



CEMIS 2021

Toimintakertomus



CEMIS

Centre for Measurement and Information Systems

Series: B 159

ISBN: 978-952-7522-13-4

ISSN: 1458-915X

Sisällys

Puheenjohtajien katsaus	4
Johdanto	5
Johtajan katsaus	7
CEMIS-kehittämisohjelma.....	10
Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikön toiminta	14
Kajaanin ammattikorkeakoulun toiminta	19
Teknologian tutkimuskeskus VTT:n toiminta Kajaanissa	22
Jyväskylän yliopiston Vuokatin liikuntateknologian yksikön toiminta	24
CSC – Tieteen tietotekniikan keskuksen toiminta Kajaanissa	26
Julkaisut	28
Yhteystiedot	30

Puheenjohtajien katsaus

Kansallisen TKI-tiekartan mukaan korkeatasoinen osaaminen on perusta, jolle tavoitteiltaan kunnianhimoista, alueiden, alojen ja organisaatioiden vahvuudet hyödyntävää, kansainvälisesti kilpailukykyistä ja yhteiskunnan uudistumista tukevaa innovaatiotoimintaa voidaan rakentaa. Valtion ja yliopistokaupunkien väliset ekosysteemisopimukset ovat olennainen osa tiekartan uutta kumppanuusmallia, jonka tavoitteena on vahvistaa julkisen ja yksityisen sektorin välistä TKI-yhteistyötä. Sopimuksilla kehitetään innovaatiotoiminnan ekosysteemejä eli tiiviitä yhteistoimintaverkostoja, vahvistetaan osaamiskärkiä sekä lisätään tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuutta kaupunkilähtöisesti.

Kajaanilla on ainutlaatuinen 50-vuotinen osaaminen ja historia mittaustekniikassa. Metsäteollisuuden mittaustekniikasta alkanut innovaatio- ja liiketoimintaympäristö on laajentunut ympäristön ja hyvinvoinnin mittauksiin. Seudun mittaustekniikan ekosysteemi on vahva ja monipuolinen käsittäen alan koulutuksen, tutkimuksen, kehityksen ja innovaatiot sekä globaalin liiketoiminnan.

Lisäksi Kajaanilla on kilpailukykyinen erityisasema suurteholaskennan datakeskuspaikkakuntana, johon sijoittuvat

CSC:n kansalliset supertietokoneet sekä tuleva LUMI EuroHPC -supertietokone. Datakeskusekosysteemin kansainvälisen, kansallisen ja alueellisen merkityksen kannalta tehokkaat tietoliikenneyhteydet ovat strategisesti ensiarvoisen tärkeitä.

Näihin lähtökohtiin perustuen ekosysteemisopimuksen painopisteiksi valitaan kaksi aluetta: **1) mittaustekniikka ja mittaukset sekä 2) suurteholaskenta, tekoäly ja datakeskukset.** Niillä on yhtymäkohtia, joita ekosysteemisopimuksella voidaan vahvistaa, mutta ne ovat kaksi erilaista innovaatio- ja liiketoimintasektoria, joilla molemmilla on omasta erikoistuneesta osaamisestaan nouseva toimintalogiikka ja selkeä vahva ja itsenäinen rooli ja asema kansallisessa innovaatiopolitiikassa.

Molemmat strategiset painopistealueet ovat alueella toimivien CEMIS-jäsenten ydinosamista sekä CEMIS-yhteistoiminnan ja yhteisen CEMIS-strategian valintoja. Kajaani-Sotkamo innovaatioekosysteemin koordinoitua hoitaa CEMIS konsortio kaupungin perustaman johtoryhmän ohjauksessa.



Matti Sarén
Rehtori
Kajaanin ammattikorkeakoulu Oy



Arto Maaninen
Yhteistyösuhteiden rehtori
Oulun yliopisto

Johdanto

CEMIS - Centre for Measurement and Information Systems - on vuonna 2010 perustettu sopimus pohjainen mittaustekniikan ja tietojärjestelmien tutkimus- ja koulutuskeskus, jonka toimijoina ovat Oulun yliopisto, Jyväskylän yliopisto, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, CSC – Tieteen tietotekniikan keskus Oy ja Kajaanin ammattikorkeakoulu Oy.

CEMIS muodostuu Oulun yliopiston Kajaanin Mittaustekniikan tutkimusyksiköstä (MITY), Kajaanin ammattikorkeakoulun (KAMK) tietojärjestelmät- sekä kone- ja kaivostekniikan osaamisalueista, VTT:n Kajaanin toimipisteestä, Jyväskylän yliopiston liikuntateknologian yksiköstä Vuokatissa ja CSC:n Kajaanin yksiköstä (kuva 2.1).

Kaikki viisi edellä mainittua toimijaa sekä Kajaanin kaupunki ja Sotkamon kunta ovat sitoutuneet CEMISin toimintaan. Oulun yliopistolle CEMIS on yksi sen innovaatiokeskuksesta ja ainoa sellainen Oulun ulkopuolella. Oulun yliopisto on keskittänyt teknologia-alan tutkimus- ja kehitystoiminnan Kainuussa CEMISIin. KAMKille CEMIS on keskeisin yliopisto- ja tutkimuslaitosyhteistyön muoto sekä keskeisin kehittämiskohde. Jyväskylän yliopistolle, CSC:lle ja VTT:lle CEMIS on alueellisen yhteistyön muoto.

CEMISin yhteistoiminta toimijoiden kesken sisältää yhteisen strategia- ja johtoryhmän, yhteistyön TKI-toiminnassa, hanketoiminnan koordinoimisen, yhteisen markkinoinnin ja viestinnän, liiketoiminnan kehittämisen, yhteistyön prototyyppien toteutuksessa, yhteisten toimitilojen ja ympäristöjen kehittämisen sekä yhteistyön koulutuksessa.

CEMISin arvona on luotettavuus. CEMISin toimijat haluavat olla luotettavia yhteistyökumppaneita ja tuloksentekijöitä emorganisaatioilleen, toisilleen, sijaintikunnilleen, asiakkaille ja muille yhteistyökumppaneille. CEMIS varmistaa myös, että CEMISin kehittämien mittausteknologiaan ratkaisuihin ja niiden antamiin mittaustuloksiin voidaan luottaa.



Kuva 2.1. CEMISin toiminnat painopistealueet ja toimijat ydinosaamisineen.

CEMISin teknologiset painopisteet koulutus-, tutkimus- ja innovaatiotoiminnassa ovat:

- On-line mittausratkaisut prosessiteollisuuden, erityisesti biotalous- ja kaivannaisalan sekä ympäristömonitoroinnin tarpeisiin (Cleantech and Bioeconomy)
- Mittaus- ja testausratkaisut liikunnan, hyvinvoinnin ja terveydenhuollon sovelluksiin hyödyntäen sensoriratkaisuja sekä 3D- ja VR-teknologiaan pohjautuvia peli- ja simulaattoriratkaisuja (Sports and Wellbeing)
- Kansainvälisen teknologia liiketoiminnan kehittäminen CEMISin teknologiaosaamisen pohjalta ja yhteistyöyritysten kanssa (International Technology Business)

Näillä alueilla CEMIS tarjoaa luotettavia mittaus- ja tietojärjestelmäratkaisuja ja -palveluja vaativiin ympäristöihin. Tarjonta koostuu huipputason T&K-palveluista, testaus- ja kalibroitopalveluista, koulutuksesta ja konsultoinnista, sekä kansainvälisen teknologia liiketoiminnan kehityspalveluista. Tarjonnassa hyödynnetään CEMISin avainteknologioina mm. optista spektroskopiaa, kuvannusteknologioita, bioanalytiikkaa ja biosensoreita, biomekaanisia ja fysiologisia mittauksia, voima- ja vääntömomenttisensoreita, langattomia ja sulautettuja IoT-sensoriverkkoja, data-analytiikkaa ja koneoppimista, virtuaalitodellisuutta ja lisättyä todellisuutta (VR/AR) sekä peliteknologiaa ja tietokonesimulaatiota.

CEMISin tavoitteena on olla haluttu kansainvälinen kumppani mittaus- ja tietojärjestelmäteknologiaosaamisen kehittämisessä. Kainuussa sijaitsevassa osaamis- ja innovaatiokeskityksessä tarjottavien, laajaan yhteistyöhön perustuvien tutkimus- ja kehityspalveluiden ja korkeakoulutasoisen koulutuksen avulla tähdätään kansainvälisesti merkittävän osaamisen sekä uuden teknologian ja liiketoiminnan aikaansaamiseen.

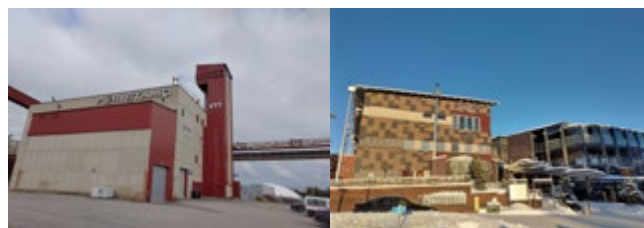
CEMIS tuottaa mittaus- ja tietojärjestelmiä kehittäville ja niitä soveltaville yrityksille ja tutkimuslaitoksille uutta teknologiaa, uutta liiketoimintaa ja alan huippuosajia, tarjoamalla tutkimus- ja kehityspalveluita sekä korkeakoulutason koulutusta innovatiivisessa ja kansainvälisessä ympäristössä. Keskus tarjoaa kehityshaluisille tutkijoille ja asiantuntijoille innovatiivisen ja

kansainvälisen työskentely-ympäristön, sekä tulevaisuuden asiantuntijatehtäviin tähtääville opiskelijoille innostavan koulutusympäristön.

Keskuksen tehtävä on lisätä sen toimijoiden mittaus- ja tietojärjestelmäalan tutkimus- ja koulutustoiminnan vetovoimaa, kilpailukykyä ja vaikuttavuutta. Tavoitteiden saavuttamiseksi CEMIS on asettanut toiminnalleen määrälliset tulostavoitteet T&K-, koulutus- ja innovaatiotoiminnassa sekä keskukselle kokonaisuutena että toimijakohtaisesti.

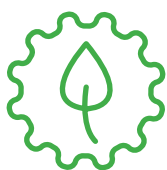
Keskeisenä työkaluna CEMISin toiminnassa on CEMIS-kehittämisohjelma, jossa määritetään toimenpiteet toiminnan koordinoimiseksi, osapuolten välisen yhteistyön ja työnjaon, yhteisten resurssien käytön ja toiminnan näkyvyyden lisäämiseksi.

Vuonna 2021 jatkettiin järjestyksessään viidettä kaksivuotista, pääasiassa Pohjois- ja Itä-Suomen ESR- ja EAKR-ohjelmien kautta rahoitettua noin 1,77 miljoonan euron vuosibudjetilla toteutettavaa kehittämisohjelmaa ja se päättyi kesällä 2021. CEMISin kokonaisrahoitus on yli 12,6 miljoonaa euroa vuodessa koostuen toimijoiden omarahoituksesta, aluekehitysrahoituksesta (ml. CEMIS-kehittämisohjelma) ja kilpaillusta, ulkopuolisesta rahoituksesta. CEMISissä työskentelee lähes 90 mittaus- ja tietojärjestelmien asiantuntijaa.



Kuva 2.2. CEMIS-keskuksen toimijat sijaitsevat sekä Kajaanissa ja Sotkamon Vuokatissa ja TKI-toimintaa suoritetaan laajasti Kainuun alueella.

CEMISin toiminnan painopistealueet:



CLEANTECH & BIOECONOMY

Mittausratkaisut prosessi- ja kaivosteollisuuden, sekä biotaloudelle



SPORTS & WELLBEING

Mittaus- ja testausratkaisut liikunnan, hyvinvoinnin ja terveydenhuollon sovelluksiin



INTERNATIONAL TECHNOLOGY BUSINESS

Kansainvälisen teknologia liiketoiminnan kehittäminen

Johtajan katsaus

CEMIS-keskuksen toimintavuonna 2021 olemme kasvattaneet mittausosaamista strategisilla toiminta-alueillamme liikuntateknologiassa ja cleantech&biotaloudessa sekä kehittäneet mittauksia tukevia kyvykkyyksiä, kuten tekoäly-, data- ja sensoriosaamista.

CEMIS jatkoi tutkimustaan uuden strategian ja toimintasuunnitelman mukaisesti ja keskuksen viidettä kehittämisohjelmaa jatkettiin vuoden 2021 puoliväliin saakka. Näin saatiin jatkettua CEMIS-keskuksen yhteistä TKI-toimintaa ja helpotettua siirtymistä uuteen rakennerahasto-ohjelmakauteen.

Kehittämisohjelman hankkeissa on saavutettu hienoja tuloksia. Vuoden aikana on kehitetty mittaustekniikoita kaivosteollisuuden tarpeisiin esimerkiksi ksantaatin mittaukseen sekä teollisuuden kunnonvalvontaan kuten värähtelymittaukseen. Ksantaatti on myrkyllinen kaivosteollisuuden käyttämä kemikaali, joka voi tappaa kalalajeja jo hyvin pieninä määrinä. Tämän vuoksi tarvitaan todella tarkkoja kenttäkelpoisia mittausmenetelmiä ja laitteistoja, joilla voidaan mitata ksantaattipitoisuuksia.

Liikuntateknologian alueella on tehty innovatiivista TKI-työtä ampumahiihtoaseen liipasinpaineen mittausten parantamiseksi sekä hiihtovälinesensoreiden (rullasuksianturi, sauvavoimaanturi) kehittämiseksi. Liikuntateknologian tutkimuksen tuloksia voidaan suoraan hyödyntää hiihtolajien valmennuksessa. Hyvinvointiteknologioihin liittyen olemme kehittäneet terveyden ja hyvinvoinnin pikamittausteknologioita kuten kortisolimittauksia.

Kansainvälisen teknologia liiketoiminnan alueella olemme jatkaneet tekoälyyn liittyvää TKI-työtä AI Boost -hankkeessa ja lisänneet yritysten tietoisuutta tekoälyn eri muotojen hyödyntämistä.

Vuoden 2021 aikana panostimme voimakkaasti kansalliseen ja kansainväliseen verkostotyöhön. Pääsimme osaksi kansainvälistä Digital Innovation Hub -verkostoa (DIH-World) IoT-pohjaisen mittauspilotin kautta. CEMIS ja Kajaanin ammattikorkeakoulu käynnistivät kansallisen liikuntateknologian verkoston (LIUKAS) koordinoinnin ja pääsimme myös hyvinvointidatan kansallista innovaatioekosysteemiä (HYTKI-verkosto) Koronakriisistä huolimatta pystyimme tekemään hyvää tulosta kuten tuottamaan upean määrän tutkintoja ja julkaisuja vuonna 2021. Vastaavasti joihinkin indikaattoreihin kuten opiskelijavaihtoon koronakriisillä oli merkittävä negatiivinen vaikutus.

Haluan kiittää CEMIS-keskuksen henkilöstöä hienosta työstä ja tuloksista vuodelta 2021.

CEMIS toimii ja kehittää toimintaansa keskuksen toimintasuunnitelmassa asetettujen tulostavoitteiden mukaisesti. Tuloksia mitataan kolmessa kategoriassa, jotka ovat koulutus-, T&K- ja innovaatiotoiminta. CEMISissä ja sen hankkeissa teki töitä vuonna 2021 n. 85 henkilöä.

Vuonna 2021 CEMIS-keskuksessa tuotettiin referoituja tieteellisiä julkaisuja 32 ja konferenssi- tai ammattijulkaisuja 31. Tutkinnoissa suoritettiin 8 maisteri- tai diplomi-insinöörin tutkintoa, 21 ylempää AMK-tutkintoa ja 90 AMK-tutkintoa.

T&K-toiminnassa CEMISillä oli käynnissä aktiivisena keskimäärin noin parikymmentä suoraan CEMIS-toimintaan liittyvää hanketta vuonna 2021 sekä kymmeniä liitännäisiä hankkeita. CEMISin viidettä kaksivuotista kehittämisohjelmaa 2019-2020 jatkettiin vielä 2021 puolelle. Tämän ohjelman sisältöä, toimintaa ja tuloksia kuvataan tarkemmin omassa osiossa tässä toimintakertomuksessa. Kansainvälisten hankkeiden rahoitusosuus oli n. 0,98 milj. euroa vuonna 2021. Alueellista rahoitusta Kainuun liitolta tai ELY-keskukselta CEMIS-toimijoiden hankkeisiin oli n. 2,94 milj. euroa.

CEMIS-keskuksen TKI-hanketoiminta hyvinvoinnin, terveydenhoidon ja urheilun alueella keskittyi kisasimulaatioiden ja hiihtomaton ohjauksen kehittämiseen ja kisaympäristöjen virtuaalimallien integrointiin hiihtomattoympäristöön. Suksitesterin ja suksitestausten parissa tehdyllä kehitystyöllä on ollut yhteys Suomen Hiihtoliiton ja Suomen Olympiakomitean yhteiseen arvokisaprojektiin, ja kehitystyön tuloksia on hyödynnetty maajoukkue toiminnassa. Tulokset anturi-integraatioiden parissa ovat johtaneet mm. yhteistyöhön suomalaisten urheilun välinevalmistajien kanssa. Työ on sisältänyt osaamisen siirtoa, yhteistyön käynnistämistä osana yritysten omien tuotekehitysprojektien käynnistämistä kansainvälisen tutkimus-/tuotekehityshankkeen valmistelun muodossa. Lisäksi TKI-toimenpiteillä on parannettu langattomien mittausten valikoimaa ja toistettavuutta. Tukiasemien kehitystyö on mahdollistanut Coachtechin viemisen kenttäolosuhteisiin. Terveysteknologiapuolella on tehty sensoriliuskojen pitkän aikavälin säilyvyyskokeita, jotka ovat osoittaneet, että sensoriliuskat säilyvät yli vuoden.

Cleantech ja biotalouden alueella CEMIS-keskus on tehnyt vahvaa tutkimustyötä mittalaitteiden toimivuuden kehittämiseksi. Esimerkiksi MINIME-hankkeessa keskityttiin nikkelipitoisuuden mittausten kehittämisen ohella myös laktaattipitoisuuden mittauksiin. Nikkelimittauksissa on analysoitu kaivosten purkuvesiä sekä järvivesinäytteitä. INNOBIO-hankkeessa on kehitetty prosessimittauksia biotuoteteollisuuteen ja kaivannaisteollisuuteen kuten jatkuvan UV-vis-spektrin on-line ksantaattimittausta. Ksantaatin mittausten laadun parantamiseksi rakennettiin mittauspään puhdistusjärjestelmä.

TÄRY-hankkeessa sovellettiin data-analytiikan ja koneoppimisen menetelmiä kunnossapidon mittausdatan käsittelyyn ja analyysiin. AI BOOST -hankkeess edistettiin tekoälyn hyödyntämistä PK-yrityksissä toteuttamalla haastatteluita ja kyselyitä, joilla kartoitettiin tekoälyn käyttöön ohjaavia tekijöitä sekä käytössä esiintyviä haasteita. Lisäksi hanke järjesti demotilaisuuksia, joissa teknologian käyttöä havainnollistettiin yrityksille käytännön tasolla. BIOSAFE-hankkeessa jatkettiin jatkuvatoimisen,

ylikriittisen hiilidioksiduuton menetelmien kehittämistä.

CEMISin innovaatio toiminnan vaikuttavuutta mitataan ensisijaisesti uuden kaupallisesti hyödynnettävän teknologian ja CEMISin toiminnan pohjalta perustettujen yritysten lukumäärällä. Vuonna 2021 CEMISissä kehitettiin 2 uutta kaupallisesti hyödynnettyä keksintöä ja perustettiin 1 uusi yritys.



Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY:n ja teknillisen tiedekunnan yhteistutkimuksessa kehitettiin ja parannettiin Kainuussa syntyvien ligniinijakeiden liukoisuutta. Ns. tekninen "proof-of-concept" prosessointimenetelmä ligniinin liukoisuuden parantamiseksi, teknologian valmiustason nosto TRL 1-> TRL 3, joka mahdollistaa ligniinin jatkojalostamiseen panostamisen.



Kajaanin ammattikorkeakoulu panosti erityisesti ympäristön- vesienhallinnan ja liikunnan mittauksiin, dataan ja tekoölyyn, VR/AR-teknologioihin ja jatkuvan oppimisen kehittämiseen TKI-hankkeissa. KAMK:n merkittävien TKI-investointi vuonna 2021 oli uuden konesaliympäristön hankkiminen.



Jyväskylän yliopiston Vuokatin liikuntateknologian yksikkö toimi aktiivisena kumppanina kansallisessa Huippu-urheilun datastrategiatyön (HUDS) toimeenpanossa. Strategiatyön tarkoituksena on viedä suomalaisen urheilututkimuksen kehittäminen datalähtöisemmäksi ja tätä kautta suomalaisen huippu-urheilun menestyksen nostaminen.



CSC - Tieteen tietotekniikan keskuksen painopistealue vuonna 2021 on ollut urheiludatan tarpeiden selvittäminen sekä kansallisen yhteistyön rakentaminen suurteholaskennan alueella.



VTT:n Kajaanin yksikkö jatkoi vahvaa kansainvälistä metrologia yhteistyötä Euroopan metrologiajärjestön (EURAMET) toiminnan puitteissa, maailmanlaajuisen mittausalan järjestössä (IMEKO) sekä useissa EU-rahoitteisissa tutkimushankkeissa. Myös metrologiapalvelujen asiakaskunta on kansainvälistä. Uusimmassa EU-rahoitteisessa tutkimushankkeessa (SAFEST) kehitetään uusia menetelmiä, joilla voidaan parantaa erilaisten vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden mittausten luotettavuutta.

Keskuksen kokonaisrahoitus vuonna 2021 oli 12,73 milj. euroa (lähes sama kuin edellisvuonna) jakaantuen seuraavasti: kansainvälinen rahoitus 0,98 milj. euroa (2020: 0,96 milj. euroa), kansallinen rahoitus 1,04 milj. euroa (2020: 1,31 milj. euroa), yritysrahoitus 0,97 milj. euroa (2020: 0,96 milj. euroa), alueellinen rahoitus 2,94 milj. euroa (2020: 3,23 milj. euroa) ja omarahoitus 6,80 milj. euroa (2020: 6,16 milj. euroa).

CEMIS-keskuksen toimintaympäristö näyttää tulevina vuosina suotuisalta. Digitaalinen ja vihreä siirtymä sekä EU:n ja hallituksen tavoitteet luovat kovia kasvupaineita digitaalisen kiertotalouden tutkimukselle. Kiertotalouden markkinoiden vuosittainen kasvu

maailmanlaajuisesti on n. 8 % mutta jätemäärien kasvaessa räjähdysmäisesti kysyntä uusille tuotteille ja palveluille sekä TKI-työlle tulee hyvin todennäköisesti kasvamaan voimakkaasti lähivuosien aikana. Liikuntateknologian markkinoiden vuosittainen kasvu on n. 20 % ja tätä kasvua edistää lisääntynyt data-analytiikan käyttö, IoT-sensoreiden yleistyminen sekä liikuntadatan jakaminen sosiaalisen median kanavissa.

Tulevalla kaudella 2022-2024 tavoitteena on käynnistää innovaatioekosysteemien (Kajaanin seudun innovaatioekosysteemisopimus, Arctic Data Intelligence and Supercomputing Ecosystem AIKA) kaupunkien kestävän

kehittämisen rahoituksesta.

CEMIS-keskuksen tutkijat ovat osallistuneet vuonna 2021 kymmeneen kansainvälisiin tieteellisiin konferensseihin omilla esityksillään (julkaisujen viitetiedot näkyvillä toimintaraportin Julkaisut-osiossa). Vuonna 2021 syntyi 1 uusi CEMIS-toimijoiden työntekijöiden ja opiskelijoiden perustama yritys.

Strategian mukaisesti CEMIS jatkaa toimintaansa mittaus- ja tietojärjestelmiin erikoistuneena tutkimus- ja koulutuskeskuksena, jonka päätavoitteena on tukea Kainuun elinkeinoelämää ja yrityksiä tuottamalla alueelle uutta teknologiaa, liiketoimintaa sekä uusia osaajia. CEMISin toiminnassa pysyy edelleen kolme keskeistä painopistealuetta – cleantech ja biotalous, liikunta ja hyvinvointi, sekä kansainvälisen teknologia liiketoiminnan kehittäminen. CEMISin kuudennen kehittämisohjelman hankkeita (2022-2024) valmisteltiin vuoden 2021 aikana ja teemat selkeytyivät digitaalisen vesiosaamisen, hyvinvoinnin ja ennakoivan terveydenhoidon sekä vihreän siirtymän (kiertotalous ja sivuvirtojen hyödyntäminen) suuntaan.

CEMIS on vahvistanut merkittävästi Kainuun näkyvyyttä kansallisessa ja alueidenvälisessä verkostoyhteistyössä vuoden 2021 aikana. CEMIS koordinoi KAMK:n kanssa liikuntateknologian verkostoa (LIUKAS), on mukana kansallisessa hyvinvointidatan kansallisessa innovaatioekosysteemissä (HYTKI), ja hallinnoi Kajaanin seudun innovaatioekosysteemiä yhdessä Kajaanin kaupungin kanssa. Lisäksi CEMIS liittyi osaksi kansainvälistä Digital Innovation Hub verkostoa (DIH World).

Marko Jäntti, Johtaja, CEMIS

Marko Jäntti



CEMIS 2021 numeroina

1

UUSI PERUSTETTU
YRITYS

2

KAUPALLISESTI
HYÖDYNNETTYÄ
KEKSINTÖÄ

10

KANSAINVÄLISTÄ
HANKETTA

1,06

MILJOONAA EUROAA
PALVELUMYYNTIÄ

32

REFEROITUA
TIETEELLISTÄ
JULKAISUA

8

MAISTERI/
DI-OPINNÄYTETTÄ

KESKUKSEN
KOKONAISRAHOITUS

12,73

MILJOONAA EUROAA

KANSAINVÄLINEN
RAHOITUS

0,98

MILJOONAA EUROAA

KANSALLINEN RAHOITUS

1,04

MILJOONAA EUROAA

YRITYSRAHOITUS

0,97

MILJOONAA EUROAA

ALUEELLINEN RAHOITUS

2,94

MILJOONAA EUROAA

OMARAHOITUS

6,80

MILJOONAA EUROAA

CEMIS-kehittämishjelma 2019-2021

CEMISin toiminnassa keskeinen työkalu keskuksen tavoitteiden saavuttamisessa ja CEMIS-toimijoiden välisen yhteistyön toteuttamisessa on CEMIS-kehittämishjelmat. Vuonna 2021 jatkettiin keskuksen viidennen kaksivuotisen kehittämissuoritelman toteuttamista. Ohjelma toteutettiin yhdessä CEMIS-toimijoiden, alueen yritysten ja aluekehitysrahoittajien kanssa. Kehittämissuoritelman tehtävänä on mahdollistaa keskuksen laadullisten tavoitteiden saavuttaminen, joita ovat mittaus- ja tietojärjestelmäalan tutkimus- ja koulutustoiminnan vetovoimaisuuden, kilpailukyvyn ja vaikuttavuuden lisääminen.

Kaksivuotinen ohjelma rahoitettiin pääosin Itä- ja Pohjois-Suomen EAKR-ohjelmasta ja sen kokonaiskustannusarvio oli noin 3,57 miljoonaa euroa. Ohjelmaa ja sen hankkeita ohjasi ohjausryhmä, joka koostuu CEMIS-toimijoiden, rahoittajien ja yritysten edustajista. Ohjelmassa toteutettiin yhteisiä teknologian kehittämishankkeita alueen yritysten liiketoiminnan kehittämisen kannalta keskeisillä teknologia- ja sovellusaloilla, kehitettiin yhteistoimintaa laiteratkaisujen toteuttamisessa, toteutettiin ohjelman tulosten markkinointi- ja viestintätoimenpiteitä sekä edistettiin tutkimus- ja kehityshankkeiden tulosten kaupallista hyödyntämistä.

Kehittämissuoritelman yleisiksi vaikuttavuustavoitteiksi kirjattiin seuraavat:

- Vähentää teollisuuden hiilidioksidipäästöjä kehittämällä ratkaisuja bioenergiatuotannon ja kaivosteollisuuden tehostamiseksi
- Vähentää teollisuuden ympäristöhaittoja kehittämällä ratkaisuja prosessiteollisuuden ja kaivosten vesienhallintaan
- Mahdollistaa sosiaali- ja terveydenhuollon kustannussäästöt kehittämällä ratkaisuja etäterveydenhoitoon sekä kansalaisten omaehtoiseen terveyden ja hyvinvoinnin seurantaan
- Lisätä kansainvälisen ja kansallisen TKI-rahoituksen määrää sekä yritysrahoitusta CEMIS-toiminnassa ja Kainuussa
- Säilyttää Kajaanin asema mittaustekniikan osaamiskeskittymänä
- Tukea Vuokattia kehittämään maailman huippukohteeksi pohjoismaisissa hiihtolajeissa
- Synnyttää uusia teknologiapohjaisia spin-off -yrityksiä toiminta-alueelle
- Parantaa toiminta-alueen alkavien teknologiayritysten kansainvälisen liiketoiminnan mahdollisuuksia

- Kasvattaa CEMIS-toimijoiden palvelututkimuksen volyyymiä ja tutkimustulosten kaupallistamista
- Lisätä kansainvälisen ja kansallisen T&K-rahoituksen määrää sekä yritysrahoitusta CEMIS-toiminnassa ja Kainuussa
- Kehittää koulutustoimintaa paremmin vastaamaan kasvuyritysten tarpeita

Kehittämissuoritelmassa tehtiin työtä 4 hankkeessa vuonna 2021. BUZTECH-hankkeen toiminta päättyi joulukuussa 2020, joten sen tuloksia ei käsitellä tässä raportissa.

1. Uudet, innovatiiviset ja laadukkaat mittaukset sekä prosessit osana biojalostus- ja kaivosteollisuuden arvoketjua (INNOBIO)

INNOBIO-hankkeessa kehitettiin mittausratkaisuja Kainuun bio-, kaivos- ja prosessiteollisuudelle sekä ympäristömonitorointiin. Hankkeen keskeinen tavoite on vähentää teollisuuden hiilidioksidipäästöjä kehittämällä mittausratkaisuja bioenergiatuotannon ja kaivosteollisuuden prosessien optimointiin. Lisäksi hankkeessa oli tavoitteena fermentointiosaamisen kehittäminen (bioetanolin tuotanto) ja siihen liittyvän jo olemassa olevien pilottimittakaavan laitteistojen modernisointi. Yhtenä konkreettisenä tavoitteena oli tekoäly- ja koneoppimisympäristöjen omaksuminen siten, että ymmärretään, millaista datan täytyy olla ja miten sitä tulee käsitellä, jotta saadaan haluttu toimenpide aikaiseksi.

Hankkeen toimenpiteet jakaantuivat viiteen työpakettiin:

1. Mallinnusosaaminen syventäminen yritysten tarpeisiin
2. Uudet innovaatiot biotuoteteollisuuteen
3. Prosessimittaukset biotuoteteollisuuteen ja kaivannaisteollisuuteen
4. Mittauksiin liittyvän analytiikan ja laadunvarmistuksen kehitys
5. Kaupallistaminen ja viestintä

Hankkeen kokonaiskustannusarvio oli 940 062 euroa ja päärahoittajana toimi Kainuun liitto (EAKR-rahoitus). Hankkeen päätoteuttaja oli Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY ja toisena osallistujana VTT.

Hankkeen tulokset vuonna 2021

Työpaketti 1: Mallinnusosaaminen syventäminen yritysten tarpeisiin

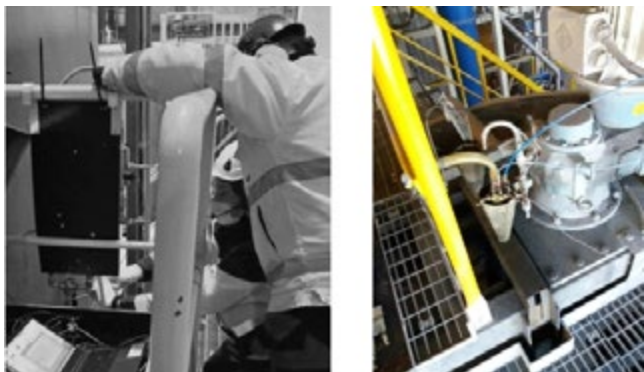
Työpaketin 1 työ keskittyi veden virtauksen mallintamiseen ja mallinnuksessa käytettiin OpenFOAM-sovellusta. Vuonna 2021 työpaketissa koottiin OpenFOAM-tutkimustulokset yhteen.

Työpaketti 2: Uudet innovaatiot biotuoteteollisuuteen

Työpaketissa suoritettiin vuonna 2021 bioreaktoriajoja 30 litran bioreaktorilla.

Työpaketti 3: Prosessimittaukset biotuoteteollisuuteen ja kaivannaisteollisuuteen

Vuonna 2021 jatkettiin jatkuvan UV-vis-spektrin on-line ksantaattimittauksen kehittämistä. MITY:n CE-analyysillä tehtiin vertailumittauksia huoltokäyntien yhteydessä otetuista näytteistä. Mittausdata tallentuu MITY:n palvelimelle. Spektristä lasketaan pitoisuus monimuuttujakalibrointia käyttäen palvelimella reaaliaikaisena. Kalibrointia, ohjelmointia ja mittauseräparametreja voidaan muokata ja päivittää etänä. Mittapään puhdistusjärjestelmä (paineilmapuhdistus) asennettiin ja sitä kehitettiin toukokuussa (Kuva 4.1).



Kuva 4.1. Ksantaattimittauslaitteiston asennus

Työpaketti 4: Mittauksiin liittyvän analytiikan ja laadunvarmistuksen kehitys

Työpaketissa tehtiin yhteistyötä MINIME- ja TÄRY-hankkeiden kanssa analytiikan ja laadunvarmistuksen kehittämiseksi. VTT MIKES viimeisteli mittausepävarmuusmäärittelyt MiniMe-hankkeessa kehitetylle laitteelle. Laitteen epävarmuustekijät yksilöitiin ja tehtiin epävarmuustekijöiden raja-arvojen ja jakaumien määrittely. TÄRY-hankkeessa kartoitettiin VTT MIKESin nestevirtauskalibrointi-laitteistoissa paikat, johon KAMKin kiihtyvyyssanturit sijoitetaan.

Työpaketti 5: Hallinto, viestintä ja kaupallistamisen valmistelu

Työpaketissa 5 valmisteltiin vuonna 2021 useita rahoitushakemuksia (mm. mittaustyökalut vedenlaadun tarkkailuun, etäkäytettävät biosensorialustat, sähkökemialliset biosensorit toksisuusmittauksiin) sekä tehtiin viestintä- ja verkostoitumistyötä sidosryhmien (Water Forum Finland, Mining Finland Telco) kanssa.

2. Miniatyrisoidut mittalaiteratkaisut teollisuuden prosessien ja ympäristön monitorointiin (MINIME)

Hankkeen tavoitteena oli syventää osaamista pienikokoisten mittalaitteiden suunnitteluun, toteutukseen ja pilotointiin. Tietotaidon avulla hankkeessa suunniteltiin ja rakennettiin pienikokoinen laktaatin mittaukseen soveltuva mittauslaite fermentointiprosessin monitorointiin ja pienikokoinen (kannettava, droneen kiinnitettävä) mittausratkaisu pienten nikkelpitoisuuksien mittaamiseen. Tuloksena saatiin uusia teknologisia ratkaisuja, joita voidaan kaupallistaa hankkeen jälkeen yritysten T&K-projektien kautta. Osaamisen kasvattaminen mahdollisti tulosten jatkoehdyntämisen myös muilla aloilla kuten terveysteknologiassa. Lisäksi tavoitteena oli lisätä tiedonvaihtoa reaaliaikaisen mittalaittevalmistajien, teollisuuden automaatiojärjestelmätoimittajien, loppuasiakkaiden ja viranomaisten välillä.

Hankkeen kokonaiskustannusarvio oli 278 859 euroa ja päärahoittajana oli Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (EAKR-rahoitus). Hankkeen toteuttaja oli Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY.

Hankkeen tulokset vuonna 2021

Työpaketissa 1 järjestettiin patenttikoulutus: Utilization of patent databases 5.-6.5.2021 (Oulun yliopiston Innovaatiokeskus). Työpaketissa 2 jatkettiin sähkökemiallisen menetelmän mittausepävarmuuden määrittämistä yhteistyössä VTT Mikesin kanssa. Mittausepävarmuuden laskennassa huomioitiin mittauskennon valmisteluun liittyvät epävarmuuskomponentit, näytteen käsittelyyn liittyvät epävarmuuskomponentit, mittalaitteeseen liittyvät epävarmuuskomponentit ja kalibrointikäyrään liittyvät epävarmuuskomponentit. Työpaketissa saatettiin loppuun modifioitujen elektrodien säilyvyyskoe. Mittaustuloksina havaittiin, että jääkaapissa olevien elektrodien säilyvyys oli 4 kk ja huoneenlämpötilassa olevien 5 kk. Lisäksi varmennettiin kehitetyn mittalaitteen toimivuus nikkelpitoisuuden mittauksen ohella myös laktaattipitoisuuden mittauksiin (Kuva 4.2).

Työpaketissa 3 jatkettiin laktaattimittauksen kehittämistä. Työpaketissa 4 kenttämittauksen yhteydessä kerättyjä näytteitä mitattiin laboratoriossa nikkelistandardilisäyksillä. Lisäksi työpaketissa analysoitiin Elementiksen tehtaalta saatuja vesinäytteitä. Näytteet mitattu sekä MetalReaderilla että

kenttämittauskennolla. Työpaketissa 5 kenttämittauksia tehtiin järivedellä ja näyttö haettiin dronella järvestä eri syvyyksiltä ja mitattiin heti tämän jälkeen rannassa. Työpaketissa 6 kirjoitettiin teollisuusjätevesien nikkelimittaamiseen liittyvää artikkelia.



Kuva 4.2. MetalReaderia voidaan käyttää myös laktaattipitoisuuksien mittaamiseen

3. Teollisuuden Älykkäiden Ratkaisujen Yritysyhteistyö (TÄRY)

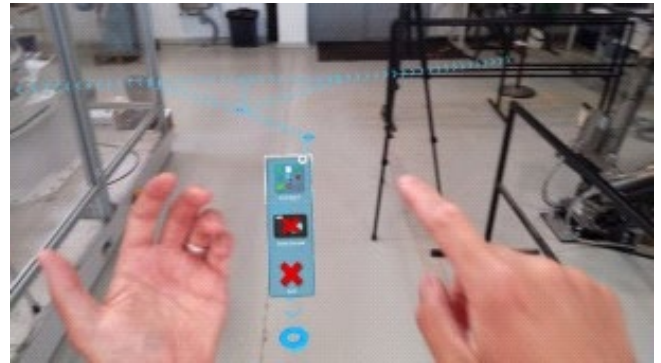
Hankkeen tavoitteena oli vahvistaa yritysten kilpailukykyä täydentämällä KAMKin osaamista ja koulutusta teollisuuden käynnissäpidon ratkaisussa sekä tarjoamalla yrityksille tätä osaamista hankkeen aikana. Hankkeen päätyttyä aikaisempaa laajempi ja monipuolisempi teollisuuden käynnissäpidon koulutus jatkuu osana KAMKin normaalia tutkintoon tähtäävää koulutusta ja täydennyskoulutusta. Hankkeessa kehitetään koulutusta niin, että se on toteutettavissa tiiviissä yhteistyössä yritysten kanssa. Yritysten työvoiman saatavuuden ja kohdeyritysten työntekijöiden osaamisen tason parantamisen lisäksi hankkeen tavoitteena on parantaa yritysten tuotantoprosessien energiatehokkuutta kestäväen kehityksen tavoitteiden mukaisesti. Lisäksi hanke vahvistaa KAMKin profiloitumista teollisuuden älykkäiden ratkaisujen kehittäjänä ja synnyttää Suomeen sellaista korkeakoulutason koulutusta, jota tällä hetkellä hyvin vähän tarjolla, mutta jonka tarve on selkeässä kasvussa.

Hankkeen päätoteuttaja oli KAMK, ja hanke toteutettiin yhteistyössä CSC - Tieteen Tietotekniikan keskus Oy:n kanssa (CSC), joka vastasi käynnissäpidon mittaustiedon analytiikan kehittämisestä. Hankkeen toteutusta tuki CEMISin muiden toimijoiden, Oulun yliopiston MITYn prosessimittausten kehittäminen sekä VTT:n toteuttama virtausmallinnuksen kehittäminen. Hankkeen kokonaiskustannusarvio oli 437 088 euroa ja päärahoittajana toimi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (ESR-rahoitus).

Hankkeen tulokset vuonna 2021

TÄRY-hankkeen Työpaketissa 1 pilotoitiin teollisuuden käynnissäpidon koulutukseen kolmea opintojaksoa. Työpaketissa 2 otettiin käynnissäpidon koulutuksen tueksi uusia ohjelmistoja ja teknologioita:

1. ACOEMin Falcon ja SKF:n QC -värähtelymittauslaitteet,
2. ELMAS-käyttövarmuuden hallintaohjelmisto,
3. kaksi kunnonvalvonnan demonstraatiolaitteistoa (pienempi suunniteltu ja toteutettu hankkeen aikana; suurempi suunniteltu),
4. kunnonvalvonnan mittaustiedon visualisointiratkaisut (virtuaaliodellisuutta hyödyntävät desktop- ja mobiiliversiot sekä lisättyyn todellisuuteen perustuva laitteisto) ja
5. värähtelymittausten (signaalinkäsittelyn) käsittelyn Labview-pohjaiset harjoitteet koulutuskäyttöön.



Kuva 4.3. Kunnossapitokoulutuksen AR-demonstraattori.

Työpaketissa 2 jatkettiin kunnonvalvonnan mittaustiedon käsittelymenetelmiin perehtymistä, menetelmien käyttöönottoa ja modernin data-analytiikan soveltamista yritysten kunnossapidon mittaustietoihin.

Työpaketissa 3 järjestettiin Ramentorin toteuttama käyttövarmuuskoulutus ja Colly Companyn toteuttama voiteluaineiden kunnonvalvonnan ja suodatuksen koulutus etäkoulutuksina. Työpaketissa 4 tehtiin yritysyhteistyötä noin kymmenen yrityksen teollisuus- ja kaivosyrityksen kanssa ja käynnistettiin 3 opinnäytetyötä.

Työpaketti 5 liittyi tiedottamiseen ja tulosten hyödyntämiseen lehdissä ja tapahtumissa. Tuloksena oli lehtiartikkeli ja loppuseminaari (webinaari) toukokuussa 2021. Lisäksi tulosten jatko-työtyöksi suunniteltiin yhteistyössä Oulun yliopiston mittaustekniikan yksikön ja kolmen yrityksen (Metso-Outotec, Terrafame ja Valmet) hanke, jossa jatketaan kunnonvalvonnan mittausten analysoinnin kehittämistä (TEODIMI-hanke, A77557).

4. Hyvinvoinnin, terveydenhoidon ja liikunnan innovaatioalustat (HYTELI)

HYTELI-hankkeen tavoitteena on teknologisesti edistyneiden innovaatioalustojen ja -ympäristöjen kehittäminen ja näissä tapahtuvan kansainvälisen tason teknologiaosaamisen sekä kilpailukykyyn kasvattaminen Kainuussa. Hankkeen lähtökohtana on hyödyntää alueellisen CEMIS-konsortion poikkitieteellistä osaamispohjaa alueen elinkeinojen kannalta tärkeissä teemoissa tai kohteissa, kuten ennaltaehkäisevä terveydenhoito (terveysteknologia, ravitsemusterveys, älykäs kotihoito) sekä Vuokatin huippu-urheilu-ympäristö ja liikuntamatkailu. Teemat ovat lisäksi oleellisia Kainuun mittaustekniikan osaamisen

kehittämiseksi, kansainvälisen TKI-tason ja -kilpailukykyyn nostamiseksi, hyvinvoinnin ja matkailun elinkeinojen kehittämiseksi, mutta tärkeitä myös kansallisesti ja kansainvälisesti. Kehittämällä innovaatioalustoja ja -ympäristöjä viedään eteenpäin teknologiavalmiutta sekä osaamis pohjaa, joiden pohjalta on mahdollista reagoida nopeasti yrityskehityksen tarpeisiin ja kasvattaa näin ollen palveluliiketoimintaa sekä synnyttää uusia työpaikkoja.

Hankkeen tehtäväpaketit ovat:

TP1 Terveysteknologian innovaatioalustat: a) Ikääntyvän väestön ravitsemusterveys (mm. puumateriaalin sivuvirran hyödyntäminen hyvinvoinnin ja terveyden edistämiseen, b) Leimattomat biosensorimittaukset ja muut uudet pikamittausteknologiat, c) Terveysteknologian innovaatioiden laadunvarmennus, d) Älykäs kotihoito -järjestelmät

TP2 Liikuntateknologian innovaatioalustat - laboratorion kokeilukentälle: a) Miniaturisoidun kokeilun anturitekniikoiden kokeiluun ja ampumahiihtoon, mm. printattavat sensorit, b) Mittaustekniikka: mm. propulsiokomponentin (ts. eteenpäin vievä komponentti) määrittäminen hiihdossa, arvokisasimulaatiot, c) Reagointi kentän tarpeisiin: Suomen Olympiakomitea- ja lajiliittoyhteistyö sekä yritys yhteistyö.

TP3 Data-analytiikka, tekoäly ja koneoppiminen: a) Hankeorganisaatioiden osaamisen lisääminen, b) Pilotit: Älykäs kotihoito, dynaaminen tasapaino, hiihtokomponentti, c) Datafuusion menetelmien hyödyntäminen: 3D-mallinnukseen pohjautuva visualisointi- ja suunnittelutyökalu alueen tai tilan visualisoimiseksi.

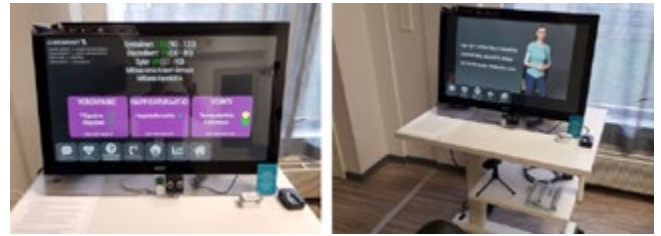
TP4 Tulosten hyödyntäminen: Kansallinen ja kv-hankevalmistelu hankkeen tulosten pohjalta, viestintä, verkostoituminen ja julkaisu toiminta.

Hankkeen kokonaiskustannusarvio oli 1 452 000 euroa, ja päärahoittajana oli Kainuun liitto (EAKR-rahoitus). Hankkeen koordinaattori oli Jyväskylän yliopisto ja hanketta toteutettiin kaikkien CEMIS-toimijoiden, Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY:n, KAMKin, VTT:n ja CSC:n, yhteisvoimin.

Hankkeen tulokset vuonna 2021

TP1: Terveysteknologian innovaatioalustat

Työpaketissa 1 on dokumentoitu Bioreader-lukulaitteen ohjelmistoa ja suoritettu aromaattisten öljyjen emulgointikokeita ja antioksidatiivisuuskokeita (pektiinien sokerien karakterisointi). Lisäksi on tutkittu kortisolimittauksia osana pikamittausteknologioiden kehittämistä ja puhdistilojen olosuhteseuranta sekä suunniteltu ja toteutettu paine-eron testauslaitteistoa. Terveyskuvastinta on testattu sote-osaamisalan StudioK:ssa etäterveydenhuollon opetuksessa. Terveyskuvastin (Kuva demonstroi kotiympäristössä tapahtuvaa omaehtoista terveydentilan seuranta sekä tarjoaa erilaisten rajapintojen ja Gillie.ai-alustan kautta ajantasaista tilannetietoa asiakkaasta terveydenhuollon ammattilaisille



Kuva 4.4. Terveyskuvastin.

TP2: Liikuntateknologian innovaatioalustat

Työpaketissa 2 on integroitu Peking-malli hiihtomattoympäristöön ja säädetty reitin nopeusprofiilia. Peking-mallia on testattu ampumahiihton mj-ryhmällä ja pyydetty palautetta, joka on ollut positiivista. Työpaketissa on kehitetty:

- prototyyppi-mittalaite liipaisinpaineen mittaamiseen piezoresistiivisellä tekniikalla. Laitteessa 9dof inertia-anturi ja Bluetooth lähetinvastaanotin. (HW-suunnittelu KAMK, SW-suunnittelu JYU)
- Android-pohjainen prototyyppi-sovellus liipaisinpaineen mittaamiseen ja visualisointiin. Sovellus piirtää liipaisinpaineen ja tunnistetut laukaukset graafin
- USB- ja Ethernet-versiot tukiasemista (KAMK & JYU)

TP3: Data-analytiikka, tekoäly ja koneoppiminen

Työpaketti 3:ssa (Data analytiikka, AI, koneoppiminen) tuotettu Peking-malli saatu valmiiksi (KAMK) ja mallia testattu hiihtomattoympäristössä ampumahiihton maajoukkueurheilijoilla (JYU) sekä yksittäisillä maastohiihton mj-hiihtäjillä. Urheilijoilta saatu positiivista palautetta.

TP4: Tulosten hyödyntäminen, viestintä, verkostoituminen, yritys yhteistyö

Työpaketissa tehty 2 kansallista hankehakemusta (TEM/LIUKAS-verkostohanke Liikuntateknologian osaajien ja urheiluseurojen yhteiskehittämisen kansallinen verkosto; MATINE maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta) sekä 1 kansainvälinen hankehakemus (Scottish Government Arctic Connections Fund 2021-2022).

Lisäksi työpaketissa on tehty viestintätoimenpiteitä kuten laadittu lehdistötiedote Pekingin virtuaaliarvokisarvokisat (virtuaalimallinnusosaaminen ja datafuusiomenetelmien hyödyntäminen) sekä työstetty CEMIS Health & Wellbeing -esitettä. Työpaketissa on järjestetty myös demonstraatioita kisasimulaatioista ja datafuusiomenetelmien hyödyntämisestä sekä suoritettu kansainvälistä (EPSI, ClusSport), kansallista ja alueellista verkostoitumista hankkeen teemojen alueella.

Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikön (MITY) ja biojalostamon mittaukset-professuurin toiminta

Organisatorisesti mittaustekniikan yksikkö jatkoi toimintaansa yhden tutkimusryhmän mallissa; toiminta-aloina ovat edelleen cleantech ja hyvinvointi/terveys. Toimintaa oli Kajaanissa ja hanketoiminnan puitteissa myös Vuokatissa.

Tutkimuksen pääsovellusalueet olivat vuonna 2021: biotalous (uusiutuva metsäteollisuus, bioenergia, metsäbiomassan hyödyntäminen), cleantech (prosessi- ja ympäristösovellukset; erityisesti kaivannaisala) ja terveys/hyvinvointisovellukset (biosensorikehitys, ravitsemus, Vuokatin alueen kehittäminen).

Kuvantavien mittausten määräaikainen yliopistotutkijan vakanssi jatkui vuonna 2021 ja on rahoitettu yhteisesti Oulun optoelektronikan laboratorion hanketoiminnan ja Kajaanin hankerahan turvin. Jatkotutkintojen tekijöitä on molemmissa tutkimusryhmissä.

Oulun yliopiston toiminnan volyymi oli n. 3,75 milj. euroa. Henkilöstöä oli vuoden mittaan 45, joista kertyi n. 38 henkilötyövuotta. Tohtoreita oli työsuhteessa vuoden aikana 10 henkilöä ja 27% htv:sta.

MITYn tiloissa jatkui vuonna 2019 alkanut biojalostamon mittaukset -professuuri, joka on yhteisrahoitteinen Kajaanin kaupungin, Kainuun Liiton, St1 Oy:n, Oulun yliopiston ja Oulun yliopiston teknillisen tiedekunnan kanssa. Professori Mika Ruusunen vetää tutkimusta. Professuurin ala liittyy biopohjaisten raaka-aineiden, niiden jalostusprosessien ja niissä muodostuvien sivuvirtojen mittausten ja tuotannon tehokkuuden automaattisen optimoinnin kehittämiseen. Kajaanissa tutkimusryhmä toimii siis MITYn tiloissa sekä yritys yhteistyökumppanin tiloissa.

Kansainvälinen hanketoiminta

Interreg Nord -hanke *“Ice Proof Arctic – Innovations for ice and snow management”* jatkui vuonna 2021. Hankkeessa validoidaan ja kehitetään uusia jään- ja lumenhallinnan ratkaisuja sähkölinjojen jääkuormien eliminointiin, uusiutuvan sähkötuotannon tehokkuuden ja turvallisuuden optimointiin ja kattojen lumikuormien seurantaan.

Mittaustekniikan yksikölle myönnettiin rahoitus ERA-Net ForestValue-ohjelman hankkeelle Wood for Health. MITY on hankkeen johtava partneri ja muut kuusi partneria tulevat Latviasta (2), Norjasta, Ruotsista ja Saksasta (2). Hankkeen tavoitteena on edistää puun käyttöä terveydenhuollon rakennuksissa puupintojen puhdistettavuutta tutkimalla ja parantamalla innovatiivisilla pinnoitteilla sekä laatimalla ohjeistusta puun käytöstä näiden rakennuksien erilaisissa tiloissa. Hanke on

ensimmäinen eurooppalainen täysimittainen tutkimushanke, jota johtaa kainuulainen toimija.

Yksikön toinen ERA-Net hanke SustainIT on jatkanut työtään älymaatalouden alalla. Yhdessä virolaisen, ruotsalaisen ja saksalaisen kumppanien kanssa pohditaan, miten karjan terveys- ja hyvinvointidataa voitaisiin käyttää kaikkien ruokatalouden arvoketjun toimijoiden ja kuluttajien eduksi.

Valtakunnallinen Maaseuturahaston rahoittama EIP-AGRI-hanke Hyvää karjalle tekee yhteistyötä Viron meijeriklusterin koordinoiman virolaisen EIP-hankkeen (EIP, European Innovation Partnership) kanssa. Hankkeessa kehitetään säilörehuaumojen seurantaa ja sovellutuksia maatalouteen antimikrobiallisille peptideille. MITY on hankkeen koordinaattori. Kotimaisina kumppaneina ovat Hämeen ammattikorkeakoulu ja Luke, sekä lisäksi innovaatioryhmässä 5 maatilaa, 4 yritystä, 2 eläinlääkäriä ja ProAgria Itä-Suomi.

Pohjoinen periferia ja Arktis – interreg-ohjelma myönsi rahoituksen ohjelmakausien väliselle siltahankkeelle *“Looking to the future of technology and innovation in health care”*. Siinä Mittaustekniikan yksikkö yhdessä Skotlannin Ylämaan terveyden hoitoa järjestävän NHS:n ja pohjois-irlantilaisen Ulsterin yliopiston kanssa selvittävät keskeisimmät teknologiatarpeet tulevalle ohjelmakaudella, kasaavat verkoston ja suunnittelevat hankkeen, jolle haetaan rahoitusta jatkossa.

BioSPRINT (EU-H2020): Improve biorefinery operations through process intensification and new end products, biojalostamoiden prosessi- ja mittauskehitys, erityisesti hemiselluloosa.

OXILATE (Operational eXcellence by Integrating Learned information into AcTionable Expertise) on ITEA-hanke (partnerit Belgiasta, Espanjasta ja Suomesta). OXILATE keskittyy älykkäiden analytiikka- ja palveluinnovaatioiden joustavaan kehittämiseen ja integrointiin teollisuusasiakkaan toimintaympäristössä oleviin monimutkaisiin järjestelmiin.

Biotalouden ja luonnontuotteiden aihealueilla tehtiin kansainvälistä yhteistyötä kahdessa eri interreg-ohjelmien myöntämässä valmisteluhankkeessa. ValueStream-hanke oli Itämeren Interreg-ohjelman ja New Natural Kolarctic Products – SME assistance -hanke Kolarctic-ohjelman rahoittama. Lisäksi irlantilaisen Shannon Applied Biotechnology -keskuksen kanssa tehdään yhteistyötä paikallisten Leader-ohjelmien rahoittamassa hankkeessa *Natural Future of Cosmetics*.

CEMIS-yhteistyö

CEMISin toiminta vuonna 2021 jatkui CEMIS-kehittämisohjelman hankkeiden (INNOBIO, MINIME, KAIMIT ja HYTELI) myötä:

- INNOBIO – Uudet, innovatiiviset ja laadukkaat mittaukset sekä prosessit osana biojalostus- ja kaivosteollisuuden arvoketjua: INNOBIO hankkeessa tavoitteena on mittausratkaisujen kehittäminen tähdäten vähähiilisempiin teollisuusprosesseihin ja tehokkaampaan jätevesien monitorointiin pienentäen vesien pilaantumisen riskiä. Lisäksi tavoitteena on uusien prosessitekniisten ratkaisujen kehittämien biotalouden sivuvirtojen hyödyntämiseen sekä fermentointiosaamisen kehittäminen ja jo olemassa olevien laitteistojen modernisointi.
- MINIME - Miniaturisoidut mittalaiteratkaisut teollisuuden prosessien ja ympäristön monitorointiin: Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen rahoittamassa MINIME-hankkeessa kehitetään pienikokoisia mittalaitte ratkaisuja laktaatin mittaukseen eri teollisuus sovellutuksissa ja nikkelin mittaukseen kaivosten lähivesistöissä.
- HYTELI - Hyvinvoinnin, terveydenhoidon ja liikunnan innovaatioalustat: Hanketta koordinoi Jyväskylän yliopisto. Mittaustekniikan yksikkö kehittää hankkeessa ravitsemuksen merkkiaineiden mittauksia, viimeistelee syljen insuliinin biosensorimittausta, eristää ja tutkii puumateriaalin terveysvaikutteisia yhdisteitä, pystyttää erilaisia laatumäärittäyksiä tarjottavaksi palveluanalytiikkana kainuulaisille yrityksille sekä tekee uuden teknologian kokeiluja vieridiagnostiikan ja terveyden & hyvinvoinnin alalla.

Johtaja Vesa Virtanen on osallistunut CEMISin strategiaryhmän ja johtoryhmän työskentelyyn. Professori Mika Ruusunen on osallistunut CEMIS-johtoryhmän työskentelyyn. Oulun yliopiston on CEMIS-kehittämisohjelman selkeästi suurin tutkimustoimija.

Professori Ruususen ryhmän vuoden 2021 lopussa päättynyt BIOSFE- Biotalous sivuvirtojen ympäristöystävällinen hyödyntäminen - Jatkuvatoimisen ylikriittisen hiilidioksidiuuton demonstrointi -hanke yhdistettiin rahoittajan toivomuksesta CEMIS-kehittämisohjelman hankkeiden kanssa samaan ohjausryhmään. Hankkeessa demonstroitiin jatkuvatoiminen ylikriittinen hiilidioksidiuutto (SFE) projektissa valmistetulla laitteistolla sekä kehitetyllä laitteiston automaatiolla.

Muu hanketoiminta

Oulun yliopiston CEMIS-toiminnassa oli meneillään 4 Business Finlandin rahoittamaa hanketta.

- APASSI (*Autonomous Processes Facilitated by Artificial Sensing Intelligence*), jonka tavoitteena on ottaa askel kohti teollisuuden prosessien autonomisuutta kehittämällä mittaustekniikan luotettavuutta ja laajuutta koneoppimisen



Kuva 5.1. Hiilidioksidiuuttoon valmistunut jatkuvatoiminen reaktori (kuva © Petri Österberg).

sovelluksia silmällä pitäen. BF Co-innovation 1.5.2019 -30.4.2021

- HOPE- *Highly Optimized Energy Systems* projektin tavoitteena on kehittää ratkaisuja energiatehokkuuden nostamiseen energiaverkoissa ja edistää energia-alan yhteistyötä. Projektissa kehitetään työkaluja ja ratkaisuja energijärjestelmien monitavoiteoptimointiin. BF Co-innovation 1/08/20 → 31/07/22
- Oxilate (*Operational eXcellence by Integrating Learned information into AcTionable Expertise*), jossa kehitetään digitaalisia ratkaisuja esimerkiksi biojalostusprosesseihin. BF/ITEA3, 1.10.2019 – 30.4.2023
- CEIWA (*Circular Economy of water in industrial processes*), jossa tavoitteena on teollisuuden vedenkäsittelyn mittaus- ja säätöteknologioita. BF Co-innovation, 1.4.2021 – 31.3.2023

CEMIS-kehittämisohjelman ja Business Finland -hankkeiden lisäksi oli käynnissä 22 muuta hanketta. Yritysyhteistyötä oli sekä Kainuun alueella että valtakunnallisesti useamman kymmenen yrityksen kanssa.

Yksikkö on mukana Suomen Akatemian rahoittamassa hankkeessa "Single-photon detector array for simultaneous label-free Raman and fluorescence lifetime spectroscopy". Kyseessä on yhdistetyn Raman/fluoresenssin elinaikalaitteiston kehitystyö. Hankkeessa kehitetään pulssitettua valoa hyödyntävää Raman spektroskopiatekniikkaa, jolla voidaan tehokkaasti erottaa Raman

ja fluoresenssi toisistaan.

Kuhmon kaupunki ja Mittaustekniikan yksikkö toteuttivat merkittävän ja urauurtava tutkimuksen Puurakentamisen terveysvaikutukset -hankkeessa. Sen rahoittajia olivat alueellinen maaseuturahasto (Kainuun ELY) ja Suomen metsäsäätiö. Hankkeessa seurattiin kolmena vuodenaikana koulurakennusten fyysikaalisia, kemiallisia ja mikrobiologisia ominaisuuksia sekä oppilainen stressiä ja poissaoloja. Tutkittavana kohteena oli Kuhmon Tuupalan puukoulu ja verrokkina Vaalan yhtenäiskoulu. Hankkeen loppuraportti julkaistiin joulukuussa 2021. Tiedotustoimenpiteiden osalta hanke jatkuu vielä toukokuuhun 2022 saakka.



Kuva 5.2. Tuupalan koulu. Puurakentamisen terveysvaikutukset - hankkeen yksi tutkimuspaikka.

ELY-keskuksen ESR-rahoituksella toteutettavan KOS-hankkeen tavoitteena on tarjota kasvu- ja rakennemuutosalojen tarpeisiin vastaavaa koulutusta. Hankkeen tuloksena syntyi KYK:n oppimisen ja osaamisen ekosysteemi -konsepti, joka on otettu pysyvästi käyttöön. Ekosysteemi mahdollistaa modernit oppimisympäristöt opetukseen ja tutkimus- sekä kehittämistoimintaan, joita voi hyödyntää yritykset, korkeakoulut, ammatilliset oppilaitokset ja tutkimuslaitokset. Projektin tuloksena integroitiin liiketoiminta-, osaamis- ja tutkimusverkostot yhteen, jolloin tutkimustiedon hyödyntäminen mahdollistuu nopeasti osana liiketoiminnan kehittämistä. Tämä on merkittävä lisäarvo yrityksille. Ekosysteemi -konseptin avulla luodaan yrityksille ja KYK:lle mahdollisuudet hyödyntää digitalisaatiota ja tekoälyä tuotannollis-taloudellisen kehittämisen tukena. Koulutusten avulla kiihdytettiin yritysten tuotteiden kehitystyötä, kilpailukykyä ja kaupallistamista. Koulutuksen avulla poistettiin osaamisvajeita Kainuun rakennemuutos- ja kasvualoilta: 1) biotalouden, 2) kaivosteollisuuden / cleantec, 3) terveyden ja hyvinvoinnin osalta. Vuonna 2021 esimerkiksi seuraavaa osaamista siirrettiin yrityksiin.

- järjestettiin yrityksille ”Mitä ovat Lean ja ketterät menetelmät projektityössä” teoria ja praktikum koulutukset. Koulutus kohdistuu ketterien menetelmien soveltamisesta projekteihin ja käytännön töihin. Ketterien menetelmien avulla yritykset oppivat pitämään projektit aikatauluissaan ja samalla

kustannustehokkaina.

- Mikromuovien tutkimus, haitat ja liiketoiminta mahdollisuudet koulutus
- markkina- ja kilpailija-analyysit ja palvelumuotoilu hoiva-, terveys- ja hyvinvointialojen yritystoiminnassa
- teknologiaoikeuden koulutus yrityksille, jossa käytiin läpi mm. Tietoverkko liiketoimintaan liittyvät oikeudelliset kysymykset ja niiden vaikutukset liiketoiminnassa (SaaS, IoT, AI, Big Data) ja teknologia- ja tietotuotteisiin liittyvät sopimukset
- TKI -osaamisen johtaminen ja tietotaidon siirtomallit korkeakoulutusta globaaleihin ja pk -yrityksiin -koulutus, jossa perehdyttiin mm. digitaalinen kaksonen ja ennustavaan analytiikkaan
- yrityksille järjestettiin vientikaupan keskeiset asiakirjat -koulutus, jossa käytiin läpi mm. vapaakauppasopimukset ja viennin edellyttämät juridiset asiakirjat

Taiga -hankkeessa (1/2020 - 12/2023) tutkitaan arktisten kasvien terveysvaikutuksia ja keskitytään erityisesti lihavuuteen ja sen liitännäissairauksien (diabetes, sydänsairaudet) syntyyn liittyvään matala-asteiseen tulehdukseen sekä aineenvaihduntamuutoksiin. On tunnettua, että kasvipainotteinen ruokavalio sisältää tätä haitallista hiljaista tulehdustilaa rauhoittavia ja aineenvaihduntaa normalisoivia yhdisteitä. Hankkeessa etsitään pohjoisen luonnon arvoaineita, joilla olisi tällaisia terveyshyötyjä. Hankkeessa tutkitaan puolukkaa ja kaarnikkaa eli variksenmarjaa niiden terveysvaikutusten ja terveysvaikutteisten arvoaineiden identifioimiseksi. Hankkeen hallinnoija on Tampereen yliopiston Immunofarmakologian tutkimusryhmä. MITY osallistuu hankepartnerina ja vastaa tutkimuksessa käytettävien marjajauheiden analytiikasta. Hankkeen rahoitus tulee Euroopan aluekehitysrahastosta.

PATE-hankkeessa (4/2020 - 3/2022) kehitetään jäädytysmenetelmään perustuvia innovatiivisia teknologisia ratkaisuja yhteistyössä Itä- ja Pohjois-Suomessa toimivien elintarvike-, luonnontuote- ja jätevesialan yritysten kanssa. Tarkoituksena on tutkia ja soveltaa pakkaskonsentraatiota tuotteiden vesimäärän vähentämisessä ja siten tuotteen laadun parantamisessa. Pakkaskonsentraatio perustuu veden luonnolliseen kykyyn kiteytyä puhtaaksi jääksi vesiliuosta jäädytettäessä. Kun jää poistetaan, muut ainesosat - kuten aromiaineet ja bioaktiiviset terveysvaikutteiset yhdisteet - jäävät muuttumattomina väkevöityneeseen liuokseen. Näin arvoaineet voidaan saada tehokkaammin talteen. Hankkeessa hyödynnetään LUT yliopiston ja Oulun yliopiston aikaisemmissa hankkeissa saatua osaamista demolaitteiden kehittämisessä huomioiden erityisesti pienten yritysten tarpeet. LUT yliopiston ja Oulun yliopiston ylimatekunnallista yhteishanketta rahoittavat Etelä-Savon maakuntaliitto ja Kainuun liitto Euroopan aluekehitysrahastosta.

LuoPro – Luonnon tuotteet, probiootit ja kosmetiikan aktiivisuus Arktisessa Biolaaksossa, EAKR-hankkeessa kehitetään osaamista luonnonkosmetiikan ja probioottisten valmisteiden aktiivisuuden todentamiseen yritystarpeiden pohjalta. Hankkeen toimenpiteitä ovat mm. kosmetiikan vaikuttavuustutkimukset (solukokeet ja ihoanalysaattorit), fermentoitujen näytteiden tutkimukset (bakteerien tunnistus ja pitoisuuden määrittäminen sekä probioottivaikutusten selvittäminen) sekä täydentävä analytiikan kehittäminen kosmetiikalle ja probiooteille. Hankkeessa on mukana 5 yritystä.

Teollisesti ja kaupallisesti kehittyvä bio- ja mittaustekniikan toiminta-, tuotekehitys- ja pilotointiympäristö (Tbio). Tbio-hankkeella (1.12.2020-31.7.2022) tuetaan Arktisen Biolaakson suunnittelua ja toteutusta. Projektissa keskitytään mikro- ja pk-yritysten luonnonaineiden jalostusasteen nostamiseen. Toisaalta hankkeessa laaditaan tietoa yrityksille tulevaisuuden validointi tarpeisiin. Lisäksi toteutetaan mittalaitteiden teollinen pilotointi ja validointi.

Oulun yliopisto sai Kainuun liiton kautta Työ- ja elinkeinoministeriön rahoitusta TELI-hankkeelle (Teollisuuden sivuvirroista syntyvän ligniinin liukoisuuden parantaminen ja sen hyötykäyttämismahdollisuudet uusissa applikaatioissa), jossa tavoitteena oli kehittää ja parantaa Kainuussa syntyvien ligniinijakeiden liukoisuutta ja pilotoita niiden käyttöä maali- ja liimateollisuuden raaka-aineena. Hankkeen toteutti Oulun yliopiston ja Kajaanin yliopistokeskuksen mittaustekniikan yksikkö MITY ja Kuitu- ja partikkelitekniikan tutkimusyksikkö Oulusta.

Hankkeen merkittävin tulos on „proof-of concept“- prosessi, minkä avulla ligniinin liukoisuutta voidaan huomattavasti parantaa mahdollistaen sen hyötykäytön esimerkiksi liimateollisuudessa ja siten sen pohjalta kehittää uusia biopohjaisia tuotteita. Tiivis yhteistyö Kainuun yritysten ja elinkeinoelämän kanssa ja käyttäen lähtöaineena St1 bioetanolituoannossa syntyvää ligniiniä, hankkeessa kehitettiin prosessointimenetelmä, jossa TRL taso nostettiin ideasta (TRL 1) konseptiin saakka (TRL 3). Hankkeen tuloksia hyödyntämään suunniteltiin yritys- ja elinkeinoelämää tukeva tutkimushanke.

TEODIMI, teollisuusprosessien hallinta digitaalisilla työkaluilla ja mittauksilla, -hankkeessa kehitetään edellytyksiä kestävä kehityksen mukaiselle teolliselle toiminnalle hyödyntämällä

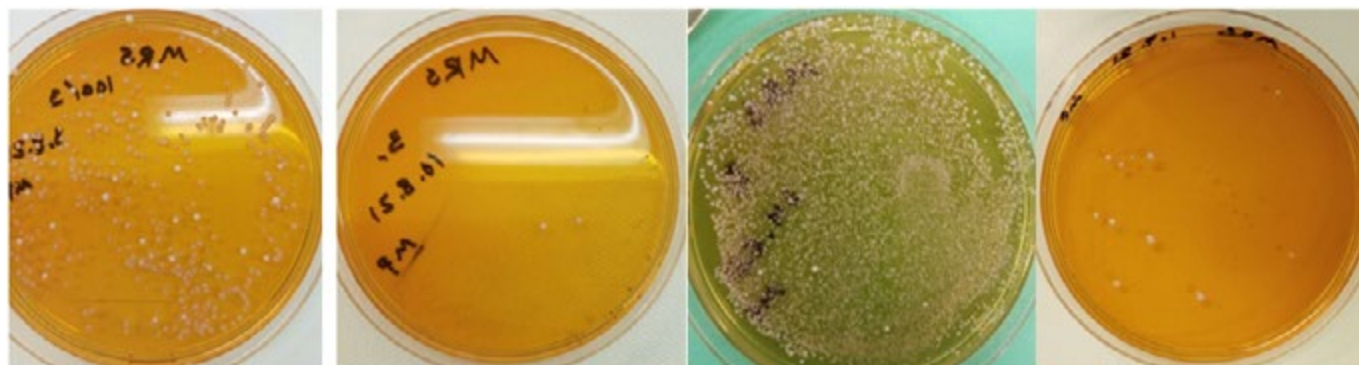
digitalisaation mahdollistamia uusia työkaluja ja toimintamalleja. Tämä toteutetaan kehittämällä kokonaisvaltaisesti teollisuuden prosessimittauksia, prosessilaitteiden kunnonvalvonnan mittauksia ja prosessien ympäristövaikutusten mittauksia ja näiden mittaustulosten kokonaisvaltaista hyödyntämistä. Hanketta toteuttavat MITY ja KAMK.

Euroopan meri- ja kalatalousrahastosta osittain rahoitetussa laajassa Luonnonvarakeskuksen koordinoimassa Luonnossa menestyvät istukkaat -hankkeessa MITYllä on tehtävänä proof-of-concept -osio (PoC), jossa pyritään kehittämään kalanviljelylaitoksen allasvedelle soveltuvaa kenttäkelpoista stressihormoni kortisolin mittausta.

Lisääntynyt muovituotteiden käyttö, puutteellinen materiaalien kierrätys/keruujärjestelmät sekä liikenne ovat osaltaan aiheuttamassa maailmanlaajuisia uhkaa - haitallista muovia löydetään kasvavia määriä vesistöistä, maaperästä ja jopa ilmakehästä. Pienikokoiset muovihukkaset päätyvät helposti pieneliöihin ja siirtyen lopulta koko ravintoketjuun. Ongelmaan liittyvä kansainvälinen tutkimus on käynnistynyt käsittäen mm. muovien terveysvaikutusten arvioinnin, korvaavien ja luontoystävällisempien materiaalien kehittämisen, keruutekniikoiden ideoinnin sekä mittaustekniikan soveltamisen muovien havainnointiin ja tunnistamiseen.

Oulun yliopiston Kajaanin Mittaustekniikan yksikkö MITY ja Kajaanin ammattikorkeakoulu KAMK ovat käynnistäneet EAKR-hankkeen koskien tätä teemaa. REMMI-hankkeen tavoitteena on kompaktin kentälaitteen kehittäminen reaaliaikaiseen vesien mikromuovien havainnointiin. Hanke on vaiheessa, jossa mikromuovien mittausten menetelmää on testattu kattavasti. Tulosten perustella olemme rakentaneet toimivan mittauksen optiikkapöydälle. Lisätietien jälkeen vuorossa on kentälaitteen suunnittelu ja toteutus. KAMK on selvittänyt Kainuun alueen vesisysteemien yleisimmät mikromuovilähteet ja kulkeutumisreitit sekä testannut uusia suodatusmateriaaleja mikromuovien poistoon. Kehitettävälle mittausjärjestelmälle ideoidaan kaupallistamispolkua. Hanke on 2-vuotinen päättyen vuoden 2022 lopussa.

Suun terveyden digiloikka – kohti virtuaalista vastaanottoa hankkeessa demonstroidaan ja testataan hammaslääkärin virtuaalivastaanotto. Kyseessä on Pohjois-Pohjanmaan liiton



Kuva 5.3. LuoPro hankkeen Kombucha-tuotteiden bakteerikasvuston seuranta maitohappobakteerimaljoilla.

EAKR-rahoitus.

Mittaustekniikan yksikkö toteutti myös hoivakotien teknologiatarpeita kartoittaneen esiselvityksen. Kyseessä oli Kainuun ELY-keskuksen yritysrahoituspuolen rahoittama EAKR-hanke.

Tutkimusyhteistyö ja julkaisut

Itä-Suomen yliopiston Kuopion Farmasian sekä Sovelletun fysiikan laitosten kanssa on valmisteltu yhteistyön käynnistämistä puubiomassoihin liittyen. Joensuun kampuksen emeritusprofessori Kai Peiposen ja hänen ryhmänsä kanssa jatkettiin mittausmenetelmätutkimusta koskien globaalia ja vakavaa ongelmaa - vesistöjen mikromuoveja. Tutkimusta jatketaan.

Kansainvälistä yhteistyötä tehtiin aktiivisesti yli kymmenen tutkimuslaitoksen kanssa mm. Ruotsissa, Norjassa, Latviassa, Italiassa, Saksassa, Tanskassa, Virossa, Pohjois-Irlannissa ja Isonsa-Britanniassa. Tieteellisten artikkeleiden määrä oli hyvä; yhteensä 18 referoitua kansainvälistä tiedeartikkelia ja ammatti- ja konferenssijulkaisuja/esiintymistä. Yksikön henkilöt osallistuivat kansainvälisiin ja kansallisiin arviointitehtäviin (tiedelehdet, kansainvälisten hankehakemusten arviointi).



Figure 5.4. A pole force sensor in the HYTELI project

Kajaanin ammattikorkeakoulun toiminta

Vuosi 2021 toi tullessaan helpotusta pandemian tuomaan kurimukseen. Opetustehtävät hoidettiin kevään aikana hybridimallissa, mutta syksyllä 2021 palattiin jo pääsääntöisesti takaisin kampukselle, tosin henkilökunnan etätyösopimukset jatkuivat edelleen. Opiskelijaryhmät saatiin melkein kaikissa koulutuksissa täyteen ja KV-opiskelijoitakin tuli jonkin verran, ei toki normaalia määrää. Teknologia-osaamisalueen tutkintoja tuli kaikkiaan 134. Julkaisuja saatiin 63 kappaletta.

TKI-toimintaa jatkettiin koko vuoden aivan hankkeiden suunnitelmien mukaan, toki hankkeisiin kuuluvat matkat eivät toteutuneet oikeastaan ollenkaan.

Myös uusia hankkeita haettiin ja suunniteltiin, vaikka uuden EU-kauden avautuminen oli vielä avoin, ja päättyneen kauden rahoitussiikin oli vielä jonkin verran jäljellä. TKI-volyymi koko KAMKilla oli 3 963 022 €, josta Teknologian osuus 1 774 305 € eli 45 %. Teknologian palveluliiketoiminnan suurin volyyymi oli olosuhdetestaus, EMC-testaus ja VR / AR palveluilla. Myös ohjelmistoliiketoiminnan volyyymi kasvoi mm. Fingrid osti KAMKin palveluja uutena asiakkaana.

Panostimme edelleen erityisesti ympäristön- vesienhallinnan ja liikunnan mittauksiin, Data / AI, VR/AR teknologioihin ja jatkuvan oppimisen kehittämiseen eri hankkeissamme.

Merkittävin TKI-investointimme oli uuden konesaliympäristön hankkiminen jäädytyksineen, joka oli kaikkiaan liki 300 000 € hankinta (kuva alla).



Kuva 6.1. Uusi konesaliympäristö KAMK:lla.

Greener hankkeen laboratorioissa tutkimme ilmastomuutoksen vaikutusta kasveihin ja kasvuolustoihin, laboratorio hankittiin vuonna 2021 (kuva alla). Hankkeen projektipäällikkönä on Antti Rimpiläinen.



Kuva 6.2. Greener-projektin laboratorio KAMK:lla.

WaterPro hanke, jota toteutettiin yhdessä Oulun Yliopiston, Kerttu Saalasti-Instituutin ja muiden kumppaneiden kanssa jatkui kenttätesteillä Pyhäsalmen kaivoksella KAMKin suunnitteleman ja tekemän pilottiympäristön kanssa vaativissa talven olosuhteissa. KAMKilla hankkeen osuuden projektipäällikkö oli TKT, Esther Takaluoma, projekti-insinöörinä oli Insinööri (AMK) Jani Heikkinen, koko hankkeen projektipäällikkönä oli Professori Ulla Lassi Oulun Yliopistolta. Tekemisen meiningin kuvia alla.



Kuva 6.3. Pilotointia talviolosuhteissa.



Kuva 6.4. Vesienhallinnan pilottiympäristön suunnittelu ja toteutus käynnissä.



Kuva 6.5. CEMIS-keskuksen tutkimusympäristöt ovat hyvin monimuotoisia

Henkilöstön osalta hankkeissa jatkoivat pääsääntöisesti vuoden 2020 tekijät, jonkin verran uusiakin haettiin ja rekryttiin. Pohdimme myös tiedekorkeakoulu puolelta tuttua Tenure Track position avaamista teknologia-osaamisalueelle, paikka olikin syksyllä auki, tehtävään palkattiin Ft Petri Koponen. Tällä haetaan edelleen vahvistusta erityisesti TKI-toimintamme profiloitumiseen.

Yhteistyö Raahan seutukunnan kanssa jatkui edelleen vuonna 2021, tällä kertaa oli vuorossa käynnistää rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinöörin ja tietojenkäsittely tradenomin päiväryhmät sekä konetekniikan monimuotoryhmä. Lisäksi jatkoimme suunnittelua PK-seudulla käynnistettävään Datasta Tekoälyyn insinööri koulutukseen, joka tullaan toteuttamaan osittain CSC:n tiloissa Espoon Keilaniemessä syksystä 2022 alkaen.

CEMIS Business Development yksikkö 2021 – Tekoäly tuo tehoa liiketoimintaan

Kajaanin ammattikorkeakoulun CEMIS Business Development-yksikkö aloitti vuoden 2021 alussa AI Boost-hankkeen osana

uutta CEMIS-ohjelmaa ja hankkeita. AI Boost (ELY, 2021-2022) koostuu erityisesti tekoälyn liiketoimintavaikutusten tutkimuksesta ja teknologiademonstraatiosta, sekä CEMIS-teknologia liiketoiminnan kehittämisestä toimenpiteiden kuten teknologiamarkkinaselvitysten avulla. Hankkeen projektipäällikkönä toimii CBD-yksikön johtaja ja CEMISin johtava liiketoiminnan kehitysasiantuntija Anas Al Natsheh (FT).

AI Boost hankkeen keskeisimpiä tavoitteita on toteuttaa selvitys, jossa kuvataan miten suomalaiset yritykset hyödyntävät tekoälyä toiminnassaan, mitä haasteita ja toisaalta ajureita sen käyttöönottoon liittyy, sekä miten tekoäly voi vaikuttaa yrityksen strategiaan ja menestykseen. Toisena tavoitteena on toteuttaa onnistunut tekoälyteknologian demonstraatio, jolla voitaisiin parantaa teknologia liiketoimintaan liittyvää ydintoimintaa kuten asiakaspalvelua tai tuotantoprosessia. Näitä toimenpiteitä lähdettiin suunnittelemaan hankkeen alkuvaiheessa. Selvityksen osalta vuonna 2021 suunniteltiin ja toteutettiin yhteensä 24 kappaletta tekoälyn asiantuntija- sekä yrityshaastatteluita. Haastattelututkimuksen pohjalta tehtiin yhteenvetoa ja kirjoitettiin laaja raportti, jonka julkaisu tapahtuu vuonna 2022. Lisäksi on julkaistu lyhyempi tekoälyesite yrityksille ja muille tekoälyliiketoiminnasta kiinnostuneille. Hanketutkimuksesta kirjoitettiin myös konferenssiartikkeli ICERI 2021-tapahtumaan: "What is an artificial intelligence (AI): a simple buzzword or a worthwhile inevitability?" (S.A. Gbadegeshin, A. Al Natsheh, K. Ghafel, J. Tikkanen, A. Gray, A. Rimpiläinen, A. Kuoppala, J. Kalermo-Poronen, & N. Hirvonen)

Teknologiademonstraation suunnittelussa oli erilaisia vaiheita ja vaihtoehtoja, mutta toteutus päästiin aloittamaan vuoden 2022 alussa. Lisäksi aloitettiin ja toteutettiin erilaisia CEMIS teknologia liiketoiminnan tukitoimia kuten selvityksiä esimerkiksi pelialan näkymistä, kiertotaloudesta sekä erilaisten alkuvaiheen innovaatioiden markkinapotentiaalista.

Toinen merkittävä hanke, jota CBD toteuttaa vuosina 2021-2022 on ELY:n ESR-rahoituksen saanut AI - Tekoäly koulutuksen laadun ja opiskelijoiden menestyksen parantamiseen, lyhyemmin AI-EDU. AI-EDU hankkeessa Kajaanin ammattikorkeakoulu (KAMK) käyttöönottaa ja käyttökouluttaa opetustoimintaansa sekä opiskelijavuorovaikutusta uudistavia tekoälyn tukemia toiminnallisuuksia. Näitä ovat erityisesti tekoälyn tukemat kurssit, joita kehitetään tukemaan itsenäisempää opiskelua ja lisäämään oppia tärkeimmissä aineissa KAMKin omalla opiskelualustalla verkossa. Toinen merkittävä uudistus on KAMKin chatbot, jonka suunnittelua ja käyttöönottoa on toteutettu hankkeessa. Kit-chatbot työharjoitteli KAMKin intranet-alustalla loppuvuodesta, ja se julkaistiin laajempaan käyttöön www.kamk.fi verkkosivuilla vuoden 2022 alussa.

Loppuvuodesta CBD käynnisti DigiLead-hankkeen (ELY, ESR) jossa pääpaino tulee olemaan pk-yrityksille ja opiskelijoille tarjottavissa koulutuksissa ja teknologiademonstraatioissa. Koulutusten tarkoituksena on kehittää

parempia digitalisaatioon liittyvän johtamisen taitoja sekä tutustuttaa osallistujia erilaisten digityökalujen käyttöön ja liiketoimintamahdollisuuksiin. On tärkeää, että mahdollisesti käyttöönotettavat työkalut sopivat yrityksen strategiaan, jotta niistä saadaan pitkäjänteistä hyötyä ja kasvua. DigiLead-hankkeen taustalla ovat aiemmat CBD:n toteuttamat CEMIS-hankkeet, joissa on tullut ilmi alueellisia tarpeita ja toisaalta kertynyt CBD:lle tietotaitoa niin digitaalisista ratkaisuista kuin alkuvaiheen yritysten haasteista.

Yhteenvetona, CBD:lle vuosi 2021 sisälsi paljon tutkimustyötä niin primääri kuin sekundäärilähteistä sekä paljon kirjoitustyötä erilaisten selvitysten ja julkaisujen parissa. Pandemia vaikutti edelleen siten, ettei paikan päällä järjestettäviä tapahtumia ollut paljoa tarjolla, mutta runsaasti uutta tietoa oli saatavilla esimerkiksi erilaisten webinaarien kautta.

VTT:n toiminta Kajaanissa

Vuonna 2021 Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n toiminta Kajaanissa keskittyi teollisuuden mittausten luotettavuuden parantamiseen ja varmistamiseen tähtäävään metrologiatoimintaan. VTT MIKESin Kajaanin toimipiste on maailman pohjoisin mittanormaalilaboratorio, joka tarjoaa korkeatasoista mittaus- ja kalibrointipalvelua koti- ja ulkomaisille asiakkaille. Toimintaa varten räätälöidyt tilat Renforsin rannan yrityspuistossa ovat palvelleet VTT MIKESin tutkimus- ja kalibroitintoimintaa jo kymmenen vuotta eli vuodesta 2011 saakka.

VTT MIKES toimii Suomen kansallisena metrologialaitoksena, joka vastaa kansainvälisen SI-mittayksikköjärjestelmän toteutuksesta Suomessa. Osana maailmanlaajuisia metrologialaitosten verkostoa VTT MIKES huolehtii mittanormaalien eli kansallisten referenssilaitteistojen kehityksestä, ylläpidosta ja kansainvälisestä vertailukelpoisuudesta. VTT MIKES kehittää yrityksille uusia menetelmiä ja teknologioita luotettavien mittausten ja mittausten metrologisen jäljitettävyyden toteuttamiseksi. Kattavat kalibrointipalvelut mahdollistavat teollisuudessa mittausten laadun varmentamisen kansainvälisesti uskottavalla tavalla.

Kajaanin toimipisteessä sijaitsevat kansalliset mittanormaalit voimalle, vääntömomentille, nestevirtaukselle sekä massalle alueella yli 20 kg, ja toiminta keskittyykin täällä näihin liittyvään kalibrointi- ja tutkimustoimintaan. Mittanormaaleja käytetään mittalaitteiden kalibrointiin, eli niiden avulla määritetään, kuinka suuri virhe on kalibroittavan laitteen näyttämässä. VTT

MIKESin laitteistoilla tehdään Suomen tarkimmat mittaukset. Kansallinen ja kansainvälinen yhteistyö alan muiden toimijoiden ja sidosryhmien kanssa on tärkeä osa laboratorion toimintaa.

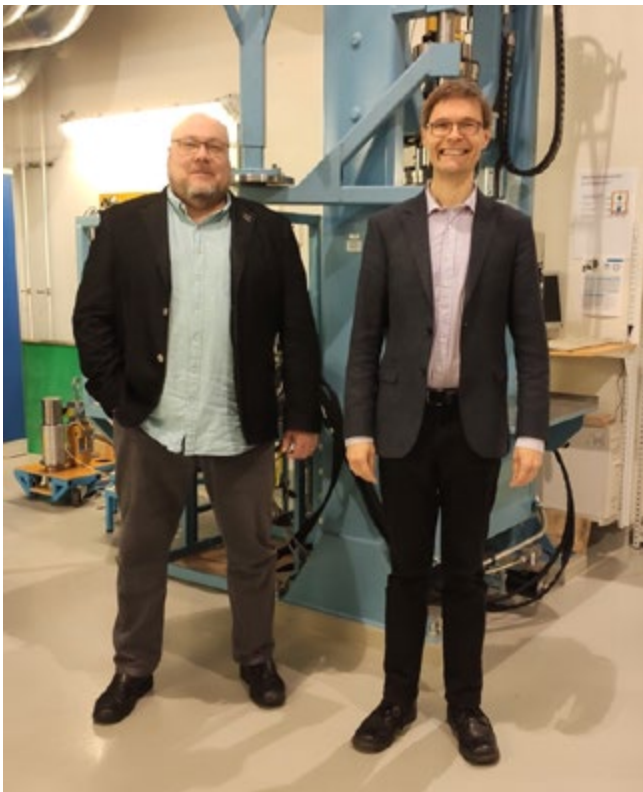
Vuonna 2021 toiminta kehittyi odotusten mukaisesti sekä jäljitettävyydyspalveluiden että tutkimustoiminnan osalta. Henkilöstön määrä pysyi muuttumattomana (7 henkilöä). Myös asiakasmäärä on pysynyt samansuuruisena vuodesta toiseen, ollen n. 250 asiakasta per vuosi. Näistä yli 95 % on Kainuun ulkopuolelta. Ulkomaisia asiakkaita on enemmän kuin Kainuulaisia. Toimintavuosien aikana on havaittu, että laboratorion sijainti on toimintaan hyvin soveltuva ja asiakkaiden kannalta tarkoituksen mukainen.

Kansainvälinen toimija

Kajaanin toimipiste osallistuu aktiivisesti kansainväliseen yhteistyöhön. Kansainväliset vertailumittaukset ja työskentely teknisten komiteoiden jäsenenä Euroopan metrologiajärjestössä (The European Association of National Metrology Institutes, EURAMET) ovat tärkeä osa yksikön teknillis-tieteellistä toimintaa. Kajaanista ovat Suomen edustajat EURAMETin nestevirtauksen teknisessä komiteassa (TC-F) ja IMEKO:n (International Measurement Confederation) TC3 (Measurement of Force, Mass and Torque) -tekniisessä komiteassa. Vuonna 2021 toteutettiin nestevirtauksen kansainvälinen EURAMET-vertailu mitta-alueella 30 m³/h to 200 m³/h. Metrologian tutkimusta tehtiin neljässä eurooppalaisen metrologian tutkimusohjelman (EMPIR) hankkeessa (MetroWaMet, ComTraForce, WindEFCY ja SAFEST). Näissä hankkeissa kehitetään uusia menetelmiä, joilla voidaan parantaa esimerkiksi kotitalousten vesimittausten luotettavuutta, materiaalien mekaanisia testauksia, tuulienergian tuotannolle tärkeitä vääntömomentin mittauksia sekä liikennepolttoaineiden mittauksia. Vuonna 2021 päättyneessä MetroWaMet-hankkeessa kehitettiin testilaitteisto, jolla voidaan tutkia vesivirtausmittareiden dynaamisia ominaisuuksia virtausalueella 0,05 m³/h -3,3 m³/h.

Tutkimuksella tulevaisuutta

VTT MIKES kehittää osaamistaan ja palvelujaan yhteis- ja omarahoitteisissa tutkimushankkeissa vastaamaan asiakkaiden



Kuva 7.1. Petri Koponen ja Martti Heinonen VTT MIKESin Kajaanin laboratoriossa.

ja muiden sidosryhmien tulevaisuuden tarpeita. Yllä mainittujen kansainvälisten tutkimushankkeiden lisäksi Kajaanin yksikkö osallistui vuonna 2021 kolmeen CEMIS-kehittämishankkeen yhteishankkeisiin INNOBIO (Uudet, innovatiiviset ja laadukkaat mittaukset sekä prosessit osana biojalostus- ja kaivosteollisuuden arvoketjua), HYTELI (Hyvinvoinnin, terveydenhoidon ja liikunnan innovaatioalustat) ja SMASH-GTA (Smart Sensors and Hardware for Green Transition Approach).

HYTELI on Jyväskylän yliopiston koordinoima hanke, jossa VTT on kehittänyt hiihdossa käytettävien välineiden mittauksia ja mittausten menetelmiä. Projektissa kehitettiin rullasuksen prototyyppi, josta voidaan mitata hiihdon aikana sukseen kohdistuvat pysty- ja sivuttaisvoimat. Prototyyppi testattiin vuonna 2021 VTT MIKESin voimannormaalilaitteistolla, mikä antoi tärkeää tietoa kokeellisten ja laskennallisten tulosten luotettavuudesta.

INNOBIO-hankkeessa VTT MIKES kehitti Kajaanissa laskennallisen virtausdynamiikan kyvykkyyksiään voidakseen saada monimutkaiset liikkuvia osia sisältävät mallit toimimaan laskentaympäristössä. Hankkeessa tehtiin myös mittausepävarmuus-laskelmia MITYn mittausten menetelmille.

SMASH-GTA -hankkeessa VTT MIKES selvittää KAMK:n CEMIS-keskuksen kanssa IoT-tekniikoiden käyttöä, hyötyjä ja rajoituksia erityisesti jäteastioiden monitoroinnissa.

VTT MIKES osallistui myös Business Finlandin rahoittamaan Smart Water Management projektiin hyödyntäen osaamistaan mittausten luotettavuuden arvioinnissa ja vesivirtauksen mittauksissa.

Näkymät 2022-23

Toiminnan näkymät vuodelle 2022 ovat hyvät. Kajaanin yksikön toiminta integroidaan osaksi Prosessimetrologian tiimin toimintaa, mikä avaa uusia mahdollisuuksia laajentaa yksikön toimintaa aluetta ja asiakaskuntaa.

Yhdessä muiden CEMIS-toimijoiden kanssa valmistellaan kahta uutta CEMIS-kehittämishankkeen hanketta. VTT panostaa vuonna 2022 omavaraisesti ultraääniteknologian osaamisen kehittämiseen Kajaanissa, jota kehitetään edelleen yhteisrahoitteisissa hankkeissa. Sovellusalueena on nestevirtausmittaukset – varsinkin kierrätystalouden tarpeisiin.

Yritysten keskuudessa mittausten luotettavuuden merkitys ja tärkeys on kasvanut edelleen, koska luotettavat mittaukset tuovat laatua, markkina-arvoa ja kilpailuetua. VTT MIKESin Kajaanin yksikön budjetissa jäljitettävyysspalveluiden osuuden odotetaan olevan vahva myös vuonna 2022. Korkeaa metrologista tasoa pidetään yllä osallistamalla kansainvälisiin tutkimus- ja vertailumittaushankkeisiin.

Jyväskylän yliopiston Vuokatin liikuntateknologian yksikön toiminta

Toiminnan yleiskatsaus

Jyväskylän yliopiston Vuokatin liikuntateknologian yksikkö on vastannut CEMISissä Liikunnan ja hyvinvoinnin -osaamisalueen koordinoinnista vuodesta 2010, lähtien. Reilun kymmenen vuoden aikana yksikön toiminta on painottunut vahvasti mittausteknologian kehittämiseen ja soveltavaan tutkimukseen palvelemaan etenkin pohjoismaisten lajien urheilijatestausta ja -valmennusta – tulosten ja menetelmien sovellettavuus ja laajempi hyödynnettävyys mielessä pitäen. Monialainen CEMIS-yhteistyö on tukenut tätä tarkoitusperää erinomaisesti.

Yksikkö toimii edelleen aktiivisena kumppanina kansallisessa Huippu-urheilun datastrategiatyön (HUDS) toimeenpanossa, jossa mukana ovat aloitteen käynnistäjä Suomen Olympiakomitea, Suomen Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU sekä CSC – Tieteen tietotekniikan keskus Oy. Strategiatyön tarkoituksena on viedä suomalaisen urheilututkimuksen kehittäminen datalähtöisemmäksi ja tätä kautta suomalaisen huippu-urheilumenestyksen nostaminen. Data-asiat olivat vahvasti esillä myös yksikön muun hanketoiminnan kautta. Mm. uuden CEMIS-ohjelman suunnittelu, jossa data tulisi olemaan merkittävässä roolissa, käynnistyi myös vuoden 2021 aikana, ja tämä tulisi ohjaamaan myös CEMIS-yhteishankkeiden tavoitteita sekä sisältöjä. Lisäksi osana Dataperustainen liikkuminen -EAKR-hanketta liikuntadata-asiat olivat keskiössä – hankkeessa pyrkimyksenä on ollut käynnistää liikuntadataosaamisen kehittämistoimet yhteistyössä Kainuun kuntien kanssa, mutta myös viedä eteenpäin Kajaanin ammattikorkeakoulun liikunnanohjaajakoulutusta opiskelijoiden dataymmärryksen lisäämiseksi.

Yksikön henkilöstön koko vuonna 2021 oli yhteensä 17 henkilöä, joista 9 työskenteli kokoaikaisena. Yksikön johtajana toimi professori Vesa Linnamo. Osa-aikaisesti yliopistolle työtä tehneet työskentelivät yliopiston lisäksi joko Suomen Hiihtoliitolle, Suomen Olympiakomitealle, KIHUlle tai Olympiavalmennuskeskus Vuokatti-Rukalle tai keskittyivät urheiluun vieden hankkeissa ja tutkimuksessa kehitettyä uutta osaamista ja menetelmiä aktiivisesti kentän käyttöön.

Yksikön henkilökunta julkaisi vuoden aikana 14 tieteellisiä vertaisarvioitua julkaisua. Väitöstyöprojekteja oli käynnissä ennätykselliset kahdeksan kappaletta. Liikuntateknologian maistereita yksiköstä valmistui vuoden aikana neljä. Hankkeita oli käynnissä 12; HYTELI/CEMIS (EAKR), Urheilijatestistä kansainväliseksi tuotteeksi Vuokatissa (EAKR), Liikuntateknologian kaksoisura (ESR), Olympiavalmennuskeskus Vuokatti-Rukan asiantuntijatoimintojen kehittäminen (EAKR), Osaamisen kehittämisen valtakunnallinen erityistehtävä

(OKM), Väitöskirjatutkijan apuraha (Amerin kulttuurisäätiö), Dataperustainen liikkuminen (EAKR), NaisQs-tutkimus (OKM), Tekstiilisen sensorin kehittämishanke (Riga Technical University), Älylatu – Hiihdon uudet palveluinnovaatiot (EAKR), LIUKAS-verkostohanke (TEM, EAKR) sekä Korkean paikan tutkimushanke (EAKR), josta seuraavassa hieman tarkemmin.

Hanke-esimerkki

Korkeanpaikan tutkimushankkeessa yksikkö toteutti kevään-kesän 2021 aikana korkeanpaikan mittausvaiheen yhdessä Helsingin urheilulääkäriaseman (HULA) ja Kilpa- ja Huippu-urheilun tutkimuskeskuksen kanssa (KIHU). Koeryhmänä oli 16 huippu-urheilijaa ja kontrolliryhmänä kahdeksan huippu-urheilijaa Vuokatti-Ruka urheiluakatemiasta. Koeryhmä asui Vuokatin urheiluopiston korkeanpaikan huoneistossa yhden kuukauden. Tänä aikana urheilijat noudattivat kevään harjoitteluohjelmaansa ja tekivät kaksi ohjattua hypoksiaharjoitusta viikossa (Kuva 8.1.). Suomessa vastaavaa tutkimusta, jossa asutaan korkealla ja harjoitellaan matalalla, ei oltu aikaisemmin tehty näin laajassa mittakaavassa. Ennen ja jälkeen hypoksiajakson urheilijoille tehtiin mattotestit sekä verikokeet. Hemoglobiinimassan määritys oli tärkein verimuuttuja, jonka muutoksien vaikutuksia suorituskykyyn haluttiin tutkia. Koetta jatkettiin osalle urheilijoita toisen kuukauden ajan nk. IHE (Intermittent Hypoksia Exercise) harjoituksilla, joissa urheilijaa altistettiin kahden tunnin mittaiselle hypoksialle joko alppimajassa tai hypoksia generaattorilla sekä tunnin mittaiseen juoksuun vastaavassa korkeudessa hypoksia-generaattorilla. Tulokset osoittivat osan urheilijoista hyötyvän korkeanpaikanharjoittelusta tässä muodossa. Osa IHE-ryhmäläisistä pystyi kasvattamaan tai ylläpitämään HB-massaa myös korkeanpaikan jakson jälkeisillä IHE-altistuksilla.



Kuva 8.1. Hypoksiaharjoitus Vuokatin testiasemalla.

CEMIS-yhteistoiminta

Heinäkuussa 2021 päättyneen CEMIS-yhteishanke HYTELI:n (Hyvinvoinnin, terveyden ja liikunnan innovaatioalustat) tavoitteena oli teknologisesti edistyneiden innovaatioalustojen ja -ympäristöjen kehittäminen ja näissä tapahtuvan kansainvälisen tason teknologiaosaamisen sekä kilpailukyvyyn kasvattaminen Kainuussa. Lähtökohtana oli hyödyntää CEMIS-konsortion poikkitieteellistä osaamis pohjaa alueen elinkeinojen kannalta tärkeissä teemoissa, kuten ennaltaehkäisevä terveydenhoito (terveysteknologia, ravitsemusterveys, älykäs kotihoito) sekä Vuokatin huippu-urheilu ympäristö ja liikuntamatkailu.

Hankkeessa määriteltiin innovaatioalustat teemojen "Liikuntateknologia" sekä "Hyvinvointi- ja terveysteknologia" ympärille. Määrittelyn valmistuttua innovaatioalustoista toteutettiin osaamisalue-esitteet hyödynnettäväksi verkostoitumiseen ja markkinoimaan alueellista monitieteellistä mittaustekniikka- ja tutkimusosaamista myös kansainvälisiä kontakteja varten. Innovaatioalustojen teknologista valmiutta ja osaamis pohjaa kehitettiin läpi koko hankkeen keston, joka mahdollisti nopeamman reagoinnin yrityskentän tarpeisiin.

Vuokatin yksikkö toimi hankkeen koordinaattorina, mutta myös sensori-integraatioiden ja mittaustekniikan kehittämistoimien koordinaattorina Liikuntateknologian innovaatioalustat-työpaketissa, mutta osallistui myös hiihdon arvokisasimulaatioiden kehittämiseen työpaketissa 3.

Liikuntateknologian innovaatioalustat -työpaketin tuloksista voidaan nostaa esiin etenkin prototyyppi liipaisinpaineen mittaussäädin (JYU & KAMK -yhteistyö) sekä kehitysaskleet anturi-integraatioiden parissa; kuvassa 8.2 on esitetty ensimmäisen versio rullasuksianturoinnista sekä kehittyneempi versio sauvavoima-anturoinnista (VTT, JYU & KAMK -yhteistyö). Hiihdon arvokisasimulaatioiden parissa tehty

työ tuotti tuloksena Oberstdorfin MM-kisojen sprinttireitin virtuaaliympäristön sekä Pekingin Olympialaisten sprintti- ja ampumahiihdon reittien virtuaalimallien toteutukset (KAMK & JYU -yhteistyö). Peking-mallit viimeisteltiin Olympiakomitean hankkimana ostopalveluna KAMKilta. Virtuaalimallien kehitystyö herätti kiinnostusta mediassa ja mm. MTV-uutiset julkaisi aiheesta jutun 2.10.2021 uutislähetyksessä.



Kuva 8.2. HYTELI-hankkeessa toteutetut rullasuksi- ja sauvavoima-anturoinnit.

CSC:n Kajaanin yksikön toiminta

CSC:n toiminta CEMIS-kehittämissuunnitelmassa vuonna 2021 tapahtui HYTELI- ja TÄRY-hankkeiden puitteissa. Erityinen painopistealue on ollut urheiludatan tarpeiden selvittäminen sekä kansallisen yhteistyön rakentaminen, jolle CEMIS-toiminta on luonut erinomaisen pohjan.

Tieteen tietotekniikan keskus CSC on kansallinen suurteholaskennan, data-analytiikan ja tietoverkkojen keskus, joka tarjoaa palveluja korkeakouluille, tutkimuslaitoksille, julkiselle sektorille ja yrityksille. CSC on voittoa tavoittelematon osakeyhtiö, jonka omistavat valtio ja korkeakoulut, ja jota hallinnoi Opetus- ja kulttuuriministeriö. CSC liittyi CEMIS-keskukseen elokuussa 2016 ja on siitä lähtien keskittynyt data-analytiikan sekä tekoälyn osaamisen soveltamiseen ja levittämiseen CEMIS-verkostossa.

Kajaanin toimipisteen kasvu supertietokoneiden saralla jatkui vuonna 2021. Yhteiseurooppalaisen LUMI-supertietokoneen käyttöönottoprojekti eteni ensimmäisiin asennuksiin vuoden aikana. LUMI-datakeskus valmistui ja itse LUMI-tietokoneen ensimmäiset osat asennettiin ja tuotiin asiakaskäyttöön vuoden aikana. LUMI-laitteiston toimittaja on arvostettu supertietokonevalmistaja HPE Cray. LUMI on yksi kolmesta suuresta järjestelmästä, joita eurooppalainen yhteistyöelin EuroHPC on hankkinut (<https://eurohpc-ju.europa.eu>).

CSC:n kansalliset laitteistot Renforsin Rannassa on sijoitettu Varasto-rakennukseen, jossa sijaitsee myös Kajaanin toimisto. LUMI-supertietokoneen myötä toimisto laajeni Rata-kiinteistöön ja itse LUMI-supertietokone on sijoitettu Kone-kiinteistön sisälle rakennettuun datakeskukseen. Kajaaniin sijoitetun laskentakapasiteetin lisäykset ovat myös johtaneet kasvuun CSC:n Kajaanin toimipisteen henkilöstömäärässä, sekä luonnollisesti herättäneet merkittävää kiinnostusta ja yhteistyöpotentiaalia maailmanlaajuisesti. EuroHPC:n kansalliseen rahoitukseen osallistui myös työ- ja elinkeinoministeriö, minkä kautta CSC:lle tuli mandaatti hakea laajaa yrityskäyttöä superlaskentaympäristölle.



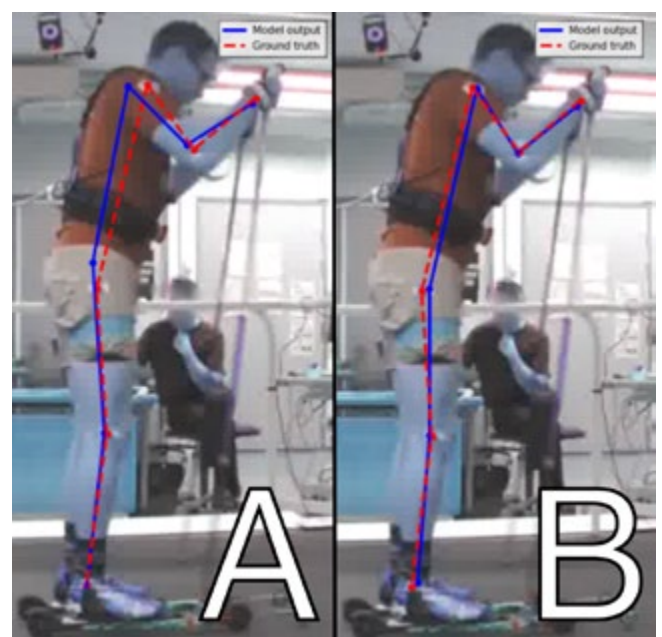
Kuva 9.1. LUMI-supertietokoneen ensimmäisiä osia uuden datakeskuksen sisällä.

Yrityskäyttö on käynnistynyt vuoden 2021 aikana käyttäen CSC:n kansallisia ympäristöjä ja tulee laajentumaan seuraavaksi LUMI-ympäristöön. Yritysyhteistyön rakentamisessa myös CEMIS on toiminut väylänä.

Urheilun ja liikunnan konenäkösovellukset

CSC:n osalta HYTELI-hankkeessa on keskitytty kuvapohjaisen asentomallinnuksen (human pose estimation) jatkokehitystyöhön. Hankkeen puitteissa on aloitettu pro gradu -tutkielma, jossa keskitytään erityisesti korkealaatuisen videoreferenssimateriaalin keräämiseen sekä asentomallinnuksessa käytettyjen neuroverkkomallien opettamiseen erityisesti hiihtosovelluksiin paremmin soveltuviksi. Riittävän kattavan referenssimateriaalin kokoamiseksi työssä kehitetään myös menetelmä liikkeenkaappauslaitteiston (motion capture system) 3D-mittausten ja kuvapohjaisen asentomallinnuksen tulosten yhdistämiseen ja käytetyn videokameran kalibrointiin.

Kuvapohjaista asentomallinnusta voidaan lisäksi soveltaa muihinkin käyttötarkoituksiin, joihin aikaisemmin tarvittiin erillistä liikkeenkaappauslaitteistoa. Tässä hankkeessa menetelmää



Kuva 9.2. Koneoppimismallien suorituskyvyn vertailua pohjatotuuteen (ground truth). Kuvassa A on julkisesti saatavilla olevan AlphaPose-mallin tuottama tulos, kun taas kuvassa B on itse tuotetulla datalla jatkokoulutetun mallin tuottama tulos.

on kehitetty testihenkilön seurantaan Vuokatissa kehitetyssä dynaamisen tasapainon testissä sekä hiihtoasemasovelluksessa hiihtäjän vartalon sijainnin ja massakeskipisteen määrittämiseksi sekä hiihtäjän sauvakulman automaattisessa määrittämisessä.

Vuoden 2021 aikana on koostettu hiihtolaboratoriossa kuvatuista videoista data-aineisto koneoppimismallin koulutukseen ja kehitetty algoritmi, jolla VICON-liikkeenkaappausjärjestelmän tuottama pistepilvidataa voidaan hyödyntää koneoppimismallin koulutusdatana. Videodatan käyttöä varten on kehitetty 3D-kamerakalibraatiosovellus. Dataa hyödyntäen on koulutettu erilaisia koneoppimismalleja ja vertailtu niiden suorituskykyä hiihtäjän asennon tunnistamisessa, sekä sovellettu yleiskäyttöistä asentomallia.

Teollista käynnissäpitoa analytiikan tukemana

TÄRY-hankkeessa kehitetään osaamista ja koulutusta teolliseen käynnissäpidon alueelle. Siirtymä perinteisestä kunnossapidosta jatkuvaan käynnissäpitoon on merkittävä haaste teollisuudessa, johon mittaamiseen ja datan analysointiin perustuva älykäs teknologia tarjoaa yhden vastauksen.

Vuoden 2021 aikana CSC tuki KAMKin henkilöstöä analytiikkaosaamisen kehittämisestä ja teollisuusyhteistyön rakentamisessa. Vuoden aikana käynnistettiin yhteistyö SSAB:n kanssa, jossa KAMK:n ja CSC:n asiantuntijat ottivat käyttöön yhteisen datankäsittelyalustan CSC:n pilviympäristössä, esikäsitelivät saadun mittausaineiston ja suorittavat ensimmäisen data-analyysin.

Julkaisut

Diplomityöt ja pro-gradu tutkielmat

Pätsi T. (2021): Indirect monitoring of energy efficiency in a simulated chemical process, Master's Thesis, University of Oulu, 61s.

Väläkangas H. (2021): Real-time data quality monitoring and improvement in energy networks., Master's Thesis, University of Oulu, 100s.

Schroderus J. (2021): Simulation of a biorefinery concept with reliability and techno-economic assessments, Master's Thesis, University of Oulu, 88s.

Mathew I. (2021): Life cycle assessment of supercritical fluid extraction process. Master's Thesis, University of Oulu, 69s.

Uusitalo P. (2021): Development of predictive models for catalyst development. Master's Thesis, University of Oulu, 92s.

Kivimäki, A. (2021): Developing running economy in triathlons using explosive-strength training (Nopeusvoimaharjoittelun hyödyntäminen triathlonistien juoksun taloudellisuuteen), Master's Thesis, University of Jyväskylä, 67s.

Virtanen, L. (2021): Mäkihyppyn ponnistusvaiheen biomekaniikka hahmon asennon tunnistamiseen perustuvalla liikeanalyysillä (Biomechanics of ski jumping pushing phase based on automatic motion analysis position recognition), University of Jyväskylä, 93s.

Glad, A. (2021): Alaraajojen ja keskivartalon voimantuoton sekä kehonkoostumuksen vaikutus dynaamiseen tasapainoon työikäisillä naisilla ja miehillä (The effects of lower body and trunk force production and anthropometric characteristics on dynamic balance in work age women and men), University of Jyväskylä, 84s.

Piirainen, R. (2021): Liikuntapeliin vaikutus motoristen taitojen kehittymiseen esikouluikäisillä lapsilla (Effects of exergames on the development of motor skills in pre-school aged children), University of Jyväskylä, 65s.

Tieteelliset julkaisut

Pentti L., Kämppi A., Kukkola K., Mäkyne A., Kaikkonen V., Bulygin G., Molkoselkä E., Anttonen V., Tanner T. (2021) Can health kiosks be used to identify oral health care needs? A pilot study, *Acta odontologica scandinavica* 79 (5), 370-376.

Zini J., Kekkonen J., Kaikkonen V.A., Laaksonen T., Keränen P., Talala T., Mäkyne A.J., Yliperttula M., Nissinen I. (2021) Drug diffusivities in nanofibrillar cellulose hydrogel by combined time-resolved Raman and fluorescence spectroscopy, *Journal of controlled release* 334, 367-375.

Molkoselkä E.O., Kaikkonen V.A., Mäkyne A.J. (2021) Measuring Atmospheric Icing Rate in Mixed-Phase Clouds Using Filtered Particle Data, *IEEE transactions on instrumentation and measurement* 70, 7001708.

Kokkonen M., Juttula H., Mäkyne A., Myllymäki S., Jantunen H. (2021) The Effect of Drop Shape, Sensing Volume and Raindrop Size Statistics to the Scattered Field on 300 GHz, *IEEE access* 9, 101381-101389.

Talala T., Kaikkonen V.A., Keränen P., Nikkinen J., Härkönen A., Savitski V.G., Reilly S., Dziechciarzyk U., Kemp A.J., Guina M., Mäkyne A.J., Nissinen I. (2021) Time-Resolved Raman Spectrometer with High Fluorescence Rejection Based on a CMOS SPAD Line Sensor and a 573-nm Pulsed Laser, *IEEE transactions on instrumentation and measurement* 70, 9335980.

Shvetsova A., Masud A.J., Schneider L., Bergmann U., Monteuis G., Miinalainen I.J., Hiltunen J.K., Kastaniotis A.J. (2021) A hunt for OM45 synthetic petite interactions in *Saccharomyces cerevisiae* reveals a role for Miro GTPase Gem1p in cristae structure maintenance, *Microbiologyopen* 10 (5), e1238.

Celio L., Ottaviani M., Cancelliere R., Di Tinno A., Panjan P., Sesay A.M., Micheli L. (2021) Microfluidic Flow Injection Immunoassay System for Algal Toxins Determination: A Case of Study, *Frontiers in chemistry* 9, 626630.

Kallio T., Härkönen M., Komulainen J., Tanner M., Sutinen V., Kilpeläinen P., Virtanen V. (2021) On-Farm Dry Matter Monitoring System - Silage Sampler, Dry Matter Measurement and Mobile App for Feeding Adjustment, *Proceedings of the European Conference on Agricultural Engineering AgEng2021*, 4 - 8 July, 2021 Évora, Portugal. 248-254.

Asamoah B.O., Salmi P., Rätty J., Ryymin K., Talvitie J., Karjalainen A.K., Kukkonen J.V.K., Roussey M., Peiponen K.E. (2021) Optical monitoring of microplastics filtrated from wastewater sludge and suspended in ethanol, *Polymers* 13 (6), 871.

Asamoah B.O., Uurasjärvi E., Rätty J., Koistinen A., Roussey M., Peiponen K.E. (2021) Towards the Development of Portable and In Situ Optical Devices for Detection of Micro-and Nanoplastics in Water: A Review on the Current Status, *Polymers* 13 (5), 730.

Hietaharju P., Pulkkinen J., Ruusunen M., Louis J.N. (2021) A stochastic Dynamic Building Stock Model for Determining Long-term District Heating Demand Under Future Climate Change. *Applied Energy*, Vol (295), 116962.

Bertacchi S., Ruusunen M., Sorsa A., Sirviö A., Branduardi P. (2021) Mathematical Analysis and Update of ADM1 Model for Biomethane Production by Anaerobic Digestion, *Fermentation* 7(4), 237.

Nikula R.P., Ruusunen M., Keski-Rahkonen J., Saarinen L., Fagerholm F. (2021) Probabilistic Condition Monitoring of Azimuth Thrusters Based on Acceleration Measurements. *Machines*, 9(2), 39.

Jokinen E., Sutinen V., Kilpeläinen P., Virtanen V. (2021) Health benefits of wooden buildings – Research-based knowledge supporting wood construction and more versatile use of wood, *Acta Universitatis Ouluensis. Series F, Scripta academica*, F18

Kallio T., Härkönen M., Komulainen J., Tanner M., Sutinen V., Kilpeläinen P., Virtanen V. (2021)

On-farm dry matter monitoring system - Silage sampler, dry matter measurement and mobile app for feeding adjustment, *Program & Abstracts Book EurAgEng 2021 Conference New Challenges for Agricultural Engineering towards a Digital World*, 4-8 July 2021, Évora, Portugal. 119.

Al Natsheh A., Gbadegeshin S.A., Ghafel K., Koskela A., Rimpiläinen A., Tikkanen J., Kuoppala A. (2021) The Causes of valley of death: a literature review. *Proceedings of the 15th International technology, education and development conference*. March 8-9, 2021, online conference.

Jäntti M. (2021) Studying digital literacy and AI adoption in software engineering & technology companies. *Proceedings of the 16th International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA 2021)*, October 3-7, 2021, Barcelona, Spain.

Laatikainen O., Samarina T., Haapea P., Belenikhina A. (2021) Participatory monitoring as a supportive tool for better situational awareness in contaminants' leakage and prevention of environmental pollution. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* 7 (2020) (1) 131-136.

Samarina T., Takaluoma E., Laatikainen O. (2021) Geopolymers and alkali-activated materials for wastewater treatment application and valorization of industrial side streams. *Advances in Geopolymer-Zeolite Composites - Synthesis and Characterization*.

Samarina T. (2021) Spontaneous emulsification via phase inversion at ambient temperature for stable n-octane-aerosol-OT/Water Microemulsions

- Takaluoma E., Samarina T. (2021) Adsorption-desorption of critical metals from simulated acid mine drainage by metakaolin geopolymer. *Proceedings of the 7th World Congress on New Technologies (NewTech'21)*, Virtual conference, August 2021.
- Takaluoma E., Oikari R. (2021) Concept for an international field course in sustainable mining under arctic condition. *Proceedings of the 7th World Congress on New Technologies (NewTech'21)*, Virtual conference, August 2021.
- Grum, M., Žuda, J., Grgić, G., Nawotka, M., Žandarova, T., Parn, A., Kilponen, S., Gutfelt, B., Neuvonen, P. T., Zelenka, Z., Wuthrich, C., Borys, M., Panesar, M., Conceição, P., Piree, H., Vámosy, C., Ališić, Š., Vukoslavović, G., Pantić, D., Mangutova-Stoilkovska, B. & 2 others, , 10 Aug 2021, In: *Metrologia*. 58, 1 A, 07005.
- Ihalainen J.K., Kettunen O., McGawley K., Solli G.S., Hackney A.C., Mero A.A., Kyröläinen H. (2021) Body Composition, Energy Availability, Training, and Menstrual Status in Female Runners. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 9;1(aop):1-6. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0276>
- Rosso V., Linnamo V., Vanlandewijck Y., Rapp W., Fasel B., Karczewska-Lindinger M., Lindinger S., Gastaldi L. (2021) Evaluating objective measures of impairment to trunk strength and control for cross-country sit skiing. *Sports Engineering, Sports Engineering* 24:6 doi.org/10.1007/s12283-021-00342-5
- Pellegrini B., Sandbakk Ø., Stöggli T., Supej M., Ørtenblad N., Schürer A., Steiner T., Lunina A., Manhard C., Liu H., Ohtonen O., Zoppirolli C., Holmberg H-C. (2021) Methodological guidelines designed to improve the quality of research on cross-country skiing. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 3, 207–223 (2021). <https://doi.org/10.1007/s42978-021-00112-6>
- Heikura I., Kettunen O., Garthe I., Holmlund H., Bucher Sandbakk S., Valtonen M., Ihalainen J. (2021) Energetic Demands and Nutritional Strategies of Elite Cross-Country Skiers During Tour de Ski: A narrative review. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 3, 224–237 (2021). <https://doi.org/10.1007/s42978-020-00105-x>
- Karczewska-Lindinger M., Linnamo V., Rosso V., Gastaldi L., Rapp W., Vanlandewijck Y., Lindinger S. (2021) Force Generation Profiles of Para-Nordic Sit-Skiers Representing Different Physical Impairments. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 3, 281–291. <https://doi.org/10.1007/s42978-021-00117-1>
- Ihalainen J.K., Löfberg I., Kotkajuuri A., Kyröläinen H., Hackney A.C., Taipale-Mikkonen R.S. (2021) Influence of menstrual cycle or hormonal contraceptive phase on energy intake and metabolic hormones – a pilot study. *Endocrines*. 2(2), 79-90; <https://doi.org/10.3390/endocrines2020008>
- Lemmettylä, T., Heikkinen, T., Ohtonen, O., Lindinger, S., & Linnamo, V. (2021). The Development and Precision of a Custom-Made Skitester. *Frontiers in Mechanical Engineering*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmech.2021.661947>
- Kettunen O., Heikkilä M., Linnamo V., Ihalainen J. (2021) Nutrition Knowledge Is Associated with Energy Availability and Carbohydrate Intake in Young Female Cross-Country Skiers. *Nutrients*. 13(6), 1769; <https://doi.org/10.3390/nu13061769>
- Kettunen O., Ihalainen J., Ohtonen O., Valtonen M., Mursu J., Linnamo V. (2021) Energy availability during training camp is associated with signs of overreaching and changes in performance in young female cross-country skiers. *Biomedical Human Kinetics*, 13(1):246-254. DOI:10.2478/bhk-2021-0030
- McPhail J., Goncalves B., Spörri J., Linnamo V. (2021) Unilateral maximal isometric hex bar pull test: within-session reliability and lower body force production in male and female freeski athletes?. *Frontiers in Sports and Active Living-Sports Science, Technology and Engineering*, Aug 9;3:715833. doi: 10.3389/fspor.2021.715833
- Ravi S., Ihalainen J.K., Taipale-Mikkonen R.S., Kujala U.M., Waller B., Mierlahti L., Valtonen M. (2021) Restrictive eating behavior, eating disorders, menstrual dysfunction, and injuries in athletes competing at different levels and sports. *Nutrients*. 13(9), 3275; <https://doi.org/10.3390/nu13093275>
- Mishica C., Kyröläinen H., Hynynen E., Nummela A., Holmberg H.C., Linnamo V. (2021) Relationships between Heart Rate Variability, Sleep Duration, Cortisol and Physical Training in Young Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine* (2021) 20, 778 - 788 DOI: <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.778>
- Köykkä M., Laaksonen M.S., Ihalainen S., Ruotsalainen K., Linnamo V. (2021) Performance-determining factors in biathlon prone shooting without physical stress. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. <https://doi.org/10.1111/sms.14087>
- Taipale-Mikkonen R.S., Raitanen A., Hackney A.C., Solli G., Valtonen M., Peltonen H., McGawley K., Kyröläinen H., Ihalainen J.K. (2021) Endogenous and exogenous reproductive hormones may influence interpretation of treadmill running VO2max test results. *Frontiers in Physiology – Exercise Physiology* <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.761760>

Muut julkaisut

Komulainen J., Niskanen T. Hinku-verkosto auttaa päästövähennykseen, Kainuun sanomat 03.02.2021.

Komulainen J., Mikä on Hinku-verkosto? Koti-Kajaani 10.02.2021.

Ohenoja M., Ruusunen M. Learning-based approach for adaptive MPC tuning, Automaatiopäivät (Automation Day) 2021, an abstract.

Kilpeläinen P. Kalojen stressin seuranta kortisolia vedestä mittaamalla - mittausmenetelmien arviointia ja uuden kehittämistä, Kalatalouden innovaatiopäivät (Fish-farming innovation day) 04.11.2021. <https://www.youtube.com/watch?v=BOaFQByaJdU>

Kallio T. SMARTFEED - Smart measurements in cattle feeding and health, EIP-AGRI workshop Farm data for better farm performance 09.12.2021, Belgium, <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/event/eip-agri-workshop-farm-data-better-farm>

Laatikainen, O., Rätty J., Koponen P. (2021) Kainuussa tehdään fiksua kiertotaloutta mittaustekniikan avulla, Kainuun Sanomat, 30.1.2021

Kerttula M., Rajala, L., Partanen J-P. (2021) Mittaustekniikka ja data-analytiikka - voittamaton yhdistelmä Kajaanille?, Kainuun Sanomat, 17.5.2021

Salo J., Laatikainen O. (2021) Tutkimushankkeella tähdätään tehokkaampaan mikromuovien mittaustekniikkaan, *Analyysi*, 1/2021, 2021

Yhteystiedot

CEMIS

Centre for Measurement and Information Systems

CEMIS

Mittaus- ja tietojärjestelmien tutkimus- ja koulutuskeskus
PL 52 (Ketunpolku 1)
87101 KAJAANI
www.cemis.fi



Marko Jäntti

Johtaja

CEMIS
Mittaus- ja tietojärjestelmien tutkimus- ja koulutuskeskus
PL 52 (Ketunpolku 1)
87101 KAJAANI

Puh. +358 44 715 7095
marko.jantti@cemis.fi
www.cemis.fi



Anas Al Natsheh

Johtava liiketoiminnan kehitysasiantuntija

Liiketoiminnan kehittäminen ja kv-yhteistyö
PL 52 (Ketunpolku 1) 87101 KAJAANI

Puh. +358 44 7101 228
anas.alnatsheh@cemis.fi
www.kamk.fi



Vesa Virtanen

Johtaja, Professori

Oulun Yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY
Kehräämöntie 7
87400 KAJAANI

Puh. +358 40 839 7023
vesa.virtanen@oulu.fi
www.oulu.fi/kajaaninyliopistokeskus/
cemis-oulu



Jari Kähkönen

koulutusjohtaja, teknologia-osaamisalue

Kajaanin ammattikorkeakoulu
PL 52 (Kuntokatu 5, Taito 1)
87101 KAJAANI

Puh. +358 44 7101 303
jari.kahkonen@kamk.fi
www.kamk.fi



Mika Ruusunen

Professori, biojalostamon mittaukset

Oulun yliopisto, Ympäristö- ja Kemiantekniikan yksikkö
Kehräämöntie 7
87100 Kajaani

Puh. +358 50 576 0587
mika.ruusunen@oulu.fi
www.oulu.fi/environmentalengineering



Vesa Linnamo

Professori

Jyväskylän Yliopisto -
Liikuntateknologian yksikkö
Kidekuja 2
88610 VUOKATTI

Puh. +358 40 504 4800
vesa.linnamo@jyu.fi
www.jyu.fi



Richard Högström

Tiimipäällikkö

VTT, National Metrology Institute
VTT MIKES
PL 1000
FI-02044 VTT, FINLAND

Puh. +358 50 3039341
richard.hogstrom@vtt.fi
www.mikes.fi



Aleksi Kallio

Kehityspäällikkö

CSC - Tieteen Tietotekniikan Keskus Oy
PL 405, 02101 ESPOO

Puh. +358 50 3845 158
aleksi.kallio@csc.fi
www.csc.fi

CEMIS

Centre for Measurement and Information Systems

CEMIS toimii Kajaanin kaupungissa ja Sotkamon Vuokatissa kaukana suurkaupunkien ruuhkista ja kiireestä. Työn vastapainoksi Kainuu tarjoaa upean luonnon ja loistavat vapaa-ajan aktiviteetit ja harrastusmahdollisuudet. Jos olet kiinnostunut työskentelemään tai opiskelemaan CEMISissä, ole rohkeasti yhteydessä meihin sähköpostilla info@cemis.fi.

CEMISin toimintaa tukevat



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

