



**Jyväskylän yliopiston, VTT:n ja
Jyväskylän ammattikorkeakoulun
tutkimus- ja opetusyhteistyön
kehittäminen luonnontieteiden ja
tekniikan alalla**

Sami Räsänen
Virpi Rahikkala
Markku Kataja
Raimo Alén

21.1.2008

Johdanto.....	2
Lähtökohdat	4
1 Selvityksen kohdeorganisaatiot.....	6
1.1 Yleiskuvaukset.....	7
1.1.1 VTT (Valtion teknillinen tutkimuskeskus).....	7
1.1.2 Jyväskylän ammattikorkeakoulu (JAMK).....	7
1.1.3 Jyväskylän yliopisto (JY)	9
1.2 Selvitystyön rajaus ja tarkennettu toimintakuvaus	10
1.2.1 VTT	10
1.2.2 Jyväskylän ammattikorkeakoulu.....	11
1.2.3 Jyväskylän yliopisto	13
1.3 Toiminnallisia eroavaisuuksia	14
2 Vallitseva tilanne.....	15
2.1 Yliopiston ja VTT:n välinen yhteistyö.....	16
2.2 Yliopiston ja JAMK:n välinen yhteistyö.....	16
2.3 VTT:n ja JAMK:n välinen yhteistyö	17
3 Tutkimusyhteistyö ja sen mahdollisuudet.....	17
3.1 Paperi- ja prosessiala.....	17
3.2 Uusiutuva energia	18
3.3 Kiihdytinfysiikka	19
3.4 Tutkimusyhteistyöaiheiden yksityiskohtaiset kuvaukset	20
3.4.1 Paperi- ja prosessiala	20
3.4.2 Uusiutuva energia.....	21
3.4.3 Kiihdytinfysiikka	23
3.4.4 Muita T&K -toiminnan mahdollisuuksia	26
4 Koulutusyhteistyö.....	28
4.1 Koulutusyhteistyön taustaa.....	28
4.2 Opetuksen yleisiä piirteitä yliopistossa ja AMK:ssa	29
4.3 Koulutusyhteistyölle asetettavat tavoitteet.....	30
4.4 Koulutusyhteistyön käynnistäminen.....	31
4.5 Opiskelijavaihdon käytännön järjestelyihin liittyviä kysymyksiä.....	32
4.6 Koulutusyhteistyön sisältö ja opetettavat kurssit.....	33
4.6.1 Fysiikan menetelmäkurssit	33
4.6.2 Teollisuusfysiikka	34
4.6.3 Elektroniikan opetusyhteistyö.....	36
4.6.4 Soveltavan kemian opetusyhteistyö	39
4.6.5 Muita mahdollisia opintojaksoja.....	40
5 Korkeakouluyhteistyön mahdolliset ongelmat ja sen edellytysten parantaminen	41
6 Yhteenveto ja johtopäätökset	43
Liitteet.....	46

Johdanto

Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitokselle ja fysiikan laitokselle kohdennettiin rehtorin päätöksellä 18.12.2006 määräraha sektoritutkimuslaitos-yhteistyön ja yhteisten infrastruktuurien selvittämiseksi. Fysiikan laitoksella määräraha päätettiin käyttää yhteistyössä kemian laitoksen kanssa. Selvityksen työryhmäksi muotoutui professori Markku Kataja (soveltava fysiikka), professori Raimo Alén (soveltava kemia), FT Sami Räsänen (fysiikka) ja FM Virpi Rahikkala (kemia).

Varsinainen selvitystyö käynnistyi 1.8.2007 ja se rajattiin VTT:n Jyväskylän yksikön sekä Jyväskylän ammattikorkeakoulun kanssa tehtävän yhteistyön selvittämiseen. Ammattikorkeakoulun osalta selvitystyö tarkentui insinöörialoihin, eli tekniikan ja liikenteen - ja informaatioteknologian koulutusaloihin, sekä luonnonvarainstituutin toimintaan bioenergian osalta. Yliopistolta toiminnat rajattiin fysiikan ja kemian laitoksiin, erityisesti niiden soveltaviin tutkimusryhmiin, sekä uusiutuvan energian koulutusohjelmaan. Selvitys päätettiin käynnistää haastattelututkimuksena ja sen alkuperäisenä lähtökohtana oli tutkimusta ja infrastruktuureja koskeva yhteistyökartoitus. Käytännössä osoittautui kuitenkin, että yliopiston ja ammattikorkeakoulun yhteistyössä ehkä suurimmat tarpeet kohdistuvat itse asiassa opetukseen ja että opetuksen rajaaminen pois selvityksen piiristä johtaisi myös tutkimuksen ja infrastruktuurien osalta varsin keinotekoiseen rajaukseen. Tämän vuoksi myös korkeakoulujen välinen opetusyhteistyö otettiin selvitykseen mukaan ilman rajoitteita. Ensimmäisen haastatteluvaiheen päätteeksi järjestettiin yhteinen seminaari, jonka puitteissa osapuolet esittelivät omaa toimintaansa ja osaamistaan. Seminaarin jälkeen jatkettiin tarkentavia haastatteluja ja järjestettiin tapaamisia, joissa tavoiteltiin osin jo yhteistyön käynnistämistä joillakin osa-alueilla.

Lähtötilanteessa fysiikan ja kemian laitosten yhteistyö paikallisen VTT:n yksikön kanssa on aktiivisilta osiltaan mutkatonta ja siitä on jo paljon kokemusta. Korkeakoulujen välillä on aikaisempaa selvitystyötä tehty merkittävässä määrin ja hallinnollisella tasolla solmitut perussopimukset ovat olemassa. Teknisillä aloilla yhteistyö ei kuitenkaan toistaiseksi ole saavuttanut tarjoamaan konkreettisia muotoja. Tämän selvitystyön lähtökohdaksi otettiin solmitut yhteistyösopimukset ja strategiat sekä aiemmat yhteistyötä koskevat selvitykset ja sen tavoitteeksi asetettiin erityisesti konkreettisten yhteistyön lähtökohtien löytäminen. Selvitys pyrkii antamaan - tehdyn rajauksen puitteissa - kokonaiskuvan kohdeorganisaatioiden toiminnasta, olemassaolevasta yhteistyöstä sekä käytännön yhteistyötarpeista. Lisäksi hahmotettiin osin myös mahdollisia yhteistyömuotoja ja toimintatapoja sekä näkyvissä olevia yhteistyön esteitä. Tavoitteena oli, että selvitystä voitaisiin sen valmistumisen jälkeen käyttää apuna uusien yhteistyötahojen löytämiseksi ja käytännön yhteistyön aloittamiseksi kohdealueillaan.

Tämän raportin luku 0 sisältää tiivistelmän yhteistyön perustana ja tämän selvityksen lähtökohtina olevien sopimusten, strategialinjausten ja aiempien selvitysten sisällöstä. Luku 1 sisältää yleiset kuvaukset selvityksen kohteena olevien organisaatioiden toimintatavoista ja profiloitumisesta. Lisäksi esitetään selvityksen rajaus sekä täsmennetty kuvaus selvityksen kohdealueilta. Tiedot kappaleeseen on koottu mm.

www-sivuilta, esitelmistä ja organisaatioiden julkaisemista strategioista ja tiedotteista. Luvussa 2 kuvataan yhteistyön lähtötilanne selvityksen aloitushetkellä. Luvut 3 ja 4 sisältävät selvityksen varsinaiset tulokset tutkimustoiminnan ja opetuksen osalta. Luvussa 5 pohditaan lyhyesti yhteistyön potentiaalisia esteitä ja keinoja yhteistyön edellytysten parantamiseksi. Luvussa 6 esitetään tulosten yhteenveto ja johtopäätökset.

Lähtökohdat

Jyväskylän yliopiston (JY) yhteistyö sekä VTT:n että Jyväskylän ammattikorkeakoulun (JAMK) kanssa perustuu strategiaan yhteistyösopimukseen, joista sopimus VTT:n kanssa allekirjoitettiin 7.12.2006 ja sopimus JAMK:n kanssa 7.5.2007 (voimassa 31.12.2010 saakka, minkä jälkeen sitä on mahdollisuus tarkistaa uudeksi sopimuskaudeksi).

Sopimuksensa mukaan *"Jyväskylän yliopisto ja VTT ovat valinneet yhteistyön painoalueiksi prosessiteollisuuden sovellusten fysiikan ja kemian, mikro- ja nanoteknologian, informaatioteknologian sekä laskennallisen tieteen. Tavoitteena on yhteistyöalueilla edustaa kansainvälisen tutkimuksen kärkeä sekä eurooppalaista johtajuutta. Yhteistyömuotoja ovat verkostoituminen yhdessä kansallisiin ja kansainvälisiin tutkimusverkostoihin."*

JY:n ja JAMK:n välisen sopimuksen tavoitteena on *"Vahvistaa Keski-Suomen asemaa korkeakoulutuksessa, soveltavassa tutkimuksessa ja tuotekehitystoiminnassa. Yhteisen aluestrategian pohjalta syvennetään alueellista kehittämistyötä. Oppilaitosten tavoitteena on olla keskeisiä valtakunnallisia ja merkittäviä kansainvälisiä toimijoita."* Yhteistyön painopisteitä ovat *alueellisen kehitystyön lisäksi koulutuksen kehittäminen sekä resurssien hallinta ja infrastruktuuri."*

Yhteistyön ja myös tämän selvityksen eräänä lähtökohtana voidaan pitää yliopiston rakenteellisen kehittämisen toimenpideohjelmaa, jonka kappaleessa 3.4 "Yhteistyö sektoritutkimuslaitosten kanssa ja yhteiset infrastruktuurit" todetaan mm:

"Yliopisto luo vahvempia osaamiskeskittymiä tehostamalla yhteistyötä ja verkostoitumalla sektoritutkimuslaitosten kanssa. Yliopiston yksiköt rakentavat yhteisiä infrastruktuureja sektoritutkimuslaitosten ja ammattikorkeakoulun kanssa. Myös yliopiston sisällä tavoitellaan synergiaetuja organisaatorajat ylittävällä toiminnalla. Tarkoituksena on luoda Jyväskylään kansainvälisesti merkittäviä osaamiskeskittymiä sekä tutkimus- ja tuotekehitysinfrastruktuureja erityisesti uusille teknologia-aloille."

Tässä yhteydessä on syytä mainita lisäksi Keski-Suomen korkeakoulujen aluestrategia 2005–2009, jonka mukaan: *"Korkeakoulujen alueellisen yhteistyön perimmäinen tavoite on alueen elinvoiman edistäminen niin, että alueen osaamisperustainen kilpailukyky sekä yrittäjyys kasvavat ja tuottavat hyvinvointia. Saavuttaakseen tämän korkeakoulut kehittävät uusia toimintamalleja alueelliseen yhteistyöhön ja tarkentavat keskinäistä työnjakoaan tavoitteena strateginen kumppanuus. Keskeisenä tavoitteena on myös korkeakoulujen avoimuuden lisääminen."*

Toisaalta aluestrategia määrittelee korkeakoulu-yhteistyön yleiset periaatteet, jotka lyhyesti lueteltuna ovat:

- Korkeakoulujen keskinäinen yhteistyö perustuu eurooppalaiseen duaalimalliin ja sen mukaiseen vahvuuksien profilointiin ja sitä kehitetään strategisen kumppanuuden näkökulmasta.
- Toisen syklin tutkinnot (maisteriohjelmat ja ylemmät AMK -tutkinnot) suunnitellaan ja toteutetaan ensisijaisesti kummankin koulutusväylän sisäisinä.

- Tarvittavat siirtymäsäännöt ja periaatteet tutkintojen ja opintosisältöjen hyväksi lukemisesta korkeakoulusektorilta toiselle siirryttäessä muotoillaan opiskelijan kannalta oikeudenmukaisiksi ja valtakunnallisesti vertailukelpoisiksi.
- Opiskelijoita ei rekrytoida aktiivisesti vaihtamaan korkeakouluja kesken tutkinto-opintoja.
- Henkilöstön liikkumista ja opetuksen vaihtoa lisätään korkeakoulujen kesken opetuksen monipuolistamiseksi erilaisten koulutusprofiilien mahdollistamissa rajoissa.
- Korkeakouluyhteistyötä Keski-Suomessa kehitetään yliopiston ja ammattikorkeakoulun erilaisiin tehtäviin ja profiileihin perustuen. Perustutkimus, siihen pohjautuva soveltava tutkimus sekä akateeminen koulutus kuuluvat yliopistojen tehtäviin. Työelämälähtöiset koulutusohjelmat ja käytännönläheiset T&K -hankkeet puolestaan kuuluvat ammattikorkeakoulun tehtäväalueelle.
- Korkeakoulut kunnioittavat toistensa koulutuksen ja tutkimuksen ydinosaamisalueita sekä pidättäytyvät epäterveestä keskinäisestä kilpailusta niiden osalta. Uusista merkittävistä koulutusavauksista neuvotellaan keskenään ennen niiden tekemistä.
- Korkeakoulujen keskinäistä yhteistyötä lisätään ja tiivistetään erityisesti elinkeinoelämää ja aluekehitystyötä palvelevan koulutuksen ml. aikuiskoulutus, soveltavan tutkimuksen sekä kehittämistyön osalta pitäen kiinni em. erilaisista profiileista. Korkeakoulujen ja välittäjäorganisaatioiden verkostomaista työnjakoa täsmennetään lainsäädännön ja korkeakouluille asetettävien tavoitteiden muuttuessa.

Kuten edellä olevasta tarkastelusta ilmenee, yhteistyön yleinen perusta ja lähtökohdat on määritelty kattavasti erilaisissa sopimuksissa ja toimintastrategioissa. Tämän selvityksen tavoitteeksi onkin otettu suoraan yhteistyön käytännön toteutusmahdollisuuksien ja osin toimintatapojen kartoittaminen tarkoin rajatuilla teknologia-alueilla (katso kappale 1.2).

Viitaten edellä lainattuun yliopiston rakenteellisen kehittämisen toimenpideohjelmaan onkin jo lähtökohtaisesti ilmeistä, että VTT:n, JAMK:n ja JY:n yhteistyötä lisäämällä on mahdollista edelleen vahvistaa Keski-Suomen alueen keskeisille teknologia-aloille muodostuneita osaamiskeskittyviä. Esimerkiksi paperinkoneteknologian alalla JAMK on Suomen ainoa kyseistä insinööri-koulutusta antava ammattikorkeakoulu, fysiikan ja kemian laitoksilla on merkittävää alan perustutkimusta ja VTT:llä on Jyväskylässä maailman mittakaavassa ainutlaatuiset laboratorio- ja pilot -kokoluokan laitteistot paperinvalmistusprosessien tutkimukselle. Toisena esimerkkinä on uusiutuvan energian tutkimus, jolla on tärkeä asema sekä VTT:n, ammattikorkeakoulun luonnonvarayksikön että yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tutkimusprofiilissa. Ammattikorkeakoulun ja yliopiston yhteistyötä uusiutuvan energian alueella koordinoi sitä varten perustettu erityinen yhteistyöryhmä, jossa myös VTT:llä on edustus. Erityisesti bioenergian alalla korkeakoulujen välinen yhteistyö ja roolijako ovat vakiintuneet (katso kappale 2.2). Yhteistyöllä on siis vankka pohja, mutta toisaalta on selvää, että kaikkia sen mahdollisuuksia ei vielä ole käytetty hyväksi. Erityisesti tämä pätee korkeakoulujen välisen yhteistyöhön, joka konkreettisella tasolla on toistaiseksi ollut suhteellisen vähäistä teknisillä/luonnontieteellisillä aloilla. Poikkeuksen muodostaa edellä mainittu ammattikorkeakoulun luonnonvarainstituutin ja yliopiston uusiutuvan energian ohjelman välinen yhteistyö.

Lopuksi mainitaan vielä vuoden 2007 maaliskuussa tehty konkreettisiin toimenpiteisiin tähdännyt selvitys: "Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun teknologia-alan laboratoriot ja T&K -laitteet ja niiden yhteiskäyttö", jonka laativat vararehtori Heikki Saastamoinen (JAMK), laboraattori Vuokko Kovanen (JY) ja hallintopäällikkö Matti Pylvänäinen (JY). Työryhmä inventoi korkeakoulujen eri laboratorioden laitekantaa sekä laati ehdotuksia tulevaisuuden yhteistyömalleiksi. Kartoituksessa keskeisistä tutkimuslaitteistoista tehtiin yhteenvetotaulukko seuraaviin aloihin ryhmiteltynä:

- Ympäristötieteellinen ala
- Luonnontieteellinen ala
- Tekniikan ala
- Informaatiotieteellinen ala
- Humanistinen ja kulttuuriala
- Liikunta- ja terveystieteellinen ala

Selvityksessään työryhmä päätyi seuraaviin toimenpidesuosituksiin:

- *"JY:n ja JAMK:n tulee kannustaa yksiköitään hyödyntämään osapuolten opetustiloja ja oppimisympäristöjä siten, että vajakäytössä olevia tiloja ja ympäristöjä tarjotaan aktiivisesti kohtuullisin kustannuksin toisen osapuolen käytettäväksi."*
- *"JY:n ja JAMK:n tutkimus- ja opetusympäristökuvausten tulee olla nähtävillä korkeakoulujen kotisivuilla ja niistä tulee tiedottaa korkeakoulujen henkilökuntaa."*
- *"JY:n ja JAMK:n on pyrittävä aktiivisesti tunnistamaan ja rakentamaan uusia, tulevaisuuden T&K -ympäristöjä, joissa hyödynnetään tehokkaasti eri osapuolten osaamista."*
- *"JY:n ja JAMK:n pitää tukea asiaansa sitoutuneiden yhteisiä, innovatiiviseksi ja korkeatasoisiksi arvioituja hankkeita ja kannustaa muita yksiköitä tunnistamaan ja kehittämään vastaavia yhteistyömuotoja. Korkeakoulujen oman rahoituksen ohella niihin tulee hakea aktiivisesti Opetusministeriön kehittämishankerahoitusta, EU:n rahoitusta sekä TE -keskusten, kuntien ja yritysten rahoitusta."*

Ainakaan luonnontieteiden tai tekniikan aloilta ei tämän selvitystyön yhteydessä löytynyt meneillään olevia toimintoja, joilla näiden suositusten toteutumista edistettäisiin.

1 Selvityksen kohdeorganisaatiot

Tämä luku sisältää yleistietoa selvityksen kohteena olevista organisaatioista painottuen niiden toiminnan lähtökohtiin, toimintatapoihin ja yleiseen luonteeseen. Varsinaisia organisaatorakenteiden kuvauksia ei kuitenkaan ole tähän esitykseen sisällytetty. Kutakin organisaatiota käsittelevässä kappaleessa esitetään lisäksi selvityksen rajaus kyseisen organisaation sisällä, sekä täsmennetty kuvaus selvityksen piiriin kuuluvista osista. Lopuksi kuvataan myös toimintatapojen eroavaisuuksia.

1.1 Yleiskuvaukset

1.1.1 VTT (Valtion teknillinen tutkimuskeskus)

Vuonna 1942 perustettu VTT on Pohjois-Euroopan suurin soveltavaa tutkimusta tekevä organisaatio, joka kuuluu kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonalaan. Vuonna 2006 VTT:n liikevaihto oli 217 M€ ja henkilöstömäärä 2780. VTT pyrkii tiedon sekä teknologian siirron ja hyödyntämisen avulla tehostamaan asiakkaidensa innovaatioprosesseja niiden kaikissa eri vaiheissa.

VTT on puolueeton asiantuntijaorganisaatio, joka kehittää uutta teknologiaa, tuottaa tutkimus-, kehitys-, testaus- ja tietopalveluita sekä kotimaisille että kansainvälisille asiakkaille, yrityksille ja julkiselle sektorille. Osaamisellaan ja uusilla innovaatioilla VTT pyrkii lisäämään omistajansa ja asiakkaidensa teknistaloudellista kilpailukykyä ja yhteiskunnan hyvinvointia.

VTT luo teknologiasta liiketoimintaa.

VTT on asemoinut itsensä ensisijaisesti korkeakoulujen tekemän tutkimustyön ja teollisuuden väliin. Toisin sanoen, oman puolueettoman soveltavan tutkimustyön lisäksi VTT pyrkii myös jalostamaan korkeakoulututkimuksen tuottamaa tietoa teollisuudelle ja yritysmaailmalle käyttökelpoisiin muotoihin. Toiminta on vahvasti asiakas- ja tarvelähtöistä, joskin tämän perinteisen toimintatavan rinnalla on määrätietoisesti panostettu uusien yritysten synnyttämiseen. VTT ei tavoittele taloudellista voittoa.

Kolme neljäsosaa VTT:n henkilöstöstä on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon, tohtoreita ja lisensiaatteja koko henkilöstöstä on 23 %. Valtion maksama perusrahoitus kattaa toiminnasta 35 %, loppu jakautuu koti- ja ulkomaisten yksityisten sekä yleisten sektoreiden kesken. Kotimainen rahoitusosuus on merkittävin yli 50 % osuudella koko toiminnasta. Kotimaan julkisen sektorin rahoituksesta yli puolet tulee Tekesiltä. Vastaavasti ulkomaan julkinen rahoitus on lähes yksinomaan peräisin Euroopan unionilta.

VTT jättää vuosittain noin 150 keksintöilmoitusta, joista noin kolmasosa päätyy patenteiksi. VTT:n hallussa on vuoden 2007 alussa noin 280 patentein suojattua keksintöä.

VTT:n toiminnalla on kahdeksan eri teknologiapainoaluetta: sovellettu materiaaalitekniikka, bio- ja kemianprosessit, energia, tieto- ja viestintäteknologiat, teolliset järjestelmät, mikroteknologiat ja elektroniikka, yhteiskunnan teknologiat ja liiketoimintatutkimus. VTT:llä on kymmenen kotimaista ja kolme ulkomaista toimipistettä. Suomessa VTT on nimennyt alueellisia asiamiehiä viidelletoista eri paikkakunnalle.

1.1.2 Jyväskylän ammattikorkeakoulu (JAMK)

Ammattikorkeakoulutoiminta alkoi Jyväskylässä palvelualojen väliaikaisen ammattikorkeakoulun muodossa 1992. Opetusministeriö vakinaisti Jyväskylän ammattikorkeakoulun (JAMK) toimiluvan viisi vuotta myöhemmin, heti uuden korkeakouluasteen vakiinnuttaessa asemansa suomalaisessa koulutusjärjestelmässä.

Tänä päivänä JAMK on erittäin laaja-alainen ammattikorkeakoulu, jossa opiskelee noin 8000 opiskelijaa. JAMK:n vuosibudjetti on noin 53 M€ ja päätoimista henkilöstöä noin 800. Myös soveltavan tutkimuksen tutkimus ja kehitystoiminnan osalta Jyväskylän ammattikorkeakoulu ylittää niin kustannusten kuin ulkopuolisen rahoituksen osalta merkittävästi, jopa moninkertaisesti, valtakunnallisen keskiarvon eri ammattikorkeakoulujen välisessä vertailussa.

Tänä päivänä JAMK on ammattikorkeakoululain sekä osakeyhtiötä koskevien säädösten ja yhtiöjärjestyksen puitteissa toimiva Jyväskylän ammattikorkeakoulu Oy, jonka toimitusjohtaja on rehtori. Yhtiön omistajia ovat Jyväskylän kaupunki, Jyväskylän koulutuskuntayhtymä, Äänekosken ammatillisen koulutuksen kuntayhtymä ja Jämsän seudun ammatillisen koulutuksen kuntayhtymä.

Osakeyhtiön hallitus päättää sekä taloudellisista että opetuksellisista strategioista, kuten esimerkiksi toiminta- ja taloussuunnitelmista sekä koulutuspäälliköiden ja yliopettajien toimien perustamisesta. Lisäksi Jyväskylän ammattikorkeakoululla on osakeyhtiön hallituksen nimeämä sisäinen hallitus, joka vastaa toimintavaltansa puitteissa koulutuksen järjestämisestä ja ammattikorkeakoulun toiminnan kehittämisestä.

Jyväskylän ammattikorkeakoulun tehtäviä ovat koulutus, tutkimus- ja kehitystoiminta sekä aluekehitystoiminta. Toiminnalle on asetettu:

Missio

Jyväskylän ammattikorkeakoulun tehtävänä on toimia kansainvälisesti suuntautuneena korkea-asteen koulutus- ja kehittämissyhteisönä, joka lisää Keski-Suomen työelämän osaamista, kilpailukykyä, yrittäjyyttä sekä väestön hyvinvointia.

Visio

Jyväskylän ammattikorkeakoulu on kansainvälisesti tunnustettu korkeakoulu ja merkittävä aluekehittäjä.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu kuuntelee (lähialueiden) yritysmaailmaa koulutustarpeissa ja pyrkii tarjoamaan ajanmukaista koulutusta. Lisäksi JAMK toteuttaa räätälöityä opetusta ja asiantuntijapalveluja asiakkaan toiveiden mukaisesti. Toisaalta tutkimus- ja kehitystoiminnan lähtökohtina ovat Keski-Suomen alueen yritysten tarpeet ja hyödynsaajina erityisesti alueen työ- ja elinkeinoelämä. Alueellisista lähtökohdista huolimatta JAMK pyrkii toiminnassaan kansainväliseen vaikuttavuuteen, mikä näkyy mm. kokonaan englannin kielellä toteutetuissa ja kansainvälisissä haussa olevina opetusohjelmina, verkostoitumisessa, ulkomaisten asiantuntijoiden käytössä opetuksessa, kansainvälisenä opettajavaihtona sekä kansainvälisenä tutkimus- ja kehitystoimintana.

Tutkimus- ja kehitystoimintaa (T&K) tehdään kaikilla ammattikorkeakoulun aloilla ja toiminnan tavoitteena on alueyhteistyö sekä koulutuksen ja projektitoiminnan jatkuva kehittäminen. T&K -toiminta tapahtuu pääosin projektien ympärillä, joten se on tyypillisesti kestoltaan rajallista ja perustuu ensisijaisesti työelämän ja sen kehittämisen asettamiin lähtökohtiin. Ammattikorkeakoulu ei tee, eikä tulevaisuudessakaan pyri tekemään, perustutkimusta. (Lukuun ottamatta henkilökunnan tekemää tieteellistä työtä esimerkiksi oman väitöstutkimuksen

yhteydessä.) Projekteja toteutetaan EU-rahoituksella sekä kansallisella, esimerkiksi Tekes, ja yksityisellä rahoituksella.

Usein puhutaan ns. "kuolemanlaaksosta", joka jää innovaatioprosessin siihen kohtaan, missä perustutkimus on päättymässä, mutta toisaalta kaupallistamistakaan ei ole vielä merkittävästi resursoitu. Toisin sanoen, tarkastellaan soveltavan (perus)tutkimuksen ja tuotekehityksen välimaastoa. JAMK:n (tai yleisemminkin ammattikorkeakoulujen) tekemän soveltavan tutkimuksen eräänä tarkoituksena nähdään uuden osaamisen ja teknologian levittäminen pk-yrityksiin ja yrittäjyyden tueksi. JAMK pyrkii toiminnassaan vähentämään "kuolemanlaakson" negatiivista (hidastavaa) vaikutusta innovaatioprosesseissa ja madaltamaan kynnyksiä uuden teknologian leviämiseen pk-yrityksiin, joiden riskinotto-kyky ja omat resurssit ovat rajallisia.

Jyväskylän ammattikorkeakoulun opetuksellinen toiminta on jaettu kahdeksaan koulutusyksikköön, jotka ovat kulttuuriala, liiketalous, tekniikka ja liikenne, informaatioteknologian instituutti, luonnonvarainstituutti, sosiaali- ja terveysala, matkailu-, ravitsemus- ja talousala ja ammatillinen opettajakorkeakoulu. Edellä mainittujen lisäksi koulutusta tarjoaa myös avoin ammattikorkeakoulu. Jokaisella koulutusyksiköllä on johtaja ja jokainen yksikkö jakautuu koulutuspäälliköiden hallinnoimiin koulutusohjelmiin. Lisäksi koulutusyksiköiden T&K –toimintaa koordinoimaan on nimetty kehityspäälliköt.

Koulutusyksiköiden lisäksi JAMK:in on nimetty yhdeksän osaamiskeskittymää: bioenergia, hyvinvointiteknologia, hyvinvointia tukevat palvelujärjestelmät, maantieliikenne, paperiteollisuus, elintarvikeala, hyvinvointimatkailu, luova toimiala ja tietoverkkotekniikka. Tulevaisuuden strategiana on karsia osaamiskeskittymiä ja vahvistaa jäljelle jääviä.

1.1.3 Jyväskylän yliopisto (JY)

Vuonna 1934 perustettu Jyväskylän yliopisto on yksi Suomen suurimmista, vuotuisten maisterin tutkintojen määrällä mitaten toiseksi suurin. Yliopisto on laaja-alainen sisältäen seitsemän tiedekuntaa, joissa opiskelee yhteensä noin 16400 opiskelijaa. Yliopiston kokonaisrahoitus on noin 182 M€ ja yliopiston työllistää noin 2600 henkilöä. Opiskelijat voivat valmistua maisteriksi lähes 80 eri pääaineesta ja kerätä opintoja yli 100 oppiaineesta. Yliopisto on nimetty kansalliseksi aikuiskoulutuksen laatuyltiopistoksi, jossa elinikäisen oppimisen ideaa ovat toteuttamassa avoin yliopisto ja täydennyskoulutuskeskus.

Jyväskylän yliopiston tavoitteena on vahva profiloituminen kansainväliseen huippututkimukseen tähtäävänä tiedeyliopistona. Tällä hetkellä Jyväskylän yliopistossa on kahdeksan Suomen Akatemian nimeämää huippututkimusyksikköä, joista neljä on jaettu Helsingin yliopiston kanssa. Lisäksi yliopistolla on akatemiaprofessoreja ja eurooppalaisia tohtorikoulutusstatuksia. Erityisen korkeaa kansainvälistä tasoa olevaa tutkimusta tehdään ydin- ja materiaalfysiikassa, nanotieteissä, evoluutioekologiassa, matemaattisessa analyysissä, dysleksia-tutkimuksessa¹, poliittisen ajattelun tutkimuksessa, liikuntabiologiassa ja kognitiivisessa musiikkitieteessä.

¹ Dysleksialla tarkoitetaan lukivaikeutta tai lukihäiriötä.

Jyväskylän yliopiston arvoperusta ja tehtävät:

Jyväskylän yliopiston tehtävänä on tutkimukseen perustuen etsiä totuutta, tuottaa ja levittää uutta tietoa sekä kasvattaa ja uudistaa sivistysperintöä. Yliopiston toiminnassa painottuvat sivistys, laatu ja vaikuttavuus.

Jyväskylän yliopisto on vastuuntuntoinen ja kommunikoiva tiedeyhteisö, jonka tarkoitus on luonnon ilmiöiden, ihmisen, ihmisen toiminnan ja teknologian syventävä ymmärtäminen ja näin saatavan osaamisen siirtäminen ihmisten ja instituutioiden käyttöön.

Yliopiston tehtävänä on vaikuttaa laaja-alaisena tiedeyhteisönä sivistykselliseen ja yhteiskunnalliseen kehitykseen ihmisen elämänsä kättävän kasvun ja vastuun aikaansaamiseksi. Yliopisto edistää ihmisen, teknologian ja luonnon tasapainoista vuorovaikutusta ja pyrkii vastaamaan inhimillisen teknologian ja monitieteisyyden kehittämishaasteisiin.

Yliopisto toteuttaa tehtävänsä harjoittamalla kansainvälisesti korkeatasoista tutkimusta, tuottamalla siihen liittyvää laadukasta perus- ja tutkijakoulutusta sekä yhteiskunnalliseen palvelutehtäväänsä liittyen toimimalla asiantuntijaorganisaationa, kulttuurin edistäjänä ja akateemisena alueellisena kehittäjänä.

Yliopiston toiminta perustuu eurooppalaisen yliopistolaitoksen perinteikkääseen laaja-alaiseen humanistiseen arvopohjaan sekä inhimillisten, sosiaalisten, kulttuuristen ja luonnontieteellis-teknologisten näkökulmien huomioon ottamiseen. Tieteenalojen vankka perusosaaminen mahdollistaa myös monitieteisen ja innovatiivisen toimintakulttuurin. Toiminnassa pidetään tärkeänä tasa-arvon sekä taloudellisen, sosiaalisen ja ympäristön kestävän kehityksen periaatteiden toteutumista.

Jyväskylän yliopistossa opetus on jakautunut humanistiseen, informaatioteknologiseen, kasvatustieteiden, liikunta ja terveystieteiden, matemaattis-luonnontieteelliseen, taloustieteiden sekä yhteiskuntatieteiden tiedekuntiin.

1.2 Selvitystyön rajaus ja tarkennettu toimintakuvaus

1.2.1 VTT

Tässä selvityksessä rajoittaudutaan VTT:n osalta Jyväskylän toimipisteeseen, jonka ydinosuusalueita ovat paperinvalmistusprosessit ja bioenergia-alueen tutkimus. VTT:n Jyväskylän toimipisteessä työskenteli vuodenvaihteessa (31.12.2006) 129 henkilöä. Jyväskylän toimipiste on neljänneksi suurin Espoon, Oulun ja Tampereen jälkeen. Henkilömäärältään Espoon yksikkö on ylivoimaisesti suurin 1891 työntekijällään, Oulu ja Tampere ovat molemmat suuruusluokaltaan kolminkertaisia Jyväskylään verrattuna. Muut yksiköt ovat selvästi näitä neljää mainittua pienempiä.

Paperinvalmistusprosessien tutkimus Jyväskylässä jakautuu kuuteen tiimiin, jotka ovat:

- By-products and control of chemistry
- Piloting
- Paper structure

- Raw materials
- Research laboratory
- Multiphase flows

Vastaavasti bioenergia-alueella on neljä tiimiä:

- Leijupolton prosessikehitys
- Lämmöntuotanto
- Biopolttoaineiden tuotanto
- Monipolttoainekäyttö

VTT:n Jyväskylän toimipisteessä on kaksi kansainvälisestikin erittäin merkittävää pilot -kokoluokan tutkimusympäristöä. Nämä ovat paperinvalmistuksen tutkimusympäristö ja bioenergian tutkimusympäristö. Näistä ensin mainittu käsittää laajan valikoiman eri tarkoituksiin suunniteltuja ja eri kokoluokan virtaustutkimuslaitteistoja sekä useita pilot -kokoluokan koelaitteita, mm. paperikoneen ns. lyhyt kierto ja rainauskoelaitteisto. Tämä pilot -laitteisto on ainutlaatuinen senkin vuoksi, että se on lähtökohtaisesti rakennettu laboratorioiksi, joten mittauksille on luotu erinomaiset mahdollisuudet kierron kaikkiin vaiheisiin (toisin kuin monet vastaavat koekoneisiin liittyvät varsin suljetut ympäristöt). Bioenergian tutkimusympäristöihin kuuluu mm. mikrokokoluokan puupellettikäyttöinen voimalaitos sekä kolme erittäin korkeatasoista leijupolton pilot -laitteistoa varustettuna edistyneillä näytteenotto- ja mittaamenetelmillä. Näiden valmiuksien lisäksi VTT:llä on myös monipuolinen paperin rakenteen tutkimuksessa käytettävä laboratorio.

Sekä paperinvalmistusprosessien että bioenergian osalta kannattaa huomioida, että molemmista korkeakouluista löytyy osaamista näillä aloilla. Jyväskylän ammattikorkeakoululla on Suomen ainoa paperikoneteknologian insinöörejä valmistava koulutusohjelma, kun taas yliopistolta löytyy monipuolista kemian ja fysiikan osaamista paperinvalmistuksen aihepiireistä. Toisaalta, ammattikorkeakoulun luonnonvarayksikkö ja yliopiston uusiutuvan energian ohjelma sisältävät yhtäläillä paikallisen VTT:n toimintaa tukevaa tutkimusta ja koulutusta. Paikallisella VTT:llä jo pelkästään paperinvalmistusprosessien tiimeissä työskentelee 32 henkilöä, joiden koulutustausta on jommassakummassa Jyväskylän korkeakoulussa.

1.2.2 Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Tässä selvityksessä rajoittaudutaan JAMK:n tekniikan ja liikenteen (TeLi), informaatioteknologian instituutin (IT-instituutti) ja luonnonvarainstituutin (LuVa) toimintoihin. Näiden yksiköiden koulutusohjelmat ovat:

Tekniikka ja liikenne:

- Hyvinvointitekniikka
- Kone- ja tuotantotekniikka
- Paperikonetekniikka
- Logistiikka
- Englanninkielinen logistiikka
- Rakennustekniikka
- Laboratorioanalytikkokoulutus

Informaatioteknologian instituutti:

- Automaatiotekniikka
- Elektroniikka²
- Mediatekniikka
- Ohjelmistotekniikka
- Tietotekniikka (tietoverkkotekniikka)

Luonnonvarainstituutti:

- Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
 - Bioenergia
 - Ympäristöhoito
 - Tuotantoteknologia
 - Maaseutupalvelut
 - Erikoistuotanto ja jatkojalostus

Tekniikan ja liikenteen, pois lukien laboratorioala, sekä informaatioteknologian instituutin koulutusohjelmista opiskelijat valmistuvat nimikkeellä insinööri (AMK) ja luonnonvarainstituutin maaseutuelinkeinojen koulutusohjelmasta valmistuu agrologeja. Insinöörien ja agrologien tutkinnot ovat laajuudeltaan 240 op ja niissä tavoiteaika valmistumiselle on neljä vuotta. Laboratorioanalytikkokoulutuksesta valmistuvien laboratorioanalytikkojen tutkinnon laajuus on 210 op ja tavoitteellinen valmistumisaika 3.5 vuotta.

Luonnonvarainstituutissa on vain yksi koulutusohjelma, jossa ammattiopinnoissa erikoistutaan yhteen edellä mainituista viidestä erikoisosaamisalueesta. Luonnonvarainstituutin osalta tämä selvitys rajoittuu bioenergian ympärillä oleviin toimintoihin.

Insinööri (AMK) nimikkeeseen johtavien koulutusohjelmien lisäksi sekä tekniikka ja liikenne että informaatioteknologian instituutti tarjoavat ylempään ammattikorkeakoulututkintoon, insinööri (ylempi AMK), tähtäävää koulutusta. Tällä hetkellä TeLi:llä voi suorittaa Teknologiaosaamisen johtamisen ja Logistiikan johtamisen ylempään AMK tutkinnon. Vastaavasti IT-instituutissa ylempään tutkinnon koulutusta tarjotaan Degree Programme in Information Technology (Master of Engineering) ja automaatioteknologian ohjelmissa.

Ylemmät ammattikorkeakoulututkinnot ovat työelämälähtöisiä ja ne suoritetaan pääosin intensiivijaksoin työn ohessa. Esimerkiksi Teknologiaosaamisen johtaminen - koulutusohjelma pyrkii vastaamaan siihen, että monet insinöörit päätyvät teollisuudessa työnjohtotehtäviin. Ylempi AMK -tutkinto poikkeaa muista opinnoista siinä, että siihen hakeutuvalta edellytetään vähintään kolmen vuoden työkokemusta koulutusohjelman aihepiiriä vastaavissa tehtävissä.

Ylempi ammattikorkeakoulututkinto on laajuudeltaan 60 op, jotka suoritetaan insinööriopinnojen (240 op) lisäksi. Näin muodostuu tutkintokokonaisuus, joka vastaa laajuudeltaan yliopistolaitosten ylempää korkeakoulututkintoa (300 op). Soveltuva insinööri (ylempi AMK) -tutkinto antaa saman muodollisen pätevyuden kuin maisterin tai diplomi-insinöörin tutkinto.

² Elektroniikka tullaan sulauttamaan osaksi ohjelmistotekniikkaa, katso kappale 4.6.3.

Ammattikorkean perustutkintojen lisäksi kaikki tarkasteltavat koulutusalat tarjoavat kiinteästi työhön tai työyhteisön kehittämiseen sitoutuvia ammatillisia erikoistumisopintoja. Ammatilliset erikoistumisopinnot ovat 30–60 opintopisteen laajuisia täydennyskoulutusohjelmia, jotka on mahdollista suorittaa työn ohessa 1-2 vuodessa. Opintojen tarkoituksena on ylläpitää ja syventää ammatillista kilpailukykyä. Koulutus ei johda tutkintoon, vaan se on erityisesti yrityksille ja organisaatioille suunnattu mahdollisuus henkilöstön osaamisen kehittämiseksi.

1.2.3 Jyväskylän yliopisto

Jyväskylän yliopiston osalta selvitys käsittää matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan alaisuudessa toimivat fysiikan ja kemian laitokset sekä uusiutuvan energian ja nanotieteiden koulutus- ja tutkimusohjelmat - ja erityisesti niissä tehtävän tutkimuksen soveltavat osa-alueet. Opetusta tarjotaan aina tohtorin tutkintoon asti.

Fysiikan laitoksella työskenteli vuonna 2006 166 henkilöä. Laitoksen pää tutkimusalat ovat ydinfysiikka, materiaalfysiikka ja suurenergiafysiikka³, joissa jokaisessa tehdään sekä teoreettista että kokeellista tutkimusta yhteensä 12 professorin johtamissa tutkimusryhmissä. Suurenergiafysiikan tutkimus on sekä teoreettisella että kokeellisella puolella yksinomaan perustutkimusta. Ydin- ja materiaalfysiikan alueilta soveltavaa tutkimusta tehdään kiihdytinpohjaisessa fysiikassa, nanoteknologiassa ja teollisuusfysiikassa. Opettajien koulutuksessa fysiikan laitos rohkaisee opiskelijoita seuraamaan fyysikon, teoreettisen tai soveltavan, opintosuunnitelmaa maisteriopinnoissa ja lisäksi opiskelemaan pedagogiset opinnot.

Kemian laitos on kooltaan samaa suuruusluokkaa fysiikan laitoksen kanssa ja jakautuu epäorgaanisen ja analyyttisen kemian, fysikaalisen kemian, orgaanisen kemian sekä soveltavan kemian osastoihin. Näiden neljän osaston lisäksi kemian laitoksella on opettajien koulutusohjelma. Soveltavaa tutkimusta tehdään erityisesti soveltavan kemian osastolla, jonka toiminnan painopisteinä ovat puunjalostusprosesseihin ja kemian teollisuuteen liittyvä tutkimus ja opetus.

Uusiutuvan energian ja nanotieteiden koulutus- ja tutkimusohjelmat ovat monitieteisiä. Nanotiedekeskus (NSC) sulkee sisäänsä koulutusalan ympärillä olevat toiminnat fysiikan, kemian ja biologian laitoksilta. NSC:n toimintaa ohjaa eri ainelaitoksilta koostettu, kuuden professorin ohjausryhmä, jonka työn tueksi on koottu teollinen neuvonantajaryhmä. Nanotieteiden koulutusohjelmassa voi valmistua luonnontieteiden kandidaatiksi ja opiskella samalla rinnakkain kolmea tieteenalaa. Kandidaattiopintojen jälkeen on mahdollisuus jatkaa maisteriopintoja joko nanotieteessä tai sitten biologiassa, fysiikassa tai kemiassa.

Uusiutuvan energian (UE) ohjelmaa toteuttavat yhdessä matemaattis-luonnontieteellinen, yhteiskuntatieteellinen ja taloustieteiden tiedekunta. Jokaisesta tiedekunnasta on nimetty professoreja, jotka sitoutuvat osalla työajastaan UE -ohjelman toimintaan ja kehittämiseen. Maisteriohjelmasta voi valmistua filosofian (pääaine fysiikka, kemia tai ympäristötieteet), yhteiskuntatieteiden tai kauppatieteiden (ympäristöjohtaminen) maisteriksi.

³ Suurenergiafysiikka pitää sisällään hiukkasfysiikkaa ja kosmologiaa.

1.3 Toiminnallisia eroavaisuuksia

Tähän kappaleeseen on kerätty niitä eri organisaatioiden välisiä keskeisiä toimintatapojen eroja, jotka on syytä tuntea ja tiedostaa yhteistyöhankkeita suunniteltaessa. Kyseiset eroavaisuudet asettavat toisaalta selkeitä reunaehtoja ja rajoituksia mahdollisille yhteisyöprojekteille mutta antavat toisaalta mahdollisuuden järkevään työnjakoon - edellyttäen, että erilaiset toimintatavat ymmärretään ja osataan hyödyntää.

VTT on valtion omistama asiantuntijaorganisaatio, jossa tutkijoina työskentelee pääasiassa pysyvästi palkattuja kokopäiväisiä ammattitutkijoita. Heistä suurimmalla osalla on tekniikan alan korkeakoulututkinto, mutta myös yliopistotaustaisia tutkijoita on runsaasti. Tutkimus on vahvasti projektoitua ja tapahtuu organisatorisesti määritellyissä tutkimusryhmissä.

Tutkimus tähtää suoraviivaisesti sovelluksiin tai omien soveltavaa tutkimusta palvelevien resurssien ja osaamisen kehittämiseen. VTT:llä toteutettavat hankkeet ovat joko asiakastoimeksiantoja, yhteisrahoitteisia projekteja tai perusrahoitteisia projekteja. Yritysten tai muiden asiakkaiden kokonaan rahoittamat asiakastoimeksiannot muodostavat pääosan VTT:n projekteista. Ne ovat usein lyhytaikaisia ja tarkkaan rajattuja ja niiden tulokset ovat useimmiten kahdenkeskiisiä. Yhteisrahoitteiset projektit perustuvat yleensä pääosin julkiseen rahoitukseen (rahoittajina tyypillisesti Tekes ja EU), mutta niissä voi olla myös merkittävä budjettirahoitusosuus sekä yksityinen rahoitusosuus. Yhteisrahoitteisten projektien tulokset ovat lähtökohtaisesti julkisia. Perusrahoitteiset projektit ovat oleellinen osa VTT:n strategista tutkimusta ja ne rahoitetaan kokonaan budjettivaroin. Erityisesti perus- ja yhteisrahoitteisten projektien kohdalla VTT joutuu valitsemaan tarkasti ne hankkeet, joita se alkaa toteuttaa tai edistää. Valinnan tärkeimpänä kriteerinä tältäkin osin on tulosten liiketaloudellinen hyödyntämisenäkökulma asiakasyrityksissä. Tutkimus on suurimmalta osin kokeellista ja perustuu usein hyvinkin mittaviin kokeellisiin/teknisiin tutkimusympäristöihin ja kattavaan mittalaitevalikoimaan.

Yliopistolla ja ammattikorkeakoululla on 1600 tunnin vuosittainen työaika, joka jakautuu suurelta osin opetuksen ja tutkimustoiminnan kesken. Yliopistolla virat määritellään pääsääntöisesti tutkimuksen pohjalle. Professuureja ja lehtoraatteja lukuun ottamatta (akateemiset) yliopistovirat ovat tavallisesti määräaikaisia ja virkaan valitulle tutkijalle asetetaan opetusvelvollisuus ainelaitoksella. Toisin sanoen, virka ja sen rahoitus pohjautuvat ensisijaisesti sen haltijan tekemään tutkimustyöhön.

Ammattikorkeakoulussa toimet ovat pääsääntöisesti voimassa toistaiseksi (pysyviä) ja ne määritellään yleensä opetustehtävien kautta. Koulutuspäälliköt hallinnoivat johtamiensa koulutusohjelmien resurssien käyttöä. Tutkimus- ja kehitystoiminnan projektiluontoisuus näkyy siinä, että työntekijän (esimerkiksi yliopettaja tai lehtori) osaamisalueeseen kuuluvan projektin aikana opetuksen painoa vähennetään selkeästi hänen työajastaan. Toisaalta, opetusta voi olla 24 kontaktituntia viikossa niinä aikoina, jolloin työntekijän osaamiselle ei ole tarvetta käynnissä olevissa projekteissa. Opetushenkilökunnan lisäksi ammattikorkeakoulussa työskentelee projekti-insinöörejä, joiden työsuhteet painottuvat T&K -toiminnan piiriin, joskin myös he toisinaan opettavat oman asiantuntija-alueensa aihepiireistä. Projekti-insinöörien toimet ovat usein määräaikaisia ja voivat liittyä hankerahoituksiin. Pysyvissä opetusviroissa olevien työskentely projekteissa toisinaan johtaa tarpeeseen palkata (määräaikaisia) sivutoimisia tuntiopettajia.

Resurssien käyttö ja virkojen/toimien määrittely korkeakouluissa tähtäävät hieman eri tavoitteisiin. Ammattikorkeakoulu on selkeämmin koulutuslaitos, joka tekee (lyhytaikaista) projektitutkimusta. Lisäksi ammattikorkeakoululla myydään selkeämmin henkilöresursseja ulospäin. Tällainen järjestely tukee projektitutkimuksen lisäksi esimerkiksi erilaisen palvelu- ja tilaustoimintana annetun räätälöidyn opetuksen järjestämistä.

Yliopistolla vastaavan tilauskoulutuksen ja -tutkimuksen painoarvo on perinteisesti ollut vähäinen. Tyypillisesti tutkimus- ja opetushenkilökunnalla ei ole juurikaan vapaita resursseja akateemisen tutkimustyön ja opetuksen ulkopuoliseen toimintaan. Sen sijaan, ainelaitosten rahoitus perustuu merkittävilta osin tutkintoon johtavan koulutuksen antamisesta. Tehokkuuden mittarina ja ensisijaisena "tuotteena" ovat maisterin ja tohtorin tutkinnot. Tutkimustoiminnassa yliopisto arvostaa perinteisesti pitkäkestoisuutta ja tieteellistä haastavuutta.

Viime aikoina on myös yliopiston toiminta kuitenkin suuntautunut lisääntyvässä määrin yrityselämää palvelemaan soveltavaan tutkimukseen ns. "kolmannen tehtävän" merkityksen kasvaessa. Luonnontieteellisillä aloilla tämä näkyy erityisesti suoraan teollisuuteen tehtävien opinnäytetöiden määrän kasvuna. Tyypillisesti teollisuuden tarpeista lähtevä tutkimus tapahtuu julkisissa, pääosin Tekesin tai EU:n rahoittamissa laajoissa konsortioprojekteissa⁴, joihin osallistuu useita kotimaisia ja/tai ulkomaisia tutkimusryhmiä ja joiden rahoitukseen ja koordinointiin yritykset osallistuvat. Kuitenkin myös suoran (lyhytkestoisen) palvelututkimuksen osuus on ollut selvässä kasvussa – huolimatta siitä, että yliopiston rakenteet eivät erityisen hyvin tämän tyyppiseen toimintaan sovellu. Esimerkiksi fysiikan ja kemian laitoksilla on useita pysyviä ja määräaikaista virkoja, joiden toimenkuvaan yritysyhteistyö kuuluu keskeisenä osana. Tällaisia ovat mm. teollisuusfysiikkaan ja soveltavaan kemiaan suunnatut professuurit sekä kiihdyttimen teollisuussovelluksista vastaava johtaja. Nanotiedeokeskukseen palkattu yrityspalvelupäällikkö, jonka tehtävänä on toimia linkkinä yritysten ja nanotiedeokeskuksen välillä sekä tehdä teknologiakartoituksia NSC:n osaamisen mahdollisuuksista yrityksen liiketoiminnassa. NSC:n laitekanta on inventoitu, mahdolliset mittaukset ja valmistusmenetelmät on dokumentoitu www-sivuille, eri laitteille on nimetty yhteyshenkilöt ja niillä tehtävä palvelututkimus on hinnoiteltu. Yliopisto on myös varannut osan tiloistaan yritysten toimitiloiksi. Niihin on sijoittunut spin-off -yrityksiä sekä tutkimustulosten soveltamisesta kiinnostuneita ulkopuolisia yrityksiä.

2 Vallitseva tilanne

Tässä luvussa käsitellään lyhyesti vallitsevaa tilannetta käytännössä toteutuneen yhteistyön osalta kaikkien kolmen osapuolen välillä tämän selvityksen tekemisen ajankohtana ja sitä ennen. Pyrkimyksenä ei kuitenkaan ole ollut tehdä tältä osin yksityiskohtaista selvitystä, vaan antaa karkea yleiskuva yhteistyön tasosta ja laadusta edellisessä luvussa esitetyn rajauksen puitteissa.

⁴ Konsortio tarkoittaa kahden tai useamman henkilön tai yrityksen muodostamaa, yleensä tilapäiseksi tarkoitettua, yhteenliittymää jonkin asian suorittamiseksi.

2.1 Yliopiston ja VTT:n välinen yhteistyö

Jyväskylän yliopiston fysiikan ja kemian laitokset ovat tehneet jo pitkään yhteistyötä Jyväskylän VTT:n yksikön kanssa. Fysiikan laitos ja VTT ovat ylläpitäneet jaettujen virkojen käytäntöä paperinvalmistusprosessien alalla jo yli kymmenen vuoden ajan. Tästä esimerkkinä on viisivuotinen teollisuusfysiikan yhteisprofessori, jonka VTT ja yliopisto rahoittivat vuosina 2000–2005. Myös VTT:n bioenergiatiimien ja yliopiston Uusiutuvan energian ohjelman välillä toimii henkilö yhteisvirassa. VTT osallistui myös aktiivisesti paperinvalmistusteknologian ja teollisuusfysiikan maisteriohjelmiin tarjoten mm. opetusresursseja. VTT:n Jyväskylän toimipiste on ollut mukana kymmenien opinnäytetöiden toteuttamisessa, johon kuuluu useita väitöskirjoja. VTT ja fysiikan laitos ovat olleet mukana yhteisissä pitkäaikaisissa Tekes -rahoitteisissa konsortioprojekteissa jatkuvasti vuodesta 1995 lähtien ja toteuttaneet yhdessä useita lyhytkestoisia teollisuusrahoitteisia projekteja.

Jaetussa työsuhteessa olevien henkilöiden kautta tietoisuus osapuolien osaamisesta on ollut ajantasaista ja yhteistyö mutkatonta. Laboratoriolaitteiden yhteiskäyttö on vakiintunutta ja molempien osapuolien laboratoriotiloja on pystytty hyödyntämään tehokkaasti. Yhteisten henkilöiden avulla myös mielekkään työnjaon löytäminen yhteisille projekteille on ollut yksinkertaisempaa. Esimerkiksi Tekes -hankkeet sisältävät usein sekä julkisrahoitteisen että yksityisen osuuden, jolloin tulosten julkisuus voi jakautua. Usein erityisesti julkisrahoitteinen osuus soveltuu paremmin yliopistolla toteutettavaksi - vaikkapa opinnäytetyönä. Toisaalta, projekteihin liittyy usein konkreettisempia lyhyen tähtäimen tavoitteita ja pitkäkestoisia perustutkimuksellisia osuuksia. Tällöin VTT on usein keskittynyt ongelman teknologisiin haasteisiin ja yliopisto sen perustutkimuksellisiin osiin. Tällä hetkellä yhteistyöprojekteja on meneillään mm. paperikoneella tapahtuvien suotautumisprosessien tutkimuksessa, hiilihydraattien on-line -analytiikan kehityksessä sekä erilaisissa uusiutuvaan energiatuotantoon liittyvissä tutkimuskohteissa. Suunnitteilla on lisäksi uusia yhteisprojekteja esimerkiksi metsäklusterialueelle.

Yhteisvirkojen on havaittu toimivan paremmin, mikäli sen haltijalla on mahdollisuus olla läsnä molemmissa organisaatioissa jatkuvasti (lähes päivittäin) ja osallistua aktiivisesti työskentelyyn.

Vaikka esimerkiksi VTT:n ja fysiikan laitoksen toimintatavat ja profiloituminen yhteistyöalueillaan ovat kehittyneet erilaisiksi ja toisiaan täydentäviksi, niissä on tarkoituksellisesti ylläpidetty osittain samanlaisia laboratoriotiloja, laitteistoja ja toimintoja. Tämän ns. "harkitun päällekkäisyyden" tarkoituksena on ollut vahvistaa osaamista ja ymmärtämystä toisessa organisaatioissa tehtävästä tutkimuksesta sekä yksinkertaistaa soveltuvien tutkimusaiheiden ja henkilöiden siirtymistä organisaatiosta toiseen.

2.2 Yliopiston ja JAMK:n välinen yhteistyö

Yliopiston ja JAMK:n yhteistyö teknologia-aloilla on tällä hetkellä aktiivisinta uusiutuvan energian alueella ja yhteistyön puitteet ovat siltä osin kunnossa. Yliopiston ja ammattikorkeakoulun välillä toimii mm. säännöllisesti kokoontuva yhteistyöryhmä, jonka toiminta kytkeytyy yhteisesti palkatun henkilön kautta myös VTT:hen (tutkimusjohtaja Martti Aho). Kansallisella tasolla yhteistyötä on tehty mm.

energiaosaamisklusterin valmistelussa, minkä yhteyteen muodostuneessa valtakunnallisessa verkostossa Keski-Suomi on nyt mukana. LuVa:n ja UE -ohjelman välillä on jo ollut yhteistyötä mm. biokaasureaktorin piirissä ja meneillään olevassa ns. mikro-CHP⁵ -hankkeessa molemmilla korkeakouluilla on selkeä rooli. Aikaisemmasta yhteistyöstä esimerkkinä on myös UE -ohjelman puitteissa LuVa:n Tarvaalan tiloihin rakennettu vetylaitteisto, jonka tarkoituksena on aurinko- ja tuulienergian avulla tuottaa polttonnoissa ajettavaa vetyä.

Tämän lisäksi yhteistyö on ollut satunnaista käsittäen lähinnä fysiikan ja kemian laitoksilla toteutettuja JAMK:n oppilaiden harjoittelujaksoja ja opinnäytetöitä. Projektien aiheet ovat liittyneet esimerkiksi kiihdyttimen ohjausjärjestelmän rakentamiseen, teknisten suunnitelmien ja piirustusten tekemiseen sekä mittaus- ja analyysimenetelmien kehittämiseen.

2.3 VTT:n ja JAMK:n välinen yhteistyö

Myös VTT:n ja JAMK:n välinen yhteistyö on rajoittunut lähinnä JAMK:n opiskelijoiden VTT:llä suorittamiin harjoittelujaksoihin ja opinnäytetöihin, joiden aihepiirinä on ollut esimerkiksi laboratorioanalytiikkaan ja kokeellisten ympäristöjen ja mittalaitteiden ohjaukseen ja automaatiikkaan liittyvät tehtävät. Lisäksi JAMK ja VTT ovat järjestäneet joitakin yhteisiä teollisuudelle suunnattuja koulutusjaksoja.

3 Tutkimusyhteistyö ja sen mahdollisuudet

Tämä luku sisältää yhteenvedon haastattelututkimuksen tuloksista T&K -toiminnan osalta. Luvun alkuosan kappaleet sisältävät tulosten yleiskuvauksen jaoteltuna kolmeen osa-alueeseen: paperi- ja prosessiala (kappale 3.1), uusiutuva energia (kappale 3.2) ja kiihdytinfysiikka (kappale 3.3). Kappale 3.4 sisältää yksityiskohtaisemmat kuvaukset selvityksessä esiin tulleista konkreettisista ehdotuksista sellaisiksi tutkimusaiheiksi, joissa yhteistyö on syystä tai toisesta nähty tärkeäksi.

3.1 Paperi- ja prosessiala

Fysiikan laitoksen teollisuusfysiikan sekä pehmeän tiiviin aineen fysiikan ja statistisen fysiikan ryhmissä tutkitaan mm. monifaasinesteiden ja epäjärjestyneiden materiaalien sekä stokastisten ja epälineaaristen järjestelmien ominaisuuksia. Ryhmät ovat osa materiaalfysiikan tutkimusalaa ja niiden tekemä soveltava tutkimus liittyy merkittävältä osin paperinvalmistukseen ja prosessiteknologiaan. Eräs vahvuusalueista on röntgenmikrotomografia ja sen tulosten soveltaminen teollisten systeemien fysikaaliseen mallintamiseen. Röntgenmikrotomografian ja numeeristen simulaatioiden yhdistäminen kuuluu tutkimusryhmän erikoisosaamisalueisiin. Teollisten prosessien mallintaminen ja mittausmenetelmäkehitys ovat myös tärkeä osa ryhmien tutkimusprofiilia.

⁵ Mikro-CHP tarkoittaa yhdistettyä lämmön- ja sähkön tuotantoa pienessä (< 0.1–10 MW) mittakaavassa.

Kuten edellä on mainittu, fysiikan laitoksen ja VTT:n välinen yhteistyö on tällä alalla vakiintunutta ja liittyy suurelta osin VTT:n mittavissa kokeellisissa tutkimusympäristöissä tehtävään työhön. Tässä yhteistyössä VTT:n roolina on tyypillisesti kokeellinen tutkimus ja tulosten sovellukset teollisuuteen, kun taas fysiikan laitoksen tehtävänä on sitä tukeva (suunnattu) perustutkimus, mallinnus, menetelmäkehitys ja koulutus. Yhteistyössä tehtävät alaan liittyvät tutkimusaiheet ja yhteistyön volyyymi vaihtelevat kulloisenkin tilanteen mukaan, eikä merkittäviä uusia tarpeita sen suhteen ole näköpiirissä. Yhteistyölle JAMK:in kanssa sen sijaan nähdään selkeä tarve nimenomaan täydentämässä olemassa olevaa JY:n ja VTT:n yhteistyötä. Tällöin JAMK:n roolina voisi tyypillisesti olla mittausten menetelmien, prosessianalytiikan sekä prosessien säätöön ja hallintaan liittyvien menetelmien kehitys.

Fysiikan laitoksella ja myös VTT:llä nähdään tarpeelliseksi tiivistää yhteistyötä JAMK:n kanssa erityisesti suoranaiseen tuotekehitykseen ja kehitettyjen menetelmien tai palveluiden tuotteistamiseen liittyvässä toiminnassa.

Soveltavan kemian osaston tutkimus ja opetus on suuntautunut erityisesti puunjalostusteollisuuden tarpeisiin keskittyen puunjalostusprosessien kemiaan sekä puun ja ruohojen rakenteeseen ja kemialliseen koostumukseen. Tutkimusaiheet liittyvät usein monimutkaisten erotus- ja tunnistustekniikoiden soveltamiseen ja kehittämiseen. Erityisesti nopean kemiallisen on-line -analytiikan ja seurantamenetelmien kehittämiseksi erilaisten teollisuusprosessien yhteyteen on jatkuvasti tarpeita. Teollisuuden tarpeisiin liittyvät tyypillisesti myös voimassa olevan lainsäädännön ja ympäristöasetusten noudattaminen sekä kemiallisten prosessien optimointi. Lisäksi viimeaikoina erityistä painoa on asetettu paperikemian ja biomassan jalostukseen, joissa kummassakin tehdään tiivistä yhteistyötä ulkopuolisten tahojen kanssa.

VTT:n paperinvalmistusprosessit -osaamiskeskuksen tutkimustoiminta suuntautuu tällä hetkellä suurelta osin paperikoneen ns. "märänpään" prosesseihin. Yleisesti ottaen VTT:llä olisikin tarvetta lisätä yhteistyötä kemian laitoksen kanssa nimenomaan märänpään kemiassa.

Potentiaalisia esimerkkejä konkreettisista yhteistyöaiheista (katso kappale 3.4.1) löydettiin esimerkiksi röntgentomografiatekniikan käytöstä erilaisten materiaalien, kuten betonin rakennetutkimuksessa sekä erilaisten materiaalien tai mikrorakenteiden makroskooppisten rakennemallien tuottamisesta hyödyntäen fysiikan laitoksen tomografialaitetta ja JAMK:n 3D -tulostinta. Lisäksi nähtiin mahdollisena ja toivottavana JAMK:n mukaantulo jo käynnissä olevaan VTT:n ja JY:n yhteistyönä tekemään suotautumistutkimukseen ja on-line -analytiikan kehittämiseen sekä suunnitteilla olevaan paperikoneen märänpään prosessien fysikaaliseen ja kemialliseen hallintaan tähtäävään tutkimukseen.

3.2 Uusiutuva energia

Kuten edellä on tullut esiin, on yhteistyö uusiutuvan energian alueella jo aktiivisesti käynnissä, joskin käytännön yhteistyö tapahtuu pääosin toisaalta JY:n ja JAMK:n ja toisaalta JY:n ja VTT:n välillä. Haastatteluissa esiintyikin yleisellä tasolla toive VTT:n bioenergiatiimien ja ammattikorkeakoulun yhteistyön tiivistymiselle jatkossa.

Konkreettisia yhteistyöprojekteja löytyy mm. pellettipolttoon ja Stirling -moottoriin perustuvaan sähköntuottoon liittyvästä meneillään olevasta tutkimuksesta (katso kappale 3.4.2). Uusiutuvan energian perustutkimuksessa on kehitetty useita sovelluksia (esimerkiksi sähköinen savukaasujen puhdistin pienpolttoon), joiden tuotteistamiseen JAMK voisi osallistua. Yliopistolla ei ole resursseja tai osaamista pitkälle menevään tuotteistamiseen, mikä usein olisi luonnollisinta toteuttaa yritystoimintana. Esimerkiksi bioenergian osaamiskeskitymän (BDC) kautta voi löytää yritysosaajia yhteishankkeisiin.

Teknisten sovellusten lisäksi LuVa:lla on biodieseltutkimusta, jonka eräänä tavoitteena on helpottaa ja optimoida biodieselin paikallista tuotantoa maataloilla. LuVa tarvitsisi tutkimuksen tueksi laboratoriomittauksia, joita heillä ei pystytä toteuttamaan. Mittauksia voitaisiin toteuttaa molemmissa korkeakouluissa, mutta ostopalveluna toteutettuna ne tulevat liian kalliiksi suhteutettuna hankkeiden määrärahoihin.

3.3 Kiihdytinfysiikka

Kiihdytinlaboratoriossa toimii useiden perustutkimuksellisten ryhmien lisäksi myös teollisiin sovelluksiin keskittynyt tutkimusryhmä, joka koordinoi kiihdytinteknologian ja säteilyfysiikan sovellusten piirissä olevia hankkeita. Kiihdytinlaboratorio on jo vuodesta 2002 rutiininomaisesti tuottanut Suomen sairaaloissa käytetyn radioaktiivisen 123-jodin, jota tarvitaan mm. erilaisten aivosairauksien ja syöpäkasvainien diagnosointiin PET -kuvauksella⁶. Kiihdytinlaboratorion RADEF - asema (RADiation Effects Facility) on yksi kolmesta Euroopan avaruusjärjestön ulkopuolisista mittauslaboratorioista, joissa testataan elektronisten komponenttien säteilyn kestävyyttä. Samankaltaisilla mittauksilla myös testataan erilaisten pii-ilmalämpölämpö säteilyn kestävyyttä ja säteilyn niissä aiheuttamia vaurioita, jotka vaikuttavat esimerkiksi hiukkaskiihdyttimien ilmaisilaitteistojen kestävyyskykyyn. Kiihdytinlaboratorion tietotaito on houkuttellut Jyväskylään Doseco Oy:n, jonka päätehtävänä on tehdä Suomessa säteilyn parissa työskentelevien henkilöiden ja sairaalassa säteilyhoitoa saavien potilaiden annosmittauksia ja -laskentaa.

Säteilyfysiikan sovelluksina on esimerkiksi kehitetty sairaaloiden käyttöön sädehoitokenttää mittaava ilmaisimien sekä teollisuudelle beetasäteilyyn perustuva paperin neliömassamittausmenetelmä. Lisäksi VTT:n kanssa yhteistyössä on tutkittu menetelmää, jolla biopolttoaineen mukana kulkeutuvat epäpuhtaudet, kuten kivet, kytetään paikallistamaan kuljetinhihnalta. Hiukkassuihkujen avulla valmistetaan muovisia mikrofilterikalvoja, joissa reiät ovat bakteerien kokoluokkaa (0.1–10 µm). Pelletron -kiihdyttimellä, jonka Espoon VTT lahjoitti fysiikan laitokselle, tehdään mm. koviin materiaalien pintojen profilointia, eli mitataan mitä alkuaineita pinta sisältää ja määritetään niiden suhteet syvyyden funktiona.

Fysiikan laitos on pyrkinyt ja pyrkii jatkossakin rakentamaan käyttämänsä laitteistot ja järjestelmät suurelta osin itse, jotta laboratorion huolto- ja päivitys- sekä muutostyöt kytetään tarpeen mukaan tekemään itse. Laitteistoihin liittyy kuitenkin runsaasti teknisiä tehtäviä, kuten kiihdyttimien ohjausjärjestelmien ohjelmointi ja ylläpito, tietoverkkojen pystyttäminen, mittausdatan siirto ja kerääminen, käyttöliittymien suunnittelu ja toteuttaminen tai erilaisten antureiden kytkeminen

⁶ Lyhenne PET tulee sanasta positroniemissiotomografia (englanniksi Positron Emission Tomography).

tietokoneen ohjaamiin mittausjärjestelmiin. Myös tutkimushenkilökunta ja soveltavan fysiikan opiskelijat osallistuvat kaikkiin laboratorion ”insinööritehtäviin”, vaikka niiden (erityisesti esimerkiksi sähkötyöt, pneumatiikka tai konepiirtäminen) päävastuu on teknisen henkilökunnan ja työpajan harteilla.

Yleisemmin ilmaistuna, kiihdytinteknologian ympärille liittyy paljon erilaisia hankkeita ja tehtäviä, joiden toteuttamiseen tarvitaan insinöörien osaamista. Tehtävät tarjoavat erinomaisen väylän yhteistyölle, jossa insinööriopiskelijat tekevät opinnäytetöitään yliopiston projekteissa. Kiihdytinteknologiaan liittyy myös suuria kansainvälisiä projekteja, lähitulevaisuudessa esimerkiksi FAIR -projekti, jonka puitteissa insinööriopiskelijoille tulee tarjoutumaan kansainvälisiä harjoittelupaikkoja.

Yhteistyötä voi tapahtua myös yllättävillä alueilla, varsinkin mikäli kyse on innovatiivisesta sovelluksesta. Säteilifysiikan avulla saatetaan pystyä määrittämään vaikkapa puun tai yleisemmin biopolttoaineen kosteus nopealla menetelmällä, jota kehitetään eräässä fysiikan laitoksen hankkeessa. Menetelmällä olisi suuri kysyntä teollisuudessa esimerkiksi puulogiistiikan piirissä. Hankkeen onnistuessa korkeakoulut voivat harkita yhteistä jatkohanketta, jossa yliopiston tehtävänä olisi menetelmäkehitys ja ammattikorkeakoulun tehtävänä kenttäkokeet ja tuotteistus.

3.4 Tutkimusyhteistyöaiheiden yksityiskohtaiset kuvaukset

Tässä kappaleessa esitetään luettelomaisesti haastattelututkimuksen kuluessa eri henkilöiltä kerätyt projekti-aihiot ja tutkimusideat likimain siinä muodossa kuin ne on alun perin esitetty ja kirjattu muistiin. Esitetyt tutkimusaihiot ovat siten hyvin eritasoisia vaihdellen ylimalkaisista tutkimussuuntaa koskevista ideoista meneillään olevien tutkimusprojektien konkreettisiin tarpeisiin. Kokonaisuutena tässä esitetyt tutkimusideat antanevat hyvän kuvan olemassa olevien konkreettisten yhteistyötarpeiden laadusta yleisemminkin. Lisäksi niiden voi toivoa palvelevan lähtökohdina yhteisten tutkimushankkeiden tai opinnäyteprojektien käynnistämiseen. Jokaisen aiheen yhteydessä on pyritty kertomaan kyseisen projektin tai idean tämänhetkinen tila, mahdolliset yhteistyötahot sekä henkilöt, joilta aiheesta saa lisätietoa.

3.4.1 Paperi- ja prosessiala

A. Röntgenmikrotomografian sovellukset

Fysiikan laitokselle on noin kaksi vuotta sitten hankittu röntgentomografialaite, jonka avulla kyetään kuvantamaan esimerkiksi erilaisten heterogeenisten materiaalien kuten mineraalien, biologisten kudosten, paperin ja paperikonekudosten tai muiden mikroskooppisten rakenteiden, kuten elektroniikan komponenttien 3D -rakenne noin yhden mikrometrin resoluutiolla. Toisaalta TeLi:lle on hankittu ns. 3D -tulostin, jonka avulla voidaan tuottaa hyvinkin monimutkaisia kolmeulotteisia rakenteita erilaisista muovimateriaaleista. Näihin tekniikoihin perustuen fysiikan laitos ja TeLi voivat rakentaa yhteistyöhön perustuvan yrityksille tai tutkimuslaitoksille suunnatun palvelutuotteen, jossa röntgentomografian avulla saatu materiaalin tai muun pienen kohteen (mikrometriskaalainen) kolmiulotteinen rakennekuva siirretään 3D -

tulostimelle, jonka avulla siitä tuotetaan makroskaalaan suurennettu tarkka muovinen kopio.

Lisäksi röntgenmikrotomografialaitteistoa voisi hyödyntää JAMK:n meneillään olevassa materiaalitutkimuksessa mittaamalla esimerkiksi betonin tiheysjakaumia ja huokoisuutta. Kolmiulotteisten rakennekuvien lisäksi mittaustulosten avulla JAMK:n rakennuslaboratorio voisi pyrkiä kytkemään betonin makroskooppisia ominaisuuksia, kuten lujuus tai kuivumisnopeus, sen mikroskooppiseen rakenteeseen.

Yhteyshenkilöt: Röntgenmikrotomografian osalta professori Markku Kataja (fysiikan laitos), 3D -tulostuksesta voi ottaa yhteyttä koulutuspäällikkö Jouko Pitkäseen (TeLi).

B. Suotautumisen tutkimus

Fysiikan laitos ja VTT ovat mukana Tekesin mallinnus ja simulointi - teknologiaohjelmaan kuuluvassa tutkimusprojektissa, johon kuuluu paperimassan suotautumisprosessiin liittyvää numeerista mallintamista sekä kokeellista tutkimusta sisältävä osuus. Projektiin kuuluu myös mittalaitteen kehittäminen leikkauskentässä tapahtuvan suotautumisen tutkimukseen. Laitteen prototyyppi on rakenteilla ja sen ohjauksjärjestelmän kehittäminen voisi tulla kyseeseen VTT:n ja JAMK:n yhteistyönä esimerkiksi opinnäytetyön muodossa.

Yhteyshenkilöt: Juha Salmela (VTT) sekä Markku Kataja (fysiikan laitos)

C. Paperikoneen märempään prosessien kemiallinen ja fysikaalinen hallinta

Otsikon geneerinen tutkimusaihe liittyy erityisesti VTT:n ja fysiikan laitoksen suunnittelemiin tuleviin tutkimushankkeisiin ja sisältää laajan valikoiman erilaisia yksittäisiä tutkimustarpeita. Aihepiiri tarjoaa mahdollisuuksia monen tasoiseen yhteistyöhön kaikkien tähän selvitykseen sisältyvien tahojen välillä, mutta erityisesti VTT:n ja kemian laitoksen välillä. Joiltakin osin yhteistyön esteenä tällä alalla on kuitenkin se, että yliopistolta ei tällä hetkellä välttämättä löydy kaikkea VTT:n tarvitsemaa osaamista.

Yhteyshenkilöt: Janne Poranen (VTT), Markku Kataja (fysiikan laitos), Raimo Alén (kemian laitos) ja Juha Knuutinen (kemian laitos).

3.4.2 Uusiutuva energia

A. Mikro-CHP projekti

Yliopiston, JAMK:n ja VTT:n yhteisprojektina rakennetaan pellettipolttoon perustuvaa mikro-CHP -laitteistoa, jossa sähköä tuotetaan Stirling -moottoriin kytketyllä generaattorilla. Stirling -moottorin erityispiirre on se, että sen sylinteritila on suljettu ja palaminen tapahtuu sylinterien ulkopuolella. Moottorin mäntä liikkuu sylinteritilassa olevan työkaasun paineenmuutosten ansiosta, jotka saadaan aikaan sylinteriä lämmittämällä ja jäähdyttämällä. Tämän takia Stirling -moottorin sanotaan toimivan lämmöllä, jota voidaan tuottaa periaatteessa millä tahansa tavalla.

Stirling -kone vaatii erittäin tehokkaan lämmönvaihtimen toimiakseen hyvällä hyötysuhteella. Lämmönvaihtimen kehityksen suurimmaksi ongelmaksi muotoutuu se,

että Stirling -koneessa sen tilavuuden täytyy olla pieni. Pellettipoltossa vaihdin nokeentuu ja tukkeutuu helposti, joten lämmönvaihtimen rivasto ei voi olla liian tiheä. Toisaalta vaihtimen rivaston pinta-alan kasvattaminen lisää sen tehoa. Lisäksi materiaalivalintoihin liittyy monia ongelmia. Yhteistyöprojektissa yliopiston rooliksi on muodostunut tarvittavan lämmönvaihtimen suunnittelu, jonka jälkeen laitteisto kootaan Vaajakosken UE -laboratorioon. Ammattikorkeakoulun rooleina ovat pitkäaikaiset käyttökokeet ja kehitystyö niiden pohjalta, erityisesti prosessin jatkuvuuden, yksinkertaisuuden ja mahdollisimman pitkän huoltovälin saavuttaminen.

Yhteyshenkilöt: tutkimusjohtaja Martti Aho (VTT), tutkija Marko Rasi (kemian laitos, UE -ohjelma) ja projekti-insinööri Jaakko Tukia (JAMK)

B. JAMK:n osallistuminen tuotteistamiseen

Konkreettinen mahdollisuus JAMK:n osaamisen hyödyntämiseen nähtiin erilaisten sovellusten tuotteistamisessa, johon yliopistolla ei ole resursseja tai osaamista. Tällaisista projekteja on paljon, kuten esimerkiksi sähköisen savukaasupuhdistimen käyttöttestaus ja tuotteistaminen tai UE -ohjelman yhteydessä tutkittujen aurinkolämpökeräimien tuotekehitykseen. Keräimien testauksen voi toteuttaa Vaajakosken UE -laboratoriossa. Myös integroitujen lämpöjärjestelmien kehityksessä voisi olla mahdollista toteuttaa toimintamallia, jossa JY tekee suunnittelun pohjatyön ja JAMK yrittäjästä kehitystyötä.

Yhteyshenkilöt: tutkimusjohtaja Martti Aho (VTT), projekti-insinööri Jukka Lahti (JAMK) ja projekti-insinööri Jaakko Tukia (JAMK)

C. Laboratoriomittaukset biodieselin tuotannossa

LuVa on ollut mukana projektissa, jossa biodieseliä valmistetaan esteröimällä lähinnä rypsiöljystä. Dieselin tuottaminen noin 200 litran erissä demonstroitii yhdessä Hankasalmelaisten tuottajien kanssa. Biodieselin osalta tutkimuskohteita ovat mm. metanoli- ja lipeäjäämät, eri aineiden annostukset, reaktioajat ja sekoittuminen. Esteröitymisprosessissa helppo epäonnistua ja väärin suhteiden valinta voi johtaa "biodieselhyttelön" tuottamiseen. Prosessin kehittämiseen tarvitaan runsaasti kalliita laboratoriomittauksia (biodieselin virallisissa laatumittauksissa on noin 20 mitattavaa kriteeriä), joiden toteuttaminen pienillä määrärahoilla on vaikeaa.

Virallisten laatumittausten sijasta LuVa:n puolesta perusmittauksia voisi toteuttaa myös opiskelijoiden voimin, jolloin lähtökohtaisesti hyväksytään selkeä epävarmuus ja ainoastaan suunta-antavuus tuloksissa. Opiskelijoiden tekemät mittaukset voisi toteuttaa esimerkiksi seuraavasti: Jompaankumpaan korkeakouluun räätälöidään biodieselin ominaisuuksien mittaaminen sopivan kurssin laboratoriotyöksi, johon LuVa tuottaa näytteet. Työn erityispiirteenä olisi se, että laboratoriotyön vetäjä ei itse mittaisi näytettä. Tällöin työ tarjoaisi opiskelijoille ainutlaatuisen aidon ongelman jo opiskelun varhaisessa vaiheessa konkreettisten opiskelijoille sen, että todellisessa työmaailmassa ei mitata ennalta käsin tunnettuja näytteitä. Normaalin tuotto- tai saantitavoitteen sijasta laboratoriotyö voitaisiin purkaa esimerkiksi eri ryhmien tulosten vertailulla ja niiden kollektiivisella raportoinnilla. Huolellisen suunnittelun jälkeen työ ei välttämättä vaatisi sen ohjaajilta paljoakaan resursseja.

Yhteyshenkilö: Yliopettaja Tero Vesisenaho (JAMK).

3.4.3 Kiihdytinfysiikka

A. Alkuaineanalyysijä VTT:n bioenergiatiimeille

Pelletron -kiihdyttimellä on mitattu metallipinnan oksidoitumista erään kansainvälisen yrityksen T&K -tarpeisiin. Ratkaisu osaan Jyväskylän VTT:n bioenergiatiimien tämänhetkisistä osaamistarpeista voi perustua samankaltaisiin mittauksiin kuin mitä Pelletron -ryhmä on jo aikaisemmin toteuttanut myyntipalveluna. VTT:n bioenergiatiimien eräs tutkimuskohde on kuvattu seuraavasti: *”Metallipintojen korroosion alkuhetkien havainnointi ja ennusteiden teko siltä pohjalta (muutaman tunnin tulipesäaltistumisen jälkeen metallin pinnasta tulisi löytää korroosiotuotteita syvyyden funktiona)”*. Käytännössä Pelletron -kiihdyttimellä voidaan mitata oksidoitumista, eli hapen tunkeutumista metallin pintaan, mikä kertoo korroosioprosessin alkamisesta. VTT on toimittanut fysiikan laitokselle aikaisemmin Åbo Akademi:ssä analysoidut näytteet, muttei mittaustuloksia. Näytteet mitataan uudestaan Jyväskylässä ja tuloksia vertaillaan aikaisempiin. Mittaukset ovat käynnissä tämän raportin kirjoittamisen aikana. Mikäli kokeet onnistuvat, niin fysiikan laitos voinee pidemmällä aikavälillä vastata VTT:n useisiin muihinkin ajankohtaisiin mittaustarpeisiin VTT:n bioenergiatiimien tämänhetkisessä kehitystyössä. Käynnistynyt yhteistyö voi tuoda 1-2 opinnäytetyötä laitokselle sekä mahdollisesti tekniikan- tai uusiutuvan energian julkaisusarjoihin artikkeleja, joihin yliopiston tutkijat pääsevät mukaan.

Yhteyshenkilöt: tutkimusjohtaja Martti Aho (VTT),
tutkijatohtori Timo Sajavaara (fysiikan laitos)

B. Puun kosteuden mittaamenetelmän kehitys ja testaus

Puun tai yleisemmin biopolttoaineen kosteuden tarkka mittaaminen nopeasti olisi erittäin merkittävä kehitysaskel teollisuudelle. Voimaloiden kattilat mitoitetaan tietyille kosteusvälille ja poikkeamat molempiin suuntiin vaativat toimenpiteitä. Liian kostea polttoaine uhkaa sammuttaa tulen tai vie palotapahtuman pois optimaaliselta alueelta, mikä tyypillisesti alentaa hyötysuhdetta ja lisää päästöjä. Tällöin joissakin kattiloissa polttoa pidetään yllä esimerkiksi kaasulla. Liian kuiva polttoaine nostaa kattilan lämpötilan liian korkeaksi, jolloin polttoainetta täytyy kastella vaurioiden välttämiseksi. Tällä hetkellä puun kosteuden määrittämiseen useimmiten käytetään yksinkertaista uunikuivausmenetelmää, jossa puunäytettä pidetään kuumassa uunissa niin kauan, ettei se enää menetä massaansa kosteuden poistuessa. Mitattu massaero antaa kosteuden. Menetelmä on hidas ja kosteat näytteet voivat vaatia jopa 12 tunnin kuivausajan, minkä seurauksena näytteitä voidaan ottaa vain vähän. Näin ollen puun kosteusmittaukset muodostavat logistiseen ketjuun merkittävän pullonkaulan ja lisäksi koko puuerän kosteus tunnetaan pahimmillaan huonosti.

Meneillään olevassa hankkeessa⁷ kiihdytinpohjaisten sovellusten ryhmä tutkii säteilyfysiikan keinojen soveltuvuutta biopolttoaineiden, kuten puun, kosteuden mittaamiseen. Hankkeen ensivaiheessa pyritään kartoittamaan menetelmän soveltuvuus ja sillä saavutettava tarkkuus sekä arvioimaan kustannuksia vaaditun tarkkuuden suhteen. Innovatiivisessa menetelmässä neutronigeneraattorilla tuotettu

⁷ Projektisuunnitelma JY:n osuudesta Metsäteho Oy:n hankkeeseen: ”Perusteet puun ominaisuuksien mittaamisesta neutronimenetelmällä (PUUNA)”.

hiukkassuihku aiheuttaa puuaineksessa neutroniaktivaatioita, jonka seurauksena syntyneen karakteristisen gammasäteilyn pohjalta voidaan määrittää alkuaineiden suhteet puunäytteessä. Yksinkertaisesti ilmaistuna, mikäli esimerkiksi hiilen ja vedyn suhde tunnetaan kuivassa puussa, niin ”ylimääräinen vety” viittaa kosteuteen. Voi olla, että tällä menetelmällä pystytään tulevaisuudessa määrittämään kosteus lyhyessä ajassa esimerkiksi rekkakuorman kokoisesta puulastista.

Mikäli menetelmä osoittautuu menestyksekkääksi, niin sen jatkokehittelyn vaiheessa voi molemmille korkeakouluille muodostua mielekkäät osakokonaisuudet. Ammattikorkeakoulun tehtävänä voisi olla kenttäkokeiden koordinointi ja toteuttaminen sekä osallistuminen mittalaitteen käytettävyyden kehittämiseen. Yliopiston tehtävänä olisi säteilyfysiikan asiantuntemus ja itse mittalaitteen suunnittelu. Lisäksi ammattikorkeakoululta löytyvä tietämys puulogiikasta ja hyvät kontaktit alan teollisuuteen voivat edistää mahdollista yhteistä hanketta.

Yhteyshenkilöt: teollisten sovellusten johtaja Ari Virtanen (fysiikan laitos)
projekti-insinööri Jukka Lahti (JAMK)

C. Opinnäytetöitä insinööreille kiihdytinlaboratoriossa

Tämän selvityksen yhteydessä kiihdytinlaboratoriosta kerättiin neljä eri aihetta, joiden suhteen ammattikorkeakoulun osaamista voitaisiin hyödyntää opinnäytetöiden muodossa. Vastaavan kaltaisia projekteja voi lähiaikoina tulla lisää. Venäjä maksaa entisen Neuvostoliiton aikaisia velkoja toimittamalla fysiikan laitokselle protonikiihdyttimen⁸. Uusi kiihdytin sisältää myös automaatiojärjestelmän, mutta kiihdytin täytyy joka tapauksessa sovittaa tietyiltä osin laboratorion muihin järjestelmiin. Esimerkiksi säteilyturvallisuuden osalta se on kytkettävä laboratorion keskitettyyn järjestelmään.

Aihe 1: ohjausjärjestelmän ja sitä tukevan tietoverkon päivitys- ja rakennustyöt

Työn tavoitteena on järjestelmätukiverkon rakentaminen tarvittavine palveluineen. Monipuoliset tehtävät koostuvat Windows-verkon fyysisestä rakentamisesta ja dokumentoinnista sekä palveluiden kartoittamisesta, pystyttämisestä ja konfiguroinnista. Työtehtäviin voi liittyä myös käyttäjäkoulutuksen pitämistä. Verkkoon tullaan kytkemään, varsinaisten työasemien lisäksi, useita IP-kameroita sekä IP- ja USB-mittalaitteita. Kytkettäviin laitteisiin kuuluu esimerkiksi hälytys-, virranmittaus-, emittanssimittaus- ja etäkäyttöyhteyspalvelut sekä ALCONT ajopaikat ja ALCONT-RHS-SUS-palvelin. Projektia ollaan käynnistämässä.

Yhteyshenkilö: käyttöpäällikkö Arto Lassila (fysiikan laitos)

Aihe 2: ohjelmointitehtäviä ohjausjärjestelmän yhteydessä

Työn tavoitteena on saada päivityksen yhteydessä ohjausjärjestelmään hankitun Field Controllerin sisälle kahvaohjelmisto, johon ulkopuolisilla järjestelmillä on mahdollista tarttua. ALCONT -ohjausjärjestelmässä on muodostettava PASCAL -ohjelmointikielellä yhteys noin 2500 eri parametriin, joita on useita eri tyyppisiä ja pituuksia. Yhteyttä ottavana osapuolena toimivat erilaiset PC-järjestelmät tai palvelut,

⁸ Kiihdyttimen suihkuenergia on protoneilla 18–30 MeV ja deuteronilla 9–15 MeV.

kuten esimerkiksi OPC-palvelimet, tietokannat, LabVIEW -sovellukset, VB:llä toteutetut makrot MS OFFICE -ohjelmissa tai www-palvelut ja soveltuvat JAVA -appletit. Projektia ollaan käynnistämässä.

Yhteyshenkilö: käyttöpäällikkö Arto Lassila (fysiikan laitos)

Aihe 3: yhdistetyn datankeruu- ja goniometrin ohjausjärjestelmän toteuttaminen Pelletronille Labview -ohjelmistolla

Nykyinen järjestelmä juontaa ainakin 15 vuoden taakse ja saattaa pettää koska tahansa. Tällä hetkellä mittaustapahtuma etenee seuraavasti:

1. Katkaistaan suihku kääntämällä Faradayn kuppi sen eteen.
2. Valitaan yhdeltä tietokoneelta näyte ja näytteen mittauskulmat, 2 kpl.
3. Käynnistetään toiselta tietokoneelta datankeruuohjelmasta mittaus.
4. Käännetään Faradayn kuppi pois edestä ja aletaan kerätä dataa.
5. Pysäytetään mittaus, kun tarpeeksi on kerätty статистиikkaa.

Uuden näytteen kanssa aloitetaan alusta. Työn tavoitteena on automatisoida prosessi yhden tietokoneen suorittamaksi ja kehittää sitä. Eri tavoitteille on mietittyä toimintamalli. Ongelman haastavimmiksi osiksi muotoutunevat datankeruun toteuttaminen ja goniometrin askelmoottorien hallittu toiminta.

Mahdollisena lisäprojektina toteutetaan kanavointimittausten tekoon soveltuvan osan tekeminen. Siinä kiteistä materiaalia mitattaessa käännellään näytettä kahteen eri suuntaan ja mitataan samaan aikaan tuottoa. Tuloksena on kaksikulotteinen kuvio (kaksi kulmaa), joka on yleensä neljä tai kahdeksansakaraisen tähden muotoinen. Tähden keskikohta on se, josta me haluamme varsinaisen spektrin mitata, eli se pitää löytää. Tähänkin on olemassa valmiit algoritmit, mutta ongelma ei välttämättä ole ihan helppo.

Yhteyshenkilö: tutkijatohtori Timo Sajavaara (fysiikan laitos)

Aihe 4: JUROGAM -mittauslaitteen seurantajärjestelmän kehitys

JUROGAM gamma-säteily spektrometri on käytössä fysiikan laitoksen kiihdytinlaboratoriossa. Se sisältää 43 germanium -ilmaisinyksikköä, jotka pidetään kylmänä ympäri vuorokauden nestetyypin avulla (nestetyypitäytöt 3 kertaa päivässä). Myös ilmaisimien bias-jännitteet (n. 4000 V) pidetään päällä jatkuvasti. On tärkeää seurata jatkuvasti ilmaisimien lämpötiloja, jotta niiden toimintakyky säilyy. Seuranta tapahtuu automaattisesti, ja yksinkertainen kuvaus järjestelmästä on saatavilla netistä (katso <http://tardis.phys.jyu.fi>, josta linkit JUROGAM Detector Temperatures, JUROGAM Detector Fill Durations).

Tavoitteena on helpottaa ilmaisimien seuranta ja yksinkertaistaa järjestelmän muokattavuutta. Pyritään luomaan järjestelmä, josta voi esimerkiksi valita yksittäisen ilmaisimen tai aikavälin, joilta mittaustuloksia poimitaan omaan käyttöön. Seurannassa kaikki tiedot (lämpötila, täyttöajat, korkeajännitteet, jne.) tallennetaan tietokantaan tietyin aikavälein (15–30 min). Syntynyttä tietokantaa selattaisiin client -pohjaisen ohjelman avulla www-palvelimesta.

JUROGAM päivitetään isommaksi mittalaitteistoksi kesällä 2008. Tällöin joustava graafinen käyttöliittymä tulee olemaan tarpeellinen.

Tehtävät:

1. Tutustuminen parametreihin (esimerkiksi ilmaisimen lämpötila, ilmaisimen täyttö parametrit, ilmaisimen bias -jännite, muut korkeajännitteet, jne.)
2. Sopivan tietokannan valinta
3. Graafisen käyttöliittymän kehittäminen

Ratkaisun tulee sisältää helposti päivitettävissä oleva avoin lähdekoodi.

Yhteyshenkilö: erikoistutkija Peter Jones (fysiikan laitos)

Luetelluista aiheista kahteen ensimmäiseen ollaan parhaillaan tarttumassa; automaatiotekniikan yliopettaja Seppo Rantapuska tulee tutustumaan kiihdytinlaboratorioon kahden lopputyövaihetta lähestyvän insinööriopiskelijan kanssa. Kiihdytinlaboratorio tarjoaa heille palkallisen työharjoittelun sekä lopputyön aiheen ja osan sen ohjauksesta.

D. Kansainväliset hankkeet kiihdytinteknologiassa

Kiihdytinteknologian ympärillä on odotettavissa myös kansainvälisesti erittäin merkittäviä hankkeita. Suomi on hallituksen päätöksellä sitoutunut osallistumaan FAIR -projektiin⁹ Saksan Darmstadtissa. Hankkeeseen liittyy merkittävästi infrastruktuurin rakentamista ja myös Suomen on toivottu osallistuvan laitesuunnitteluun ja rakentamiseen. Varsinkin parhaillaan käynnistyvään rakennusvaiheeseen tulee liittymään runsaasti teknisiä tehtäviä aina konepiirtämisestä ja suunnittelusta tietoverkkojen ja -järjestelmien toteuttamista. FinPro on mukana ajamassa Suomalaisen teollisuuden etuja. Esimerkkeinä voi mainita Tekes:n tarjoama rahoitus robotiikan ympärillä oleviin hankkeisiin, Outokumpu Oy:n aikaisempi sopimus toimittaa CERN:n LHC -kokeeseen tarvittavaa, erittäin puhtaasta kuparista koostuvaa, johdinkaapelia (useita kilometrejä), säteilyturvallisuuden osaaminen tai tietotekniikan osaaminen rinnakkaislaskennassa (GRID -hankkeet). FAIR -hankkeen yhteydessä myös insinööriopiskelijoille tulee tarjoutumaan kansainvälisiä harjoittelupaikkoja, joista myös Jyväskylän ammattikorkeakoulun opiskelijoiden kannattaa kilpailla.

Yhteyshenkilö: lehtori Ari Jokinen (fysiikan laitos)

3.4.4 Muita T&K -toiminnan mahdollisuuksia

Tähän kappaleeseen on koottu muita esille tulleita T&K -toiminnan aiheita, joita ei valitussa jäsenystavassa voitu liittää pääteemojen alle tai jotka sivuavat selvityksen aihepiiriä, mutta eivät varsinaisesti kuuluneet sen organisatorisen rajauksen piiriin.

Fysiikan laitoksen röntgentomografiaan perustuvaan materiaalitutkimukseen sisältyy paljon kuvankäsittelyä ja kuva-analyysiä, jossa se tekee yhteistyötä yliopiston tietotekniikan laitoksen kanssa. Tätä osaamista voidaan hyödyntää yhteistyössä JAMK:n ja VTT:n kanssa hyvinkin monenlaisissa yhteyksissä. Fysiikan laitos ja JAMK ovatkin jo käynnistämässä yhteistyötä tässä aihepiirissä liittyen konenäkösovelluksiin.

JAMK:lla suoritetaan sisäilman tutkimuksia (mm. homeita), joihin liittyvät näytteet lähetetään tällä hetkellä Kuopioon analysoitavaksi. Soveltavan kemian osaston

⁹ FAIR = Facility for Antiproton and Ion Research, http://www.gsi.de/fair/index_e.html

GC/MS -laitteisto voitaisiin akkreditoida¹⁰ näitä mittauksia varten. JAMK toimii hankkeen koordinoijana ja rahoittajana (stipendi) työn osalta ja soveltavan kemian osastolta etsitään vastuuhenkilö työn ohjaukseen. Hankkeen yhteydessä insinööriopiskelijat keräävät ja toimittavat näytteitä yliopistolle, jossa maisteriopiskelija suunnittelee opinnäytetyönään VOC -näytteiden analysointimenetelmän GC/MS -laitteistolla. Mittausmenetelmän löytymisen ja akkreditoinnin jälkeen yhteistyötä jatkettaisiin kyseisten yhdisteiden analyysillä maksupalveluna, jota hoitaisi erikoistyöohjauksen suorittanut henkilö.

Fysiikan laitoksella saattaa käynnistyä projekti, joka vaatii EMC -mittauksia. Nanotiedekeskuksessa on häiriösuojattuja huoneita, mutta JAMK:n EMC -laboratorio on kaiuton. Lisäksi Viitaniemen laboratorion huoneet on suojattu korkeammille taajuuksille. Kaiuttomuuden vaatimus projektissa nousee kynnyskysymykseksi. Mikäli projekti toteutuu, fysiikan laitos ottaa yhteyttä Viitaniemen EMC -laboratorion johtajaan, Matti Mieskolaiseen. Lisäksi eräs yli-insinööri Pauli Heikkisen ohjaamista opiskelijoista fysiikan laitoksella suunnittelee pro gradu -työtään aiheesta, johon tarvittaisiin EMC -mittauksia.

Eräs nanoteknologian mahdollisista läpimurroista tulevaisuudessa liittyy ns. nanovoiteluaineisiin, joissa tavallisen voiteluöljyn seassa on nanopartikkeleita. Käytännössä on havaittu, että tällaisen seoksen voiteluominaisuudet ovat huomattavasti perinteisiä paremmat. JAMK:ssa nanovoiteluaineiden ympärille on käynnistynyt NanoFluid -hanke, jonka vastuuhenkilönä toimii yliopettaja Jaakko Fonselius. Lisäksi hankkeeseen on perustettu ohjausryhmä, jossa on jäsen fysiikan laitokselta (Markku Kataja). JAMK voi ottaa NanoFluid hankkeen osalta yhteyttä yliopistoon, mikäli katsoo hankkeeseen liittyvän potentiaalisia yhteistyön aiheita. Yliopistolla ei tällä hetkellä tutkita nanovoiteluaineita, mutta esimerkiksi niiden reologia voisi olla yliopistoa kiinnostava aihe.

Selvityksen yhteydessä tuli myös esiin yksi sinänsä sen piiriin kuulumaton yhteistyömuoto. LuVa on kiinnostunut tiivistämään yhteistyötä yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen kanssa vesistöjen suojelun alueella. Tällä alueella on tarpeita myös kemiallisille vesianalyysille, joita voitaisiin toteuttaa jommassakummassa korkeakoulussa.

Tämän selvitystyön kattamien yksiköiden lisäksi Jyväskylän VTT:n yksikössä on meneillään projekteja, joiden piiristä löytyy osaamistarpeita myös muiden yliopiston tai ammattikorkeakoulun alojen piiristä. Esimerkiksi tilastomatematiikan alalta esiin tulleita osaamistarpeita ovat monimuuttuja-analyysi, tilastollisen koepistesuunnittelu ja aikasarja-analyysi, joiden osalta osaamista löytyy JY:n matematiikan ja tilastotieteen laitokselta (professorit Esko Leskinen, Antti Penttinen ja Jukka Nyblom). Tietotekniikkaan kohdistuvia osaamistarpeita puolestaan ovat mm. laboratorion analyysirekisterin ja prosessisimulointiohjelman käyttöliittymän kehittäminen. Osa suoraviivaisista tietotekniikan kehitystöistä voisi kuulua myös JAMK:n ohjelmistotekniikan osaamisen piiriin. Niiltä osin soveltuva kontaktihenkilö IT-instituutissa on koulutusvastaava Hannu Luostarinen.

¹⁰ Akkreditoitu tarkoittaa valtuutettua, todetun pätevyyden omaavaa, sovitut minimivaatimukset ja tarvittavan osaamisen täyttävää.

4 Koulutusyhteistyö

Kuten johdanto-osassa jo todettiin, tämän selvityksen alkuperäisenä lähtökohtana oli tutkimusyhteistyötä ja sen mahdollisuuksia koskeva kartoitus. Käytännössä osoittautui kuitenkin, että varsinkin yliopiston ja ammattikorkeakoulun välillä suurimmat tarpeet ja toiveet kohdistuvat itse asiassa erityisesti opetusyhteistyöhön. Lisäksi myös tutkimussektorilla yhteistyö näiden korkeakoulujen välillä toteutunee luonnollisimmalla tavalla opinnäytetöinä, joten opetus on siltäkin osin erottamaton osa suunniteltua yhteistyötä. Edelleen, varsin yleinen näkemys tutkimuksessa haastateltujen henkilöiden piirissä oli se, että luonteva ja kestävä yhteistyökulttuuri saavutetaan varmimmin opetusyhteistyön ja sen seurauksena pidemmällä aikavälillä tapahtuvan henkilövaihdon kautta. Tätä voidaan helpottaa sillä, että jo opiskelun aikana osa, vaikka pienikin, on suoritettu toisessa korkeakoulussa.

Opetuksen yhteistyötarpeet on tiedostettu ja sen mahdollisuuksia on selvitetty jo aiemmin ainakin fysiikan laitoksen ja osin kemian laitoksen toimesta diplomi-insinöörien koulutuksen aloittamiseen tähtäävän hankkeen yhteydessä – joskaan tuloksia ei ole tähän mennessä mitenkään hyödynnetty. Koska selkeä tarve sekä tietyn tasoinen valmius ja tahtotila opetusyhteistyön aloittamiseen oli selvästi olemassa jo tämän työn aloitushetkellä, tämä selvitys menee itse asiassa pelkkää yhteistyön tarpeiden ja mahdollisuuksien kartoittamista pidemmälle. Kuten alla olevasta ilmenee, selvitystyö johti itse asiassa enemmänkin alustavaan suunnitelmaan opetusyhteistyön aloittamiseksi.

Tässä luvussa käsitellään ensin koulutusyhteistyön taustaa ja yleisiä tarpeita sekä opetuksen ominaispiirteitä yliopistossa ja ammattikorkeakoulussa. Kappaleessa 4.3 määritellään ne tavoitteet joihin koulutusyhteistyöllä voidaan pyrkiä. Sen jälkeen tarkastellaan koulutusyhteistyön käynnistämiseen ja opiskelijavaihdon aloittamiseen liittyviä käytännöllisiä kysymyksiä. Lopuksi esitetään haastattelututkimuksen opetusyhteistyötä koskevat yksityiskohtaiset tulokset aihepiireittäin. Yhteistyön piiriin potentiaalisesti kuuluvien kurssien sisältökuvaukset on esitetty liitteessä 1.

4.1 Koulutusyhteistyön taustaa

Fysiikan ja kemian laitoksilla toteutettiin vuosina 1995–2004 kaksi peräkkäistä EU - rahoitteista maisteriohjelmaa: paperinvalmistusteknologian maisteriohjelma 1995-2001 sekä teollisuusfysiikan maisteriohjelma 2000-2004, joiden tavoitteena oli teollisuuden kanssa läheisessä yhteistyössä kouluttaa teollisuuden tarpeisiin tutkimussuuntautuneita fyysikoita ja kemistejä, joilla on yrityksen toiminnalle tärkeä syvälinen luonnontieteiden asiantuntemus¹¹. Ohjelmat tuottivat fysiikan ja kemian laitoksilla yhteensä noin 120 maisteria joista tähän mennessä seitsemän on suorittanut myös tohtorin tutkinnon. Ulkopuolista rahoitusta käytettiin maisteriohjelmissa mm. opetuksen ostamiseen Teollisuuden Oppimispaikka Oy:stä, joka järjesti koulutuksiinsa opettajia metsäteollisuudesta ja ammattikorkeakoululta. Maisteriohjelmaan ostetut kurssit käsittelivät erityisesti paperinvalmistusteknologiaa ja -prosesseja. Maisteriohjelmien päätyttyä v. 2004 tämän tarpeelliseksi havaitun koulutuksen jatkon resursointi osoittautui vaikeaksi, mikä sinänsä on melko yleinen

¹¹ R. Raivola, T. Himberg, A. Lappalainen, K. Mustonen & T. Varmola
Monta tietä maisteriksi, Yliopistojen maisteriohjelmien arviointi
Korkeakoulujen arviointineuvoston julkaisu 3:2002, s. 69.

piirre yliopiston määräaikaissa maisteriohjelmissä. Sekä fysiikan että kemian laitoksilla vastaavaa opetusta on kuitenkin jatkettu koulutusohjelmina, mutta ilman ko. maisteriohjelmien kannalta keskeisiä ulkopuolelta ostettuja teknologiaopintoja.

Maisteriohjelman päättymisen jälkeen Jyväskylän yliopisto haki diplomi-insinöörien koulutusoikeutta ja tällöin eräänä tavoitteena oli järjestää teollisuusfysiikassa olleiden opintojaksojen kaltaista koulutusta korkeakoulujen välisenä yhteistyönä. Jyväskylässä ei lopulta aloitettu DI -koulutusta, mikä tuolloin myös katkaisi keskustelun koulutusyhteistyöstä. Erityisesti näihin maisteriohjelmiin tuli vuosittain useita ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneita opiskelijoita. Yleisenä havaintona AMK - pohjaisista maisteriohjelmaan osallistuneista opiskelijoista voidaan sanoa, että he olivat erittäin motivoituneita ja menestyivät opinnoissaan vähintäänkin yhtä hyvin kuin suoraan yliopistossa opintonsa aloittaneet opiskelijat. Edes vaikeaksi ennakoitu matemaattinen lähestymistapa ei - asianomaisten siltaopintokurssien suorittamisen jälkeen - osoittautunut käytännössä vakavaksi ongelmaksi.

Suorasta koulutusyhteistyöstä on kokemuksia mm. informaatioteknologiassa, jossa FITECO -hankkeen¹² pohjalta on hyväksytty yliopiston IT-tiedekunnan ja JAMK:n IT-instituutin kurssveja soveltuvin osin puolin ja toisin. Lisäksi on annettu yksittäisille opiskelijoille oikeus suorittaa kurssi toisessa korkeakoulussa, mikäli sen liittäminen tutkintoon on perusteltua. Toisen korkeakoulun opettaja on opetusyhteistyönä toteuttanut toisessa opintojakson. Hankkeeseen on myönnetty määräraha, josta on mm. maksettu molempien korkeakoulujen opiskelijoille suunnattujen kurssien kustannuksia.

4.2 Opetuksen yleisiä piirteitä yliopistossa ja AMK:ssa

Ammattikorkeakoulu on pedagogiikaltaan selkeästi koulumaisempi kuin yliopisto. Opiskelijoille tehdään kiinteät lukujärjestykset opinnoista joka vuosi. Opinnot sisältävät myös valinnaisuutta, mutta tyypillisesti vähemmän kuin yliopistolla ja valinnaisuus toteutetaan osana lukujärjestyksestä. AMK -opinnot pyritään selkeämmin viemään läpi tavoiteajassa. Opiskelija menettää opinto-oikeutensa viiden vuoden jälkeen, mikäli rehtori ei myönnä lisäaikaa (korkeintaan yksi vuosi, ellei kyse ole terveydellisistä syistä). Lisäksi JAMK:n opinnoissa teoria ja käytäntö on pyritty yhdistämään kaikessa opetuksessa; tyypillisesti kursseissa ei ole erillisiä teorialuentoja ja demonstraatioita tai laskuharjoituksia. Esimerkiksi IT-instituutissa elektroniikkaa opetetaan luokassa, jossa on nostettavat kokeellisen työskentelyn pöydät. Täten teoriaa ja käytäntöä voidaan opettaa samanaikaisesti.

Yliopistolla luento-opetus on tyyliältään selkeästi teoreettisempaa ja opetuksen tavoitteena on se, että opiskelija oppii ymmärtämään opetettavat asiat ja niiden perusteet niin syvällisesti, että pystyy kehittämään niitä edelleen itsenäisesti. Opetus tähtää siis leimallisesti pätevytyymiseen tutkijaksi. Käytännön harjoittelu tehdään alkuvaiheessa erillisinä laboratoriotöinä ja myöhemmässä vaiheessa, oppiaineesta ja suuntautumisesta riippuen, osana tutkimusryhmien työtä. Lisäksi varsinaisilla luennoilla ei harjoitella laskemista tai muuta ongelmien ratkaisua opettajan johdolla, vaan tyypillisesti ne sisältävät vain muutamia luennoijan esittämiä esimerkkejä. Näin ollen, yliopiston luennoilla lähinnä "kerrotaan mitä opiskelijan tulisi itsenäisesti opiskella" ja tätä työtä tukevat laboratoriotyöt ja laskuharjoitustehtävät, jotka

¹² FITECO = Flexible Information Technology Education in COoperation

yleensä käydään läpi erillisissä ohjatuissa laskuharjoituksissa. Kokeellisen ja teoreettisen osuuden suhteellinen osuus opinnoista kokonaisuutena riippuu kuitenkin suuresti oppiaineesta ja valitusta suuntautumisvaihtoehdosta. Ammattikorkeakoululla jo luokassa harjoitellaan opettajan tuella ja kotitehtävissä soveltavuus ja rutiinin harjoittaminen ovat keskeisiä teemoja. Yleisemmin yliopisto-opinnot tähtäävät selkeästi teoreettisemmän osaamisen hallintaan.

Yleistäen, voidaan sanoa, että yliopisto-opetuksessa käytetään huomattavasti aikaa erilaisten luonnonilmiöiden ja lakien ymmärtämiseen ja niitä koskevien, yleensä matemaattisessa muodossa ilmaistavien tulosten johtamiseen luonnon peruslaeista ja kokeellisista havainnoista lähtien. Matemaattinen esitystapa on keskeistä ja matematiikkaa käytetään paitsi ongelmanratkaisun apuvälineenä, myös suoranaisena opetuskielenä. Kokeellisilla havainnoilla ja mittaustekniikoilla on kuitenkin keskeinen merkitys sekä opetuksessa että tutkimuksessa. Yliopistossa laboratoriotöiden perimmäisenä tarkoituksena pidetään luennolla käsitellyn ilmiön demonstrointia ja ymmärtämistä. Kokeellisen tutkimuksen opetus tähtää, paitsi käytettävien mittaustekniikoiden perusteelliseen hallintaan, myös kykyyn kehittää tutkimuksen vaatimat mittausmenetelmät tarvittaessa itse. Ammattikorkeakoulussa eri ilmiöitä koskevat perustulokset otetaan yleensä annettuina ja keskitytään niiden soveltamiseen käytännössä. Tiettyjen käsitteiden osalta matemaattinen kuvailu voi jäädä kokonaan pois ja ilmiöitä opetetaan enemmänkin niiden seurausten kautta. Laboratoriotyöskentelyssä keskitytään mittaus- ja testausmenetelmien soveltamiseen käytännössä, olemassa olevien mittalaitteiden soveltamiseen prosessien hallinnassa, säädössä ja mitoituksessa sekä niitä koskevien teollisuuden standardien hallintaan.

On tärkeää huomata, että edellä kuvatut eroavaisuudet eivät heijasta "opetuksen yleistä tasoa" millään absoluuttisella asteikolla, vaan ainoastaan erilaisia tavoitteita, joihin opetuksessa pyritään.

4.3 Koulutusyhteistyölle asetettavat tavoitteet

Yksinkertaisimmillaan koulutusyhteistyön tavoitteeksi voitaisiin asettaa pelkästään resurssien säästäminen karsimalla päällekkäistä opetusta ja hyödyntämällä yhteisiä opetusympäristöjä. Ainakin teknologia-alalla on kuitenkin olemassa tarpeita, jotka puoltavat syvällisempää tavoitteenasettelua. Valtioneuvoston hyväksymän ammattikorkeakoulutuksen kehittämissuunnitelman mukaan:

"Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen muodostamaa korkeakoulujärjestelmää kehitetään kansainvälisesti kilpailukykyisenä ja samalla alueellisiin tarpeisiin joustavasti vastaavana kokonaisuutena. Ammattikorkeakoulut mm. kehittävät yhteistyössä yliopistojen kanssa maakuntakorkeakouluja vastaamaan alueellisiin koulutustarpeisiin."

Tämä linjaus määrittelee koulutusyhteistyön yleisen raamin ja tavoitteen varsin selkeästi. Käytännön kysymys on kuitenkin se, mitä täsmällisesti ottaen ovat ne 'alueelliset koulutustarpeet', joita kumpikaan korkeakoulu ei tällä hetkellä tuota yksinään vaan johon tarvitaan yhteistyötä – vai onko sellaisia tarpeita ylipäätään olemassa? Lähtökohdana käytännön tavoitteen määrittelylle ovat tältä osin alueen elinkeinoelämän teknologiset tarpeet. Perinteisesti ammattikorkeakoulut ja tekniset yliopistot ovat pystyneet suurelta osin täyttämään nämä tarpeet. Tässä suhteessa

tilanteen voi kuitenkin väittää muuttuneen erityisesti viimeisen viidentoista vuoden aikana. Ns. uudet teollisuuden alat kuten IT -teollisuus, biotekniikka-ala ja nanoteknologiaan perustuvat alat hyödyntävät jo lähtökohtaisesti luonnontieteen perustutkimuksessa pitkällä aikavälillä saavutettuja tuloksia ja tarvitsevat tässä juuri sitä osaamista, jota tiedeyliopistoissa on jo valmiina.

Perinteinen teollisuus, kuten metsäteollisuus, on myös uusien haasteiden edessä. Näitä haasteita luovat paitsi rakennemuutos ja paine radikaaliin uudistumiseen se tosiasia, että perinteisenkin tuotekehitystoiminnan vaatimukset ovat kasvaneet tuotekehityssyörien nopeutuessa ja käytettävissä olevan teknologian monipuolistuessa ja tullessa yhä monimutkaisemmaksi. Siten myös tällä sektorilla on perusluonnontieteelliselle osaamiselle syntynyt kysyntää. Tästä selkeänä indikaattorina ovat aiemmin mainittujen lähinnä paperinvalmistusteknologiaan suuntautuneiden maisteriohjelmien tuottamien maistereiden ja tohtoreiden hyvä kysyntä ja sijoittuminen teollisuuteen ja teollisuutta palveleviin tutkimuslaitoksiin. Kuitenkaan näiden maisteriohjelmien opiskelijoille ei opetettu juuri mitään sellaista, mikä ei olisi muutenkin joko yliopiston tai esimerkiksi ammattikorkeakoulun opinto-ohjelmassa. Kysymys on oikeastaan pelkästään siitä, että näin koulutetut maisterit kykenevät soveltamaan luonnontieteellistä ja matemaattista osaamistaan teollisiin ongelmiin *yhteistyössä insinöörien kanssa* ja siten hyödyntämään käytännössä osaamistaan. Tätä huomiota yleistäen voidaankin yliopiston ja ammattikorkeakoulun teknologiaan keskittyvälle koulutusyhteistyölle ehdottaa tavoitteeksi:

Kouluttaa maistereita ja insinöörejä, joilla on vankka oman alansa osaaminen sekä koulutuksen antama valmius soveltaa osaamistaan soveltavan tutkimuksen ja elinkeinoelämän tehtävissä hyödyntäen keskinäistä yhteistyötä ja toistensa osaamista.

Voidaan perustellusti väittää, että yleisesti ottaen tässä vaadittavat kyvyt ja osaaminen ovat perinteisen maisterin tai insinöörin koulutuksen saaneilla heikot - sitä osoittaa itse asiassa jo se, että tämä selvitystyö oli yleensä tarpeellinen. Toisaalta, em. maisterikoulutuksen kokemukset osoittavat myös sen, että tiedolliset (ja asenteelliset) puutteet on mahdollista korjata suhteellisen vähäisillä opetuksen sisältöä koskevilla muutoksilla. Tarkoituksenaan ei ole opettaa maistereita tekemään insinöörien töitä tai päinvastoin, vaan opettaa maisterit ja insinöörit "keskustelemaan keskenään". Ilmeistä on myös se, ettei tämän tyyppistä koulutusta tarvitse antaa kovin suurelle osalle maistereita tai insinöörejä. Koulutukseen voidaan näin valikoida juuri siihen sopivimmat ja motivoituneimmat opiskelijat. On ilmeistä, että tämän tyyppisellä maistereiden ja insinöörien osaamisprofiililla voitaisiin vastata elinkeinoelämän uusiin tarpeisiin monilta osin. Lisäksi se olisi omiaan tehostamaan innovaatioketjun toimintaa ja perustutkimuksen tulosten hyödyntämistä alueellisesti.

4.4 Koulutusyhteistyön käynnistäminen

Vaikka sekä opetusyhteistyön lähtökohdat ja tarpeet että jopa ajateltu kurssitarjonta (ks. jäljempänä) ovat kohtuullisen hyvin selvillä, yhteistyön käynnistämiseen liittyy useita epävarmuustekijöitä ja vielä tässä vaiheessa ratkaisemattomia yksityiskohtia. Näitä ovat mm. opinto-oikeuden myöntämisperusteet, opintosuoritusten kirjaaminen ja pisteyttäminen sekä mahdolliset vaikutukset kurssien sisältöön ja opetusryhmiin. Paitsi näitä lähinnä teknisuontoisia järjestelyjä, jotka kuitenkin lienevät ratkaistavissa suhteellisen helposti, asiaan liittyy myös perustavampaa laatua olevia kysymyksiä. Näitä ovat mm. tarvittava koulutuksen volyyymi ja vaadittavat opetuksen resurssit.

Lisäksi yhteistyössä on pyrittävä siihen, että yhteistyö ainakin kokonaisuutena katsoen mieluummin vapauttaa resursseja kuin sitoo niitä kummassakin korkeakoulussa erikseen. Itsestään selvää on myös se, että tarjottavien kurssien tulee kaikissa tapauksissa olla mielekkäitä opiskelijan tutkintokokonaisuuden suhteen.

Tämän vuoksi ja kokemuksen kartuttamiseksi koulutusyhteistyö kannattanee aloittaa suhteellisen pienimuotoisena. Toiminta voisi perustua 3-5 vuoden mittaiseen pilottisopimukseen, jonka puitteissa opetuksen vaihtoa kokeillaan käytännössä. Sopimus koskee yliopistolta fysiikan ja kemian laitoksia, vastaavasti ammattikorkeakoululta tekniikan ja liikenteen sekä informaatioteknologian koulutusaloja. Tässä vaiheessa kurssitarjonta toisen korkeakoulun opiskelijoille pyritään toteuttamaan vaihtoperiaatteella. Vaihdossa ei kuitenkaan lähtökohtaisesti pyritäisi pilottivaiheessa tarkkaan määrälliseen vastaavuuteen. Volyyymi rajataan siten, että vaihdettavan opetuksen vuoksi ei olisi tarpeellista perustaa uusia opetusryhmiä tai muutenkaan kasvattaa tarvittavia resursseja kokonaisuutena. Tämän vuoksi opinto-oikeus annetaan rajoitetusti ja koskien ennalta sovittuja kurseja, joiden suorittamista opiskelijan pääasiallinen korkeakoulu tukee henkilökohtaisen opintosuunnitelman (HOPS) kautta. Tavoitteena on saada pilottisopimus voimaan kevään 2008 aikana ja aloittaa opetuskokeilu syksyllä 2008. Aluksi opetuskokeilua kannattaa toteuttaa pääsääntöisesti pienissä testiryhmissä. Monille yliopiston järjestämille kursseille voitaneen tosin tarvittaessa ottaa enemmänkin JAMK:n opiskelijoita ilman, että se aiheuttaa tarvetta opetusresurssien merkittävään kasvattamiseen. Toimintaa sitoudutaan kehittämään saatujen kokemusten ja palautteen pohjalta ja sen vakinaistamisesta päätetään pilottivaiheen jälkeen. Arvioitu lopullinen opiskelijamäärä on 5-10 opiskelijaa/vuosi kummassakin korkeakoulussa. Joillakin osa-alueilla, erityisesti elektroniikassa ja soveltavassa kemiassa, näyttäisi tosin olevan mahdollisuuksia selvästi laajempaankin opetusyhteistyöhön.

4.5 Opiskelijavaihdon käytännön järjestelyihin liittyviä kysymyksiä

Tämän selvitystyön aikana tehtiin hyvinkin yksityiskohtainen kartoitus opiskelijavaihdon käytännön järjestelyvaihtoehdoista lähinnä yliopiston opiskelijahallinnon näkökannalta. Tuloksia käsitellään tässä yhteydessä vain yleisellä tasolla ja toimintaperiaatteiden kannalta. Yksityiskohtaiset tulokset raportoidaan erikseen, ja toimitetaan kyseisistä asioista vastaavien henkilöiden käyttöön.

Kummankin korkeakoulun hallintokäytännöt ja tietojärjestelmät mahdollistanevat joko sellaisenaan tai hyvin pienin muutoksin kyseeseen tulevan opetusyhteistyön käytännön järjestelyt, kuten rajoitetun opinto-oikeuden myöntämisen, opintosuoritusten arvioinnin, rekisteröinnin ja siirtämisen opiskelijan oman korkeakoulun tietojärjestelmään.

Opintosuoritusten arvioinnin ja kirjaamisen suhteen suoraviivaisin toimintatapa lienee, että kurssit tentitään ja arvostellaan opetuksen antavassa korkeakoulussa, mutta ne pisteytetään ja viedään rekisteriin opiskelijan omassa korkeakoulussa ja sen omien kirjauskäytäntöjen mukaan. Ensisijaisesti lienee syytä pyrkiä siihen, että opintopisteet kirjataan kustakin kurssista samansuuruisina molemmissa korkeakouluissa. Kuitenkin, myös poikkeamista tästä periaatteesta voidaan perustella sillä, että kurssin

suorittamiseen vaadittava työmäärä riippuu opiskelijan taustasta, joka voi muodostua erilaiseksi eri korkeakoulujen opiskelijoille. Poikkeuksia voi perustella myös tilanteissa, joissa toisen korkeakoulun opintojakso korvaa toisessa järjestettäviä ja opiskelijan tutkintoon kuuluvia opintoja. Esimerkiksi fysiikan matemaattiset menetelmät I -kurssi on yliopistolla 9 op laajuinen, mutta sisältönsä puolesta korvanee opintopisteissä mitattuna laajemman kokonaisuuden logistiikan koulutusohjelmassa. Opiskelijoiden oikeusturvan kannalta parempi periaate voisi siis olla pisteytyksen määrittely sen mukaan, mitä opintoja toisesta korkeakoulusta saatu opetus korvaa niissä tapauksissa, joissa tällainen korvaavuus on määritelty. Tiedossamme ei ole myöskään mitään laillisia esteitä sille, että pisteytys voitaisiin tarvittaessa tehdä erisuuruisena.

Toisessa korkeakoulussa opintoja suorittaville opiskelijoille suunnattuun opintoneuvontaan on syytä kiinnittää erityistä huomiota. Kumpaankin korkeakouluun on syytä nimetä vastuuhenkilö, jonka tehtäviin kuuluu keskinäinen yhteydenpito, vaihtoon osallistuvien opiskelijoiden HOPS:ien sisällön ja toteutumisen seuranta, opinto-oikeuksien järjestäminen, opiskelijoiden perehdyttäminen korkeakoulujen käytäntöihin sekä palautteen ja kokemusten kerääminen ja niistä tiedottaminen opetuksesta ja yhteistyöstä vastaaville tahoille.

Opetusyhteistyössä on kiinnitettävä erityistä huomioita korkeakoulujen erilaiseen pedagogiseen kulttuuriin, joka tulee kuitenkin aiheuttamaan yllätyksiä opetuksen vaihtoon osallistuville opiskelijoille. Erityisen tärkeää on se, ettei opiskelijoille luoda negatiivisia ennakoasenteita. Lisäksi on tärkeää tiedottaa opettajia riittävästi, ettei heidän keskuuteensa jää merkittävää epätietoisuutta opetuksen erilaisista tyyleistä ja tavoitteista. Tätä taustaa vasten tarkasteltuna valmistautuminen vaihtoon voi olla jopa tärkeämpää siitä vastaavalle henkilökunnalle kuin opiskelijoille.

4.6 Koulutusyhteistyön sisältö ja opetettavat kurssit

Tässä kappaleessa esitetään haastattelututkimuksen opetusyhteistyötä koskevat yksityiskohtaiset tulokset jaoteltuna viiteen eri aihepiiriin. Fysiikan tai kemian menetelmäkurssit ovat kaikki yliopiston tarjoamia kursseja, jotka toimisivat luonnollisella tavalla JAMK -opiskelijoiden siltaopintoina muihin yliopiston tarjoamiin kursseihin, mutta voisivat toisaalta olla hyödyllisiä sinälläänkin (esimerkiksi numeeriset menetelmät). Paperinvalmistusteknologiaan liittyvät kurssit puolestaan sisältävät sekä JAMK:n että fysiikan laitoksen tarjoamia kursseja, joiden sisältö vastaa hyvin esimerkiksi aiemman teollisuusfysiikan maisteriohjelman teknologiaopintoja. Sekä elektroniikan että soveltavan kemian kurssitarjontaa ja harjoitustyöympäristöjä on myös tarjolla sekä yliopistolla että JAMK:lla ja niistä löytyy sisällöllisesti lähellä toisiaan olevia osia. Nämä alat tarjoavat ehkä parhaan mahdollisuuden opetusresurssien yhteiskäyttöön laajemminkin. Seuraavissa kappaleissa esitetään yleiskatsaus opetusyhteistyön pohjaksi sopiviin kursseihin yliopistolla ja JAMK:ssa. Yksityiskohtaiset kurssikuvaukset on esitetty liitteessä 1.

4.6.1 Fysiikan menetelmäkurssit

Yleisesti ottaen erilaisten menetelmien hallinta on selkeästi yliopiston vahvuusalueella. Fysiikan laitoksella opetetaan matemaattisia menetelmiä (kurssit I-III, á 9 op), kokeellisia menetelmiä (3 op) ja numeerisia menetelmiä (4 op). Menetelmäkursseista

matemaattiset menetelmät I ja II kuuluvat maisteriopinnot aloittavien AMK - insinöörien siltaopintoihin.

Ammattikorkeakoulujen opetuksessa matematiikan osuutta on vähennetty aiemmasta tasosta. Insinööriopintoihin hakeutuu kuitenkin myös matemaattisesti suuntautuneita lukiolaisia, joista osa saattaa turhautua matematiikan AMK -opinnoissa. Näille opiskelijoille voisi olla mielekästä tarjota mahdollisuus suorittaa matematiikan perusopinnot yliopistossa. Toisaalta suuri osa fysiikan laitoksen tarjoamasta opetuksesta edellyttää suhteellisen vahvaa osaamista matematiikassa, jolla on opetuksessa käytännössä lähes opetuskielen asema. Merkittävä osa opintojen vaihdosta fysiikassa tarvitsee siis pohjalle ainakin kurssin Fysiikan matemaattiset menetelmät I (FMM-I). Yhteistyön alussa tämä kurssi voi toimia pilottina muille menetelmäkursseille.

Matemaattisten menetelmien kursseille tulisi insinööriopiskelijoita todennäköisesti kahta väylää pitkin. Pilottivaiheessa kurssia FMM-I tulisi opiskelemaan vuosittain ryhmä opintojen loppuvaiheessa olevia JAMK:n opiskelijoita, joiden tavoitteena on suorittaa kursseja esimerkiksi virtausmekaniikasta tai lämmönsiirtoprosesseista. Nämä opiskelijat JAMK valitsee erikseen. Osa tulijoista olisi vasta aloittaneita insinööriopiskelijoita, joilla on hyvä matemaattinen pohja lukiosta. Laajan matematiikan pohjalta aloittaville järjestetään JAMK:ssa lähtötason testi. Testi tarjoaa joka tapauksessa tietoa JAMK:n matematiikan opettajille aloittavista opiskelijoista, mutta ennen kaikkea sen perusteella haarukoidaan potentiaaliset vaihtoon tulevat opiskelijat.

Aloittavilla insinööriopiskelijoilla on melko paljon kontaktitunteja viikossa, joten kurssin FMM-I luentojen ja harjoitusten sovittaminen tiukkaan viikko-ohjelmaan voi olla hankalaa. Lisäksi oppilaille on syytä korostaa kurssin olevan selvästi ammattikorkeakoulun perusmatematiikkaa työläämpi. On myös syytä korostaa, että – nimensä mukaisesti – Fysiikan matemaattiset menetelmät kurssilla matematiikkaa opetetaan fysiikan näkökulmasta. Kurssi soveltuu paremmin niille opiskelijoille, jotka ovat jo lukiossa opiskelleet fysiikkaa ja ovat kiinnostuneita siitä. Kaikille ammattikorkeakoulun aloille fysiikan näkökulma ei välttämättä ole luonteva. Esimerkiksi logistiikan koulutusohjelmassa talousmatematiikan sovellusten merkitys on suurempi, vaikka opetettavat matematiikan perusaiheet ovat samat.

Yliopistolla suoritettavista matematiikan opinnoista kiinnostuneiden AMK - opiskelijoiden lukumäärää on vaikea arvioida etukäteen tarkasti. Pilottivaiheessa vanhemmista opiskelijoista voitaisiin koota 2-4 opiskelijan testiryhmä ja vaativimmat matematiikan opinnot voisivat kiinnostaa muutamaa aloittavaa opiskelijaa.

Matemaattisten menetelmien osalta opintojen suunnittelua koordinoi JAMK:ssa (TeLi:llä) lehtori Anne Rantakaulio. Fysiikan laitoksen yhteyshenkilöitä ovat lehtori Juha Merikoski ja tutkijatohtori Sami Räsänen.

4.6.2 Teollisuusfysiikka

Fysiikan laitoksen opetusohjelmaan kuuluvassa teollisuusfysiikan maisteriohjelmassa on olemassa selkeä tarve teknologiapainotteiselle opetuskokonaisuudelle, jonka tavoitteena on antaa opiskelijoille perustiedot prosessiteollisuudessa, erityisesti paperinvalmistuksessa käytettävästä teknologiasta ja prosesseista. Tämän alueen

osaamista ei yliopistolla itsellään ole, eikä sitä ole syytä sinne tavoitella. Päättyneissä EU -rahoitteisissa vastaavissa maisteriohjelmassa tarvittava opetus ostettiin tältä osin mm. Teollisuuden oppimispaikka Oy:n (TOP) kautta jolloin opetuksesta vastasi käytännössä osin JAMK. Opetuksen vaihtoa fysiikan laitoksen ja JAMK:n välillä kartoitettiin tämän pohjalta jo aikaisemmin yliopiston DI -koulutushankkeeseen liittyen. Siinä yhteydessä kesken jäänyttä suunnittelua jatkettiin tämän selvitysyön yhteydessä. Osoittautui, että JAMK:n paperinvalmistusteknologian koulutusohjelmasta voidaankin löytää nämä tarpeet tyydyttävä kokonaisuus. Opetus voidaan käynnistää pilottivaiheessa esimerkiksi maisteriohjelman opiskelijoille tarjottavalla 15 opintopisteen kokonaisuudella, johon sisältyy JAMK:n paperinvalmistusteknologian koulutusohjelmaan kuuluvat kurssit

- Paperin valmistus, 5 op
- Paperikoneteknologia, 5 op
- Prosessisuunnittelu, 5 op

Lisäksi yksittäisenä kurssina kyseeseen voisi tulla Paperikoneteknologian ammatillinen englanti (3 op).

Ryhmätyöskentely- ja raportointitaidot ovat keskeisiä nykyisessä insinööriyössä, joten kurssilla oppiminen tapahtuu merkittävältä osin harjoitustöiden ja niiden purkamisen kautta. Tämä korostaa tämän hetken teollisuudessa vallitsevaa hajautettua toimintatapaa, jossa insinöörit toimivat melko tarkkojen osaongelmien parissa ja eri osia suunnittelevat henkilöt eivät aina ole jatkuvassa vuorovaikutuksessa, esimerkkinä eri insinööritoimistoille ulkoistetut projektit. Eräs JAMK:n pedagoginen toimintatapa on ollut pyrkiä eri kurssien muodostamiin jatkumoihin, jotka tietyissä tilanteissa voivat läpäistä koko opinnot. Esimerkiksi TeLi:n minitehdas -ympäristössä ryhmä voi käydä läpi tietyn tuotteen valmistusprosessin aina CAD -piirtämisestä tuotantoon asti opintojen aikana. Monesti ryhmätöinä tehdyt raportit kuljettavat tietoa kurssilta toiselle tai ryhmästä toiseen, mikäli kokonaisuus on jaettu eri ryhmien toteuttamiin osatehtäviin – todellista teollisuuden toimintatapaa simuloiden.

Pilottivaiheessa soveltavan fysiikan ja kemian opiskelijoista voidaan koota esimerkiksi neljän henkilön (2+2) testiryhmä, joiden HOPS:in pyritään sisällyttämään edellä mainittu 15 op:n paketti kokonaisuudessaan. Neljän hengen testiryhmän ottaminen mukaan kursseille olisi edullista sen vuoksi, sillä niillä työskennellään tyypillisesti neljän hengen ryhmissä. Erillinen yliopisto-opiskelijoista koostuva ryhmä ei siten vaikuttaisi insinööriopiskelijoiden omaan työskentelyyn. Kokemuksen karttuessa voisi olla jopa tehokkaampaa käyttää nimenomaan sekaryhmiä, jolloin opiskelijoiden lukumäärä voitaisiin valita vapaammin.

Paperinvalmistukseen liittyviä opintoja voidaan tarjota myös laboratorioanalyttikkojen koulutusohjelmassa, jossa paperikemia ja -tekniikka sekä prosessitekniikka ovat osa vaihtoehtoisia ammattiaineopintoja. Jatkossa kannattaa keskustella tarkemmin paperinvalmistusteknologian ja laboratorioalan koulutusohjelmien (katso kappale 5.6.4) kurssitarjonnan eroista. Mikäli laboratorioalan kurssit eivät ole yhtä täynnä, niiden osalta vaihtoa voi olla helpompaa toteuttaa.

Paperikoneteknologian koulutusalan kursseista voi olla yhteydessä koulutusvastaavaan, lehtori Petri Luosmaan. Laboratorioalan koulutuksen osalta yhteyshenkilönä toimii koulutuspäällikkö Esa Salo.

Fysiikan laitoksen teollisuusfysiikkaan liittyvä kurssitarjonta ammattikorkeakoululle voi alkuvaiheessa sisältää kurssit:

- Virtausmekaniikka IA ja IB (5+4 op)
- Virtausmekaniikka IIA ja IIB (5+4 op)
- Lämmönsiirtoprosessit A ja B (4+3 op)
- Teknillinen termodynamiikka (8 op)
- Paperinvalmistuksen fysikaaliset prosessit I (3 op)

Näistä kolmen ensimmäisen kurssin A -osat soveltunevat parhaiten insinööriopiskelijoille ja vaativat edeltävinä opintoina vain kurssin FMM-I. Mikäli insinööriopiskelija suorittaa myös kurssin FMM-II, hän voi periaatteessa lukea myös kurssien B-osat.

Esimerkiksi FMM-I (9 op) + Virtausmekaniikka IA (5 op) + Virtausmekaniikka IIA (5 op) muodostanevat insinööriopiskelijoille mielekkään 19 op kokonaisuuden. Huomioitavaa on, että tähän mennessä ei ole keskusteltu yksityiskohtaisesti näiden kurssien päällekkäisyydestä esimerkiksi JAMK:n Virtaus- ja lämpötekniikan (5 op) kurssin kanssa. Virtausmekaniikan kurssien lisäksi fysiikan laitoksen virtauslaboratoriossa tai oppilaslaboratorion virtausvastuslaitteistolla on mahdollista toteuttaa monipuolisia laboratoriotöitä.

Virtausmekaniikan ja virtauslaboratorioiden yhteyshenkilönä toimii professori Markku Kataja ja lämmönsiirtoprosesseissa professori Jussi Timonen.

Teknillisen termodynamiikan kurssi on painottunut voimalaitosten ja energian tuottamisen termodynamiikkaan. Se kuuluu uusiutuvan energian ohjelmaan ja on yhteinen kurssi kemian laitoksen kanssa. Sen esitiedoiksi suositellaan UE -kurssia KEMS801. Tämän kurssin osalta yhteyshenkilönä toimii fysiikan laitoksella tutkija Jussi Maunuksela

Kurssi "Paperinvalmistuksen fysikaaliset prosessit I. Märkäpuristus" on kansalliseen PapSaT -maisteriohjelmaan kuuluva intensiivikurssi, joka luennoidaan tarvittaessa englanniksi. Kurssilla opetetaan yleisemminkin teollisten prosessien fysikaalista mallintamista käyttäen esimerkkinä paperin märkäpuristusprosessia.

4.6.3 Elektroniikan opetusyhteistyö

Elektroniikan opetuksen tilanne on muutosten alaisena molemmissa korkeakouluissa. Fysiikan laitoksella *perinteisessä* elektroniikassa ei viime aikoina ole tehty varsinaista tutkimusta, vaan se on yliopiston yleisen strategian mukaisesti kilpistetty välttämättömäksi tukipalveluksi. Nanotieteiden maisteriohjelmassa voi suuntautua elektroniikkaan opintoja sopivasti painottamalla. Elektroniikan opetus on suurelta osin keskitetty yhdelle lehtorille, joka auttaa myös soveltavia tutkimusryhmiä niiden elektroniikan osaamistarpeissa. Fysiikan laitos on myös käyttänyt merkittävästi ulkopuolista elektroniikan opetusta varsinkin nanoelektroniikan koulutusohjelman

aktiivisimpina aikoina. Tällä hetkellä fysiikan laitoksen elektroniikan opetuksessa toteutetaan ostopalveluna 1-2 kurssia vuodessa.

Perinteisellä elektroniikalla on merkittävä käytännön tarve kaikilla soveltavilla ja kokeellisilla tutkimusaloilla (kokeellinen nanotiede, nanoelektronikka, kiihdytinlaboratorion toiminta, kokeellinen hiukkasfysiikka – erityisesti ilmaisimien rakentaminen, teollisuusfysiikka, jne.). Tietyiltä osin elektroniikalla on siten ollut poikkeuksellisen soveltava rooli fysiikan laitoksella, mikä voi tarjota hyvän lähtökohdan yhteisten opintojaksojen pitämiseen JAMK:n kanssa.

Jyväskylän ammattikorkeakoulussa on vuoteen 2007 asti ollut elektroniikan koulutusohjelma, jonka keskeisenä teemana on elektroniikkajärjestelmien ohjelmointi. Syksyllä 2008 elektroniikan koulutusohjelma sulautetaan ohjelmistotekniikan koulutusohjelmaan. Uudessa ohjelmassa opiskelijat suuntautuvat joko ohjelmisto- tai laitteistopainotteisille linjoille, joista jälkimmäinen vastaa pääpiirteissään nykyistä elektroniikan koulutusohjelman tarjontaa. Laitteistopainotteisella linjalla tulee jatkamaan noin 20 opiskelijaa aloituserästä.

JAMK:n ohjelmistotekniikan koulutusohjelmaan otetaan 50 opiskelijaa vuosittain ja kaikille opiskelijoille on yhteinen lukujärjestys ensimmäiset kaksi vuotta. Tässä vaiheessa opetusryhmät ovat suuria samoin kuin fysiikan laitoksen ensimmäiset kurssit elektroniikka I ja II. Yhteistyö olisi mielekkäintä molempien korkeakoulujen myöhemmissä elektroniikan opintojaksoissa, joissa osanottajamäärät ovat pienempiä.

Tämän selvitystyön yhteydessä elektroniikan opetuksen yhteistyötä pohtimaan muodostui ryhmä, johon kuuluvat koulutusvastaava Matti Mieskolainen (JAMK), lehtori Jouko Kotkansalo (JAMK), lehtori Olli Väänänen (JAMK), lehtori Pasi Repo (JAMK), lehtori Kari Loberg (JY) ja nanoelektronikan yliassistentti Jussi Toppari (JY). Yhteistyön aloittamiselle nähtiin neljä konkreettista aihepiiriä, joissa sen toteuttaminen olisi helpointa:

1. Elektroniikan laboratoriotöiden toteuttaminen IT-instituutissa:

Fysiikan laitoksen oppilaslaboratoriot ovat tietyiltä osin vanhentuneita modernien laitteiden ollessa ainoastaan tutkimuskäytössä. IT-instituutin elektroniikan luokka mittauspöytineen on sen vuoksi fysiikan laitosta kiinnostava opetusympäristö. Aikaisemman selvityksen¹³ pohjalta on itse asiassa jo sovittu, että fysiikan laitoksen opettaja saa käyttää JAMK:n elektroniikan luokkaa sen ollessa vapaana.

2. Elektronimikroskoopin laboratoriotyö ammattikorkeakoulun opiskelijoille:

Fysiikan syventäviin opintoihin kuuluu elektronimikroskopian laboratoriotyö, jonka soveltavuutta insinööriopiskelijoille selvitetään parhaillaan. Fysiikan laitoksella on lisäksi tarkoitus muuttaa yksi tutkimuskäytöstä vapautunut elektronimikroskooppi opetuskäyttöön. Mikroskooppi ei kuitenkaan ole tällä hetkellä käyttökunnossa. Fysiikan laitoksella asiaa hoitavat Jussi Toppari ja Timo Sajavaara.

¹³ Saastamoinen, Kovanen ja Pylvänäinen; maaliskuu 2007.

3. Basics of Nanoscience -kurssi:

IT-instituutti on ollut jo aikaisemmin yhteydessä nanotiedekeskukseen nanoelektroniikan peruskurssin tarjoamisesta. Opetusyhteistyö olisi mahdollista käynnistää tältä osin sallimalla insinööriopiskelijoiden pääsy kurssille SMBS813: Basics of Nanoscience (7 op). Kurssin (matemaattinen) lähtötaso soveltuu sellaisenaan insinööriopiskelijoille, sillä kurssi on osa monitieteisiä nanoteknologian yleisopintoja, jotka on sovitettu fyysikoista, kemisteistä ja biologeista koostuvalle ryhmälle. Kurssi koostuu johdanto-osuudesta, jonka jälkeen eri tutkimusryhmien asiantuntijat esittelevät omaa tutkimusalaansa ja sen aiheita – sekä Jyväskylässä tehtävää tutkimusta että alaa yleisemmin.

Alkuvaiheessa IT-instituutti voi valita opiskelijoistaan kurssille sopivan testiryhmän, jonka antaman palautteen perusteella arvioidaan tarvittavia kehitystoimenpiteitä. Yhteyshenkilönä tämän osuuden suhteen toimivat nanoelektroniikan yliassistentti Jussi Toppari, koulutuspäällikkö Tapani Äijänen ja elektroniikan koulutusvastaava Matti Mieskolainen.

4. RF -suunnittelun opetus:

Molemmat korkeakoulut ostavat tällä hetkellä erikseen RF (Radio Frequency) -suunnittelun opetusta Tampereen ammattikorkeakoulusta (opettajana lehtori Ari Rantala). Kurssin laajuus fysiikan laitoksella on 10 op. Tällä hetkellä IT-instituutissa on RF -tekniikasta perus- (3 op) ja jatkokurssit (6 op), joista jatkokurssi ei ole ollut opinto-ohjelmassa enää pariin vuoteen. Toimintaa olisi mahdollista kehittää siten, että ulkopuolinen opetus jaettaisiin esimerkiksi kahteen 5 op:n osaan. Yliopiston opiskelijat suorittaisivat molemmat osat, kun taas kaikki insinööriopiskelijat lukisivat ensimmäisen osan, mutta vain osa jatkokurssina toisen osan.

Kummassakaan korkeakoulussa ei ole sisällytetty laboratoriotöitä RF -kurssiin. Joinakin vuosina oppilaat ovat matkustaneet Tampereella laboriodemonstraatioon. Lähtökohtaisesti opiskelijoiden ei ole järkevää matkustaa Tampereelle, sillä JAMK:n EMC -laboratoriosta löytyy ajanmukaiset laitteet kurssin laboratoriotöiden toteuttamiselle. Tampereen ammattikorkeakouluun ollaan jo oltu yhteydessä asiasta. Kurssin nykyistä opettajaa pyydetään korkeakoulujen yhteisen kurssin opettajaksi sekä mukaan kurssin laboratoriotöiden kehittämiseen Jyväskylään.

Samantyyppinen järjestely voisi tulla kyseeseen myös DSP (Digital Signal Processing) opetuksessa, jota molemmat korkeakoulut ostavat erikseen ulkopuolelta. Sopivan opettajan löytyessä aiheen opetuksen voisi toteuttaa yhdessä. Fysiikan laitoksella opetetaan lisäksi teoreettisesti suuntautunutta anturikurssia, kun taas JAMK toteuttaa aiheesta käytännön sovelluskurssin, joka voisi soveltua osalle yliopisto-opiskelijoista.

Muita potentiaalisia elektroniikan opetusyhteistyön aihealueita voivat olla:

- (pientehoiset) vahvistimet ja niiden kohina,
- piirilevysuunnittelu,
- mikro-ohjainverkot ja
- elektroniikan laatujärjestelmät ISO-9001 pohjalta.

4.6.4 Soveltavan kemian opetusyhteistyö

Selvitystyön yhteydessä kiinnitettiin useasti huomiota siihen, että Jyväskylässä on kolme kemian laboratoriota eri oppilaitosten yhteydessä: ammattiopistolla, ammattikorkeakoulussa ja yliopistolla. Tietyiltä osin kaikissa paikoissa käytetään samoja ja kalliita laitteistoja, jotka ovat vajaakäytössä. Ammattiopistolla ja ammattikorkeakoululla on jo meneillään kokeilu, jossa opiskelijaryhmät käyttävät toisen oppilaitoksen kemian laboratoriotiloja. Samantyyppistä järjestelyä voitaisiin kokeilla opetusyhteistyön pilot -vaiheessa myös kemian laitoksen ja JAMK:n välillä. Yleisemminkin kemian laboratoriolaitteistojen yhteishankintaa ja käyttöä kannattaisi selvittää tarkemmin erikseen.

Kemian osalta matemaattisten valmiuksien tarve opinnoissa vaihtelee voimakkaasti. Fysikaalinen kemia nojautuu vahvasti kvanttimekaniikkaan ja sen myötä matemaattiseen lähestymistapaan. Soveltavan kemian kurseista osa on opiskeltavissa matemaattisen pohjan osalta perustiedoilla. Soveltava kemia sisältääkin runsaasti vaihdon kannalta potentiaalista kurssitarjontaa.

Soveltavan kemian opiskelijoille erittäin hyödyllisenä pidettiin kappaleessa 4.6.2 käsiteltyjä paperinvalmistusteknologian kurseja. Lisäksi on osoittautunut, että soveltavalla kemialla ja ammattikorkeakoulun laboratorioanalytikkokoulutuksen Pulp and Paper -linjan opinnoissa on päällekkäisyyttä. JAMK:ssa kyseisiä opintoja annetaan usein pienille, alle kymmenen opiskelijan ryhmille. Näyttäisi siltä, että ammattikorkeakoulun opiskelijat voisivat tietyiltä osin opiskella vastaavat kurssit yliopistolla.

JAMK:n suunnalta yhteistyön alkuvaiheessa kiinnostaviksi kurseiksi soveltavan kemian alalta mainittiin:

- KEMS603: Paperikemia (6 op)
- KEMS604: Soveltavan kemian tutkimusmetodiikka (4 op)
- KEMS605: Ympäristökemian analytiikka (6 op)
- KEMS606: Hiilihydraattikemian perusteet (4 op)
- KEMS609: Metsäteollisuuden päästöt ja ympäristönsuojelu (4 op)
- KEMS612: Puunjalostuksen sivutuotekemia (4 op)
- KEMS613: Keittokemikaalien talteenottokemia (4 op)
- KEMS614: Biotekniikka puunjalostusteollisuudessa (4 op)
- KEMS617: Kemianteollinen biomassavarojen hyödyntäminen (4 op)

Myös kemian laitos tarjoaa monipuolisia menetelmäkurseja. Esimerkiksi KEMS309: Termoanalyysin perusteet (4 op) voisi olla kiinnostava ammattikorkeakoulun opiskelijoiden näkökulmasta.

JAMK:n laboratorioanalytikkokoulutuksessa on tarjolla seuraavat kurssikokonaisuudet. Kokonaisuuksia voi opiskella myös soveltuvien osien.

- Paperikemia ja -tekniikka (15 op)
- Prosessitekniikka (15 op)

Nämä kurssit tarjoavat opiskelijalle perustiedot paperin valmistuksen perusteista, käytön- ja laaduntarkkailun työmenetelmistä sekä prosessiteollisuuden tuotteista ja menetelmistä.

4.6.5 Muita mahdollisia opintojaksoja

Yliopiston uusiutuvan energian (UE) koulutusohjelma sisältää opintojaksoja, joiden sisältö voi tarjota ajankohtaista yleissivistystä insinööriopiskelijoille. UE -ohjelmassa on opiskelijoita eri tiedekunnista, joten kurssit on jo lähtökohtaisesti laadittu erilaiset taustat omaaville opiskelijoille. Ohjelma tarjoaa mm. kurssit:

- KEMS801 Renewable Energy Production (7 op)
- KEMS802 Seminar on Renewable Energy (4 op)
- KEMS804 Energiateknologian kemia (8 op)
- KEMS806 Wind Energy Technology (4 op)
- KEMS807 Economic Evaluation of Renewably Energy Systems (4 op)
- KEMS808 Fuel Cells Technology (4 op)
- KEMS810 Solar Energy (4 op)
- KEMS848 UE:n syventävien opintojen harjoitustyöt (8 op)

Harjoitustyöt (KEMS848) toteutetaan pienryhmissä ja niissä on tavallista enemmän henkilökohtaista opastusta. Kyseisen opintojakson osalta resurssit ovat tätä selvitystä laadittaessa rajalliset, mutta tilanteen odotetaan parantuvan jatkossa. Muuten kursseilla on melko hyvin tilaa. Kurssi KEMS801 tarjoaa pohjatiedot muille kursseille.

Sekä yliopistolta että ammattikorkeakoululta löytyy henkilö, jolla on oikeus antaa Säteilyturvakeskuksen hyväksymää säteilyturvakoulutusta. Kiihdytinlaboratorion tarpeiden kautta fysiikan laitoksella kurssia luennoidaan säännöllisesti. JAMK:ssa kurssia olisivat tarvinneet ainoastaan yksittäiset opiskelijat, eikä sitä ole liitetty minkään koulutusohjelman pakollisiin opintoihin. Näin ollen kurssia ei ole tarjottu ammattikorkeakoulussa pitkään aikaan. Aiheesta kiinnostuneet yksittäiset insinööriopiskelijat on mahdollista sisällyttää yliopiston kurssille. Säteilyturvakoulutuksen osalta yhteyshenkilönä yliopistolla on laboratorioinsinööri Jaana Kumpulainen ja JAMK:lla lehtori Pertti Ahonen.

Haastatteluissa nousi myös esiin JAMK:n osaaminen esimerkiksi kunnossapitoon ja elinkaarianalyysien tekemiseen sekä esimiestaitoihin ja projektinhallintaan liittyvissä aihealueissa, joissa yliopistolla ei tarjota opetusta. Näiden aihealueiden soveltuvuutta maisterien tutkintoon, sekä opetusyhteistyön mahdollista laajentamista, voidaan selvittää jatkossa tarkemmin. Lisäksi fysiikan laitos ostaa tällä hetkellä CAD -koulutuksen ulkopuolelta. Jos kurssi voidaan toteuttaa ostopalveluna korkeakoulu yhteistyön puitteissa esimerkiksi siten, että fysiikan laitos maksaa vain opettajan palkkakustannukset, voisi aihepiiri johtaa säännölliseen yhteistyöhön. (Tarvittavat ohjelmat on asennettu fysiikan laitoksen mikroluokkaan.)

5 Korkeakouluyhteistyön mahdolliset ongelmat ja sen edellytysten parantaminen

Kuten edellä on todettu, ovat VTT:n ja yliopiston yhteistyön edellytykset tällä hetkellä tyydyttävät ja käytännön yhteistyö vakiintunutta teknisillä aloilla. Sekä tietoisuus toisen osapuolen osaamisesta ja toimintatavoista että mekanismit yhteisten tutkimusprojektien suunnitteluun ja käynnistämiseen ovat olemassa. Yhteistyön muodot ja volyymi vaihtelevat joustavasti kulloisenkin tarpeen mukaan. Tietyiltä osin VTT:n perustutkimukselliset tarpeet ja yliopiston tämänhetkinen tutkimusprofiili eivät kuitenkaan täysin kohtaa, mikä rajoittaa esimerkiksi VTT:n mittavien kokeellisten tutkimusympäristöjen hyödyntämistä yliopiston näkökulmasta katsottuna. Ammattikorkeakoulun suhteen tilanne on kokonaisuuden katsoen varsin erilainen, minkä vuoksi tässä luvussa keskitytäänkin jatkossa pelkästään korkeakouluyhteistyön edellytyksiin.

Ammattikorkeakoulun ja yliopiston välisestä yhteistyöstä on jo ennen tätä selvitystä tehty runsaasti yleisluontoisia selvityksiä, sopimuksia sekä strategisia linjauksia. Perusteet ja yleinen tahtotila käytännön toiminnalle ovat siten olemassa. Konkreettinen toiminta on kuitenkin jäänyt teknisillä/luonnontieteellisillä aloilla melko vähäiseksi. Tämä on jossain määrin yllättävää, sillä ainakin tässä selvityksessä erilaisia tarpeita, mahdollisuuksia ja myös halua niiden toteuttamiseksi löytyi runsaasti. Mikä siis on jarruttanut toiminnan käynnistymistä?

Tärkein este on ollut yksinkertaisesti tiedon puute. Haastattelujen yhteydessä tuli hyvin useasti ilmi – haastateltujen itsensä kertomana – etteivät he tienneet juuri mitään toisen korkeakoulun koulutusaloista, toimintatavoista tai tutkimuksesta. Olennaisena tiedon puutteeseen vaikuttavana tekijänä on tietysti resurssien puute. Kummassakaan korkeakoulussa tutkimus- tai opetushenkilökunnalla ei yleensä ole ollut aikaa tutustua aktiivisesti toisen osapuolen toimintaan ja lähteä käynnistämään yhteistyötä – muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Erityisesti ammattikorkeakoulu on jäänyt vieraaksi suurimmalle osalle yliopiston henkilökunnasta. Yliopiston tuntemusta ammattikorkeakoulussa parantaa jossain määrin se, että JAMK:ssa työskentelee useita Jyväskylän yliopiston kouluttamia tutkijoita ja opettajia.

Eräs taustalla vaikuttava yhteistyön aloittamista hidastava tekijä saattaa myös olla näennäinen kilpailuasetelma ja siitä seuraava ehkä liioiteltu pyrkimys toisistaan erottuvaan profiloitumiseen ja edelleen toimintojen erillään pitämiseen. Voisi ehkä puhua duaalimallin ylikorostamisesta. On kuitenkin syytä todeta, että tässä selvityksessä kilpailunäkökohta ei tullut esiin missään konkreettisia yhteistyömahdollisuuksia koskevissa yhteyksissä. Se on kuitenkin löydettävissä, ainakin tarkoitushakuisesti tulkittuna, esimerkiksi eräissä selvityksen taustana olleissa strategisissa linjauksissa ja voi sitä kautta vaikuttaa käytännön toimintaan.

Periaatteessa tällainen kilpailuasetelma on tietysti olemassa esimerkiksi opiskelijoiden rekrytoinnin sekä joitakin osin rahoituksen ja soveltavan tutkimuksen asiakaskunnan suhteen. Käytännössä kilpailutilanne on kuitenkin suurelta osin näennäinen. Huolimatta siitä, että molemmissa korkeakoulussa tehdään tutkimusta esimerkiksi alalla, jota molemmat kutsuvat ”paperinvalmistusteknologiaksi”, ovat lähtökohdat, toimintatavat, menetelmät ja tavoitteet siinä määrin erilaisia, että käytännössä alan tutkimustoiminta yliopistossa ja ammattikorkeakoulussa on enemmänkin toisensa

pois sulkevaa kuin päällekkäistä. Kilpailuasetelmaa ei siis itse asiassa ole olemassa tai sen todellinen merkitys on huomattavasti pienempi, kuin mitä pinnallisesti katsoen voisi ajatella. Tutkimalla esimerkiksi luvussa 4.6 esiteltyjen kurssien sisältöjä (katso myös liite 1) ja tavoitteita voidaan samankaltaiseen johtopäätökseen tulla myös opetuksen suhteen. Voidaankin väittää, että kilpailuasetelmaa todellisempi ongelma on se, että toiminnot ovat samankin aihealueen puitteissa vielä liian kaukana toisistaan jotta yhteistyö olisi houkuttelevaa.

Yhteistyön edellytysten parantamiseksi on tietysti tehtävissä paljonkin. Tutkimusta ja opetusta koordinoivien yhteiselimien muodostaminen sekä yhteiset seminaarit ovat ilmeisiä keinoja tiedon jakamiseen. Jo tämän selvitystyön yhteydessä syksyllä 2007 järjestettiin ensimmäinen JY-JAMK-VTT -yhteistyöseminaari, jonka esitysmateriaali on CD -muodossa tämän selvityksen liitteenä. Tästä seminaarista saatujen positiivisten kokemusten perusteella voitaisiin esimerkiksi kerran vuodessa järjestää vastaava avoin tilaisuus, jossa molemmat korkeakoulut kertoisivat omasta meneillään olevasta soveltavasta tutkimuksestaan.

Yliopiston ja VTT:n välisen yhteistyön kokemusten perusteella tehokkain pitkän aikavälin keino tiedon jakamiseen on kuitenkin yhteisten henkilöresurssien käyttö käytännön opetus- ja tutkimustehtävissä. Opetuksessa mahdollisuuksia tällaiseen järjestelyyn avautunee luonnollisella tavalla kun opetusyhteistyön asiasisällöistä päästään yhteisymmärrykseen kussakin yksittäistapauksessa. Tutkimusyhteistyön osalta on tehokkainta pyrkiä yhteisiin tutkimusprojekteihin (sovitulla työnjaolla), ja palkkaamalla yhteisesti tutkija työskentelemään mieluummin saman tutkimusongelman parissa molemmissa korkeakouluissa. Toiminnan vakiintuessa voidaan harkita pysyvämpiäkin yhteisvirkoja. Joka tapauksessa on selvää, että pysyvä yhteistyö vaatii erityisesti yhteistyön ylläpitoon suunnattuja resursseja. Käytännössä tämä tarkoittaa riittävää määrää henkilöitä, jotka ovat tarpeellisessa määrin selvillä toisen osapuolen käytännön toiminnasta jokapäiväisellä tasolla ja joiden toimenkuvaan kuuluu esille tulevien yhteistyömahdollisuuksien seuranta ja aloitteiden tekeminen niiden suhteen.

Tutkimusyhteistyön edellytysten parantamiseksi on myös syytä pyrkiä järkevään ja mielellään yhteisesti sovittuun profiloitumiseen kullakin yhteistyön osa-alueella. Joissakin tapauksissa voi kuitenkin olla hyödyllistä pitää yllä ja jopa tietoisesti pyrkiä sopivaan päällekkäisyyteen esimerkiksi osaamisen ja tutkimuslaitteistojen osalta – kunhan huolehditaan siitä, että kummankin osapuolen oma ydinosaaminen on hyvin määritelty. Tämä on hyvä keino varmistaa, että yhteistyö ja resurssien yhteiskäyttö on todellakin tehokasta. Se myös helpottaa tutkijoiden liikkumista ja tehostaa teknologian siirtoa. Myös tätä 'harkitun päällekkäisyyden mallia' on hyvällä menestyksellä käytetty erityisesti fysiikan laitoksen ja VTT:n tutkimusyhteistyössä.

Yliopiston näkökulmasta katsottuna korkeakoulu-yhteistyöllä voidaan edistää sen kolmannen tehtävän toteuttamista, jonka rooli yliopiston toiminnassa on vasta muotoutumassa. Ammattikorkeakoululle alueellinen vaikuttavuus on eräs sen toiminnan lähtökohdista ja perustehtävistä. Yliopistolla koetaan, ettei alueellista tehtävää palkita riittävästi vaikuttavuusmittareissa. Tämä saattaa yleisemminkin vaikuttaa yliopiston ryhmien halukkuuteen panostaa rajallisia resursseja alueyhteistyöhön. Ongelma ratkeaa vasta, kun yliopisto löytää keinot vaikuttavuuden mittaamiseen myös kolmannen tehtävän puitteissa tehtävän työn osalta.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Selvitystyön alussa tehtyjen rajausten ja alkuvaiheen tulosten perusteella tämän selvityksen lopulliseksi tavoitteeksi muodostui käytännön yhteistyömahdollisuuksien kartoittaminen koskien tutkimusta, opetusta ja yhteisten infrastruktuurien käyttöä tekniikan ja luonnontieteiden alalla Jyväskylän yliopistossa, Jyväskylän ammattikorkeakoulussa ja VTT:llä. Yliopiston osalta selvitys kattaa kemian ja fysiikan laitokset sekä uusiutuvan energian ohjelman. Ammattikorkeakoulun osalta selvitys koskee tekniikan ja liikenteen- ja informaatioteknologian koulutusaloja, sekä luonnonvarainstituutin toimintaa. VTT:n osalta rajoitetaan Jyväskylän toimipisteen ydinalueisiin, jotka ovat paperinvalmistus- ja bioenergiateknologiat.

Yhteistyön tarvekartoituksen lisäksi selvityksessä pyritään antamaan kokonaiskuva kohdeorganisaatioiden toimintatavoista ja olemassa olevasta yhteistyöstä. Lisäksi hahmotetaan mahdollisia käytännön yhteistyömuotoja ja toimintatapoja sekä yhteistyön yleisiä edellytyksiä ja keinoja niiden parantamiseen. Tavoitteena oli selvityksen ulottaminen riittävän yksityiskohtaiselle tasolle, jotta sen tuloksia voitaisiin hyödyntää mahdollisimman suoraviivaisesti yhteistyön käynnistämiseksi selvityksen kohteena olleilla aihealueilla. Tätä silmällä pitäen järjestettiin selvitystyön aikana JY-JAMK-VTT -tutkimusyhteistyöseminaari, johon osallistui yhteensä 42 henkilöä. (Seminaarin osallistujaluettelo on tämän selvityksen liitteenä 3 ja esitysmateriaali CD -muodossa liitteenä 4.)

Lähtökohdaksi työlle otettiin olemassa olevat yhteistyösopimukset, eräät yhteistyötä koskevat strategiset linjaukset sekä tiedossa olleet aihepiiriä koskevat aiemmat selvitykset.

Yleisesti voidaan todeta, että yhteistyö yliopiston ja VTT:n välillä on vakiintunutta ja perustuu osin jopa yhteisesti palkattuihin henkilöresursseihin. Sekä rakenteelliset edellytykset ja toimintatavat että henkilösuhteet ovat olemassa. Tämän takia yhteistyö voidaan aktivoida käytännön projekteiksi tarpeen mukaan aina silloin, kun siitä katsotaan olevan molemminpuolista hyötyä. Myös infrastruktuurien yhteiskäyttöä on hyödynnetty aktiivisesti. Tästä esimerkkinä ovat VTT:n ja yliopiston virtauslaboratorioiden tutkimusympäristö- ja mittalaiteryhteistyö sekä VTT:n yliopistolle lahjoittama Pelletron -kiihdytin. Tämä selvitys ei siten paljastanut yliopiston ja VTT:n välillä erityisiä uusia yhteistyötarpeita tai mahdollisuuksia, jotka eivät olisi olleet tiedossa muutenkin. Tältäkin osin yhteistyön laajentamiselle on toki olemassa mahdollisuuksia. Joiltakin osin se saattaisi kuitenkin edellyttää ainakin lieviä muutoksia Jyväskylän yliopiston tämänhetkiseen tutkimusprofiiliin.

Yliopiston ja ammattikorkeakoulun tutkimusyhteistyö on tällä hetkellä aktiivisinta uusiutuvan energian alueella. Korkeakoulujen välillä toimii mm. tätä aihepiiriä koordinoiva yhteistyöryhmä, jonka toiminta kytkeytyy yhteisesti palkatun henkilön kautta myös VTT:hen. Muilta osin yhteistyö on ollut satunnaista ja toteutunut lähinnä erillisten opinnäytetöiden kautta. Sama huomio pätee myös VTT:n ja ammattikorkeakoulun väliseen tutkimusyhteistyöhön.

Suurin osa esiin tulleista uusista yhteistyöaiheista sisältää joko ammattikorkeakoulun yhteistyötä yliopiston kanssa tai ammattikorkeakoulun liittymistä meneillään oleviin yliopiston ja VTT:n tutkimushankkeisiin tuomalla siihen omaa erikoisosaamistaan. Haastattelututkimuksen tulosten perusteella identifioitiin kolme aihealuetta, joilla yhteistyölle katsottiin olevan suurin tarve ja parhaat edellytykset. Nämä alueet ovat

paperi- ja prosessiala, uusiutuva energia ja kiihdytinfysiikan sovellukset. Lisäksi löydettiin useita erillisiä yhteistyöaiheita jotka eivät sisälly edellä mainittuihin aihealueisiin tai jotka sivuavat selvityksen aihepiiriä, mutta eivät varsinaisesti kuuluneet sen organisatorisen rajauksen piiriin. Kultakin kolmelta alueelta löydettiin useita konkreettisia tutkimusaiheita, joiden perustalle uutta yhteistyötä voidaan lähteä rakentamaan – ja joista ensimmäisiä yhteistyöprojekteja ollaan itse asiassa käynnistämässä jo tämän selvityksen valmistumisvaiheessa (ks. kappale 3.4).

Yliopiston ja ammattikorkeakoulun yhteistyössä ehkä suurimmat tarpeet ja mahdollisuudet näyttäisivät liittyvät opetukseen, perustuuhan molemmissa korkeakoulussa myös tutkimus paljolti opiskelijoiden panokseen. Opetuksen yhteistyötarpeet on tiedostettu ja sen tarjoamia mahdollisuuksia on itse asiassa selvitetty jo aiemminkin, joskaan tuloksia ei ole tähän mennessä juurikaan hyödynnetty. Opetusyhteistyön aloittamiselle oli siten olemassa tarve ja valmius jo tämän työn aloitushetkellä. Tämänkin vuoksi selvityksessä päästiin opetuksen osalta pelkkää yhteistyön tarpeiden ja mahdollisuuksien kartoittamista pidemmälle; se johti enemmänkin alustavaan suunnitelmaan opetusyhteistyön aloittamiseksi eräillä alueilla.

Opetusyhteistyötä koskevassa selvityksen osassa (katso luku 4) käsitellään aluksi yhteistyön taustaa ja yleisiä tarpeita sekä opetuksen ominaispiirteitä yliopistossa ja ammattikorkeakoulussa. Erityistä huomiota kiinnitetään niihin tavoitteisiin joihin koulutusyhteistyöllä voidaan pyrkiä. Pääallekkäisten toimintojen karsimisen ja resurssien säästön ohella koulutusyhteistyölle on syytä asettaa yleisempiäkin tavoitteita, joiden avulla pyritään toteuttamaan käytännössä sekä elinkeinoelämän tarpeita että esimerkiksi valtioneuvoston hyväksymiä ammattikorkeakoulutuksen kehittämissuunnitelmia sekä ottamaan huomioon myös yliopiston kolmannen tehtävän sille asettamat vaatimukset. Tätä taustaa vasten ja hyödyntäen kokemuksia esimerkiksi aiemmista teknologiapainotteisista maisteriohjelmista, voidaan yliopiston ja ammattikorkeakoulun koulutusyhteistyölle ehdottaa tässä yhteydessä otettavan tavoitteeksi:

Kouluttaa maistereita ja insinöörejä, joilla on vankka oman alansa osaaminen sekä koulutuksen antama valmius soveltaa osaamistaan soveltavan tutkimuksen ja elinkeinoelämän tehtävissä hyödyntäen keskinäistä yhteistyötä ja toistensa osaamista.

Koulutusyhteistyö lienee edullista aloittaa suhteellisen pienimuotoisena ja perustuen esimerkiksi 3-5 vuoden mittaiseen pilottisopimukseen, joka koskee yliopistolla fysiikan ja kemian laitoksia ja ammattikorkeakoululla tekniikan ja liikenteen sekä informaatioteknologian koulutusaloja. Tavoitteeksi voidaan ottaa pilottisopimuksen voimaan saaminen kevään 2008 aikana ja opetuskokeilun aloittaminen syksyllä 2008. Lopullisen opiskelijamäärän arvioidaan jäävän 5-10 opiskelijaan vuodessa kummassakin korkeakoulussa. Erityisesti elektroniikassa ja soveltavassa kemiassa näyttäisi tosin olevan mahdollisuuksia laajempaankin opetusyhteistyöhön.

Opetusyhteistyön kannalta lupaavimmat aihepiirit liittyvät erilaisiin fysiikan matemaattisiin kokeellisiin ja numeerisiin perusmenetelmiin, teollisuusfysiikkaan, elektroniikkaan, nanoteknologian perusteisiin sekä soveltavaan kemiaan. Kaikista näistä aihepiireistä löytyy kiinnostavia opintokokonaisuuksia niin yliopistolta kuin ammattikorkeakoulultakin. Näiden lisäksi yliopiston uusiutuvan energian koulutusohjelmasta voi löytyä ammattikorkeakoulua kiinnostavia kursseja. Opetusyhteistyön puitteissa on mahdollisuus myös suhteellisen laajamittaiseen

opetukseen liittyvien infrastruktuurien yhteiskäyttöön. Tällaisia mahdollisuuksia tarjoavat esimerkiksi yliopiston fysiikan laitoksen oppilaslaboratorioiden laitteet, IT-instituutin monipuoliset elektroniikan laboratoriot sekä mahdollisesti yliopiston soveltavan kemian ja ammattikorkeakoulun laboratorioanalyttikon koulutuksessa käytettävät laboratorioympäristöt. Liitteessä 1 on esitetty kaikkien selvityksessä esiin tulleiden yhteistyön piiriin potentiaalisesti kuuluvien kurssien sisältökuvaukset ja liitteessä 2 esimerkkinä teollisuusfysiikan koulutusohjelman alustava opetussuunnitelma, joka perustuu oleellisesti ammattikorkeakoulun kanssa tehtävään opetusyhteistyöhön.

Kaiken kaikkiaan tehty selvitys osoittaa, että potentiaalisia uusia yhteistyömahdollisuuksia on olemassa runsaasti Jyväskylän yliopiston, Jyväskylän ammattikorkeakoulun ja VTT:n teknologiaan liittyvän tutkimuksen ja infrastruktuurien yhteiskäytön sekä opetuksen alalla. Joidenkin aihepiirien osalta edettiin jo tämän selvityksen aikana hyvinkin konkreettisen suunnitelman tai jopa uuden yhteistyön käynnistämisen tasolle. Toiminnan jatkuvuuden turvaamiseksi olisi suositeltavaa perustaa kaikkien kolmen osapuolen pysyvä yhteistyöfoorumi, jonka puitteissa olemassa olevien mahdollisuuksien hyödyntämistä voitaisiin edistää. Erityisesti ammattikorkeakoulun ja yliopiston kahdenvälisen sekä kaikkien kolmen tahon keskinäisen tutkimusyhteistyön lisäämiseen on hyvät ja realistiset mahdollisuudet nopeallakin aikataululla. Kunkin osapuolen toisaalta samanlainen suuntautuminen mutta toisaalta jo lähtökohdiltaan erilainen toimintatapa antaa myös mahdollisuuden toimia yhdessä samoilla sovellusalueilla hyödyntäen toisiaan täydentäviä toimintamalleja ja osaamisprofieileja. Tämä tarjoaa mahdollisuuden toimia yhdessä esimerkiksi teollisuudelle suunnattujen tutkimuspalveluiden laaja-alaisena tuottajana ja siten laajentaa toimintaa alueille, joilla osapuolet eivät voisi menestyä yksinään.

Liitteet

Liite 1: Koulutusyhteistyön pohjaksi sopivien opintojaksojen sisältökuvauksia

FYSIIKAN LAITOKSEN KURSSEJA

Fysiikan menetelmäkurssit:

Fysiikan matemaattiset menetelmät I, FYSP100

Luennot 52 h, harjoitukset 26 h, 9 op

Vektorit: peruslaskutoimitukset, vektoritulot, paikkavektori ja sen derivoiminen ajan suhteen. Yhden ja usean muuttujan funktiot. Raja-arvo ja jatkuvuus. Differentiaali- ja integraalilaskennan perusasiat: derivaatta, integraali ja määrätty integraali.

Differentiaaliyhtälön integroiminen. Differentiaali, lineaarinen approksimaatio ja virhearviointi. Taylorin sarja, binomisarja ja raja-arvotarkastelu sarjakehitelmillä. Skalaari- ja vektorikenttien differentiaalilaskentaa: gradientti, divergenssi ja roottori. Integraalilaskentaa vektoreilla: viiva-, pinta-, vuo- ja tilavuusintegraali, divergenssilause ja Stokesin lause. Kompleksiluvut.

Fysiikan matemaattiset menetelmät II, FYSA200

Luennot 52 h, harjoitukset 26 h, 9 op

Lineaariset, separoituvat ja eksaktit ensimmäisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt.

Vakion variointi, alkuehdot ja reunaehdot. Toisen kertaluvun lineaariset differentiaaliyhtälöt. Lineaariset operaattorit, lineaarinen riippumattomuus.

Potenssisarjat ja niiden käyttö differentiaaliyhtälöiden ratkaisemisessa. Laplacein, Legendren ja Besselin yhtälöt ja funktiot, palloharmoniset funktiot. Ortogonaaliset funktiojoukot. Fourier'n sarjat, jaksolliset funktiot, harmoninen analyysi.

Integraalimuunnokset: Fourier'n ja Laplacein muunnos, Diracin delta-funktio, Greenin funktiot. Lineaarialgebra: matriisit, determinantit, ominaisarvot ja -vektorit, matriisin diagonalisoiminen. Variaatiolaskenta.

Fysiikan kokeelliset menetelmät, FYSP110

Luennot 16 h, harjoitukset 8 h, 3 op

Yksittäisen mittauksen epävarmuus. Virhelähteet ja virhetyypit. Riippumattomat ja toisistaan riippuvat virheet. Virheen eteneminen laskutoimituksissa: minimi-maksimiperiaatteesta yleiseen virheen etenemislakiin. Mittaustulosten korrelaatio ja PNS-suora. Käyränsovitukset ja lineaarisoinnin käyttö. Painotusten käyttäminen sovituksessa. Toistomittausten käsittely normaalijakauman avulla. Mittaustulosten vertaaminen. Mittaustekniikkaa: mittarit, ilmaisimet, anturit ja tietokoneavusteinen mittaaminen. Mittalaitteiden kalibrointi. Eri menetelmiä jonkin esimerkkisuureen mittaamiselle. Mittausten suunnitteleminen.

Fysiikan numeerisia menetelmiä, FYSP120

Luennot 20 h, lisäksi laskuharjoituksia ja ohjausta PC-luokassa, 4 op

Laskennallinen fysiikka, numeriiikan peruskäsitteet ja fyysikon tarvitsemia numeerisia menetelmiä. Datan analysointi ja graafinen esittäminen, numeerinen derivointi ja integrointi, yhtälöiden ja yhtälöryhmien ratkaiseminen, differentiaaliyhtälöiden ratkaiseminen, käyrien sovittaminen, optimointi ja tietokonesimulaatiot. Fysiikan

laitoksella käytössä olevat tietokoneet ja ohjelmistot, erityisesti Matlab ja Mathematica.

Soveltavan fysiikan kursseja:

Virtausmekaniikka I, FYSS350, kurssi jakautuu kahteen osaan:

Osa IA: luennot 28 h, laskuharjoitukset 14 h, 5 op

Virtausmekaniikan matemaattisia perusteita (vektorianalyysi), johdanto virtausmekaniikkaan, painejakautuma nesteessä, nestestatiikka, säilymlait ja taseyhtälöt. Osa IA sisältää yhden laboratoriotyön.

Osa IB: luennot 24 h, laskuharjoitukset 12 h, 4 op

Säilymlait ja virtausyhtälöt differentiaalimuodossa, kitkaton ja kokoonpuristumaton virtaus, johdatus turbulentiin virtaukseen.

Virtausmekaniikka II, FYSS450, kurssi jakautuu kahteen osaan:

Osa IIA: luennot 28 h, laskuharjoitukset 14 h, 5 op

Dimensioanalyysi ja similariteetti, kitkallinen virtaus putkessa, pumput ja turbiinit.

Osa IIA sisältää yhden laboratoriotyön.

Osa IIB: luennot 24 h, laskuharjoitukset 12 h, 4 op

Rajakerrosvirtaukset, kokoonpuristuva virtaus.

Lämmönsiirtoprosessit, FYSS460

luennot 48 h, laskuharjoitukset 24 h, 7 op

Johtumalla, konvektiolla ja säteilemällä tapahtuvien lämmönsiirtoprosessien sekä diffuusion välityksellä tapahtuvan massansiirron perusteet.

Lämmönsiirtoprosessit kurssin aiheiden jako A ja B osiin (4+3 op) toteutetaan kevään 2008 aikana.

Teknillinen termodynamiikka, FYSS390

luennot 48 h, laskuharjoitukset 24 h, 8 op

Lämpövoimakoneiden termodynaamiset perusteet: termodynamiikan pääsäännöt ja käsitteet, työaineet, entropia ja exergia; Kierro-prosessit; Höyryvoimalaitokset; Kaasuturbiinivoimalaitokset; Jäähdytyskoneet ja lämpö-pumput. Pohjalle suositellaan kurssia Uusiutuva energiantuotanto, KEMS801.

Paperinvalmistuksen fysikaaliset prosessit I (4 op)

luennot 18 h, Kurssi on kansalliseen PapSaT -maisteriohjelmaan kuuluva

intensiivikurssi (6 päivää), joka luennoidaan tarvittaessa englanniksi. Kurssilla opetetaan teollisten prosessien fysikaalista ja numeerista mallintamista käyttäen esimerkkinä paperin märkäpuristusprosessia. Sisältö: Märkäpuristukseen liittyvät perusteknologiat, virtaus kokoonpuristuvassa huokoisessa aineessa.

Märkäpuristuksen fysikaalinen ja numeerinen mallintaminen. Mallin soveltaminen paperikoneen märkäpuristinosan toiminnan analysointiin ja optimointiin.

Fysiikan laitoksen muita kursseja:

RF-suunnittelu, FYSE465

luennot 56 h, harjoitukset ja laboratoriotyöt 28 h, 10 op

RF-yksikön järjestelmä/lohkokaaviotason suunnittelu, syntetisoija, vastaanotin ja lähetin. RF-lohkojen piiritason suunnittelu (Aplac), komponentit RF-taajuuksilla, soveltaminen, S-parametrit, RF-lohkojen suunnitteluesimerkkejä.

KEMIAN LAITOKSEN KURSSEJA

Soveltavan kemian kurssit:

Paperikemia, KEMS603

Luennot 45 h, 6 op

Paperikonejärjestelmän märkäosassa tapahtuvat kemialliset ja pintakemialliset reaktiot, tuoteominaisuuksiin vaikuttavat lisäaineet ja valmistusprosessin taloutta ja ajettavuutta tehostavat prosessikemikaalit sekä kyseisten yhdisteiden analysointi paperiteollisuuden prosessivesistä.

Soveltavan kemian tutkimusmetodiikka, KEMS604

Luennot 16 h, demonstraatiot laboratorioissa 12 h, 4 op

Tarkoituksena on perehdyttää opiskelija erityisesti soveltavan kemiananalyttisissä töissä käytettäviin erotus- ja identifiointimenetelmiin. Mm. seuraavien menetelmien teoreettiset perusteet ja käytännön demonstraatiot: kaasukromatografia (GC), pylväs- ja nestekromatografia (HPLC), kapillaarielektroforeesi (CE), massaspektrometria (MS), UV-, FTIR- ja Raman spektroskopia sekä pyyhkäisyelektronimikroskopia (SEM).

Ympäristökemian analytiikka, KEMS605

Luennot 45 h, 6 op

Luennot käsittelevät kurssilla Soveltavan kemian tutkimusmetodiikka (KEMS604) esiteltävillä laitteistoilla ja tekniikoilla saatuja tutkimustuloksia. Osin ryhmätyönä perehdytään eräisiin ympäristöanalytiikkaa käsitteleviin julkaisuihin. Tärkeimpiä luentoaiheita ovat mm. malliaineiden merkitys ympäristöanalytiikassa, erilaiset näytteiden esikäsittelymenetelmät ja ympäristön haitta-aineiden, esimerkiksi kloorifenoliyhdisteiden ja niiden muuntumistuotteiden sekä ligniini- ja humusyhdisteiden analytiikka.

Hiilihydraattikemian perusteet, KEMS606

Luennot 20 h, 4 op

Hiilihydraattien stereokemia, nimeäminen, yleiset reaktiot ja teollinen hyväksikäyttö.

Keittokemikaalien talteenottokemia, KEMS613

Luennot 16 h, 4 op

Sulfaattiselluloosatehtaan kemikaalikierron prosessitekniset perusteet, mustalipeän koostumus, ominaisuuksien muutokset ja reaktiot haihdutuksessa, mustalipeän poltto ja palamisreaktiot, valkolipeän valmistus, kemikaalien talteenotto-prosessin emissiot.

NANOTIETEIDEN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN KURSSEJA:

Basics of nanoscience, SMBS813

Luennot 60 h, 7 op

The goal of this course is to introduce the student to general ideas and concepts of nanoscience. Topics include physical, chemical and biological aspects of nanoscience and nanotechnology: low dimensional materials and particles and phenomena in them, molecular self-assembly, macromolecules, monolayers, spectroscopy of nano-objects, structure and function of biological nanosystems; nanobiotechnology in molecular therapy.

Renewable Energy Production, KEMS801

7 op

The current energy situation and its future, solar thermal energy, solar photovoltaics, energy from biomass, hydroelectricity, tidal power, wind energy, wave energy, geothermal energy, integration of renewable energy sources.

Seminar on Renewable Energy, KEMS802

Online course, luennot 6 h, 4 op

This seminar will develop skills in conducting research in the field of renewable energy. The seminar provides training in research through readings, reporting, presentation and discussions of research projects. The research projects will be mentored, processed and monitored in this seminar by senior staff members.

Energiateknologian kemia, KEMS804

Luennot 24 h, laskuharjoitukset 12 h, 8 op

Polttoaineet (fossiiliset ja biomassaperäiset): synty, ominaisuudet, energiasisältö, käyttö, riittävyys ja päästöt. Palaminen: perusmekanismit, kinetiikka ja mallit. Energian kemiallinen varastoiminen: paristot, akut, bionestepolttoaineet ja vety. Kurssiin liittyy kirjallisuustyö ja seminaariesitelmä ydinteknologiasta.

UE:n syventävien opintojen harjoitustyöt, KEMS848

8 op

Laboratoriotöitä voidaan tehdä tiistaisin ja torstaisin. Työt suoritetaan fysikaalisen kemian harjoitustyösalissa ja fysiikan oppilaslaboratoriossa sekä mahdollisesti Vaajakosken UE-laboratoriossa. Harjoitustyöt tehdään ohjatusti pareittain. Kunkin työn suorittamisesta sovitaan erikseen ohjaajan kanssa, huomioiden em. tilojen muu käyttö. Kukin työ suunnitellaan 2 op:n kestoiseksi.

AMMATTIKORKEAKOULUN KURSSEJA

Ammattikorkeakoulun opintosuunnitelmat ovat tarkentumassa tämän selvityksen kirjoittamisen aikana. Tämän vuoksi osa alla olevista kurssisisällöistä ja laajuuksista voi muuttua hieman jo syksyyn 2008 mennessä. Kuvaukset kuitenkin antavat hyvän yleiskuvan sisällöistä. Lisäksi alla on rajoitauduttu paperikoneteknologian koulutusohjelman kursseihin.

Paperin valmistus, TPPP0600

5 op

Mekaanisen, kemiallisen ja siistatun massan valmistus, massankäsittely paperitehtaalla, paperi- ja kartonkilajit, täyte- ja lisäaineet sekä paperin laatuominaisuudet.

Paperikonetekniikka, TPPP0300

7 op

Rakenneryhmät ja komponentit lyhyestä kierrosta arkkileikkaukseen ja rullanpakkaukseen. Yleisimpien paperilajien konekonseptit. Paperin ja kartongin ominaisuudet.

Prosessisuunnittelu, TPSP0800

5 op

Paperitehtaan vesi- ja ilmajärjestelmien, höyry- ja lauhdejärjestelmän sekä massajärjestelmien prosessit ja mitoitus.

Paperikoneteknologian ammatillinen englanti, TPPE0200

3 op

Paperikoneteknologian käsitteistöä ja terminologiaa; presentaatiot, esim. tuote-/yritysesittelyt; asiakaskontaktit; argumentoiva viestintä, esim. kannanilmaisut, kokoukset ja neuvottelut, ongelmatilanteet ja reklamaatiot; sähköinen viestintä esim. sähköposti ja puhelin; yhteenvedot, esim. raportit, muistiot, referaatit.

Automaation kenttälaitteet, TPXA0400

4 op

Mittaustekniikka, automaatiojärjestelmän rakenne, kenttäväylät, paperikoneautomaation mittaukset ja toimilaitteet.

Automation System, TPAE0700

5 op

The structure, operating principle and programming of Siemens S7-300 series logics.

Prosessiautomaatio, TPAP0300

10 op

Mekaanisen, kemiallisen ja siistatun massan valmistuksen automaatio, paperinvalmistuksen automaatio, valvomot, prosessimittauslaitteet ja laatusäädöt.

Säätötekniikka, TPAS0800

5 op

Järjestelmädynamiikka, säätimet ja säätöjärjestelmät sekä niiden viritys. Säätöjärjestelmien mallinnus ja viritys tehdään tietokonesimulaattoreilla.

Liite 2: Esimerkki mahdollisesta opetusyhteistyöhön perustuvan koulutusohjelman sisällöstä Jyväskylän yliopistossa.

Teollisuusfysiikan koulutusohjelma.

Maisteriopinnot (120 op), pääaine soveltava fysiikka

Vaihtoehto A (Teknologiaopinnot sivuainekokonaisuudessa):

Pääaineopinnot 90 op:

- FYSE300 Elektroniiikka I (8 op)
- FYSM300 Materiaalifysiikka I (8 op)
- FYSS300 Mittaustekniikka (5 op)
- FYSS350 Virtausmekaniikka I (9 op)
- FYSxxxx Valinnaiset pääaineopinnot (16 op)

Toinen seuraavista opintojaksoista (10 op)

- FYSZ460 Syventäviin opintoihin kuuluvat laboratoriotyöt
- FYSZ470 Erikoistyö

FYSZ450 Seminaari (4 op)

FYSZ490 Pro gradu -tutkielma (30 op)

FYSZ495 Maturiteetti

Sivuaineopinnot 30 op:

Paperinvalmistusteknologian sivuainekokonaisuus (25 op), josta 15 op suurin osa valitaan JAMK:n tarjoamista teknologakursseista (ks. alla) ja loput 10 op. erillisen henkilökohtaisen opintosuunnitelman mukaan

Vaihtoehto B (Teknologiaopintoja pääainekokonaisuudessa + erillinen sivuaine):

Pääaineopinnot 90 op:

- FYSE300 Elektroniiikka I (8 op)
- FYSM300 Materiaalifysiikka I (8 op)
- FYSS300 Mittaustekniikka (5 op)
- FYSS350 Virtausmekaniikka I (9 op)

Valinnaiset pääaineopinnot 16 op, josta 10 op suurin osa valitaan JAMK:n tarjoamista teknologiakursseista (ks. alla)

Toinen seuraavista opintojaksoista (10 op)

- FYSZ460 Syventäviin opintoihin kuuluvat laboratoriotyöt
- FYSZ470 Erikoistyö

FYSZ450 Seminaari (4 op)

FYSZ490 Pro gradu -tutkielma (30 op)

FYSZ495 Maturiteetti

Sivuaineopinnot 30 op:

A) Paperinvalmistusteknologian sivuainekokonaisuus (5 op), joka valitaan JAMK:n tarjoamista teknologakursseista (ks. alla).

B) Sivuaineen (esim. kemia, tietotekniikka, taloustiede, ...) perusopinnot (25 op)

Teollisuusfysiikan koulutusohjelmaan kuuluvat teknologiaopinnot (JAMK)

Teollisuusfysiikan opiskelijat valitsevat pääsääntöisesti toisen pääluokan kahdesta alla olevasta mahdollisuudesta (paperikoneteknologia tai paperikoneautomaatio) ja suorittavat lisäksi CAD-kurssin.

Paperikoneteknologia

1. Paperin valmistus, 5 op
2. Paperikoneteknologia, 5 op
3. Prosessisuunnittelu, 5 op

Paperikoneautomaatio

1. Prosessiautomaatio, 10 op
2. Sääntötekniikka, 5 op

Mahdollisesti myös seuraavat ylimääräiset laitteisto- ja ohjelmistokurssit:

3. Automaation kenttälaitteet, 4 op.
4. Automaatiojärjestelmät, 5 op.

Huomio: Edeltävät opinnot fysiikan laitoksella: Elektroniikka I. Vaadittavat esitiedot JAMK:n kurseista voidaan hankkia itseopiskelupakettina luentomonisteesta tai muusta kurssimateriaalista.

Liite 3: JY-JAMK-VTT seminaariin 26.10. 2007 osallistuneet

Sukunimi	Etunimi	Tehtävä
Aho	Martti	VTT ja JY/UE-ohjelma
Ahonen	Pasi	Lehtori, tekniikka ja liikenne
Alén	Raimo	Professori, soveltava kemia
Edelmann	Kari	Tutkimusprofessori, VTT
Jäsberg	Ari	VTT ja JY/ fysiikan laitos
Karvinen	Mikko	Tutkimusprofessori, VTT
Kastepohja	Ari	Kehityspäällikkö, informaatioteknologian instituutti
Kataja	Jyrki	Johtaja, luonnonvarainstituutti
Kataja	Markku	Professori, soveltava fysiikka
Lahti	Jukka	Projekti-insinööri, logistiikka, tekniikka ja liikenne
Laitinen	Mikko	Tutkijakoulutettava, fysiikan laitos
Lassila	Arto	Käyttöpäällikkö, fysiikan laitos
Lehtovuori	Viivi	Projektikoordinaattori, UE-ohjelma
Leino	Matti	Professori, fysiikka, JY toinen vararehtori
Leppä-aho	Jaakko	Lehtori, kemia ja fysiikka, tekniikka ja liikenne
Leskinen	Soili	Amanuessi, fysiikan laitos, opintoneuvoja
Luosma	Petri	Lehtori, paperikonesuunnittelu, tekniikka ja liikenne
Maalampi	Jukka	Professori, fysiikka, fysiikan laitoksen johtaja
Maunuksela	Jussi	Tutkija, UE-tuotanto
Merikoski	Juha	Lehtori, fysiikan laitos, opintoneuvoja
Myllys	Markko	Yliassistentti, fysiikan laitos
Pakarinen	Pekka	Tekniikka ja liikenne
Pakkanen	Hannu	Yliassistentti, soveltava kemia
Paukama	Tuula	Amanuessi, kemian laitos, kv-yhdyshenkilö
Pitkänen	Jouko	Koulutuspäällikkö, konetekniikka, tekniikka ja liikenne
Poranen	Janne	Teknologiajohtaja, VTT
Rahikkala	Virpi	Projektikoordinaattori, kemian laitos
Raiskinmäki	Pasi	T&K Kehittämispäällikkö, hallintoyksikkö (JAMK)
Rasi	Marko	Tutkija, UE-teknologia
Repo	Pasi	Lehtori, fysiikka, informaatioteknologian instituutti
Räsänen	Sami	Projektikoordinaattori, fysiikan laitos
Saastamoinen	Heikki	Informaatioteknologian instituutin yksikönjohtaja, JAMK vararehtori
Salminen	Mikko	Tekniikan ja liikenteen yksikönjohtaja
Salo	Esa	Koulutuspäällikkö, laboratorioala ja rakennustekniikka, tekniikka ja liikenne
Selosmaa	Seppo	Koulutuspäällikkö, automaatiotekniikka, informaatioteknologian instituutti
Taskinen	Pekka	VTT
Timonen	Jussi	Professori, fysiikka
Toppari	Jussi	Yliassistentti, nanoteknologia
Valkonen	Jussi	Professori, epäorgaaninen kemia, kemian laitoksen varajohtaja
Vauhkonen	Petri	Koulutuspäällikkö, logistiikka, tekniikka ja liikenne
Viitala	Jaakko	Lehtori, sähkötekniikka, tekniikka ja liikenne
Virtanen	Ari	Teollisten sovellusten johtaja, fysiikan laitos (erit. kiihdytinpohjaiset sovellukset)

