

Kimmo Kerkkänen - Jussi Söpanen - Heikki Turhanen

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

**Osa 1: Vahvuusalueiden ja resurssien selvitys TKI-
toiminnassa ja opetuksessa**



Saimaan ammattikorkeakoulun julkaisuja.
Saimaa University of Applied Sciences Publications.

Saimaan ammattikorkeakoulun julkaisuja
Sarja A: Raportteja ja tutkimuksia 18
ISBN 978-952-5714-43-2 (PDF)
ISSN 1797-7266

TIIVISTELMÄ

InnoMech-projektin päätavoitteena on luoda innovatiivisen ongelmalähtöisen projektioppimisen mahdollistava yhteistyömalli Saimaan ammattikorkeakoulun, Lappeenrannan teknillisen yliopiston sekä Kaakkois-Suomen yritysten välille.

Tavoitteena on rakentaa kokonaisuus, jossa opiskelijat oppivat työuralla edellytettäviä taitoja ja opettajat oppivat uudenlaista valmentajan ja sparraajan roolia. Lisäksi tavoitteena on, että yritykset oppivat tunnistamaan paikallisen yhteistyön mahdollisuudet ja korkeakoulut pystyvät vastaamaan tieto- ja taitokysyntään tuloksia tuottavalla ja mielekkäällä tavalla.

Projektin toimenpide A:n osassa 1 selvitetään yhteistyön eri muotoihin keskeisesti vaikuttavia asioita opetuksesta ja tutkimuksesta opetussuunnitelmien, vahvuusalueiden, tutkimushistorian ja resurssien osalta. Lisäksi perehdytään olemassa olevien vahvuusalueiden ja kehittämiskohteiden tunnistamiseen sekä projektin tavoitteiden kannalta olennaisten ongelmien ja haasteiden esiin tuomiseen.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	NYKYTILAN SELVITYS.....	6
2.1	Saimaan AMK	6
2.1.1	Opetussuunnitelmaselvitys	6
2.1.2	Resurssi- ja T&K -selvitys	8
2.2	Lappeenrannan teknillinen yliopisto / LUT Metalli	11
2.2.1	Opetussuunnitelmaselvitys	11
2.2.2	Resurssi- ja T&K -selvitys	14
3	SELVITYS VAHVUUSALUEISTA, KEHITTÄMISKOHTEISTA JA HAVAITUISTA ONGELMISTA.....	23
3.1	Vahvuusalueet	23
3.2	Kehittämiskohteet.....	24
3.3	Havaitut ongelmat ja haasteet	25
4	SELVITYS YHTEISTYÖN ERI OSA-ALUEISTA.....	26
4.1	Yhteistyömalliin soveltuvat kurssit	26
4.2	Opetus	28
4.3	Tilat	29
4.4	Laitteistot	29
4.5	Tutkimus	30
5	YHTEENVETO.....	31

1 JOHDANTO

InnoMech-projektin päätavoitteena on suunnitella yhteistyömalli kone- ja tuotesuunnittelun opetukseen sekä tutkimus- ja tuotekehitystoimintaan Saimaan ammattikorkeakoulun, Lappeenrannan teknillisen yliopiston sekä Kaakkois-Suomen yritysten välille. Yhteistyö koskee niin henkilö-, tila- kuin laiteresurssienkin järkipäristä hyödyntämistä ja käyttöasteen nostamista.

Projektin toimenpide A jakautuu kahteen pääosaan, joista ensimmäisessä tehdään esiselvitys eri osa-alueet kattavasta yhteistyömallista. Toisessa osassa jalkautetaan yhteistyömalli käytännön linjauksiksi ja toimenpiteiksi. Yhteistyömallin esiselvitys koostuu osapuolten opetuksen ja tutkimuksen nykytilan selvityksestä opetussuunnitelmien, vahvuusalueiden, tutkimushistorian ja resurssien osalta. Lisäksi paneudutaan olemassa olevien vahvuusalueiden ja kehittämiskohteiden tunnistamiseen sekä projektin tavoitteiden kannalta olennaisten ongelmien ja haasteiden esiin tuomiseen. Näiden perusteella luodaan linjat ja alustavat toimintamallit lupaavimmille yhteistyön muodoille eri osa-alueittain opetuksesta tutkimukseen. Selvitys palvelee myös 2011 toteutuvaa Saimaan ammattikorkeakoulun muuttamista Lappeenrannan teknillisen yliopiston alueelle, sillä selvitys luo toimintamalleja järkevien yhteistyömuotojen käyttöön ottamiseen ilman tarpeettomia viivytyksiä.

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.

2 NYKYTILAN SELVITYS

2.1 Saimaan AMK

2.1.1 Opetussuunnitelmaselvitys

Saimaan AMK:ssa suoritettava tutkinto on tekniikan ammattikorkeakoulututkinto eli insinööri (AMK). Tutkinnon laajuus on 240 op ja se koostuu seuraavista osioista:

- Perus- ja ammattiopinnot 195 op, joista 15 op vapaasti valittavia
- Harjoittelu 30 op
- Opinnäytetyö 15 op

Koulutusohjelman tavoitteena on, että opiskelijat opintojen jälkeen tuntevat ja hallitsevat koneenrakennuksen ja koneautomaation perusteet sekä tärkeimmät sovellukset. Valmistuneilla koneinsinööreillä on riittävät tiedot teollisen toiminnan ja luonnon välisestä riippuvuudesta, ympäristöteknologiasta ja työympäristöstä. He kykenevät myös kansainväliseen toimintaan ja omaavat työyhteisöissä tarvittavia yhteistyö- ja neuvottelutaitoja.

Konetekniikan opiskelu rakentuu vankalle luonnontieteelliselle perustalle, ja jo ensimmäisenä opiskeluvuotena opiskelijat saavat ammatillista opetusta teoreettisten perustaitojen lisäksi. Opinnoissa pyritään kehittämään ongelmakeskeistä ajattelutapaa ja hyödyntämään tietotekniikan sovelluksia insinöörin työkaluina.

Koulutusohjelmassa korostetaan ja kehitetään oma-aloitteisuutta, luovuutta ja kansainvälisen toiminnan vaatimia valmiuksia, jolloin työelämään siirtyvä henkilö pystyy soveltamaan opittuja asioita itsenäisesti jatkuvasti muuttuvassa ja kehittyvässä työympäristössä. Tätä kehitystä tuetaan opintoihin sidotun työharjoittelun ja opinnäytetyön avulla.

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman mukaiset opintojaksot, jotka tukevat InnoMech-projektia:

Tuotekehitys ja 3D-suunnittelu (KTE1281) 4,0 op

- Sisältö mm. tuotekehitysprosessin vaiheet, tuotekehityksen menetelmät ja työkalut. Opintojakso koostuu teoriaosasta ja parityönä tehtävästä harjoitustyöstä, jossa noudatetaan teoriaosuudessa opettuja tuotekehitysprosessin vaiheita ja kehitetään uusi tuote konseptitasolle. Harjoitustyön laajuus on 2 op.

Koneensuunnittelu I (KTE1533) 5,0 op

- Sisältö mm. toleranssisuunnittelu, tuotesarjojen suunnittelu, suunnitteluohjeita eri valmistusmenetelmille. Opintojaksoon sisältyy parityönä tehtävä harjoitustyö, jonka laajuus on 3 op. Harjoitustyön aiheet ovat yleensä teollisuudesta.

Koneensuunnittelu II (KTE1534) 5,0 op

- Sisältö mm. asiakastarpeiden huomioon ottaminen suunnittelussa, kokoonpanoystävällinen suunnittelu, laakeroinnin suunnittelu, koneturvallisuus. Opintojaksoon sisältyy ryhmätyö, jonka laajuus on 3 op. Lopputuloksena on dokumentaatio (piirustukset, raportit) laitteen valmistusta varten.

Konstruktiotekniikan erikoistyöt (KTE0689) 3,0 op

- Johdantoluento ja harjoitustyö, jossa suunnitellaan kone tai laite tuotekehitysprosessin mukaisesti.

InnoMech-projektin aikana suunnitellaan ja pilotoidaan Johdanto tuotesuunnitteluun -opintojakso, joka on tarkoitettu 1. vuoden opiskelijoille. Opintojaksolla suunnitellaan ja valmistetaan prototyyppi tuotteesta (esim. mäkiauto, polkupyörä tai muu lihasvoimalla toimiva kulkuväline). Opintojakson laajuus on 3 op, mutta suunnitelman mukaan projektityötä tehdään projektikurssin lisäksi koneenpiirustuksen, mekaniikan, valmistustekniikan ja materiaalitekniikan opintojaksoilla.

2.1.2 Resurssi- ja T&K -selvitys

2.1.2.1 Henkilöstöresurssit

Opetushenkilöstö ja heidän osaamisalueet:

Veli-Pekka Jurvanen	valmistustekniikka, hitsaus- ja levytyöt
Heikki Liljenbäck	materiaalioppi, mittaustekniikka, kunnossapito
Seppo Toivanen	statiikka, lujuusoppi, FEM, teräsrakenteet
Jukka Nisonen	koneenpiirustus, 3D-mallintaminen, suunnitteluohjelmistot
Jussi Sopanen	värähtelymekaniikka, tuotekehitys ja koneensuunnittelu
Timo Eloranta	projekti-opetus, hydraulikka pneumatiikka ja koneautomaatio
Simo Sinkko	tuotekehitys ja koneensuunnittelu, koneautomaatio

Laboratorio- ja tutkimushenkilöstö:

Olli Orkamaa	laboratorioinsinööri
Timo Pukki	laboratoriomekaanikko
Mikko Ruotsalainen	tutkimusinsinööri (aikuiskoulutus- ja palvelutoiminta)

2.1.2.2 Laboratorioiden tilat ja laitteet

Kone- ja tuotantotekniikan laboratoriot sijaitsevat tällä hetkellä ammattikorkeakoulun Kimpisen kampuksella. Laboratorioiden pinta-ala on yhteensä noin 500 m². Laboratorion laitteisto on esitelty liitteessä 1. Syksyllä 2011 laboratoriot aloittavat toimintansa Lappeenrannan teknillisen yliopiston ammattikorkeakoululle siirtyvissä, parhaillaan remontoitavissa tiloissa.

2.1.2.3 Nykyinen ja lähihistorian T&K -toiminta

Mittauksilla laatua – yritysten laaduntuottokyvyn parantaminen mittausten avulla -hanke

Projekti toteutettiin 1.8.2000–31.3.2004. Mukana projektissa olivat Saimaan AMK:n lisäksi: Mittatekniikan keskus MIKES, Tampereen teknillinen yliopisto TTY, Teknillinen korkeakoulu TKK sekä eri osavaiheissa yrityksiä maakunnasta ja muualta suomesta.

Projektin keskeiset tavoitteet olivat:

- mittausosaamisen tason nostaminen yrityksissä
- luoda edellytykset 3D-mittauksen opetukselle
- 3D-mittaustulosten parantaminen
- toleranssien oikeellisuuden toteaminen suurissa kappaleissa
- informaatioteknologian hyödyntäminen mittaustiedon käsittelyssä ja perustaa mittalaitteiden kalibroitipaikka.

Toimenpiteet ja tulokset: järjestettiin mittauskoulutuksia, joissa annettiin uutta tietoa 3D-mittauksista ja rakennettiin tietokoneavusteinen opetuspaketti. Näillä koulutuksilla pystyttiin nostamaan yritysten ja henkilökunnan osaamistasoa mittaustekniikassa. Mittaustulosten luotettavuutta parannettiin muuttamalla mittaustuloksia VRML 3D-mallinnus muotoon, joka mahdollistaa asiakkaan oman paremman mittaustulosten arvioinnin. Isojen kappaleiden toleranssien oikeellisuutta mitattiin 3D-laserseuraimella. Tuloksia verrattiin kappaleiden suunniteltuihin toleransseihin ja näin saatua tietoa voidaan hyödyntää esim. isojen kappaleiden suunnittelussa. Informaatioteknologia-osuudessa toteutettiin etämittaajärjestelmä ja ohjaamalla mittausparametreja tulosten avulla. Näin esim. etämittaustulosten hyödyntäminen on helpompaa yrityksille ja oppilaitokselle. Saimaan AMK:n tiloihin rakennettiin optinen kalibroitipaikka. Laitteisto käsittää mittapisteistön, mittaradan ja kojekalibroinnin.

Projektin päättymisen jälkeen toiminnot ja palvelut liitettiin osaksi Saimaan AMK:n yhteydessä toimivaan Etelä-Karjalan mittauskeskuksen toimintaan. Laitehankintoja hyödynnetään opetus- ja koulutustoiminnassa. Tutkimustuloksia hyödynnetään koulutuksissa ja seminaareissa. Optinen kalibrintipaikka jatkaa toimintaa mittauskeskuksen yhtenä palvelumuotona.

UUTEK – uuden teknologian kehittämishanke

Projekti toteutettiin 1.1.2004–30.6.2007. Mukana projektissa olivat Saimaan AMK:n lisäksi Mittatekniikan keskus MIKES, Tampereen teknillinen yliopisto TTY, Metso Paper Oy Rautpohja, Larox Oyj, Grönblom Oy Ab, Etelä-Karjalan YH-rakennuttaja Oy ja Etelä-Karjalan sairaanhoitopiiri (nykyisin Etelä-Karjalan sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus). Lisäksi projektissa oli mukana yrityksiä kouluttajan roolissa sekä tutkimuskohteita tarjonneita yrityksiä.

Projektin tavoitteena oli:

- kehittää uusia tiedonkeruun, -siirron ja -analysoinnin menetelmiä opetuksen ja palvelutoiminnan käyttöön,
- luoda menetelmä, kuinka seurata ja analysoida lämpötilan vaikutusta kohteessa tai kunnonvalvonnassa lämpökameran avulla,
- tutkia uusien materiaalien käyttöä mittalaitteissa esim. komposiitit,
- kouluttaa yrityksiä ja oppilaitoksia uuden teknologian käyttöönottoon,
- laajentaa palvelutoimintaa hyvinvointiteknologian testaustekniikkaan ja lanseerata uutta teknologiaa yrityksiin.

Toimenpiteet ja tulokset: tiedonkeruu ja -analysointi osioon hankittiin mittalaitteita, jotka mahdollistavat automaattisen ja suurien tietomäärien keräämisen. Laitteiden tietomäärät voivat olla valtavia. Näiden tietojen käsitteleminen ja mallintaminen vaatii paljon myös tietokoneelta. Kuvankäsittely on nykypäivän ja tulevaisuuden mittausmenetelmä ja sen lisääminen perusopetukseen lisää vaikuttavuutta sekä pitää opetuksen ajan tasalla. Lämpötilan vaikutusta mittauksiin tutkittiin ja lämpökamerasovelluksia löydettiin lisää. Komposiittimateriaaleista rakennettiin referenssimittanormaaleja, joista

tutkittiin lämpötilan vaikutusta pituuden muutokseen ja stabiilisuuteen. Projektin koulutuksia järjestettiin suunnitellusti, ja samalla lanseerattiin myös uutta teknologiaa. Hyvinvointiteknologian laitteiden testaus ja kalibrointitarve selvitettiin ja tehtiin selvitystyö laitenäkökulmasta.

Projektin päättymisen jälkeen toiminnot ja palvelut liitettiin osaksi Saimaan AMK:n yhteydessä toimivaan Etelä-Karjalan mittauskeskuksen toimintaan. Rakennettua koulutusmateriaalia ja tietokoneavusteista opetusmateriaalia hyödynnetään koulutuksessa. Erilaisten komposiittimateriaalien etsintää ja testauksia jatketaan oppilaiden päättö- ja harjoitustyönä. Yhteistyöyhteydet ja ohjausryhmän jäsenet hyödyntävät projektin tuloksia omassa toiminnassaan.

Permanent Magnet Wind Generator

Projekti toteutettiin 1.8.2008–31.12.2009. Tuulivoimageraattoreiden tuotekehitysprojekti, joka toteutettiin yhteistyössä LUT/Metallin ja LUT/Energian kanssa. Rahoituksesta 50 % oli Tekes rahoitusta ja 50 % The Switch Drive Systems Oy:n rahoitusta.

Projektin toimenpiteet liittyivät tuulivoimageraattoreiden mekaaniseen suunnitteluun ja mitoitukseen. Myös vetokokeita tehtiin generaattoreissa käytettävien materiaalien lujuuden selvittämiseksi. Projektiin osallistui henkilökunnasta 2 yliopettajaa ja laboratorioinsinööri sekä 16 opiskelijaa.

2.2 Lappeenrannan teknillinen yliopisto / LUT Metall

2.2.1 Opetussuunnitelmaselvitys

Lappeenrannan teknillisen yliopiston Teknillisen tiedekunnan LUT Metall - koulutusohjelman osaamisaloja ovat:

- Koneensuunnittelu
- Älykkäät koneet
- Teräsrakenteet
- Hitsaustekniikka

- Lasertekniikka
- Konepaja- ja levytyötekniikka
- Pakkaustekniikka
- Puutekniikka
- Materiaalitekniikka.

Tutkimuksen keihäänkärkinä ovat metallirakenteiden väsyminen, mekatronisen koneen dynamiikka ja laserhitsaus. InnoMech-projektiin on LUT:n puolelta yhteistyötä kaavailtu ensisijaisesti koneensuunnittelun, konepaja- ja levytyötekniikan sekä hitsaustekniikan osaamisalueiden kesken.

LUT Metallin koulutusohjelman opetussuunnitelmaa kehitetään parhaillaan lukuvuosille 2010–2012. Lukuvuonna 2009–2010 koulutus jakautuu kandidaatin (180 op) ja diplomi-insinöörin (120 op) tutkintoon. Kandidaatin tutkinnossa pääaineena on konetekniikka ja valinnaisina sivuaineina konstruktitekniikka ja valmistustekniikka. Kandidaatin tutkinto muodostuu yleisopinnoista (109 op), pääaineopinnoista (45 op), sivuaineopinnoista (vähintään 20 op) sekä vapaasti valittavista opinnoista (3–5 op). Diplomi-insinöörin tutkinto koostuu yleisopinnoista (21 op), pääaineesta, jossa vaihtoehdot ovat konstruktitekniikka ja valmistustekniikka (vähintään 60 op), vapaasti valittavasta sivuaineesta (vähintään 20 op) sekä vapaasti valittavista opinnoista (vähintään 10 op).

InnoMech-projektin osana toteutettavaan projektkurssiin liittyvät kurssit ovat kandidaatin tutkinnosta Teknisen suunnittelun peruskurssi 6 op (yleisopinnoissa), Hitsaustekniikan peruskurssi 5 op (pääaineopinnoissa) ja Lastuava työstötekniikka 5 op (pääaineopinnoissa) sekä diplomi-insinöörin tutkinnosta Tuotantotekniikan laboratoriotyöt (6 op) ja vapaasti valittaviin sijoittuva Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssi (4 op). Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssi perustetaan entisen Koneensuunnittelun työkurssin tilalle uuteen opetussuunnitelmaan. Kaikki kurssit ovat kestoaltaan kaksi periodia, eli yksi lukukausi. Kurssit sijoittuvat 2. opiskeluvuoteen lukuun ottamatta laboratorio- ja projektipäällikkökurssia, jotka ovat 4. vuoden kursseja. Teknisen suunnittelun peruskurssi, Tuotantotekniikan laboratoriotyöt ja Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssi ovat projektin keskeiset kurssit,

muiden kurssien harjoitustyöresursseja hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan.

3. opiskeluvuoden Koneensuunnitteluoppi -kurssi on perinteisesti ollut projektikurssi, jossa on hyödynnetty yrityskontakteja lähinnä Kaakkois- ja Etelä-Suomen alueilta. Tätäkin kurssia voidaan tarkastella mahdollisuutena opetusyhteistyössä ja opetuksen kehittämisessä. Keskeinen ongelma kaikissa yllä mainituissa, jo olemassa olevissa kursseissa, on suunnittelun ja valmistuksen eriytyneisyys: suunnittelukursseilla on vähän käytännön valmistusystävällisyyden huomioon ottamisen konkretisoimista konstruktiiivisella tasolla ja valmistukseen liittyvillä kursseilla taas suunnittelu on toisarvoisessa asemassa.

Vuoden mittaisen projektikurssin sisään ajaminen kandidaatintutkintoon ei tule onnistumaan, koska teknillinen tiedekunta tähtää kandidaatinohjelmien karsimiseen ja mahdollisesti jopa koko tiedekunnalle yhteisen kandidaatin tutkinnon muodostamiseen. Tämä tuskin toteutuu, mutta suunta on selvä. Sen sijaan kahden periodin mittaisen orientaatiokurssin järjestäminen 1. opiskeluvuodelle on pidemmän aikavälin tavoitteena, vaikka se aiheuttaa muutostarpeita monessa kohtaa jäykkää tutkintorakennetta järkevän kurssijärjestyksen takaamiseksi. Muutokselle on olemassa koulutusohjelman johtajan tuki, joten se toteutunee. Oletusarvoisesti siis InnoMechin tavoitteiden kannalta keskeiset kurssit ovat LUT:ssa 1., 2. ja 4. vuosikurssin opiskelijoille. 1. vuoden opiskelijoilla orientaatiokurssi toimisi motivaation herättäjänä tuleville kursseille. 2. vuoden opiskelijoilla on perusteet hallussa jo melko monipuolisesti koneenpiirtämisestä, mekaniikan kursseista sekä valmistustekniikan että teknisen suunnittelun perusteista sekä 4. vuosikurssin opiskelijoilla on valmiudet tietojen ja taitojen puolesta harjoitella suunnittelu-, valmistus- sekä projektipäällikkönä toimimista.

2.2.2 Resurssi- ja T&K -selvitys

2.2.2.1 Koneensuunnittelu

Erityisalueet: Monikappaledynamiikka, rakenteiden joustavuuden kuvaus, mallinnus, simulointi, järjestelmällinen koneensuunnittelu

Henkilöstöresurssit: 1 professori, 3 tohtoria, 6 tutkijakoulutettavaa / tutkijaa

Tilat & laitteistot: Liite 2.

Osaamis- ja palvelualueet:

- Värähtelymittaukset
- Moodianalyysi

Laboratorion henkilöstöresurssit: 1 tutkimusteknikko (yhteinen Älykkäiden koneiden laboratorion kanssa)

Nykyinen ja lähihistorian T&K -toiminta:

Koneensuunnittelun T&K -toiminta on keskittynyt rakenteiden joustavuuden kuvaukseen käytettävien teoreettisten menetelmien ja menetelmiä hyödyntävien sovellusten kehittämiseen sekä roottoridynamiikkaan. Käytännön sovelluksista merkittävimpiä ovat reaaliaikaisimulointia hyödyntävät koulutussimulaattorit sekä ihmisen kehon (lähinnä luurangon ja jänteiden) mallinnus mm. osteoporoosin ehkäisemiseen tähtäävien harjoitteiden analysoimiseksi. Koneensuunnittelun kursseilla on pitkä historia yritysyhteistyöstä erilaisista opiskelijoilla teetetyistä konstruktoiden ideointiin ja kehittelyyn liittyvistä projektitöistä.

2.2.2.2 Konepaja- ja levytyötekniikka

Erityisalueet: Nykyaikaiset valmistusmenetelmät, lastuava työstötekniikka, levytyötekniikka, tuotantoautomaatio, robotiikka, ja tuotannon tietojärjestelmien hyödyntäminen työstöprosessin näkökulmasta.

Henkilöstöresurssit: 1 professori, 2 tutkijaopettajaa, 7 tutkijakoulutettavaa / tutkijaa sekä projektikoordinaattori

Tilat & laitteistot: liite 2.

Osaamis- ja palvelualueet:

- Koneistusmenetelmät: sorvaus, jyrsintä poraus, tasohionta, sahaus
- Koneistukset sekä manuaali että NC-työstökoneilla
- Kappaleiden dimensioiden mittaus perinteisillä mittausvälineillä
- Pinnankarheuden mittaus
- Mittaus- ja tiedonkeruuympäristöjen rakentaminen (LabView)
- Koneistettavien kappaleiden 3D-mallinnus
- CAD/CAP-ohjelmointi (NC-työstökoneet)
- Levytyömenetelmät: laserleikkaus, lävistys, taivutus,
- Mekaaniset liittämistekniikat
- 3D-ohutlevyjen suunnittelu ja valmistus
- Levymateriaalien lävistettävyyden, muovattavuuden ja laserleikattavuuden levytyökeskuksella
- Levytyökeskuksen työkalut ja lävistysprosessi
- Uudet monikerroslevyjen valmistustekniikat
- Levyosien ja -kokoonpanojen laadunvarmistus
- Levytuotetehtaiden toiminnan kehittäminen

Laboratorioiden henkilöstöresurssit: 1 laboratorioinsinööri, 1 erikoislaboratoriomestari ja 2 laboratorioteknikkoa.

Nykyinen ja lähihistorian T&K -toiminta:

Laboratoriolla on tiivis yhteys ympäröivään yhteiskuntaan ja tutkimushankkeet perustuvat yhteistyöhön kappaleetavarateollisuuden ja muiden yliopistojen sekä tutkimusyksiköiden kanssa. Tärkeimmät tutkimusalueet ovat lastuavien työstöprosessien, levytyötekniikan ja kartongin jatkojalostuksen alueilla:

Lastuavat työstöprosessit (Konepajatekniikan laboratorio)

- Teräksen lastuttavuus
- Autoteollisuuden komponenttivalmistus
- Kartongin jatkojalostuksen työkaluvalmistus

- Lastuamisprosessin automaattinen reaaliaikainen seuranta, optimointi ja säätö
- Robotiikka- ja kappaleenkäsittelysovellutukset (FMS)
- Tuotannon tietojärjestelmät
- Levytyötekniikka (Levytyötekniikan laboratorio)
- Modernit ohutlevyosien valmistusmenetelmät
- Mekaaniset liittämistekniikat
- Joustava tuotantoautomaatio
- Conceptual-DFMA ja valmistettavuus / tuotettavuus
- Tuotannon tietojärjestelmät

Viimeaikaisia tutkimushankkeita

TuoHa 2, Tuotantotiedon hallinta (1.10.2007–30.9.2009)

Piirre2.0, Piirteisiin perustuvaa ohutlevykappaleiden tunnistus ja piirretietoon perustuva kustannuslaskenta (1.9.2007–31.12.2009)

FeedChip, Oppiva reaaliaikainen analysointi- ja säätöjärjestelmä sorvaukseen (v. 2005–2008)

FeedChip 2, Viimeistelysorvauksen analysointi- ja säätöjärjestelmä (v. 2008–2009)

2.2.2.3 Hitsaustekniikka

Erityisalueet: Hitsauksen robotisointi, kaarihitsauksen uudet sovellukset, hitsauksen laatu, hitsaustuotannon kokonaisvaltainen kehittäminen

Henkilöstöressit: 1 professori, 1 tutkijaopettaja, 1 tutkijakoulutettava, 1 projektipäällikkö

Tilat & laitteistot: Liite 2.

Osaamisalueet ja palvelumahdollisuudet:

- Materiaalien hitsattavuustutkimus

- Materiaalien testaus
 - rikkova ja rikkomaton (NDT) aineenkoetus
 - röntgen-, UÄ- ja tunkeumanestetarkastus
 - metallimikroskopia
 - metallografiset hieet
 - kovuusmittaus
 - mikro- ja makrokuvaus
 - materiaalien tunnistus
 - hitsausliitoksen menetelmäkoe
 - koesauvojen valmistus
 - veto-, isku- ja taivutuskoet
- Vaurioanalyysit ja -tutkimukset
- Hitsauksen prosessi- ja menetelmäkehitys
 - Prosessivertailu
 - Hitsausmenetelmän tehostaminen
- Hitsaustuotannon automatisointi ja robotisointi
 - Robotisoinnin kannattavuusselvitykset
 - Tuotteiden robotisoitavuusanalyysit
 - Robottihitsauskokeet ja -testaus
 - Nollasarjahitsaus
 - Robottiasemasimuloinnit
- Koulutuspalvelut
 - Materiaalitekniikka
 - Hitsausprosessit
 - Robotisointi
 - Terästen lämpökäsittely
- Pienimuotoinen laiterakentaminen

Laboratorion henkilöstöresurssit: 1 laboratorioinsinööri, 2 erikoislaboratoriomestaria, 0,5 laboratoriomestaria

Nykyinen ja lähihistorian T&K -toiminta:

Hitsaustekniikan tutkimuksen painopistealueita ovat:

- hitsausprosessit
- hitsauksen automatisointi ja robotisointi
- hitsauksen laatu
- hitsaustuotannon kehittäminen.

Tutkimustoiminnan käytännön muotona ovat tyypillisesti yritysten kanssa tehtävät projektit. Pienimuotoiset toimeksiannot tapahtuvat suoraan

kahdenkeskisesti. Sen sijaan laajemmat projektit ovat usein yritysten omia Tekes-avusteisia tutkimus- ja kehityshankkeita.

Hitsaustekniikan laboratorio osallistuu aktiivisesti myös Tekesin teknologiaohjelmiin. Laboratoriossa on käynnissä Vene-teknologiaohjelmaan liittyvä "Alumiiniveneen hitsauksen automatisointi" -tutkimushanke.

2.2.2.4 Lasertyöstö

Erityisalueet: Laserleikkaus, laserhitsaus, hybridihitsaus, laserlämpökäsittely

Henkilöstöresurssit: 1 professori, 2 tutkijaa

Tilat & laitteistot: Liite 2.

Osaamisalueet ja palvelumahdollisuudet:

- laserleikkaus
- laserhitsaus
- hybridihitsaus
- laserlämpökäsittely

Laboratorion henkilöstöresurssit: 1 laboratorioinsinööri, 1 laboratorioteknikko

Nykyinen ja lähihistorian T&K -toiminta: Laserhitsaus, laserleikkaus ja laserpintakarkaisu

Laserhitsauksessa fokusoidun lasersäteen muodossa oleva energia kohdistetaan liitoskohtaan, jolloin siinä oleva materiaali sulaa ja höyrystyy. Kyseessä on ns. avaimenreikä, eli key hole -hitsaus. Tehotiheys on tällöin luokkaa 10^6 W/cm². Jähmetyttyään pinnat muodostavat hitsin. Laserhitsauksen etuna perinteisiin hitsausprosesseihin verrattuna on fokusoidun lasersäteen hyvin suuresta tehotiheydestä johtuva suuri hitsausnopeus, jonka ansiosta hitsin leveys, lämpövyöhyke ja työkappaleen muodonmuutokset jäävät erittäin

pieniksi. Laserhitsi on tyypillisesti syvä ja kapea. Laserhitsin tunkeuma on tyypillisesti suuruusluokkaa 1–10 mm.

Laserleikkauksessa korkean tehotiheyden omaava lasersäde fokusoidaan työkappaleen pintaan, jolloin materiaali sulaa/höyrystyy. Sulanut/höyrystynyt materiaali poistetaan railosta lasersäteen suuntaisesti virtaavalla leikkauskaasulla. Kun tätä leikkaustapahtumaa liikutetaan suhteessa kappaleeseen, syntyy leikkausrailo ja kappaleen leikkautuminen. Laserleikkaukselle on tyypillistä suuret leikkausnopeudet. Laserleikkaus on pienen fokuspisteen ansiosta tarkkaa ja tehokasta.

Laserpintakarkaisussa karkaistava alue kuumennetaan lasersäteen avulla hyvin nopeasti austenoitumislämpötilaan, jonka jälkeen karkaistava alue sammuu erittäin nopeasti itsesammutuksena. Itsesammutuksessa lämpö johtuu karkaistavan kappaleen omaan massaansa, jolloin mitään sammutusainetta ei tarvitse käyttää. Laserpintakarkaisussa voidaan lämmöntuonti rajata hyvin tarkasti, jolloin vain halutut alueet saadaan karkaistua. Muu alue jää tällöin pehmeäksi ja sitkeäksi. Kokonaislämmöntuonti kappaleeseen ja muodonmuutokset jäävät erittäin pieniksi verrattuna perinteisiin karkaisumenetelmiin.

Viimeaikaisia tutkimushankkeita:

FabTech, Lasertekniikan hyödyntäminen mikromittakaavan prosessielementtien valmistuksessa (1.1.2009–31.12.2011)

ForMeri, Lasertyöstön telakkateollisuuden sovellusten teoreettinen tarkastelu, testaus ja kehitystoiminta. (1.2.2008–31.12.2010)

FUNC-MAMA, Lasersintrauksen tutkimus ja kehitys

JoyRem, Etäleikkaus laserilla (1.1.2009–30.6.2010)

2.2.2.5 Älykkäät koneet

Erityisalueet: Erikoisrobotiikka, erityisesti rinnakkaisrakenteiset robotit ja joustavat manipulaattorit, servojärjestelmien säätötekniikka, mekatronisten komponenttien ja järjestelmien mallintaminen ja simulointi, ihminen-kone-järjestelmät, koulutus-, tuotekehitys- ja viihdesimulaattorit.

Henkilöstöresurssit: 2 professoria, 3 tutkijakoulutettavaa / tutkijaa

Tilat & laitteistot: Liite 2.

Osaamisalueet ja palvelumahdollisuudet:

- hydraulikka-asennukset
- mittausinstallaatiot rajoitetusti

Laboratorion henkilöstöresurssit: 1 tutkimusteknikko (yhteinen koneensuunnittelun laboratorion kanssa)

Nykyinen ja lähihistorian T&K -toiminta:

Mekatroniikan tutkimusryhmä tekee tutkimusta mekatronisten koneiden suunnittelun, simuloinnin ja säädön alueilla.

Esimerkkejä mekatroniikan tutkimusryhmän tutkimushankkeista:

- Koneiden kvalitatiivinen virtuaalisuunnittelu
- Tilastolliset ilmiöt koneiden virtuaalisuunnittelussa
- Psykomekatroninen lähestymistapa koneiden virtuaalisuunnittelussa
- Kuva- ja kosketustiedon yhdistäminen robotiikassa

2.2.2.6 Teräsrakenteet

Erityisalueet: Teräsrakenteiden vaativa suunnittelu ja lujuustekninen tarkastelu, erityisesti rakenteiden väsymistutkimus

Henkilöstöresurssit: 1 professori, 2 tutkijaopettajaa, 3 tutkijakoulutettavaa / tutkijaa

Tilat & laitteistot: Liite 2.

Osaamisalueet ja palvelumahdollisuudet:

Vaativa FE-laskenta, laboratoriotestaukset ja -mittaukset:

- Hitsattujen rakenteiden optimointi -foorumi yrityksille (HRO)
- Hitsausliitosten staattinen kestävyys ja väsymiskestävyys
- Hitsattujen rakenteiden eliniän pidentäminen
- Ohutseinäisten rakenteiden stabiilius ja vinoutumisilmiöt
- Putkipalkkirakenteiden liitosten kestävyys
- Valmistusprosessien simulointi

Laboratorion henkilöstöresurssit: 1 laboratorioinsinööri, 4 erikoislaboratoriomestaria

Nykyinen ja lähihistorian T&K -toiminta:

Tutkimusaiheita:

- Hitsausliitosten staattinen kestävyys
- Hitsausliitosten väsymiskestävyys
- Rakenteen dynaamiset kuormitukset
- Hitsattujen rakenteiden jännityskonsentraatiot (FE-analyysit)
- Väsymiskestävyyden laskentamenetelmät
- Putkirakenteiden liitosten kestävyys
- Ohutseinäisten rakenteiden stabiilius
- Ohutseinäisten rakenteiden vinoutumisilmiöt

Meneillään olevia tutkimushankkeita:

- Jäännösjännityksen vaikutus särön käyttäytymiseen kylmämuovatussa rakenneosassa

Valmisteilla olevia tutkimushankkeita:

- Perusaineen väsymisominaisuuksien selvittäminen
- Hitsin laatu ja väsyminen
- Hitsausmuodonmuutosten ja -jännitysten ennustaminen ja hallinta

Päätyneitä tutkimushankkeita:

- Tavoitetutkimus "Hot spot -menetelmä hitsausliitosten väsymisanalyysiin"

- Tuotekehitysprojekti "Väsymiskestävyyden parantaminen"
- Tuotekehitysprojekti "Pitkän kestoian hot spot -väsymiskestävyys"
- Tavoitetutkimus "Väsymiskestävyyden parantaminen ultraäänivasaroinnilla"

2.2.2.7 Puutekniikka

Erityisalueet: puuntyöstömenetelmät ja -koneet, sahojen mittaustekniikka ja laaduntuottokyky, terätekniikka, puun jatkojalostusteknologiat, puulevy- sekä puukomposiittiteknologiat.

Henkilöstöresurssit: 1 professori, 2 tutkijakoulutettavaa / tutkijaa

Tilat & laitteistot: Liite 2.

Osaamisalueet ja palvelumahdollisuudet:

- Esiselvitykset
- Yrityskoulutus
- T&K-palvelut
- Testauspalvelut
- Tuotteistaminen
- CNC-palvelut
- komponenttien valmistus
- Sahaus
- Höyläys
- Hionta

Laboratorion henkilöstöresurssit: 1 laboratorioinsinööri

Nykyinen ja lähihistorian T&K -toiminta:

Puutekniikan laboratorion tutkimuksellisia painopistealueita ovat mm. puuntyöstömenetelmät ja koneet, sahojen mittaustekniikka ja laaduntuottokyky, terätekniikka, puun jatkojalostusteknologiat, puulevy- sekä puukomposiittiteknologiat.

3 SELVITYS VAHVUUSALUEISTA, KEHITTÄMISKOHTEISTA JA HAVAITUISTA ONGELMISTA

3.1 Vahvuusalueet

Laboratoriot

Yhteistyön piiriin kuuluvien tahojen omistuksessa on monipuolinen ja pääosin käyttökelpoinen sekä riittävän ajantasainen laboratoriovarustus. Projektiin kuuluvat hankinnat ja muu tilojen kehittäminen edesauttavat edelleen laboratorioden monipuolisuutta ja käytettävyyttä.

Henkilöresurssit

Opetus-, tutkimus- ja laboratoriohenkilökunta on ammattitaitoista. Yhteistyön eri osapuolten henkilöresurssit ja osaamispääoma ovat riittäviä. Projektityöskentelyn hyödyntämiseen opetuksessa perehdytään niin omien kuin ulkopuolistenkin asiantuntijoiden opastuksella aina ulkomaisia yhteistyöoppilaitoksia myöten. Lisäksi olennaista on, että eri osapuolten visio ja tahtotila yhteistyön kehittämisestä on samansuuntainen. Yhteistyö on tavoitteita tukevaa, täydentävää ja rikastavaa.

Saimaan AMK:n opetussuunnitelma ja opetuksellinen yhteistyö

Saimaan AMK:n opetussuunnitelman muokkaaminen palvelemaan projektilähtöistä oppimista ja opetuksellista yhteistyötä projektin tavoitteiden mukaisesti on etenemässä hyvin. Kurssitarjonnan räätälöinti ja kurssien sisällön synkronointi kokonaistavoitteen ohjaamana konkretisoituu vastuullisten opettajien hyvin toimivana yhteistyönä. Myös Saimaan AMK:n ja LUT Metallin väliseen opetukselliseen yhteistyöhön on löytynyt lupaavia mahdollisuuksia.

Yhteistyö paikallisten yritysten kanssa

Saimaan AMK:lla ja LUT Metallilla on perinteisesti ollut runsaasti yhteistyötä paikallisten yritysten kanssa niin erilaisten tutkimusprojektien, opinnäytteiden teettämisen kuin kurssien harjoitustöidenkin muodossa. Näiden olemassa olevien henkilökohtaisten kontaktien keräämisen ja uusien yrityskontaktien etsimisen tuloksena saadaan aikaan eri osapuolten käytettävissä oleva

kontaktiverkosto, jonka avulla kerätään ja pidetään yllä yhteistä projektiaihepankkia eri tarpeisiin.

3.2 Kehittämiskohteet

LUT Metallin opetussuunnitelma ja opetuksellinen yhteistyö

LUT Metallin opetussuunnitelman muokkaaminen projektin tavoitteiden ohjaamana on huomattavan hankalaa. Kandidaatin- ja diplomi-insinöörivaiheen tutkintorakenteet ovat vielä muokausvaiheessa kaksiportaiseen rakenteeseen siirtymisen johdosta, mikä hankaloittaa pitkän linjan suunnittelua ja muutosten sisäänajoa. Myös LUT Metallin kurssien yhteistyön järkevän synkronoinnin ja yhteistyömuotojen löytäminen sekä toteuttaminen on haastavaa itse kurssien sisällön ja vakiintuneiden toteutustapojen takia. Tässä on kuitenkin päästy eteenpäin kohti integroitua projektimuotoista opetusta.

Yhteistyön jatkuvuuden varmistaminen 'vanhojen' yritysten kanssa sekä uusien yhteistyöyritysten löytäminen

Yritysten totuttaminen uusiin keskitettyihin ja järjestelmällisiin käytänteisiin ja toimintatapoihin entisten epämääräisten harjoitustyökyselyjen asemesta on hoidettava siten, että yritykset kokevat saavansa vanhojen perinteiden muuttumisesta lisäarvoa. Haasteena on tuoda esille selkeästi Saimaan AMK:n ja LUT Metallin tarjoamat monipuoliset mahdollisuudet tuotteiden ja yritysten kehittämisessä, uuden työvoiman löytämisessä sekä uusien menestystuotteiden ideoinnissa ja tuotteistuksessa.

Parhaiden toimintatapojen ja käytänteiden löytäminen

Projekti- ja opiskelijälähtöiseen toimintatapaan eteneminen on suuri askel perinteisestä opettajavetoisesta opiskelusta ja opettamisesta. Tähän valmistaudutaan opettajia kouluttamalla sekä muulla mahdollisella valmistautumisella. Muutosta ei voi kopioida suoraan jostain esimerkkikohteesta, vaan tapauskohtaista räätälöintiä tarvitaan mielekkään lopputuloksen saavuttamiseksi niin opetushenkilökunnan, opiskelijoiden kuin yhteistyöyritysten kannalta. Koko prosessi iteraatioineen vie useita vuosia, ennen kuin parhaat toimintatavat ovat löytyneet ja käytäntöön sulautuneet.

Tämä vaatii vastuullisilta tahoilta hyvää yhteistyötä sekä sitkeyttä ja asiaan uskomista.

3.3 Havaitut ongelmat ja haasteet

Eri osapuolten toimitilojen sijainti

Ennen Saimaan AMK:n ja LUT:n kampusten yhdistymistä syksyllä 2011 fyysinen välimatka (7 km) rajoittaa yhteistyötä. Saimaan AMK:n Skinnarilan kampukselle muuton jälkeen yhteistyö helpottuu. Tosin toimitilat tulevat sijaitsemaan eri puolilla kampuskompleksia, mikä voi haitata luontevaa yhteistyön kehittymistä ja monipuolistumista. Koneiden ja laitteiden sekä innovointitilan yhteiskäyttö asettaa hieman haasteita. Yhteistilojen puutetta voitaisiin kompensoida rakentamalla yhteinen innovaatioympäristö. Tätä ideoidaan parhaillaan LUT Metallille myönnetyn opetuksen laaturahan turvin.

Yhteistyöprojektien hallinnointi

Yhteistyöprojekteissa ja opiskelijatöissä yhteisissä tiloissa ja yhteisillä laitteilla on omat haasteensa, esimerkiksi koneiden käytön opastus ja valvonta, vastuut, velvollisuudet, iltatyömahdollisuuksien järjestäminen, kustannuksien jakaminen (materiaalit, ohjaus, valvonta..) sekä monet muut käytännön seikat. Projekteista koituvien kustannuksien ja hyötyjen, niin taloudellisten kuin tieteellisten, kohdistaminen on neuvoteltava huolellisesti eri osapuolten kesken.

Paikallisten yritysten pitkäaikainen sitouttaminen toimintaan mukaan

Perinteisesti ongelmana on ollut projektiaiheita säännöllisesti tarjoavien paikallisten yritysten vähäinen lukumäärä. Yritykset eivät ole kokeneet välttämättä saavansa odottamaansa hyötyä projekteista tai eivät ole olleet tietoisia kaikista mahdollisuuksista yhteistyöhön.

Tutkimusyhteistyön toteutus

Perusperiaate on selkeä Saimaan AMK:n ja LUT Metallin välillä, eli Saimaan AMK keskittyy tutkimuslaitteistojen ja prototyyppien suunnitteluun, piirtämiseen ja rakentamiseen LUT Metallin keskittyessä tieteelliseen ja vaativampaan tutkimukselliseen osaan projekteja. Käytännössä rajat eivät välttämättä ole

selkeitä ja monet käytännön toimintatavat vaativat muokkaamista ja hiomista toimivien kokonaisuuksien saavuttamiseksi. Myös tieteellistä arvoa sisältävien tutkimusprojektien löytyminen voi olla haasteellista.

Nykyisen InnoMech-projektin lyhyt kesto

Koneensuunnittelun yhteistyömallin käytännön tasolle jalkauttamista ei ehditä toteuttamaan vuoden 2010 loppuun mennessä. Nykyisessä projektissa rakennetaan suuntaviivat ja kehykset sekä muu tarpeellinen pohjatyö toiminnan käynnistämiseksi, mutta yhteistyön testaus käytännön toimintana jää ohueksi ja vaillinaiseksi. Periaatteiden ja suunnitelmien toteutus vie aikaa sekä vaatii muutoksia ja räätälöintejä käytännön tekemisestä saatavan palautteen ohjaamana.

4 SELVITYS YHTEISTYÖN ERI OSA-ALUEISTA

4.1 Yhteistyömalliin soveltuvat kurssit

Koneensuunnittelun opetukseen Saimaan ammattikorkeakoululla ja LUT Metallilla liittyvät kurssit on esitetty taulukossa 1. Kurssit räätälöidään palvelemaan projektilähtöistä opetusta, jossa opiskelijoilla on suuri vastuu omasta oppimisestaan. Lisäksi mahdollisuuksien mukaan otetaan huomioon erilaiset yhteistyömahdollisuudet mm. liiketalouden ja viestinnän opetuksen kanssa.

Taulukko 1. Projektioppimisen piiriin sisältyvät kurssit

Kurssi	Opintopisteet	Ajankohta	Arv. opiskelijamäärä
Konetekniikan projekti 1 (Saimaan AMK)	3	1. vsk. koko lukuvuosi	25
Konetekniikan projekti 2 (Saimaan AMK)	3	2. vsk. koko lukuvuosi	25
Tuotekehitys ja 3D-suunnittelu (Saimaan AMK)	4	3. vsk. 3. periodi	10
Konstruktiotekniikan erikoistyö (Saimaan AMK)	3	3.-4. vsk.	10
Koneensuunnittelu 1 (Saimaan AMK)	3	4. vsk. 1. periodi	25
Koneensuunnittelu 2 (Saimaan AMK)	3	4. vsk. 2. – 3. periodi	10
Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssi (LUT Metalli)	4	3.-4. vsk, kevät	10
Koneensuunnitteluoppi (LUT Metalli)	6	3. vsk, syksy	25
Teknisen suunnittelun peruskurssi (LUT Metalli)	6	1.-2. vsk, kevät	50

- Kurssien yhteistyö:
 - LUT Metallin Koneensuunnittelun projektipäällikkökurssin opiskelijat toimivat projektipäällikköinä Saimaan AMK:n konetekniikan projektikursseilla. Yhteistoiminnan käytännön seikat muuttuvat sujuvimiksi kampuksien yhdistymisien jälkeen.
 - Kurssien harjoitustöitä varten yhteinen aihepankki, johon kerätään aiheita alueellisilta yhteistyöyrityksiltä.
- Kurssimuutokset: pyritään vähentämään perinteistä luennointia ja sitomaan asioiden opetus käytännön tilanteista nousevien kysymysten ja ongelmien ratkaisemiseen, pyritään toteuttamaan ongelmalähtöistä opetusta ja välttämään valmiiden vastausten antamista. Opettajan rooli valmentajana korostuu.
- Projektin johtamista ja projektipäällikkönä toimimista opettamaan kutsutaan mahdollisesti vieraileva luennoija, esimerkiksi Markku Pentikäinen (kirjoittanut mm. kirjan Ensiaskleet esimiehenä)

4.2 Opetus

- Ongelmana voi olla LUT:n johdon linjaus opetuksen pitämisestä erillään LUT:ssa ja Saimaan AMK:ssa.
- Järkevää olisi kuitenkin opetusresurssien tarkoituksenmukainen käyttäminen esimerkiksi teknisen suunnittelun metodiikan (ja muiden vastaavien selvästi yhteisten teemojen) opetuksessa, eli karsittaisiin päällekkäistä opetusta.
- Ristiin opetus rikastaisi opetusta, asiantuntijaopettajat käyvät vastavuoroisuusperiaatteella pitämässä opetusta toistensa ryhmille.
- Mahdolliset vierailijaluennot olisivat yhteisiä.
- Prototyyppien rakentaminen ja muu koneiden käyttöä vaativa tekeminen tarvitsee valvontaresursseja, mikä on otettava huomioon opetusresursseja määriteltäessä.

4.3 Tilat

- Saimaan AMK:n protopaja ennen muuttoa LUT:n yhteyteen toimii nykyisissä Saimaan AMK:n tiloissa → Hyödyntäminen LUT Metallin opintojaksoilla vaikeaa ennen muuttoa.
- LUT Metallin innovointiympäristö toteutetaan suuremman LUT:n tilojen remontin yhteydessä, mahdollisesti jossain määrin jo aiemmin. Hankkeeseen on myönnetty 35 000 € opetuksen laaturahaa. Tilan ideointi ja suunnittelu toteutetaan joko kandidaatin- tai diplomityönä. Etsitään malleja ja esimerkkejä erilaisista toteutetuista innovointiympäristöistä (Chalmers yms.).
- Muut LUT Metallin laboratoriot: Professori Aki Mikkola neuvottelee laboratorioden yhteiskäyttömahdollisuuksista LUT Metallin osastonjohtaja Juha Variksen kanssa. Käyttöasteen suhteen ongelmia ei pitäisi olla, kustannusten ja käyttöajan jakamiset ja vastaavat seikat tuottanevat haasteita.

4.4 Laitteistot

- Koneensuunnittelun laboratorioden keskeiset laitteet:
 - Saimaan AMK:n kunnonvalvonta- ja mittaustekniikan laitteisto, 3D-tulostin ja 3D-skanneri.
 - LUT Metallin moodianalyysilaitteisto (Pyritään kehittämään tulosten visualisointia Solid Works -ohjelmiston avulla, lisäksi mahdollisesti laitteiston teollisuustietokone vaihdetaan ajantasaisempaan).
 - Em. laitteistosta saisi koottua kokonaisuuden laitteiden ja rakenteiden analysointiin harjoitustöissä, opinnäytteissä ja teollisuusprojekteissa hyödynnettäväksi. Käyttäjäkoulutus olisi järjestettävä molemmin puolin.
- Lisäksi on heitetty ilmaan ajatus LUT:n konekannan luovuttamisesta Saimaan AMK:n käyttöön, mikä selkeyttäisi monia käytännön seikkoja yhteisissä projekteissa

- Muiden laboratorioiden laitteistojen hyödyntäminen koneensuunnittelun kursseilla kurssiyhteistyön kautta.

4.5 Tutkimus

- Selkeä tehtävänjako:
 - LUT Metalli: tieteellinen tutkimus, mallinnus, simulointi, teoreettisesti haastavimmat työvaiheet
 - Saimaan AMK: Protojen toteutus molempien osapuolien tarpeisiin, CAD-piirustukset, konstruktiosuunnittelu
- Tutkimuksen yhteistyölle tarvitaan sopiva pilottihanke, jonka mahdollistamiseksi tarvitaan rahoitusta. Eli käytännössä kyseeseen tulisi joko Tekes- tai EAKR -hanke.
- Pilottihankkeena voisi olla esimerkiksi MeVEA:n simulointiohjelmiston hyödyntäminen asiakasprojektissa (esim. Ramirentin henkilönostimen käyttäjäkoulutus)
 - LUT Metalli vastaa vaativammasta monikappaledynamiikan mallinnuksen suunnittelusta ja toteutuksesta
 - Saimaan AMK tuottaa CAD-piirustukset simulointiohjelmaan sekä rakentaa mallin ohjelmistolla. Myös ADAMS -ohjelmisto saatavilla Saimaan AMK:n käyttöön CSC:n kautta
 - Yritysosapuolet MeVEA ja Ramirent

5 YHTEENVETO

InnoMech-projektin päätavoitteena on luoda innovatiivisen, ongelmalähtöisen projektioppimisen mahdollistava yhteistyömalli Saimaan ammattikorkeakoulun, Lappeenrannan teknillisen yliopiston sekä Kaakkois-Suomen yritysten välille. Tämä edellyttää riittäviä tila-, laite-, henkilö- ja taloudellisia resursseja yhdessä motivoituneen ja visiouskollisen yhteistyöhengen kanssa. Lisäksi ammattikorkeakoulun ja yliopiston opintosuunnitelmat on räätälöitävä tarkoitusta vastaaviksi ja yhteistyöverkosto yritysten kanssa on luotava järjestelmällisesti pitkäjänteistä vuorovaikutusta palvelevaksi. Yhteistyön eri osa-alueille on löydettävä toimivimmat mallit ja käytänteet. Tämä tarkoittaa vahvuuksien tunnistamista, ongelmakohtien selvittämistä sekä haasteiden asettamista ja kohtaamista.

Tavoitteena on rakentaa aikaansa seuraava kokonaisuus, jossa opiskelijat oppivat työuralla edellytettäviä taitoja ja opettajat uudenlaista valmentajan ja sparraajan roolia. Samanaikaisesti yritykset oppivat tunnistamaan paikallisen yhteistyön mahdollisuudet ja voivat luottaa valmistuneiden osaamiseen. Korkeakoulut pystyvät vastaamaan tieto- ja taitokysyntään tuloksia tuottavasti ja mielekkäästi. Tämä kaikki vaatii tekijöiltä ja toteutukseen eri tavoin osallistuvilta sitoutuneisuutta, ennakkoluulottomuutta ja ennen kaikkea tahtoa viedä aloitettu muutostyö asetettuihin tavoitteisiin saakka.

Projektin toimenpide A:n osassa 1 on selvitetty yhteistyön eri muotoihin olennaisesti vaikuttavia asioita opetuksesta ja tutkimuksesta opetussuunnitelmien, vahvuusalueiden, tutkimushistorian ja resurssien osalta. Lisäksi on syvennytty olemassa olevien vahvuusalueiden ja kehittämiskohteiden tunnistamiseen sekä projektin tavoitteiden kannalta olennaisten ongelmien ja haasteiden esiin tuomiseen. Toimenpide A:n toisessa osassa keskitytään esiselvitystyön tuloksien jalkauttamiseen toimintamalleiksi ja käytänteiksi yhteistyön eri osa-alueilla.

LIITTEET

LIITE 1: Saimaan ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan laboratorioden tilat ja laitteistot

LIITE 2: Lappeenrannan teknillisen yliopiston LUT Metallin laboratorioden tilat ja laitteistot

Liite 1. Saimaan ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan laboratorioden tilat ja laitteistot

Valmistustekniikka

Koneistamo, 100 m²

- Työstökeskus Beaver V5
- Sorvi (manuaali) 16K20
- Pylväspora Arboga
- Vannesaha Ejvo
- Työkaluhiomakone 3D642E

Hitsaamo 100 m² (paja 35 m² + 65 m²)

- Mig-hitsauskone Kemppi, synnerginen pulssi
- Mig-hitsauskone Esab
- Puikkohitsauskone Kemppi Pro 4200
- Tig-hitsauskone Kempotig AC/DC 250
- Plasmaleikkauskone Esab
- NC-polttoleikkauskone SAF Multitome, ohjaus Burny 10, leikkauskoko 1550*2200mm

Koneautomaatiolaboratorio 100 m²

- Konenäköjärjestelmä
- Pneumatiikkakäyttöjen simulointi; Pneumatiikkapöydät Festo 6 kpl
- Hydrauliiikkakäyttöjen simulointi; Hydrauliiikkapöydät Festo 2 kpl
- Kenttäväyläjärjestelmä
- Taajuusmuuttajia; ohjelmoitavia
- Lineaarianturisovellukset
- Robottijärjestelmät; Nokia, Asea
- Robotiikan simulointijärjestelmät
- Tietokoneiluokka
- FMS-järjestelmä (Festo)

Koneensuunnittelu, konedynamiikan laboratorio 100 m²

- Vetokone; staattinen ja dynaaminen, Matertest FMT-ST/DYN
- Pakokaasuanalysointilaitteisto
- Mittaustietokoneet ja -ohjelmat
- Tasapainotuslaitteisto

- Värähtely- ja värinänalysointilaitteisto
- Hydraulikka-ajolaitteisto
- Polttomoottorikoeajolaitteisto
- Pinnankarheuden mittari
- Kalvopaksuusmittari
- Kovuusmittarit
- Perinteiset käsimittalaitteet
- Työkalu- ja valokuvamikroskoopit
- Dimension Elite 3D-tulostin, kappale koko 200* 200* 250mm
- Pieni tietokonealuokka 10 konetta

Energiatekniikka, koeajotila 30 m²

- Moottorit jarruissa 2kpl
- Pumppulaitteisto
- Lämmönvaihtimet
- Kompressori

Mittaustekniikka 35 m²

Laitteet, joita voidaan hyödyntää koneenrakennuksessa ja suunnittelussa:

- Laserseurain; suurten kappaleiden 3D-mittaus, kuten teräsrakenteet, työstökoneet, robotit
 - o Lasertracker Leica LTD-500
 - Tarkkuus: ± 0.005 mm
 - Käyttöetäisyys: 0 - 35 m
- Laserkeilain; suurten kohteiden ja muotojen 3D-mittaus ja mallinnus
 - o Leica HDS 3000
 - Keilain mittaa 4000 pistettä sekunnissa ja laserin tuottaman säteen halkaisija on 50 metrin päässä 4 - 6 mm
 - Suositeltava operointietäisyys on 0,5-50 metriä.
 - Mittauksen maksimikantama on 300 metriä, mutta tällöin ei enää pysytä valmistajan ilmoittamassa yksittäisen pisteen tarkkuudessa, joka on ± 6 mm
 - o Laserinterferometri Agilent 5519; tarkka pituuden mittaus 30 m:n saakka
 - o 3D-koordinaattimittauskone; pienten alle 1 m³:n kappaleiden muodon ja dimensioiden mittaus ja mallinnus
 - o Koordinaattimittauskone Mitutoyo Euro-C 776 Apex
 - Liikkeet: X-akseli-705 mm, Y-akseli-705 mm, Z-akseli-605 mm
 - Pikaliikenopeudet CNC: 1 akseli 8 -250 mm/s, 3 akselia 8 -480 mm/s
 - Mittausnopeus: 1 -3 mm/s
 - Kiihtyvyys: maksimi 1700 mm/s²

- Tarkkuus VDI/VDE 2617: $U1 = (2,9+3L/1000)$ mm, $U3 = (2,9+4L/1000)$ mm
 - Työkappale: maksimikorkeus 740 mm, maksimipaino 500 kg
 - Käyttölämpötila: 16...26°C
-
- Optinen 3D-mittalaite; pienet kappaleet
 - OPG SmartScope Flash 200
 - Nivelvarsikoordinaattimittauskone; teräsrakenteiden ja ohutlevyosien mittaus
 - Romer Armony 641
 - Mittausalue: 2700 mm halkaisijaltaan oleva alue (3600 mm maksimi)
 - Tarkkuus: $45 + 7 L / 1000$ mm ($80 + 20 L / 1000$ mm maksimi alue)
 - Ohjelma: G-pad -geometriaohjelma. Tulokset voidaan analysoida kohteen omassa koordinaatistossa.
 - Elektroninen tarkkavaaituskoje; korkoerojen mittaus teollisuudessa, rakentamisessa ja maanrakennuksessa
 - Robottitakymetri; teollisuuden, rakentamisen ja maanrakennuksen mittaus, merkintä, kartoitus
 - GPS paikannusjärjestelmä; merkintä ja kartoitus
 - Lämpökamera; lämpövuotojen selvitys
 - Endoskooppi; piilossa olevien rakenteiden tutkiminen:
 - Olympus iPlex mxR
 - Kaapelin paksuus: 6 mm
 - Kaapelin pituus: 3 m
 - Peitesyvyysmittari; betonin raudituksen paikallistaminen ja peitesyvyyden mittaaminen
 - Ultraäänimittarit; betonille ja teräkselle
 - GPS-laitteet; pisteiden mittaus ja paikannus (2007)
 - Geodeettisten kojeiden kalibrointi
 - Mittarata 30 m; tutkimus ja etäisyysmittareiden kalibrointi
 - Pyöröpöytä ja kollimaattori; kulmien kalibrointi
 - Mittapisteistö; 3D-mittalaitteiden seurantakalibrointi
 - Pituuden mittalaitteiden kalibrointi:
 - Pituudenmittauskone
 - Ympyrämäisyyden mittauskone
 - Mittapalojen kalibrointilaitteisto
 - Pituudenmittausanturit ja lisälaitteet

Fysiikan laboratorio

- Radonmittari; huoneilman ja maaperän radonmittaus
- Termoanometrit; ilmavirtojen mittaukseen

- Äänitasomittalaitteet
- Sähkötöiden kuormituspenkki
- Jännitysvenymäliuskamittari; kuormitusten ja jännitysten mittaaminen teräkselle, betonille ja lujitemuoville
- Fysiikan laboratoriotöihin liittyvä laitteisto
- Fysiikan sähkö ja elektroniikan töihin liittyvä laitteisto; esim. oskilloskooppi
- ATK-pohjaiset sähkö- ja fysiikan työt; jännite, virta, vastus, lämpötila, teho, kosteus, lämpösäteily jne.

Laboratoriohenkilöstön työhuone 35 m².

Liite 2. Lappeenrannan teknillisen yliopiston LUT Metallin laboratorioiden tilat ja laitteistot

Koneensuunnittelun laboratorio

Tilat: Koneensuunnittelun laboratorio

Tärkeimmät laitteistot ja ohjelmistot:

- Värähtelymittauslaitteisto
- Brüel&Kjær Pulse 3560 Multi-Analyzer analysaattori
- B&K 2635 varausvahvistin
- B&K kiihtyvyyssantureita
- B&K 4809 pienoistäristin
- B&K 2712 tehovahvistin
- B&K voima-antureita
- MEscapeVES Modal Pro –ohjelmisto

Konepaja- ja levytyötekniikan laboratorio

Tilat: Konepajatekniikan laboratorio: Tutkimus- ja opetuslaitteistoina ovat nykyaikaiset NC-työstökoneet, teollisuusrobotit, automaattivarasto ja monipuoliset CAD/CAP-ohjelmistot. Koneet on integroitu FM-järjestelmäksi, jolla voidaan simuloida kappaleiden valmistusta todellisuutta vastaavassa tuotantoympäristössä.

Laitteistot ja ohjelmistot:

- Vaakakarainen koneistuskeskus: Kitamura Mycenter HX-400iF (v.2005):
- CNC-sorvi: Puma 2500Y (v.2005)
- Pystykarainen koneistuskeskus: Leadwell FMC-1
- Teollisuusrobotti: Motoman ES 165N + lineaarirata TSI-2500-9 (v.2006)
- Automaattivarasto (Hänel, v.2006)
- Työkalujen esiasetuslaitteisto: Zoller V420
- Manuaalityöstökoneet: sorvi (2 kpl), yleisjyrsinkone, pystyjyrsinkone, hiomakone, säteisporakone
- Tyypilliset mittaustyökalut (mikrometrisarjat jne.)
- Työkalujen esiasetuslaitteisto

- 2D- ja 3D-kamerajärjestelmät
- EdgeCAM (NC-koneiden ohjelmointi)
- SolidWorks (3D-mallinnus)
- IGRIP (Robottien etäohjelmointi)
- QUEST (Simulointi)
- Virtual NC (Virtuaalikoneistus)
- DPM Assembly V5 (Kokoonpanojen hallinta)
- Catia 5 (3D-mallinnus)
- Machining Process Planning (Työstöprosessin suunnittelu)
- Camline FMS Järjestelmäohjain
- LEAN (Toiminnonohjausohjelmisto)
- Konenäköohjelmistot 2D ja 3D kamerajärjestelmille

Tilat: Levytyötekniikan laboratorio: Sijaitsee LUT:n ja VTT:n yhteisessä tutkimusrakennuksessa ”Tulevaisuuden Tehtaassa”. Laboratoriossa tehdään tutkimusta levytyötekniikan eri alueilla yhteistyössä ohutlevyalalla toimivien yritysten kanssa.

Laitteistot ja ohjelmistot:

Laitteistot soveltuvat levyosien (0.5-10mm) laserleikkaukseen, lävistykseen (maksimi levyvahvuus n. 6 mm) ja taivutukseen:

- Finn-Power LP6-laserlevytyökeskus
- Suuntaisleikkuri JS 12-3000, maksimi levyvahvuus 12 mm, maksimi leikkausleveys 3 m
- Särmäyspuristin LVD, särmäyspituus n. 3m
- Puriusliittämislaitteistot (TOX CEU 15)

NC-koneiden teknisiä tietoja:

Kitamura Mycenter HX-400iF, vaakakarainen koneistuskeskus

- Teho 15/18,5 kW
- Karanopeus 35-13 000 rpm
- Makasiini: 50 työkalupaikkaa
- Palettikoko: 400 x 400 mm
- Kuormituskyky: 400 kg
- Liikkeet:
- X-akseli 735 mm

- Y-akseli 610 mm
- Z-akseli 610 mm
- B-akseli 0.001-360 astetta
- Syöttönopeudet 0-50 m/min
- Automaattinen työkalun rikkotarkastus
- Karan läpi jäähdytys: maks 70 bar
- Ohjaus: Fanuc 16iMB

Daewoo Puma 2500 Y NC-sorvi

- Integroitu kara: 50-3500 rpm
 - Revolveri: 12 työkalupaikkaa
 - Pyörivät työkalut, teho 7,5 kW
 - Y-liike: +-50 mm
 - C-akseli
 - Maksimi sorvauspituus 500 mm
 - Kappaleen maks. halk. 330 mm
 - Ohjelmitava kärkipylkkä
 - Automaattinen työkalujen esiasetuslaitteisto
 - Robottipanostusvalmiudet
 - Ohjaus Fanuc 18iTB
-
- JETCAM-Expert-ohjelmisto levytyökeskuksen ohjelmointiin
 - CAD/CAP-ohjelmistot 3D-mallinnukseen ja levytuotteiden aukilevitykseen
 - SolidWorks

Hitsaustekniikan laboratorio

Tilat: Hitsaustekniikan laboratorio

Tärkeimmät koneet ja laitteet:

- Kaasukaarihitsaus
 - mig/mag (KemppiPro5200 jne) ja sen suurtehovariantit (T.I.M.E/Fronius ja CLOOS TANDEM) -tig (Mastertig 1600,...)
 - plasma (Esab DTD400 AC/DC, Hobart VPPA, L-TEC 404AC/DC)
 - mikroplasma (AGA PWM-6)
 - jauheplasma (ION PPAW)
- Muu hitsaus
 - jauhekaarihitsaus (Esab LAD1000)
 - tapitushitsaus (Cromp-ArcM16)
 - kitkahitsaus (Blacks FWH-12)
 - pistehitsaus (Kemppi KP22)

- termiittihitsaus
 - kaarijuotto
- Robottihitsausasema (FMS-LUT, 2006)
 - robotti MOTOMAN EA1900N (NX100-ohjain)
 - robottirata MOTOMAN TRDS-1950
 - 2-akselinen käsittelylaite MOTOMAN MT1-1000 S2X (maksimi 1000 kg)
 - Hitsausvarustus (Kemppi Pro4200 Evolution)
- Robottihitsausasema (FMU, 1992)
 - Robotti MOTOMAN K10S (ERC-ohjain)
 - Puoliportaairata 6 m
 - 1-akselinen käsittelylaite (maksimi 2000 kg)
 - 2-akselinen käsittelylaite (maksimi 500 kg)
 - Siirtovaunu + korkeavarasto (16 palettia)
 - Soluohjain
 - Hitsausvarustus (Kemppi PS5000)
- Rikkova testaus
 - vetokone WPM20 (200 kN, veto- ja taivutuskoe)
 - iskuvasara PSW30
 - kovuusmittalaitteet ZWICK3002 ja Wolpert HT2001
 - Implant-laitteisto
 - Pellinin pudotusvasara-koelaitteisto
 - Jominy-koelaitteisto Metaserv
- NDT:
 - röntgenradiografia RUP150/300-10-1-E
 - UÄ-laitteet USN50 (Krautkrämer) ja Sonic Mark IV
 - tunkeumanestetarkastuksen laitteet
 - magneettijauhetaikastuksen laitteet
 - särönmittauslaite CC-800B
 - ferriittipitoisuusmittari Feritscope MP3-6AB
- Metallografialaitteet:
 - hieiden katkaisulaite Discotom
 - hionta- ja kiillotusjärjestelmä TegraSystem 300
 - elektrolyyttinen kiillotuslaite Lectropol
 - metallimikroskoopit ZEISS ja Olympus PME
 - makroskooppi WILD M400
 - videoprintteri Mitsubishi P66E
 - digitaalikamera Olympus C-4040
- Lämpökäsittely:
 - kammiouuni Naber N7-H (kammion koko 245x120x310, maksimi lämpötila 1260 C)
 - kammiouuni Heraeus KR170E (170x90x290, maksimi 1150 C)
 - muhveliuuni Heraeus MR170E (170x90x290, maksimi 1000 C)
 - kiertoilmuuni Sarlin KI438 (400x300x800, maksimi 750 C)
 - kammiouuni Sarlin KA (250x155x600, maksimi 1000 C)
 - leijupatjauuni
 - suolakylpyuuni Sarlin L60501-B (halk.130x270, maksimi 1150 C)
 - öljysammutusallas

Laboratorion lämpökäsittelylaitteet soveltuvat käytettäväksi mm. karkaisussa, nuorrutuksessa, päästössä ja jännityksenpoistohehkuksessa.

Lasertyöstön laboratorio

Tilat: Lasertyöstölaboratorio, joka sijaitsee Tulevaisuuden tehtaassa. Samoissa tiloissa toimii VTT Tuotteet ja tuotanto sädetyöstöön (laser- ja elektronisuihku) keskittynyt Lasertekniikan ryhmä, mikä mahdollistaa joustavan LUT:n ja VTT:n laserlaitteistojen yhteiskäytön sekä yhteisprojektit lasertyöstön alalla.

Laitteistot:

- 6 kW Co2 laseri
- 5 kW kuitulaseri
- 2.7 kW CO2 laseri

Älykkäiden koneiden laboratorio

Tilat: Älykkäiden koneiden laboratorio.

Laitteistot:

- Hydrauliiikan paineantureita 0-250 bar 0-10V
- Virtausanturi -250 ... 250 l/min \pm 10 V
- 3 kpl Virtausanturi -60...60 l/min \pm 3 V
- 2 kpl Virtausanturi -150... 150 l/min \pm 3 V

Asema-anturit:

Vaijeritoimisia antureita:

- 1000 mm 0-10V
- 1250 mm 25,0169 pulssia/mm
- 8000 mm 6,1239 pulssia/mm

Kiihtyvyyssanturit:

- Vaisala SCA11 G-alue $\pm 1,2$ G
- Vaisala SCA15 G-alue -4...6 G
- Gyro
- Piezotoimilaite, range 300 μ m, työntö- ja vetovoima: 12500 N / 2000 N

Teräsrakenteiden laboratorio

Tilat: Teräsrakenteiden laboratorio.

Laitteistot:

- MEGA –kehä: 5 MN:n servohydraulinen kuormituskehä staattiselle ja dynaamiselle kuormitukselle. Megakehä soveltuu täysmittakaavaiseen staattiseen testaukseen ja harvojen kuormitusjaksojen väsytestaukseen.
- 400 kN –kehä: Servohydraulinen kehä, suurin staattinen voima on 400 kN. Keskimääräinen dynaaminen kuormitustaajuus n. 5 Hz voiman vaihteluvälin ollessa 320 kN ja siirtymän ollessa n. 1 mm. Kehän sisäleveys 2850 mm ja maksimi sisäkorkeus 3000 mm mitattuna ilman sylinteriä ja pöydän (450 mm) kanssa.
- Hertsi -kehät 2 kpl: Servohydraulisia kehiä, suurin staattinen voima on 150 kN.
 - 150 kN –kehä: Servohydraulinen kehä, suurin staattinen voima on 150 kN.
 - Veto (kita) –kehä: Servohydraulinen vetokehä 25-150 kN staattiselle kuormitukselle.
- 1000 kN puristuskehä lähinnä ohutlevyrakenteiden puristuskestävyyden määrittämiseksi varten (sauvan suurin pituus 7 m)
- Putkipalkkien K-liitosten kuormituskehä, missä mahdollisuus myös kylmiin olosuhteisiin aina -60°C saakka.
- T-uralattia
- T-urilla varustettu jännitysalusta erilaisten täysmittakaavaisten kuormitusjärjestelyiden rakentamiseksi.
- Vahvistimia ja suodattimia venymä-ym. mittauksia varten.
- Instrumenttinauhureita sekä venymäsignaalin prosessointilaitteita.
- Röntgendiffraktio -laite jännitysten mittaukseen.

Puutekniikan laboratorio

Tilat: Puutekniikan laboratoriolla on kaksi eri yksikköä: opetuslaboratorio Lappeenrannassa ja koetehdas Ruokolahdella. Lappeenrannan yksikkö sijaitsee yliopiston päärakennuksen yhteydessä. Ruokolahden yksikkö toimii puolestaan Ruokolahden Puntalassa.

Laitteistot: Laboratorion kone- ja laitekanta käsittää peruskoneiden (mm. oiko- ja tasohöylät, lineaarihöylä, tarkistussaha, vannesaha) lisäksi myös kaksi terätutkimusyksikköä; pyöröterien testausaseman ja pyöröterien jännitysmittalaitteen.