUT:n välinen yhteistyö, rakennusten energiatehokkuus
- Tehoelektronikan valmistusmenetelmien kehittäminen edullisemmaksi
- LUT:n yrittäjyysfoorumi mukaan innovaatioputken suunnitteluun

5 YHTEENVETO

InnoMech-projektin päätavoitteena oli luoda innovatiivisen, ongelmalähtöisen projektioppimisen mahdollistava opetuksellinen ja tutkimuksellinen yhteistyömalli Saimaan ammattikorkeakoulun, Lappeenrannan teknillisen yliopiston sekä Kaakkois-Suomen yritysten välille. Projektin ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin olemassa olevia yhteistyön muotoon ja mahdollistumiseen keskeisesti vaikuttavia tila-, laite-, henkilö- ja taloudellisia resursseja sekä tunnistettiin vahvuuksia, haasteita ja kehittämiskohteita. Toisessa vaiheessa räätälöitiin opinto-suunnitelmia tavoitteita palveleviksi sekä suunniteltiin ja käynnistettiin pilottiprojektit niin projektiopetuksessa kuin tutkimuksellisessa yhteistyössä. Lisäksi selvitettiin ja luotiin yhteistyöverkostoa yritysten kanssa.

Yhteistyölle luotiin perustaa monipuolisesti ideoimalla, testaamalla ja kehittämällä eri osa-alueittain käytännön toimintamalleja. Opetuksellisen yhteistyön muodoksi valittiin ongelmalähtöinen projektioppiminen, josta luotiin Saimaan AMK:lle ja LUT Metallille hieman eri lähtökohdista ja tavoitteista räätälöidyt kokonaisuudet. Opintokokonaisuudet ovat käynnistyneet lupauksia herättävästi, sillä opiskelijoiden motivaatio on huomiota herättävää, ja myös opetushenkilökunta kokee projektiopetuksen mielekkääksi. Projektiopetuskokeilut ovat herättäneet kiinnostusta muidenkin koulutusohjelmien keskuudessa, joten tulevaisuuden näkymät ovat toiminnan syventämisen- ja laajentamisvisioiden sävyttämiä.

Uusia rahoitushakemuksia opetuksen kehittämiseen liittyvien jatko projektien toteuttamiseksi on tehty, ja laajapohjainen projektimuotoinen opetusmuoto on vakiintumassa keskeiseksi osaksi kone- ja tuotantotekniikan opetusta. Jatkossa merkittävin haaste on löydettyjen yhteistyön toimivimpia rajapintoja hyödyntävien toimintatapojen konkretisoiminen mielekkäällä ja kaikkia osapuolia rikastavalla tavalla. Yksittäinen olennainen kehitettävä konsepti on innovaatioputki, joka tarjoaisi puitteet opiskelijoiden projektityöskentelyssä syntyneiden ideoiden jalostamiseksi tuotteiksi ja liiketoiminnaksi.

Tutkimukselliselle yhteistyölle määritettiin tehtävienjako ja testattiin yhteistyön toimivuutta kahdella tuotekehitysprojektilla. Myös tämän yhteistyön tulokset olivat rohkaisevia, mutta myös selkeät kehittämiskohteet paljastuivat. Projektinhallinta kaikkineen vaatii jatkossa enemmän paneutumista, mutta toimintatapojen vakiintumisen ja tehostumisen myötä kokonaisuudessa on aineksia muodostua järkiperäiseksi työkaluksi. Kokonaisuuden avulla voi tunnistaa, tukea, syventää, laajentaa ja jalostaa myöhemmin alueellista, olemassa olevaa erikoisosaamista sekä erikoisosaamismahdollisuuksia. Alueellisen yritys yhteistyön osapuolten kattavan kartoituksen kautta saavutettiin ajantasainen näkemys alueellisesta resurssi- ja osaamispääomasta. TKI-toiminnan tehostamiseksi ratkaisuna nähtiin TKI-palvelujen tarjoaminen Saimaan AMK:n ja LUT:n tutkimukselliseen yhteistyöhön pohjautuvan yhden luukun toteutusperiaatteella.

Kokonaisuutena InnoMech-projekti tuotti eri osa-alueittain uusia, lupaavia toimintatapoja toteutusasteelle saakka sekä paljasti useita jatkokehityskohteita. Projekti myös loi moniulotteisen ja kasvukykyisen suunnan tuleville yhteistyön kehittämiseen tähtäävien projektien tavoitteille ja linjauksille.

LIITTEET

- LIITE 1: Saimaan AMK:n opiskelijapalaute *Konetekniikan projekti 1* – opintojaksosta 27.11.2010
- LIITE 2: Opetukselliseen yhteistyöhön liittyvä tarinataulu, teemapäivä 4.11.2010
- LIITE 3: Tutkimukselliseen yhteistyöhön liittyvä tarinataulu, teemapäivä 4.11.2010
- LIITE 4: Yritysyhteistyöhön liittyvä tarinataulu, teemapäivä 4.11.2010
- LIITE 5: Esimerkki projektikurssiin liittyvästä tehtävästä *Mekaniikan perusteet* -opintojaksolla.

LIITE 1: Saimaan AMK:n opiskelijapalaute *Konetekniikan projekti 1* –
opintojaksosta 27.11.2010

PROJEKTIOPPIMISEN PALAUTEKYSELYN 29.11.2010 TULOKSET (InnoMech –projekti)

Johdanto

Projektiopetus aloitettiin Saimaan ammattikorkeakoululla kone- ja tuotantotekniikan osastolla syksyllä 2010. Opetus käynnistyi aloittaville uusille opiskelijoille. Opetuksen tarkoituksena on projektiluonteisen työskentelyn avulla saada eri opintojaksot kasattua yhdeksi kokonaisuudeksi. Projektityöskentelyn lähtökohdiana on, että opiskelijat hahmottavat eri oppiaineiden merkityksen koneinsinöörin tehtävissä.

Syyslukukauden alussa aloittaneet opiskelijat kasattiin infotilaisuuteen, jossa kerrottiin tästä uudesta tavasta kouluttaa insinöörejä. Opiskelijat jaettiin ryhmiin huomioiden heidän koulutustausta ja työkokemus. Heti alkuvaiheessa oli havaittavissa opiskelijoiden positiivinen asenne. Opiskelijoille annetaan vastuu omasta tekemisestä ja he itse saavat ryhmän sisällä muodostaa pelisäännöt. Opetuksen tarkoituksena on saada opiskelijat motivoitumaan opiskeluun.

Projektiopetuksen perusideana on antaa opiskelijoille vastuuta omasta oppimisesta, tekemisestä ja auttaa heitä ymmärtämään miksi eri aineet ja tehtävät liittyvät koneinsinöörin opintoihin.

Kyselyn tulokset

Palautekysely toteutettiin avoimena kyselynä 1. vuosikurssin opiskelijoille, jossa kysyttiin mielipiteitä projektioppimisen ilmapiiristä, työmäärästä, motivaatiosta ja kehittämiskohteista. Kyselyyn vastasi 19 opiskelijaa.

ILMAPIIRI

1. Hyvä, vapaus tehdä asiat itsenäisesti
2. Hyvä ja rento
3. On ollut myönteinen ja innostava. Toisinaan kireä tiimin sisällä, kun kaikki eivät ole sitoutuneet toimintaan kunnolla.
4. Rento ja ”ammattimainen”
5. Hyvä
6. Kannustava, innostava, erittäin positiivinen, opettavainen
7. Mukava, rento ja vapaa
8. Loistava
9. Hyvä, rento, letkeä
10. Hyvä porukka = Hyvä ilmapiiri
11. Huono, sekava ja epä johdonmukainen projektin ohjaus
12. Rento ja vapaa, mutta hallittu
13. Hyvä, rento, antaa ideoita myös muuhun (innovatiivinen), kannustava
14. Loistava, hauskaa on ollut. Hyvä ryhmä.
15. Hyvä ilmapiiri. Saa kritiikkiä ja palautetta ja sitä voi myös antaa.
16. Ilmapiiri tunneilla omassa ryhmässä ihan hyvä. Muutaman kanssa ei saa oikein tehtyä mitään.
17. On ollut ainakin omassa tiimissä hyvä.
18. Innostunut, motivoitunut, tiimityöhön kannustava
19. Ilmapiiri on hyvä ja kannustava

Yhteenvetoa ilmapiiristä:

Ilmapiiri koettiin hyväksi ja rennoksi sekä kannustavaksi ja motivoivaksi. Ainoastaan yksi vastaaja oli sitä mieltä, että ilmapiiri on huono.

TYÖMÄÄRÄ

1. Sopiva, varsinkin 2. periodista lähtien, kun saatiin torstaipäivä kokonaan projektille, on työmäärä suhteessa käytettävään aikaan ok.
2. Töitä tulee mielestäni olemaan paljon suhteutettuna 3 opintopisteeseen jota kurssista saa. (Huom! väärinymmärrys oikaistu)
3. Työmäärä on sopiva. Ei ollenkaan mahdoton toteuttaa viidellä henkilöllä, jos kaikki hoitaa oman ruutunsa.
4. Työtä luonnollisesti paljon, riippuu tiimin jäsenten valmiuksista / motivaatiosta
5. Normaali, sopiva.
6. On suuri, mutta ei maailmaa kaatava.
7. Sopivasti saa tehtyä kerran viikossa riittää ehkä sopivasti.
8. Sopiva
9. Suhtkoht vähäinen, mutta aina saanut jotain tehdä.

10. Työmäärä asiallisesti määritelty, ei tarvitse rehkiä liikaa, mutta töitä saa tehdä. Aikaa jää uuden oppimiseen.
11. Liikaa. Työmäärä jakautuu yhdelle tai kahdelle tiimin jäsenelle ja loput eivät ota vastuuta projektista.
12. Sopiva, ryhmän kesken jaettavissa.
13. Kohtalainen, ei ongelmia tehtävien palautusten tai tekemisen kanssa.
14. Sopiva. Aikaa on riittävästi ja tehtävien jako toimii.
15. Töitä on paljon, mutta ei kuitenkaan liikaa. Yhteistyöllä ja töiden jakamisella selviää.
16. Välillä työmäärä on aika paljon, toisaalta tulee motivaatiota ja osaamisen puutteen takia tehtyä suhteessa vähän.
17. Työmäärä on ollut sopiva, voisi olla vaikka enemmänkin.
18. Projektista riippuen sopiva – Kohtuuttoman suuri. Järki käteen ja homma pysyy hanskassa.
19. Työmäärä on riittävä, mutta sitä voisi olla enemmän.

Yhteenvetoa työmäärästä:

Enemmistön mielestä työmäärä on ollut sopiva, mutta joukosta löytyy myös heitä, joiden mielestä työmäärä on liian iso, mutta hallittavissa, toisaalta taas joidenkin mielestä työmäärä voisi olla suurempikin. Joillekin tuntui olevan vielä epäselvää projektiopetuksesta saatavien opintopisteiden määrä. Työmäärän suuruus tuntui riippuvan myös ryhmän toimivuudesta ja töiden jakautumisesta ryhmän kesken.

MOTIVAATIO

1. Meidän tiimin motivaatio hyvä.
2. Koska saa tehdä jotain konkreettista itse suunnittelusta valmistamiseen luo mielenkiintoa ja motivaatiota oppimiseen.
3. Itseäni tällainen opetustapa motivoi huomattavasti enemmän kuin perusopetus. Toimintatapa on kuitenkin lähellä oikeaa työelämää, vaan kaikki opiskelijat eivät tunnu tajuavan sitä.
4. Vaikeammissa vaiheissa pieniä ongelmia, tuntuu ettei osaaminen riitä.
5. -
6. On suuri, koska koneenpiirustus on kuin harrastus, työstäminen luonteenvika, suunnittelu veressä, koneiden ja laitteiden anatomian tunteminen pakkomielle.
7. Hyvää kun pääsee tekemään itse alusta asti ja vapaasti.
8. Hyvä.
9. Parantaa varmasti jokaisen motivaatiota opiskeluun.
10. Motivaatio jokaisen henkilökohtainen asia.
11. Tämänlainen sekava ja epäjohdonmukainen projekti ei motivoi.
12. Kilpailu motivoi, ryhmä myös. Toimiva, jos hyvä ryhmä.
13. Käytännönläheisyys tuo innostusta projektiin ja uuden oppimiseen sekä keksimiseen.
14. Hyvä, paljon hauskeempaa kuin tavalliset luennot.

15. Löytyy, tekeminen motivoi hyvin.
16. Kun hommat onnistuu ja sujuu motivaatiota löytyy, välillä kun mikään ei suju ei löydy motivaatiotakaan.
17. Itsellä motivaatio on ollut hyvä. Hyvää vaihtelua normaaliin tuntiopetukseen tällainen projektioppiminen.
18. Korkealla. Loistava tapa yhdistää eri oppiaineet yhdeksi kokonaisuudeksi. Nykyaikainen tapa opiskella.
19. Oma oppiminen ja oivaltaminen kannustaa.

Yhteenvetoa motivaatiosta:

Yleisesti motivaatio näyttäisi olevan ihan hyvä, motivaatiota tuo erityisesti vapaus, että pääsee itse tekemään. Lisäksi kilpailu luo lisää motivaatiota. Muutama negatiivinenkin kommentti löytyi joukosta. Ryhmän tiimihengellä näyttäisi olevan myös vahva yhteys motivaatioon.

KEHITTÄMIKOHTEET (OPISKELIJA/OPETTAJA)

1. Alussa ohjausta selkeämmäksi. Projektin rajat eli ajoneuvoon tulevat materiaalit, valmistusmahdollisuudet, ym. jutut pitää tietää ennen kuin kulkupeliä ruvetaan suunnittelemaan. Nytkin teimme ainakin 3 kuvaan, kun sitten selvisi ettei sellaisia voi valmistaa tai valitsimme sellaista materiaalia, mitä ei käytetä. Samoin radan paikka ja mitat pitäisi tietää etukäteen ja sopia kuka ne päättää.
2. Varsinkin ensimmäisen vuoden projektissa pitäisi tarkemmin neuvoa vaiheet joilla mennä eteenpäin. Liikaa jää opiskelijan varaan, että syntyykö mitään. Seuraavina vuosina voisi antaa vastuuta enemmän oppilaille, koska toiminta pitäisi olla jo tutumpaa.
3. Näin ensimmäisenä projektina, kun asia on opiskelijoille uusi, tehtävät voisi jakaa pienempiin kokonaisuuksina ja lyhyempinä jaksoina. Nyt kun on aikaa ”liikaa”, ei tapahdu mitään ja sitten tajutaan ettei enää keretäkään.
4. Teoriapuolta / harjoituksia esim. CAD-ohjelmista voisi tulla ennen projektia. Nykyisellään mielestäni liikaa itse oppimista.
5. -
6. Tunneilla esimerkkien soveltaminen projektiin esim. mekaniikka/statiikka.
7. -
8. Ei ole.
9. Oma kiinnostus.
10. Hyvin on asiat.
11. Tarkemmin suunniteltu ja valmisteltu ohjaus. Aikataulu ja suunnitelma muutoksia kesken projektia vähemmän (sellaisilla osa-alueilla joilla ne eivät ole välttämättömiä)
12. Oma taito
13. Enemmän käytännönläheisiä esimerkkejä opettajilta.

14. –
15. -
16. Opettajat voisivat kertoa enemmän mikä on mahdollista ja mikä ei.
17. Ei muuta kuin tehokkaammat koneet luokkiin, että solid works pelittää.
18. Opettajan osuus suuremmaksi, oppiminen onnistuu kyllä yrityksen ja erehdyksen kautta, mutta tehokas työskentely vaatii opettajan ohjausta.
19. -

Yhteenvetoa kehittämiskohteista:

Ohjausta toivottiin enemmän, sekä selkeyttä annettuihin ohjeisiin. Lisäksi toivottiin reunaehtojen parempaa/tarkempaa määrittelyä (esim. käytettävissä olevat materiaalit, radan mitat yms). Myös teoriaopetusta kaivattiin hieman lisää esimerkiksi CAD:n suhteen.

Lyhyt yhteenveto kyselyn tuloksista:

Kaiken kaikkiaan projektiopetukseen on suhtauduttu hyvin myönteisesti. Projektioppiminen motivoi selkeästi opiskelijoita ja ilmapiirikin on pääosin ihan hyvä. Vastausten joukosta erottui selkeästi vain yksi aisaan negatiivisesti suhtautuva. Toki kehittämiskohteitakin seuraavaa vuotta ajatellen löytyy esim. aikataulujen, materiaalien, reunaehtojen määrittelemisessä sekä ryhmien muodostamisessa, sillä ryhmän yhteishengellä näyttää olevan hyvin suuri vaikutus motivaatioon.

LIITE 2: Opetukselliseen yhteistyöhön liittyvä tarinataulu, teemapäivä
4.11.2010

Tavoitteet	Historia	Nykyhetki	Tulevaisuus	Toimenpiteet
	Miten olemme aiemmin toimineet strategian toteuttamiseksi?	Miten jo tällä hetkellä toteutamme strategiaa?	Mitä meidän jatkossa tulisi tehdä strategian toteuttamiseksi?	Millaisia konkreettisia toimenpiteitä tarvitaan strategian toteuttamiseksi? Vastuuhenkilö?
Kurssisisältöjen muokkaaminen toisiaan ja projektioppimista tukeviksi. Mekatroniikasta yhteinen nimitävä tekijä. Täysin irralleen jäävien kurssisisältöjen karsiminen / järkevä integrointi kokonaisuuteen.	Yksittäisiä irrallisia toimenpiteitä ja haaveilua	OPS:n ja kurssien muokkaaminen projektioppimista tukeviksi	Kokonaisvaltaisempi kurssirakenteen tarkastelu	Luoda linjat, päivittää kurssien oppimistavoitteet, sitouttaa opettajat
Kehitetään voimannäyte yhteistyöstä (demo laite)	Yhteistyö nimellistä tai tuloksia ei ole näyttävästi esitetty	Hajanaisia ajatuksia	Tehtävä valinta; tehdäänkö näyttävä demolaite vai keskitytäänkö yritysprojekteihin (joista ei välttämättä tulokset tule suuren yleisön tietoisuuteen)	Järjestetään opiskelijoiden ideakilpailu, viehdään pilottiprojekti läpi testaten samalla yhteistyö- ja innovaatioputki-konseptin toimivuus

Tavoitteet	Historia	Nykyhetki	Tulevaisuus	Toimenpiteet
	Miten olemme aiemmin toimineet strategian toteuttamiseksi?	Miten jo tällä hetkellä toteutamme strategiaa?	Mitä meidän jatkossa tulisi tehdä strategian toteuttamiseksi?	Millaisia konkreettisia toimenpiteitä tarvitaan strategian toteuttamiseksi? Vastuuhenkilö?
Opiskelijoiden projektioppimisen ja kilpailuajatuk- sen jatkokehittäminen	Yksittäisiä, yhden opintojakson sisältöön liittyviä projekteja, joilla ei mitään yhteistä punaista lankaa	Konetekniikan projekti 1, LUT:n mäki- autoprojektikurssin suunnittelu	Entistä useam- pi- en kurssien in- tegrointi ja muokkaaminen projektioppimista tukeväksi	Kehitetään projekti- kilpailuja, esim. ”Joulella pisimmäl- le”, vähennetään perinteisiä luentoja, laitetaan opiskelijat tekemään työtä ja löytämään oivalluk- sia, varataan projek- tioppimiselle riittä- västi aikaa lukujär- jestyksiin, varmisteta- taan riittävät tilat, työkalut ja materiaa- lit suunnittelulle ja protojen rakentami- selle
Energia- ja sähkökäyttö- osaamisen välittäminen LUT → Sai- maan AMK	Sähköalan koulutus ollut jossain kanti- missa AMK:lla, LUT:lla ala ollut nousussa	Sähköalan koulutus lop- pumassa AMK:lta, LUT:lla vahvaa osaamista	Yhteistyön kautta AMK:n opiskeli- joille järjestyy mahdollisuus käydä energia- ja sähkökäyttöjen kursseja	Löydettävä yhteis- työn muodot kurssi- en järjestämisessä, sopivat opettajat, päättäjiin vaikutetta- va

Tavoitteet	Historia	Nykyhetki	Tulevaisuus	Toimenpiteet
	Miten olemme aiemmin toimineet strategian toteuttamiseksi?	Miten jo tällä hetkellä toteutamme strategiaa?	Mitä meidän jatkossa tulisi tehdä strategian toteuttamiseksi?	Millaisia konkreettisia toimenpiteitä tarvitaan strategian toteuttamiseksi? Vastuuhenkilö?
Opiskelijoiden motivointi	Motivointi usein puutteellista keksittyjen projektiaiheid tai muun hajanaisuuden takia	Projektioppimisen sisällyttäminen opintoihin, projektiaihteita teollisuudesta	Suurempien, useita osalualueita sisältävien kilpailullisia elementtejä sisältävien projektien läpivieminen, vastuun ja valinnanvapauden antaminen opiskelijoille	Kokonaisvaltaisen projektityöskentelyyn perustuvan innovaatioputken rakentaminen, jossa rohkaisua yrityksen perustamiseen
Kansainvälisyys / poikkitieteellisyys	Yksittäisten kurssien varassa, usein nimellistä, opiskelijavaihtoa jonkin verran	Opiskelijavaihtoa enenevässä määrin, aito poikkitieteellisyys vähäistä	Lyhyitä opiskelijavierailuja yhteistyökohteissa, poikkitieteellisten projektien järjestäminen	Lyhyiden opiskelijavierailujen ja -vaihtojen mahdollistaminen, osastorajojen ylittävien projektikurssien järjestäminen, erityisesti sähkömekaaniset sovellukset
Projektioppiminen / -opetuskokemusten rikastaminen Saimaan AMK:n ja LUT:n välillä	Ei juurikaan yhteistoimintaa, yksittäisistä projekteista kokemusta	Projektiopetusta on suunniteltu ja osin jalkautettu toiminnaksi	Yhdistetään voimia ja osaamista, kerättyä kokemusta jaetaan puolin ja toisin	Järjestetään yhteistyön mahdollistavia toimintatapoja ja käytänteitä, järjestetään opettajien teemapäiviä, kerätään palautetta, kokeillaan erilaisia ideoita ja toimintatapoja suunnitelmallisesti

Tavoitteet	Historia	Nykyhetki	Tulevaisuus	Toimenpiteet
	Miten olemme aiemmin toimineet strategian toteuttamiseksi?	Miten jo tällä hetkellä toteutamme strategiaa?	Mitä meidän jatkossa tulisi tehdä strategian toteuttamiseksi?	Millaisia konkreettisia toimenpiteitä tarvitaan strategian toteuttamiseksi? Vastuuhenkilö?
Paikallisen kilpailukykyisen erikoisosaamisen kartuttaminen ja tukeminen	Paikallisuus ei ole kovin vahvasti näkynyt OPS:n suunnittelussa, yritykset eivät ole tietoisia LUT:n ja AMK:n tarjoamista mahdollisuuksista	Tuulivoimaprofessuuri LUT:ssa, sähkötekniikan puolelta synnitetty paikalliskunnalle spin-off –yrityksiä.	Tutkimuksen ja projektien läpiviemisestä syntyvää osaamista pyrittävä hyödyntämään ja markkinoimaan osaamiskeskittymän rakentamiseksi	Löydettävä potentiaaliset ja tulevaisuuteen kurkottavat projekti-ideat, paikalliset yhteistyökumppanit, tiedotusta lisättävä, rahoittajia etsittävä

LIITE 3: Tutkimukselliseen yhteistyöhön liittyvä tarinataulu, teemapäivä
4.11.2010

Tavoitteet	Historia	Nykyhetki	Tulevaisuus	Toimenpiteet
	Miten olemme aiemmin toimineet strategian toteuttamiseksi?	Miten jo tällä hetkellä toteutamme strategiaa?	Mitä meidän jatkossa tulisi tehdä strategian toteuttamiseksi?	Millaisia konkreettisia toimenpiteitä tarvitaan strategian toteuttamiseksi? Vastuuhenkilö?
Paikallisen kilpailukykyisen erikoisosaamisen kartuttaminen ja tukeminen	Paikallisuus ei ole kovin vahvasti näkynyt OPS:n suunnittelussa, yritykset eivät ole tietoisia LUT:n ja AMK:n tarjoamista mahdollisuuksista	Tuulivoimaprofessuuri LUT:ssa, sähkötekniikan puolelta synnytetty paikalliskunnalle spin-off –yrityksiä.	Tutkimuksen ja projektien läpiviemisestä syntyvää osaamista pyrittävä hyödyntämään ja markkinoimaan osaamiskeskittymän rakentamiseksi	Löydettävä potentiaaliset ja tulevaisuuteen kurkottavat projekti-ideat, paikalliset yhteistyökumppanit, tiedotusta lisättävä, rahoittajia etsittävä
Koneiden ja tilojen yhteiskäyttö	olematon	Sekava, kokonaiskustannusmalli haittaa	Neuvottelut (joh-to)	Tehdään selvät toimintaohjeet
Opiskelijoiden projekti ja innovaatioputken rakentaminen (Monialaiset ryhmät)	Muutamia caseja tehty kummassakin korkeakoulussa	AMK:lla Inno-Mech projektin aikana toteutettu OPS-muutos: projektikursseja konetekniikassa jokaisella vuosikurssilla	Lisättävä monialaisuutta ja yhteistyötä	Yhteistyönä toteutettava tuotekehityskurssi (eri kurssit LUT/AMK) - vrt. Aalto Tuotekehitysprojekti -kurssi - Yritykset rahoittavat (pilotointirahaa hankkeista)

LIITE 4: Yritysyhteistyöhön liittyvä tarinataulu, teemapäivä 4.11.2010

Tavoitteet	Historia	Nykyhetki	Tulevaisuus	Toimenpiteet
	Miten olemme aiemmin toimineet strategian toteuttamiseksi?	Miten jo tällä hetkellä toteutamme strategiaa?	Mitä meidän jatkossa tulisi tehdä strategian toteuttamiseksi?	Millaisia konkreettisia toimenpiteitä tarvitaan strategian toteuttamiseksi? Vastuuhenkilö?
Sähkömekaniikan osakeskus	Muutamia hankkeita ollut (The Switch)	SaLUT-FCB, PMWG-2	Konetekniikan suuntautuminen "teknotroniikkaan" eli mekatroniikkaan	OPS-suunnittelu Suomalaiset Mech:n koneautomaatioon, Mech:lle koneen-suunnittelu?
Yritysyhteistyön jatkaminen	Projekti-insinööri vierailut n. 50 yrityksessä		Osaamisen markkinointi Nettisivuille "Palvelut yrityksille" yhteyshenkilö	Uusi kierros, tarjotaan aktiivisesti opiskelijoiden tekemiä projekteja
Yritysyhteistyön kehittäminen yhtä hyvin toimivaksi kuin Tanskassa (projektiopetus)		InnoMech yhteistyö VIAUC:n kanssa		Benchmarking Tanska + Saksa

Tavoitteet	Historia	Nykyhetki	Tulevaisuus	Toimenpiteet
	Miten olemme aiemmin toimineet strategian toteuttamiseksi?	Miten jo tällä hetkellä toteutamme strategiaa?	Mitä meidän jatkossa tulisi tehdä strategian toteuttamiseksi?	Millaisia konkreettisia toimenpiteitä tarvitaan strategian toteuttamiseksi? Vastuuhenkilö?
Kyky vastata yhdessä yritysten tuotekehitystutkimustarpeisiin	PMWG	PMWG-2, SaLUT-FCB	Konsortion osaamisen tekeminen tunnetuksi	Aggressiivinen markkinointi Yhteisprojektien hallinnan ja johtamisen kehittäminen <ul style="list-style-type: none"> - Työn jako - Aikataulut
Edistää maakunnan yritysten välistä yhteistyötä <ul style="list-style-type: none"> - verkostoituminen - osaamis-keskitymä 		Sähkömekaanisten osien valmistusta tehdään useassa alueen yrityksessä		Kartoitetaan kiinnostuneet yritykset Järjestetään yhteisiä tilaisuuksia

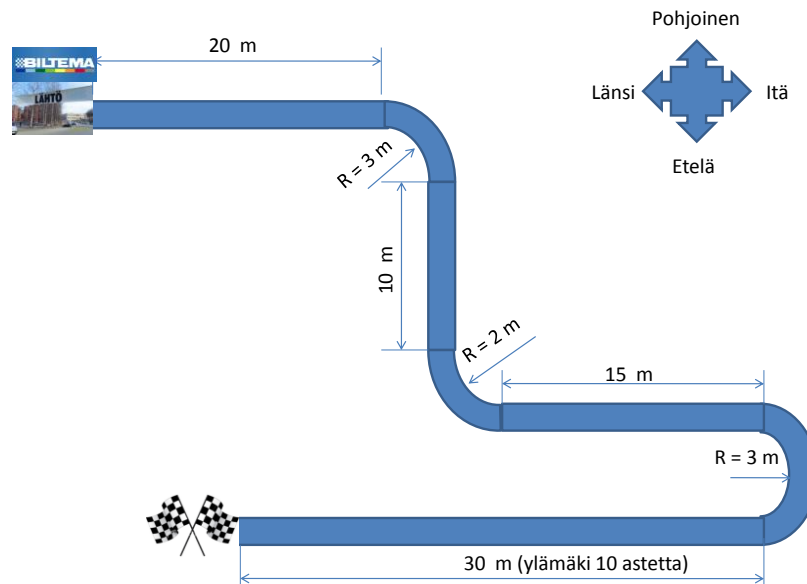
LIITE 5: Esimerkki projektikurssiin liittyvästä tehtävästä *Mekaniikan perusteet* -opintojaksolla..

Saimaan ammattikorkeakoulu **PROJEKTITEHTÄVÄ** 2010...2011
Tekniikan yksikkö / Kone- ja tuotantotekniikka
Mekaniikan perusteet
Tuntiopettaja Kimmo Kerkkänen

Mekaniikan perusteiden kurssilla on vapaaehtoinen projektikurssiin liittyvä tehtävä, jonka tekemisestä ryhmän jäsenet voivat saada 1...5 bonuspistettä välikoe- ja tenttitulokseen. Projektitehtävän tekeminen ei kuitenkaan ole edellytys Mekaniikan perusteiden läpäisemiseksi.

TEHTÄVÄ:

Määritä kuvassa 1 olevan radan ihanneaika ryhmänne suunnittelemaalle kulkuneuvolle.



Kuva 1. Projektitehtävään liittyvän radan kuvaus

Radan ja ympäristön ominaisuuksia:

- Radan leveys 3 m
- Radan pinta kuivaa asfalttia
- Radan viimeinen 30 m ylämäkeä, joka on 10° kulmassa vaakatasoon nähden
- Radassa ei ole kallistuksia
- Tuulen nopeus keskimäärin 5 m/s itään

Huomioitavia asioita ja vinkkejä:

- Mekaniikan kurssin oppisisältö ei ole riittävä tehtävän analyttiseen ratkaisemiseen
- Kunnianhimon mukaan huomioon otettavia asioita:
 - Teho
 - Voima
 - Momentti
 - Suoraviivainen liike
 - Käyräviivainen liike
 - Välitykset
 - Newton II
 - Hitausvoimat
 - Liike-, lepo- ja vierintäkitka
 - Ilmanvastus
 - Ajolinja
 - Hyrrävoimat
 -

Tehtävän suorituksena tulee palauttaa ytimekäs raportti, jossa ihanneaika ja sen määrittämiseen käytetyt menetelmät ja periaatteet soveltamisineen on esitetty. Raportin palauttamisen takaraja on 21.12.2010.