

# *CEMIS Toimintakertomus 2019*



# CEMIS

*Centre for Measurement and Information Systems*

Series: B 109

ISBN: 978-952-7219-61-4

ISSN: 458-915X



## Sisällys

PUHEENJOHTAJIEN KATSAUS .....	4
JOHDANTO .....	5
JOHTAJAN KATSAUS .....	7
CEMIS-KEHITTÄMISOHJELMA .....	11
OULUN YLIOPISTON MITTAUSTEKNIIKAN TUTKIMUSYKSIKÖN TOIMINTA .....	18
KAJAANIN AMMATTIKORKEAKOULUN TOIMINTA .....	22
TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT:N TOIMINTA KAJAANISSA .....	24
JYVÄSKYLÄN YLIOPISTON VUOKATIN LIIKUNTATEKNOLOGIAN YKSIKÖN TOIMINTA .....	26
CSC - TIETEEN TIETOTEKNIIKAN KESKUKSEN TOIMINTA KAJAANISSA .....	29
JULKAISUT .....	31
YHTEYSTIEDOT .....	33

# Puheenjohtajien katsaus

Nyky-yhteiskunta perustuu tiedolla johtamiseen. Ilman mitattua, laadultaan varmennettua, tarkkaa ja oikein käsiteltyä tietoa ei sitä seuraavia päätöksiä voida tehdä. Tutkittu, varmennettu ja oikeaksi todettu tieto onkin varmin tae sekä yksilön ja yritysten menestyksestä, että yhteiskunnan resilienssistä vaikeita päätöksiä tehdessämme. Uuden teknologian kehittäminen, tuotantoon vieminen ja osaamisen tuottaminen on edellytys hyvinvoinnillemme.

Laadukkaan tiedon tuottaminen mittaamalla edellyttää todellista monialaisuutta ja osaamista. Se nojautuu korkeakoulujen, tutkimuslaitosten sekä yritysten ja yhteisöjen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan. Näiden osaamisen tukemiseksi, sekä Kainuun uusiutumiseksi ja kehittymiseksi, CEMIS-toiminta on syntynyt.

Yhdessä me CEMISin toimijat voimme rakentaa vaikuttavampia ratkaisuja kuin yksin. Menestykseen ei ole pitkään aikaan riittänyt

alueen paras osaaminen vaan globaalissa maailmassa ratkaisut löytyvät sieltä missä niihin on maailmanluokan tekijät. Siksi CEMISin toimijoiden ja verkostojen tavoitteena on erinomaisuus myös kansainvälisellä tasolla. Tämä luo myös lisäarvoa toimijoiden omille organisaatioille.

CEMIS on osoittanut vahvuutensa tuomalla osaamisen kehittämään tulevaisuutta yhdessä. Sen on jatkossakin ponnisteltava tuomaan lisäarvoa jokaisen hankkeen kautta. Tässä työssä se on onnistunut esimerkillisesti.

Toivomme edelleen syvenevää yhteisten ratkaisujen, innovaatioiden ja osaamisen luomisen täyteistä matkaa tuleville vuosille!



Matti Sarén  
Rehtori  
Kajaanin ammattikorkeakoulu Oy



Arto Maaninen  
Yhteistyösuhteiden rehtori  
Oulun yliopisto

# Johdanto

*CEMIS - Centre for Measurement and Information Systems - on vuonna 2010 perustettu sopimusperusteinen 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 liikuntatekniikan 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 tuloksetkijöitä em-organisaatioilleen, toisilleen, sijaintikunnilleen, asiakkaille ja muille yhteistyökumppaneille. CEMIS varmistaa myös, että CEMISin kehittämiin mittausteknologisiin ratkaisuihin ja niiden antamiin mittaustuloksiin voidaan luottaa.



Kuva 2.1. CEMISin toiminnat painopistealueet ja toimijat ydinosaamisineen

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

1. On-line mittausratkaisut prosessiteollisuuden, erityisesti biotalous- ja kaivannaisalan sekä ympäristömonitoroinnin tarpeisiin (Cleantech and Bioeconomy)
2. Mittaus- ja testausratkaisut liikunnan, hyvinvoinnin ja terveydenhuollon sovelluksiin hyödyntäen sensoriratkaisuja sekä 3D- ja VR-tekniikkaan pohjautuvia peli- ja simulaattoriratkaisuja (Sports and Wellbeing)
3. 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 kalibrintipalveluista, 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 pelitekniikkaa ja tietokonesimulaatiota.

CEMISin tavoitteena on olla haluttu kansainvälinen kumppani mittaus- ja tietojärjestelmä teknologiaosaamisen 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 huippuosaajia, 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.

Vuoden 2019 alussa käynnistyi järjestyksessään viides kaksivuotinen, pääasiassa Pohjois- ja Itä-Suomen ESR- ja EAKR-ohjelmien kautta rahoitettu noin 1,77 miljoonan euron vuosibudjetilla toteutettava kehittämisohjelma. CEMISin kokonaisrahoitus on yli 12,6 miljoonaa euroa vuodessa koostuen toimijoiden omarahoituksesta, aluekehitysrahoituksesta (ml. CEMIS-kehittämisohjelma) ja kilpailusta, ulkopuolisesta rahoituksesta. CEMISissä työskentelee lähes 100 mittaus- ja tietojärjestelmien asiantuntijaa.

## CEMIS 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

*CEMISin yhdeksäs varsinainen toimintavuosi 2019 jatkui pääosin aikaisemman strategian ja toiminnan mukaisesti. Keskuksen toimintasuunnitelma vuosille 2019-2020 päivitettiin tulostavoitteiden osalta ja vastaamaan uutta alkanutta keskuksen kaksivuotista kehittämisohjelmaa. Sekä rahoitushauissa että muussa yhteistyössä painotettiin edelleen kansainväistymistä. Onnistumiseksi edellisissä voidaan nostaa etenkin Kajaanin ammattikorkeakoulun ensimmäinen kautta aikojen käynnistyvä EU:n suorarahoitteinen hanke Horisontti 2020 -tutkimusohjelmassa. Erittäin tärkeä kehityskaskel Kajaanin tutkimus- ja elinkeinoelämälle saavutettiin, kun CSC:n johtama LUMI-konsortio sai varmistettua Kajaanin sijoituspaikaksi yhdelle Eurooppaan rakennettavista kolmesta huippunopeasta supertietokoneesta.*

CEMIS toimii ja kehittää toimintaansa sille asetettujen tulostavoitteiden mukaisesti, jotka on määritetty keskuksen toimintasuunnitelmassa. Tuloksia mitataan kolmessa kategoriassa, jotka ovat koulutus-, T&K- ja innovaatiotoiminta. Näitä tuloksia toteuttamassa CEMISissä oli vuonna 2019 lähes 100 henkilöä.

Vuoden 2019 julkaisu- ja referoimista pysyi vahvana ja referoituja tieteellisiä julkaisua julkaistiin keskuksessa ennätyselliset 38 ja konferenssi- tai ammattijulkaisuja 35. Tutkinnoissa suoritettiin kaksi tohtorintutkintoa, seitsemän maisteri- tai diplomi-insinöörin tutkintoa, 9 ylempää AMK-tutkintoa ja 85 AMK-tutkintoa.

T&K-toiminnassa CEMISillä oli käynnissä keskimäärin noin 68 hanketta vuonna 2019. Koko vuoden hankkeiden määrä oli yli 90 kpl. CEMISin viides kaksivuotisen kehittämisohjelma 2019-2020 käynnistyi viiden hankkeen voimin. Ohjelman sisältöä, toimintaa ja tuloksia kuvataan tarkemmin omassa osiossa tässä toimintakertomuksessa. Kansainvälisiä hankkeita oli 14 kpl ja niiden rahoitusosuus oli

lähes 0,5 milj. euroa. Alueellista rahoitusta Kainuun liitolta tai ELY-keskukselta hankkeisiin oli 3,4 milj. euroa. Hankkeissa kehitettiin mm. uusia ratkaisuja vesienkäsittelyyn, ratkaisuja teollisuusvesien metallipitoisuuksien monitorointiin, prosessianalysaattoreita bioetanolin valmistukseen, teollisuuden sivuvirtojen kierrätystä ja uusiokäyttöä, luonnon raaka-aineiden hyödyntämistä lisäarvonne- ja elintarviketeollisuudessa, urheilijatestausta ja valmennusta, ampumahiihdon mittauksia, biosensoreita terveydenhuoltoon, data-analytiikan ratkaisuja yrityksille, VR/AR-teknologiaa kaivosteollisuuden digitalisointiin, menetelmiä vääntömomentin mittanormaaleille ja metrologiaa monifaasivirtauksille.

CEMISin vaikuttavuutta mitataan ensisijaisesti uuden kaupallisesti hyödynnettävän teknologian ja CEMISin toiminnan pohjalta perustettujen yritysten lukumäärällä. Vuonna 2019 CEMISissä kehitettiin kaksi uutta kaupallisesti hyödynnettyä keksintöä ja perustettiin kaksi uutta yritystä.



**Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY** jatkoi vahvaa julkaisu- ja referoimista tieteellisten julkaisujen kanssa. Kansainvälinen yhteistyö vahvistui etenkin Viron suuntaan, joka on kiinnostanut Euroopan tasolla asti. Lisäksi yksikön tutkimuksen pohjalta kaupallistettiin yksi teknologia.



**Kajaanin ammattikorkeakoulu** vahvisti toimintaansa kansainvälisessä toiminnassa. Kansainvälisten hankkeiden valmistelu aktivoitui merkittävästi etenkin EU:n Horisontti 2020 ja Karelia CBC - tutkimusohjelmiin. Ennätyselliset 120 opiskelijaa valmistui CEMISin toiminnassa mukana olevilta osaamisalueilta. Palveluliiketoiminnassa kysyntä erityisesti VR- ja 3D-osaamiselle oli suuri. Kaupallistettuja teknologioita syntyi yksi. Myös Kajaanin HPC-keskittymä jatkoi kasvuaan uusilla hankkeilla ja infrastruktuurin kehittämisellä.



**Jyväskylän yliopiston Vuokatin liikuntateknologian yksikölle** vuosi oli aktiivinen tutkimuksen julkaisutoiminnan osalta, kun yksiköstä tuotettiin mm. 17 artikkelia ja kaksi väitöskirjaa. Yksikkö myös järjesti maaliskuussa kansainvälisen hiihtokongressin, joka keräsi osallistujia 16 eri maasta. Hanketoiminnassa verkostoa laajennettiin älytekstiilien puolelle Business Finlandin rahoituksen turvin. CEMIS-toiminnassa kehitystoimet keskittyivät vahvasti huippu-urheilun valmennus- ja testausmenetelmiin. Koulutuspuolella liikuntateknologian maisteriohjelman rinnalle käynnistettiin yhteistyössä KAMKin kanssa urheilijoille suunnattu liikuntateknologian koulutuspolku



**VTT:n Kajaanin yksikössä** teollisuudelle tarjottavan palvelumyynnin taso säilyi vakaana. Asiakasmäärä on pysynyt saman suuruisena vuodesta toiseen, ollen n. 250 asiakasta per vuosi. Näistä yli 95 % on Kainuun ulkopuolelta. Kajaanin tutkimustiimi on osallistunut aktiivisesti Euroopan metrologiajärjestön (The European Association of National Metrology Institutes, EURAMET) toimintaan mm. osallistamalla sen teknisten komiteoiden kokouksiin.



**CSC - Tieteen tietotekniikan keskuksen** johtama LUMI-konsortio osallistui EuroHPC-ohjelman kilpailutukseen ja varmisti Kajaanin valinnan yhdeksi kolmesta eurooppalaisten supertietokoneiden sijoituspaikasta. Konsortion yhteisinvestointi EU:n tukemana LUMI-supertietokoneeseen tulee olemaan yli 200 miljoonaa euroa, ja uusi maailman tehokkaimpiin supertietokoneisiin kuuluva tietokone tuo merkittävää lisäarvoa sekä Suomen ja koko Euroopan tutkimukselle, työllisyydelle ja kilpailukyvyille, mutta erityisesti myös Kajaanille houkuttelevan datakeskuslokaationa.

Keskuksen kokonaisrahoitus vuonna 2019 oli 12,6 milj. euroa (0 %) jakaantuen seuraavasti: kansainvälinen rahoitus 0,5 milj. euroa (+85 %), kansallinen rahoitus 1,3 milj. euroa (-15 %), yritysrahoitus 1,1 milj. euroa (+19 %), alueellinen rahoitus 3,4 milj. euroa (-7 %) ja omarahoitus 6,3 milj. euroa (+2 %). Keskuksen tavoitteena on vuoteen 2021 mennessä kasvattaa kansainvälinen rahoitus 1,15 milj. euroon, vähentää alueellinen rahoitus 3,0 milj. euroon ja kasvattaa yritysrahoitus 1,2 milj. euroon.

CEMISin laadullisina tavoitteina vuosille 2019-2020 ovat uuden teknologia liiketoiminnan synnyttäminen ja kansainvälisen T&K-yhteistyön ja -rahoituksen selkeä lisääminen. Vuonna 2019 uutta liiketoimintaa syntyi suoraan CEMIS-toimijoiden työntekijöiden ja opiskelijoiden perustamien uusien yritysten kautta, joita oli yllämainitut kaksi kappaletta.

CEMISin kansainvälinen yhteistyö on jatkunut aktiivisena sekä eurooppalaisella tasolla että laajemmin. Euroopassa yhteistyötä tehtiin mm. Salzburgin, Ljubljanan, Göteborgin ja Torinon yliopistojen kanssa. Virossa yhteistyötä on tehty kahden virolaisen EIP-hankkeen (EIP, European Innovation Partnership) kanssa. Lisäksi yhteistyötä on jatkettu tai aloitettu mm. Latinalaisessa Amerikassa (Peru, Chile ja Brasilia), Kazakstanissa, Kiinassa (Peking Sport University ja Kiinan hiihtoliitto) sekä Vietnamin. Merkittävänä uutena avauksena KAMK järjesti kansainvälisen kaivosalan kesäkoulun, jossa oli liki 30 kansainvälistä opiskelijaamme, suurin osa Kiinasta. Kesäkoulu pidettiin yhdessä Lapin ammattikorkeakoulun ja Oulun Yliopiston kanssa.

EU-yhteistyössä CEMIS osallistui EU:n älykkään erikoistumisen strategian toteuttamiseen (Smart Specialization Platform, <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu>) ClusSport-konsortiossa, joka toimii älykkään erikoistumisen strategiassa Urheilu-teemassa (<https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/sport>). Lisäksi keskus on osallistunut älykkään erikoistumisen strategian toimenpiteiden ja tavoitteiden työstämiseen alueellisesti Kainuun liiton kanssa. CEMIS on ollut mukana asiantuntijana myös Euroopan komission rahoittamassa Elinkeinot murroksessa -pilotihankkeessa (ELMO), jossa Itä- ja Pohjois-Savon maakunnat etsivät uusia ylimaakunnallisia toimintatapoja yritystoiminnan kasvupotentiaalin valjastamiseksi alueella.

Kansainvälisessä yhteistyössä jatkettiin yhteistyömahdollisuuksien selvittämistä ja työstämistä etenkin Kiinaan. Yleisimpinä kokonaisuuksina Kiinaan markkinoitiin etenkin Vuokatin talviurheilukeskuksen mahdollisuuksia, Kajaanin datakeskusekosysteemiä ja Pohjoisen jäämeren kautta kulkevaksi suunniteltua Arctic Link -meridatakaapelia. Konkreettista yhteistyötä työstettiin mm. koulutusviennissä, talviurheilun valmennusratkaisuissa, vesien käsittelyssä ja monitoroinnissa, VR-sovelluksissa sekä terveyden- ja vanhustenhoidossa. Lisäksi autettiin CEMISin yhteistyöyrityksiä Kiinan markkinoiden avaamisessa tai laajentamisessa.

Huhtikuussa 2019 CEMIS-järjesti yhdessä CEHSC:n (China-Europe Health & Sports Council) kanssa kiinalaisten delegaatiovierailu Vuokattiin ja Kajaaniin. Vieraina olivat Kiinan talviolympialaisten



hiihtolajien kisakaupungin Zhangjiakoun johtoa, valtiollisen investointiyhtiön edustajia ja yksityisijoittajia. Vastavierailu Zhangjiakouhun, Pekingiin ja Nanjingiin tehtiin kesäkuun lopulla Kajaanin kaupungin, Sotkamon kunnan ja KAMKin johdon edustajien kanssa. Matkalla tavattiin mm. Kiinan teollisuus- ja informaatioministeriön (MIIT, Ministry of Industry and Information Technology) edustajia ja vierailtiin Pekingin urheiluyliopistossa (Beijing Sport University, BSU, kuva 3.1). Loppuvuodesta suunniteltiin vielä 2-3 merkittävää matkaa Kiinaan, joissa tavoitteena oli markkinoita Arctic Link -kaapelia ja Kajaanin dataekosysteemiä, sekä suunnitella merkittävää urheilu- ja hyvinvointi konferenssia Vuokattiin yhdessä CARTTP:n kanssa (China Association of Rehabilitation Technology Transformation & Promotion). Valitettavasti nämä matkat jouduttiin perumaan vuoden 2020 alussa alkaneen COVID-19-virustilanteen vuoksi.

CEMIS osallistui myös maa- ja metsätalousministeriön (MMM) rahoittamaan Digitaaliset ratkaisut ja liiketoimintakonseptit patoalaiden sekä patojen laajan turvallisuuden varmistamisessa -hankkeeseen (DCDAMS), jossa koottiin yhteen suomalaisia vesialan ja patoturvallisuuden osaajia ja rakennettiin yhteistyötä ja tarjontaan Kiinaan. Hanke kuului MMM:n Sinisen biotalouden kehittämissuunnitelman alla Suomen hallituksen kärkihankkeisiin.

Strategian mukaisesti CEMIS jatkaa toimintaansa mittaus- ja tietojärjestelmiin erikoistuneena tutkimus- ja koulutuskeskuksena, jonka pää tavoitteena on tukea Kainuun elinkeinoelämää ja yrityksiä tuottamalla alueelle uutta teknologiaa, liiketoimintaa sekä uusia osaajia. Vaikka toiminnassa on vahva aluepoliittinen fokus, niin keskuksen tavoitteet ja tulokset voidaan saavuttaa vain kansainvälisen tason huippuosaamisella sekä kansainvälistä yhteistyötä ja

markkinoita hyödyntäen. Tämän vuoksi myös tulevina vuosina CEMIS jatkaa vahvaa panostusta kansainväliseen toimintaan.

Alueellisen tehtävän lisäksi CEMISillä on velvollisuus huolehtia myös keskuksen toimijoiden omasta elinvoimaisuudesta ja taloudesta. Siksi CEMIS keskittyy edelleen vahvistamaan myös CEMIS-toimijoiden omaa taloutta palveluliiketoiminnan ja tutkimustulosten kaupallistamisen kehittämisen kautta. CEMISin osaamisen kolme painopistealuetta – cleantech ja biotalous, liikunta ja hyvinvointi, sekä kansainvälisen teknologia liiketoiminnan kehittäminen – tarjoavat CEMISille hyvät mahdollisuudet osaamisensa hyödyntämiseen myös kansainvälisillä markkinoilla. CEMISillä on realistiset mahdollisuudet myydä omaa sekä kumppaniensa osaamista myös kansainvälisesti ja tätä kautta vahvistaa edelleen Kainuun elinvoimaisuutta ja teknologiaosaamista.

CEMISin toimintaedellytykset tuleville vuosille näyttävät hyviltä, vaikka vuoden 2020 alussa käynnistynyt koronavirusepidemia luo epävarmuutta talouteen, yhteiskunnan toimintoihin ja ihmisten elämään yleisemmin pitkäksi aikaa. Vuonna 2019 varmistuneen LUMI EuroHPC -supertietokoneinvestoinnin myötä Kajaanilla on loistava mahdollisuus kehittyä kansainväliseksi datakeskuslokaatioksi. Samoin Vuokatin asema kansallisena lumilajien valmennuskeskuksena on vahvistunut edelleen. CEMISin toiminnassa pyrimme hyödyntämään edellä mainittua alueen myönteistä kehitystä mutta myös vahvistamaan sitä edelleen yhä vahvemmassi.

CEMISin viides kehittämisohjelma vuosille 2019-2020 on käynnistynyt suunnitellusti ja keskuksen voimassa olevan strategian ja toimintasuunnitelman mukaisesti. Uuden EU-rahoituskauden 2021-2027 budjetin sisältö ja hyväksyntä näyttää venyvän, joka



Kuva 3.1. CEMIS järjesti vierailun Kiinaan kesäkuussa 2020. Kohteena olivat Peking, Nanjing and Zhangjiakou, joka toimii vuoden 2020 talviolympialaisten hiihtolajien kisapaikkana. Pekingissä vierailtiin Pekingin urheiluyliopistossa (Beijing Sport University, BSU). Kainuusta delegaatiossa olivat mukana CSE Entertainmenin Juha Kauppinen (1. vasemmalla), Kajaanin kaupunginhallituksen puheenjohtaja Teuvo Hatva (3. vasemmalta), CEMIS-johdaja Mikko Kerttula (5. vasemmalta), Sotkamon kunnanjohtaja Mika Kilpeläinen (6. vasemmalta) ja KAMKin rehtori Matti Sarén (8. vasemmalta).

viivästyttää myös seuraavan kansallisesti hallinnoitavan EU:n aluekehitysrahoituksen ja EU:n uuden tutkimuksen puiteohjelman (Horisontti Eurooppa) aloitusta vuoden 2021 puolelle. Tämä viive rahoituskausien välillä voi aiheuttaa toimintahaasteita monille TKI-organisaatioille, ja myös CEMIS-toimijoille, jos seuraavaa CEMIS-kehittämisohjelmaa voidaan konkreettisesti suunnitella vasta vuoden 2021 puolella.

Laajempi CEMISin strategian ja toimintasuunnitelman päivitys tehdään vuoden 2020 aikana.

*"Vuonna 2019 CEMISin panostukset kansainvälisyyteen alkoivat tuottamaan tuloksia. Keskuksen kansainvälinen rahoitus kasvoi huomattavasti, ja palvelumyynnissä ja koulutusviennissä tehtiin merkittäviä avauksia."*

Mikko Kerttula, johtaja, CEMIS



## CEMIS 2019 numeroina

2

UUTTA PERUSTETTUA YRITYSTÄ

2

KAUPALLISESTI HYÖDYNNETTYÄ KEKSINTÖÄ

10

KANSAINVÄLISTÄ HANKETTA

0,3

MILJOONAA EUROA PALVELUMYyntiÄ

38

REFEROITUA TIETEELLISTÄ JULKAISUA

2

TOHTORIN TUTKINTOA

KESKUKSEN KOKONAISRAHOITUS

12,6 0%  
MILJOONAA EUROA

KANSAINVÄLINEN RAHOITUS

0,5 +85%  
MILJOONAA EUROA

KANSALLINEN RAHOITUS

1,3 -15%  
MILJOONAA EUROA

YRITYSRAHOITUS

1,1 +19%  
MILJOONAA EUROA

ALUEELLINEN RAHOITUS

3,4 -7%  
MILJOONAA EUROA

OMARAHOITUS

6,3 +2%  
MILJOONAA EUROA

PROSENTTILUVUT KERTOVAT MUUTOKSEN VUOTEEN 2018 VERRATTUNA.

# CEMIS-kehittämishjelma 2019-2020

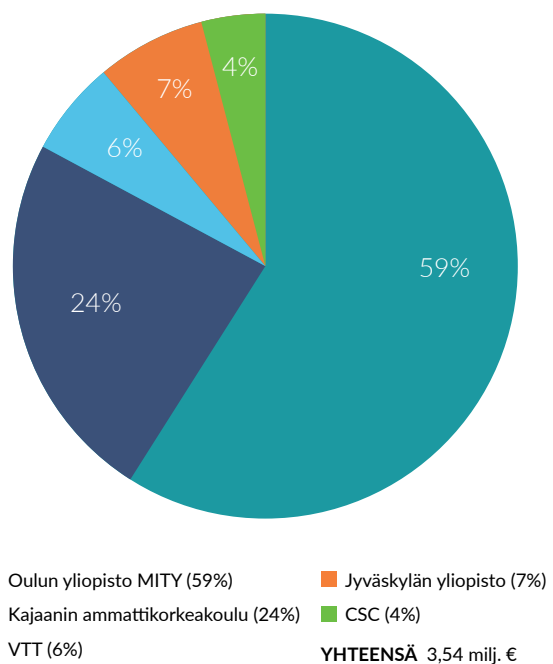
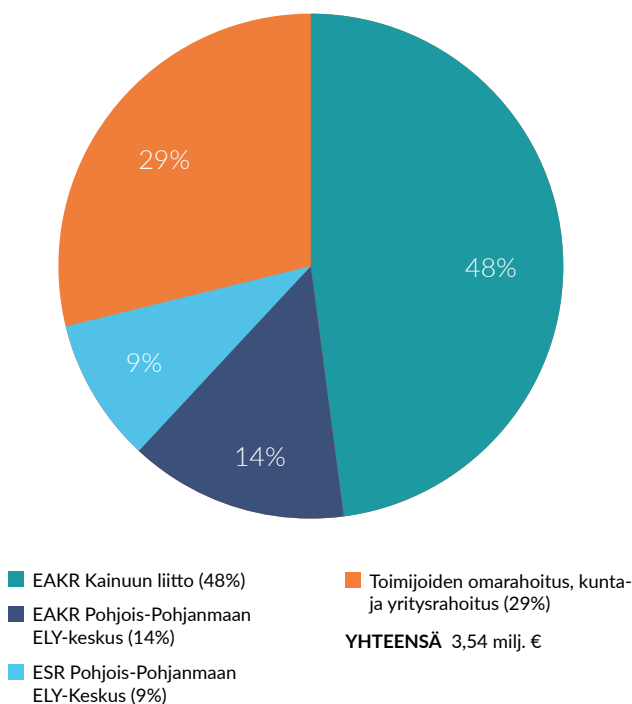
*CEMISin toiminnassa keskeinen työkalu keskuksen tavoitteiden saavuttamisessa ja CEMIS-toimijoiden välisen yhteistyön toteuttamisessa on CEMIS-kehittämishjelmat. Vuoden 2019 alussa käynnistettiin keskuksen viides kaksivuotinen kehittämissuunnitelma, joka valmisteltiin yhdessä CEMIS-toimijoiden, alueen yritysten ja aluekehitysrahoittajien kanssa.*

Kehittämissuunnitelman tehtävänä on mahdollistaa keskuksen laadullisten tavoitteiden saavuttaminen, joita ovat mittaus- ja tietojärjestelmälään tutkimus- ja koulutustoiminnan vetovoimaisuuden, kilpailukykyyn ja vaikuttavuuden lisääminen. Ohjelman vaikuttavuustavoitteissa huomioidaan valtakunnalliset strategiat mm. Suomen hallituksen kärkihankkeiden kautta, EU:n aluekehitysrahastojen ohjelmat ja Kainuun maakuntaohjelman toimeenpanosuunnitelma (TOPSU 2019-2020).

Kaksivuotinen ohjelma rahoitetaan pääosin Itä- ja Pohjois-Suomen EAKR-ohjelmasta ja sen kokonaiskustannusarvio oli noin 3,54 miljoonaa euroa. Ohjelmaa ja sen hankkeita ohjaa ohjausryhmä, joka koostuu CEMIS-toimijoiden, rahoittajien ja yritysten edustajista. Ohjelmassa toteutetaan yhteisiä teknologian kehittämishankkeita alueen yritysten liiketoiminnan kehittämisen kannalta keskeisillä teknologia- ja sovellusaloilla, kehitetään yhteistoimintaa laiteratkaisujen toteuttamisessa, toteutetaan ohjelman tulosten markkinointi- ja viestintätöimenpiteitä sekä edistetään tutkimus- ja kehityshankkeiden tulosten kaupallista hyödyntämistä.

Kehittämissuunnitelman yleisiksi vaikuttavuustavoitteiksi on kirjattu 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 omaehtoisen terveyden ja hyvinvoinnin seurantaan
- Lisätä kansainvälisen ja kansallisen TKI-rahoituksen määrää sekä yritysrahoitusta CEMIS-toiminnassa ja Kainuussa
- Säilyttää Kajaanin asema mittaustekniikan osaamiskeskitymänä
- Tukea Vuokattia kehittymään maailman huippukohteeksi pohjoismaisissa hiihtolajeissa



Kuva 4.1. CEMIS-kehittämissuunnitelman 2019-2020 rahoituksen jakautuminen toimijoittain ja rahoituslähteittäin.

- 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

Ohjelman tavoitteina on lisätä edelleen keskuksen yritys- ja kansainvälistä rahoitusta edelliseen 2017-2018 -ohjelmaan verrattuna. Lisäksi tavoitteena on synnyttää vähintään 6 uutta yritystä ja kaupallistaa vähintään 5 CEMISissä kehitettyä teknologiaa. Koulutuksessa tavoitteena on 7 tohtoritutkintoa ja julkaisuissa yli 40 referoitua tieteellistä julkaisua. Ohjelman aikana tavoitellaan yhteistyötä liki 50 yrityksen kanssa.

Kehittämishjelma koostuu viidestä hankkeesta, joiden sisältö on kuvattu alla. Lisäksi aikaisemmassa 2017-2018 kehittämissuunnitelmassa aloitettua KAIMIT-hanketta jatkettiin vielä vuoden 2019 alkupuolella.

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

INNOBIO-hankkeessa kehitetään mittausratkaisuja Kainuun bio-, kaivos- ja prosessiteollisuudelle sekä ympäristömonitorointiin. Hankkeen keskeinen tavoite on vähentää teollisuuden hiilidioksidipäästöjä kehittämällä mittausratkaisuja bioenergiatuotannon ja kaivosteollisuuden prosessien optimointiin. Lisäksi hankkeessa on tavoitteena fermentointiosaamisen kehittäminen (bioetanolin tuotanto) ja siihen liittyvän jo olemassa olevien pilottimittakaavan laitteistojen modernisointi. Yhtenä konkreettisenä tavoitteena on tekoöly- ja koneoppimisympäristöjen omaksuminen siten, että ymmärretään, millaista datan täytyy olla ja miten siten tulee käsitellä, että saadaan haluttu toimenpide aikaiseksi. Lisäksi selvitetään, kuinka mittausepävarmuus voidaan todentaa, kun sovelletaan tekoölyä tai koneoppimista. Hanketta on valmisteltu tiivistä keskeisten Kainuulaisten yritysten (ml. Valmet Automation Oy, St1, Elementis Finland, Terrafame Oyj) kanssa ottaen huomioon heidän tarpeet.

Hankkeen toimenpiteet jakaantuvat 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 mittatekniikan tutkimusyksikkö MITY ja toisena osallistujana VTT.

## Hankkeen tulokset

Hankkeessa kehitettiin sähkökemiallinen toksisuussensorin prototyyppi, joka lähtee 2020 kenttätestaukseen teollisuuteen. MITYn aiempaa fermentointi koeympäristöä on päivitetty vastaamaan elinkeinoelämän tarpeita ja samalla fermentointi osaamista on päivitetty. Tämän avulla MITY voi tehdä entistä enemmän yritysytteistyötä alueella.



Kuva 4.1. INNOBIO-hankkeessa Projektitutkija Tuomas Niskanen tekee fermentointikokeita.

## 2. Miniaturisoidut mittalaiteratkaisut teollisuuden prosessien ja ympäristön monitorointiin (MINIME)

Hankkeen tavoitteena on syventää osaamista pienikokoisten mittalaitteiden suunnitteluun, toteutukseen ja pilotointiin. Tietotaidon avulla hankkeessa suunnitellaan ja rakennetaan pienikokoinen laktaatin mittaukseen soveltuva mittauslaite fermentointiprosessin monitorointiin ja pienikokoinen (kannettava, droneen kiinnitettävä) mittausratkaisu pienten nikkelipitoisuuksien mittaamiseen. Tuloksena saadaan uusia teknologisia ratkaisuja, joita voidaan kaupallistaa hankkeen jälkeen yritysten T&K-projektien kautta. Osaamisen kasvattaminen mahdollistaa tulosten jatkoehdyntämisen myös muilla aloilla kuten terveysteknologiassa.

Lisäksi tavoitteena on lisätä tiedonvaihtoa reaaliaikaisten mittalaittevalmistajien, teollisuuden automaatiojärjestelmätoimittajien, loppuasiakkaiden ja viranomaisten välillä. Hankkeessa sovellettavat mittausmekaniikat liittyvät MITYn pitkäaikaiseen mittauskosaamiseen ja kansainvälisten verkostojen hyödyntämiseen. Osaamisen kasvattaminen ja teknologian siirto sekä kenttätestaus mahdollistavat kehitettyjen teknologioiden nopeamman kaupallistamisen alueen yrityksille hankkeen jälkeen. Tavoitteena on myös osallistua yhdessä CEMIS-toimijoiden kanssa kansainvälisille cleantech-alan messuille, joissa markkinoidaan toimijoiden osaamista ja teknologiaa, sekä

etsitään kumppaneita jatko yhteistyölle ja kaupallistamiselle.

Hankkeen kokonaiskustannusarvio on 278.859 euroa ja päärahoittajana on Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (EAKR-rahoitus). Hankkeen toteuttaja on Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY.

## Hankkeen tulokset

MINIME-hankkeessa kehitettiin pienten nikkeliptoisuuksien mittaukseen laite ja siihen selektiivinen sensori. Mittauskonseptia kokeiltiin laboratorio mittauksilla ja laitteistoa pilotoidaan kenttämittauksilla vuoden 2020 ja 2021 aikana.



Kuva 4.2. MINIME-hankkeessa kehitetty pienikokoinen nikkelinmittaus laite ja siihen selektiivinen sensori.

## 3. Teollisuuden Älykkäiden Ratkaisujen Yritysyhteistyö (TÄRY)

Hankkeen tavoitteena on vahvistaa yritysten kilpailukykyä täydentämällä KAMKin osaamista ja koulutusta teollisuuden käynnissäpidon ratkaisuihin 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 kestävän 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 on KAMK, ja hanke toteutetaan yhteistyössä CSC - Tieteen Tietotekniikan keskus Oy:n kanssa (CSC), joka vastaa käynnissäpidon mittaustiedon analytiikan kehittämisestä. Hankkeen toteutusta tukee CEMISin muiden toimijoiden, Oulun yliopiston MITYn prosessimittausten kehittäminen sekä VTT:n toteuttama virtausmallinnuksen kehittäminen. Hankkeen kokonaiskustannusarvio oli 437.088 euroa ja päärahoittajana toimii Pohjois-Pohjanmaan ELY-

keskus (ESR-rahoitus).

## Hankkeen tulokset

Vuoden 2019 aikana TÄRY-hankkeessa KAMKin kunnossapidon koulutuksen kehittämiseen. Konetekniikan opetussuunnitelma (OPS) uudistettiin huomioiden kunnossapidon koulutuksen kehittämistarpeet. Kehittämistarpeet määriteltiin yhteistyössä hankkeessa mukana olevien yritysten kanssa. Kunnossapidon opetushenkilöstön osaamista vahvistettiin osallistumalla useisiin alan erikoiskoulutustilaisuuksiin, tutustumalla alan mallinnus- ja mittaustiedon käsittelyn työkaluihin. Kunnossapidon koulutuksen osalta uudistettiin kaikki aiemmat opintojaksot ja suunniteltiin mutama uusi opintojakso, joihin tuotettiin myös lisämateriaalia. Osa opintojaksoista päästiin pilotoimaan vuoden 2019 aikana ja osa pilotoidaan vuonna 2020 ja myöhemmin.

Koulutuksen kehittämisen rinnalla merkittävä tavoite TÄRY-hankkeessa on modernien mittaus- ja mittaustiedon käsittely ja esittämisteknologioiden kehittäminen. Vuoden 2019 aikana otettiin opetus- ja T&K-käyttöön vastikään hankittu ACOEM-kunnonvalvonnan mittauslaitteisto ja käynnistettiin keskustelut kunnossapidon mittaustiedon käsittelyn kehittämiseksi modernin data-analytiikan ja koneoppivien järjestelmien avulla.

Kolmantena toimenpidekokonaisuutena vuoden 2019 aikana hankkeessa toteutettiin ensimmäiset opiskelijaprojektit, joissa opiskelijaryhmä etsi ratkaisua yhteistyöyritysten kunnossapidon haasteisiin. Ensimmäiset opiskelijaprojektit toteutettiin Normaint Oy:lle ja KAMKille.

Hankkeen toimintaa, tavoitteita ja tuloksia esiteltiin paikallislehdissä, kansallisen PSK-standardisointiyhdistyksen kevätkokouksessa ja KAMKin julkaisusarjassa sekä osallistamalla Teknologia 2019 -messuille omalla osastolla (kuva 4.3).



Kuva 4.3. TÄRY-hanketta esiteltiin Teknologia 2019 -messuilla Helsingissä 5-7.11.2019.

## 4. Hyvinvoinnin, terveydenhoidon ja liikunnan innovaatioalustat (HYTELI)

HYTELI-hankkeen tavoitteena on teknologisesti edistyneiden innovaatioalustojen ja -ympäristöjen kehittäminen ja näissä tapahtuvan kansainvälisen tason teknologiaosaamisen sekä kilpailukyvyyn kasvattaminen Kainuussa. Hankkeen lähtökohtana on hyödyntää alueellisen CEMIS-konsortion poikkitieteellistä osaamis pohjaa alueen elinkeinojen kannalta tärkeissä teemoissa tai kohteissa, kuten ennaltaehkäisevä terveydenhoito (terveysteknologia, ravitsemusterveys, älykäs kotihoito) sekä Vuokatin huippu-urheiluympäristö ja liikuntamatkailu. Teemat ovat lisäksi oleellisia Kainuun mittaustekniikan osaamisen kehittämiseksi, kansainvälisen TKI-tason ja -kilpailukyvyyn 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 yrityskentän tarpeisiin ja kasvattaa näin ollen palveluliiketoimintaa sekä synnyttää uusia työpaikkoja.

Hankkeen tuloksena kehittyneitä innovaatioalustoja hyödynnetään sekä innovaatioiden kaupallistamisen (mm. proof-of-concept) kautta, että kehittämällä innovaatioympäristöissä tapahtuvaa palveluliiketoimintaa yhteistyössä yritysten ja muiden sidosryhmien kanssa, sekä panostamalla siihen, että mittaustulokset ovat laadukkaita ja vertailukelpoisia. Hanke sisältää merkittäviä ja korkeatasoisia uusia avauksia ja kansainvälisen tason erikoisosaamista, kuten vanhusten vajaaravitsemus ja avaus lisäravinnepuolella - puuteollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen terveyden ja hyvinvoinnin edistämiseen - jonka taloudellinen merkitys Kainuulle on parhaassa tapauksessa huomattava. Hanke tavoittelee lisäksi SOTE-kentän yhteistyötä, johon poikkitieteellisen hankekonsortion on mahdollista olla tuottamassa tulevaisuuden ratkaisuja. Älykäs kotihoito- ja huippu-urheilun testauksen sovelluskehityksissä hyödynnetään uusia menetelmiä data-analytiikkaa, tekoälyä ja koneoppimista, joiden haltuun ottamisen hetki on juuri oikea Kainuussakin. Hankkeessa hyödynnetään myös kansainvälisen ja aasialaisen talviurheiluyhteisön ennen näkemättömän suurta kiinnostusta Vuokattia kohtaan, ja nostetaan siihen vielä lisäkierroksia.

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 kentalle: a) Miniatyyriratkaisujen kokeilua anturiteknologioissa hiihtoon ja ampumahiihtoon, mm. printattavat sensorit, b) Mittausteknologia: mm. propulsiokomponentin (ts. eteenpäin vievä komponentti) määrittäminen hiihdossa, arvokisasimulaatiot, c) Reagointi kentän tarpeisiin: Suomen Olympiakomitea- ja lajiliittoyhteistyö sekä

yrittäjäyhteistyö.

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

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

Hankkeen tulostavoitteina on kaksi kaupallistettua terveysteknologian tuotetta, kaksi palveluanalytiikan tuotetta ja neljä uutta palveluliiketoiminnan työpaikkaa, yksi liikuntateknologian alan spinoff-yritys tai tuote. Lisäksi hankkeella kasvatetaan hanketoimijoiden palveluliiketoiminnan volyyymiä, ja tavoitellaan kansallista hankerahoitusta 1,7 M€ sekä kansainvälistä 1 M€.

Hankkeen kokonaiskustannusarvio on 1.452.000 euroa, ja päärahoittajana on Kainuun liitto (EAKR-rahoitus). Hankkeen koordinaattori on Jyväskylän yliopisto ja mukana hankkeen toteuttajina ovat kaikki muut CEMIS-toimijat eli Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY, KAMK, VTT ja CSC. Hankkeella on vahva yhteistyölinkki KAMKin CBD-tiimin BUZTECH-hankkeeseen.

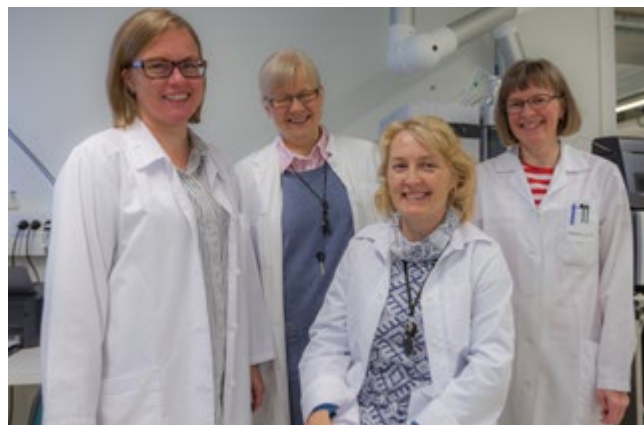
### Hankkeen tulokset

#### TP1: Terveysteknologian innovaatioalustat

Ikääntyvän väestön ravitsemusterveys; puun terveysvaikutteiset arvoaineet: Pektiinin ensimmäisissä eristyskokeissa kuusen ja männyn kuorimateriaaleista todettiin, että kuusen kuoresta saadaan enemmän pektiiniä kuin männyn.

#### Terveysteknologian innovaatioiden viimeistely ja laatumääritykset:

Vuoden aikana pystytettiin ja myytiin mikrobianalytiikkaa. Tämän lisäksi kehitettiin ja pystytettiin DNA-kontaminaatiomääritys sekä kaupallistettiin tämä pitkäkestoisen toimitussopimuksen kautta. Vieridiagnostiikkaan soveltuvasta biosensorimittauksesta



Kuva 4.4. Luonnon terveysvaikutteiset raaka-aineet ja yhdisteet ovat tultuja tälle Mittaustekniikan yksikön nelikolle. Vasemmalta Marianne Mäki, Hanna-Liisa Malinen, Mari Jaakkola ja Riitta Lotvonen. Yksikön pitkäaikainen työntekijä Hanna-Liisa Malinen jäi eläkkeelle pian kuvan ottamisen jälkeen.

ja mittalaitteesta kirjoitettiin ja jätettiin keksintöilmoitus Oulun yliopistolle. Ilmoituksessa esitettynä käyttösovellutuksena oli insuliinin mittaaminen syljestä.

Älykäs kotihoito: Terveyskuvastimen ensimmäinen prototyyppi valmistui. Menetelmän tavoitteita ovat langattomat terveydentilan mittaukset, älykkäät kirjautumis- ja ohjaustavat, vuorovaikutteisuus, informatiivisuus ja korkeatasoinen käytettävyys.

### TP2: Liikuntateknologian innovaatioalustat

Printatut sensorit ampumahiihtoseeseen: Ampumahiihtoseen liipaisinanturin ensimmäinen prototyyppi valmistui, mutta tämän lisäksi käynnistettiin myös yhteistyö Riga Technical Universityn kanssa tekstiilisensorin kehittämisestä ampumahiihtosovellukseen.

Hiihtövälineisiin integroitavat anturit: Rullasuksianturoinnin (vapaaan hiihdon) ensimmäinen prototyyppi (integrointi kaupallisiin rullasuksiin) valmistui ja tätä testattiin hiihtäjillä Vuokatin hiihtolaboratoriossa. Testeissä ilmeni hystereesiä, jonka myötä syntyi idea alumiinirakenteisesta testirullasuksesta. Vuoden aikana toteutettiin myös suunnitelma 3D-tulostetusta sauvakahva-anturoinnista, jossa mittauselektronikka on integroitu sauvakahvan sisään.

Reagointi kentän tarpeisiin: Suksitesteriä hyödynnettiin myymällä ja toteuttamalla voidetestauspalvelua suomalaiselle suksivoidemerkille. Lisäksi valmistui miniatyrisoidun EMG (lihasaktiivisuus)-mittausmoduulin elektronikka.



Kuva 4.5. HYTELI-hankeessa kehitetty prototyyppi alumiinirunkoisista testirullasuksista, joihin integroidaan voima-anturoinnit pyöräripustuksiin sekä rungon sisään.

### TP3: Data-analytiikka, tekoäly ja koneoppiminen

Osaamisen lisääminen: CSC järjesti koneoppimisen työpajan, johon osallistui hankehenkilöstöä.

Datafuusiomenetelmien kehittäminen aluemallintamiseen: Kisasimulaatioihin soveltuva ja datafuusiomenetelmään perustuva Rukan MC-sprinttireitin virtuaalimalli valmistui jo kesällä 2019. Tämä tuotiin onnistuneesti Vuokatin hiihtolaboratorioympäristöön, jossa mallia testattiin hiihtäjillä.

### TP4: Tulosten hyödyntäminen, viestintä, verkostoituminen, yritysyhteistyö

- Uudet kansallisen hankerahoitukset (liityntä hankkeen toimiin tai tuloksiin): 4 kpl
- Uudet yritysyhteistyökumppanit: 7 kpl

- Uudet työpaikat (liityntä hankkeen toimiin tai tuloksiin): 0,5 htv
- Julkaisut: 2 kpl

## 5. Ogialiiketoimintaympäristön vahvistaminen ja kehittäminen (BUZTECH)

BUZTECH -hankkeessa luodaan aikaisen vaiheen yrityksen onnistumismahdollisuksiaparantavamallijäsitättestataankäytännössä lupaavimpien CEMIS- sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan alueen teknologioiden kohdalla. Lisäksi hankkeessa tunnistetaan ja hyödynnetään kansainvälisiä liiketoimintamahdollisuuksia, kehitetään ja vahvistetaan verkostoja sekä vaikutetaan aktiivisesti CEMISin teknologioiden kaupallistamiseen ja palveluliiketoiminnan konseptien kehitykseen. Hankkeen aikana tunnistettuja mahdollisuuksia tarkennetaan aikaisen vaiheen teknologia- ja markkinaselvityksillä. Tällä tuetaan liiketoimintaympäristön kehitystä ja alueellisten resurssien tehokasta hyödyntämistä tärkeillä painoaloilla sekä lisätään teknologia liiketoiminnan tietotaitoa projektialueelle

Hankkeen tavoitteina on luoda uusia teknologiapohjaisia spinoff-yrityksiä, kehittää liiketoimintaympäristöä teknologiapohjaisille startupeille etsimällä ja määrittelemällä liiketoimintamahdollisuuksia, kehittää kansallisia ja kansainvälisiä verkostoja sekä hyödyntää kehitettyjä teknologioita. Hankkeen tavoitteena on myös kehittää malli, joka parantaa aikaisen vaiheen yrityksen onnistumismahdollisuuksia lyhentämällä ja välttämällä ns. kuoleman laakson vaihetta, sekä kehittää palveluliiketoimintakonsepteja yhdessä CEMIS-kumppaneiden kanssa ja selvittää niiden kysyntää kansainvälisillä markkinoilla.

Hankkeen toteuttajana on KAMKin CEMIS Business Development -yksikkö (CBD), ja hanke tukee kaikkia CEMIS-toimijoita rinnakkaisten CEMIS-kehittämishankkeiden kautta. Hankkeen kokonaiskustannusarvio on 299.810 euroa ja päärahoittajana on Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (EAKR-rahoitus).

### Hankkeen toimenpiteet ja tulokset

Aiempien CEMIS-kehittämissuunnitelmien myötä on tullut esille selvä tarve kehittää CEMIS-toiminnassa ja yleisemmin Kainuussa syntyvien innovaatioiden kaupallistamista, ja etenkin uusien startup-yritysten perustamista ja niiden toiminnan varmistamista ensimmäisten toimintavuosien aikana. Tästä lähtökohdasta BUZTECH-hankkeelle otettiin tavoitteeksi kehittää aikaisen vaiheen yritysten onnistumismahdollisuuksia parantava malli, joka auttaa näitä yrityksiä lyhentämään ja välttämään niin kutsuttua "kuolemanlaakso"-tilannetta, jossa tutkimus- ja kehitysrahoitus loppuu, mutta yritys ei vielä tuota liiketoiminnallaan riittävästi kassavirtaa ylläpitääkseen toimintaansa ja kasvaakseen. Mallin kehittämistä varten on haastateltu kansallisesti yli 30 suomalaista korkean teknologian startup-yritystä, joista monet ovat yliopistotaustaisia ja niitä kutsutaan myös spinoff-yrityksiksi. Haastattelututkimukseen pyydettiin mukaan yrityksiä, jotka osaltaan edustavat samankaltaisia teknologia-aloja, joita CEMIS kehittää. Yrityksiä oli mukana mm. seuraavilta aloilta: cleantech, tekoäly, esineiden internet, urheilu, terveys- ja hyvinvointitekniikat, virtuaalisen ja lisätyn todellisuuden (VR/AR) teknologiat, sekä erilaiset

teollisuuden palvelut ja mittaukset, joihin kuuluu myös Industry 4.0 luettavia yrityksiä.

Tehty haastattelututkimus on laaja kansallisellakin mittapuulla ja se tuotti suuren määrän uutta aineistoa analysoitavaksi ja edelleen mallin kehittämiseen, julkaisuutoimintaan, ja startup-yritysten parhaiden käytänteiden tunnistamiseen CEMIS-toiminnassa. Analyysiä ja parhaiden käytänteiden tunnistamista toteutettiin 2019 ja mallin kehitys jatkuu vuodelle 2020. Materiaalin käsittely ja hallinta on ollut varsin resurssi-intensiivistä, mutta sen tuloksia tullaan hyödyntämään CBD:n ja laajemmin CEMISin toiminnassa monin eri tavoin jatkossa. Lopputuloksia voidaan hyödyntää paitsi CEMIS-tekniologioiden kaupallistamisen edistämiseen, myös muiden alueellisten ja myöhemmin kansallisten innovaatioiden ja startup-yritysten tukemisessa. Lisäksi materiaalia tullaan hyödyntämään erilaisissa artikkeleissa ja julkaisuissa.

BUZTECH-hankkeella on laaja ja tärkeä rooli CEMIS-yhteistyössä ja -verkostossa. Hankkeessa toteutetaan toimenpiteitä, joilla tuetaan uusien teknologiayritysten syntymistä CEMIS-toiminnasta, sekä muun kaupallisen toiminnan, kuten palveluliiketoiminnan edellytysten ja konseptien, kehittämistä. Hankkeessa toteutetut teknologiamarkkinaselvitykset täydennettyinä kansainvälisellä toiminnalla, kuten messuosallistumisilla ja verkostoitumisella, rakentavat pohjaa erilaisten lupaavien CEMIS-tekniologioiden kaupallistamiseen ja sen suunnitteluun. Lisäksi vuonna 2019 tehtyjen haastattelujen tulokset täydentävät yleistä ymmärrystä ja osaamista startup-toiminnasta ja sen kehittämisestä.

BUZTECH-hankkeessa toteutettiin vuonna 2019 kymmenen erilaista CEMIS-tekniologioihin kohdistuvaa teknologiamarkkinaselvitystä. Selvitykset keskittyivät kansainvälisesti kehittyvien tekniologioiden kuten tekoälyn, luonnollisen kielen käsittelyn, digitaalisten kaksosten ja lisätyn todellisuuden hyödyntämiseen ja potentiaaliin CEMIS-ratkaisujen kanssa. On tärkeä tietää, mitkä alueelliset teollisuudenalat voisivat hyötyä näistä mahdollisuuksista eniten. Yhtä lailla, on tärkeä selvittää, miten tällaiset teknologiat täydentävät CEMIS-innovaatioita tai auttavat kehittämään uusia. Usein jo markkinaselvitykset ja niiden analysointi ratkaisevat onko innovaatioita mahdollista tai järkevää kaupallistaa. Mainituissa markkinaselvityksissä ja toiminnanvapausselektiviteyksissä hyödynnettiin sekä julkisesti saatavilla olevia lähteitä että hankkeen rahoituksen avulla hankittuja kaupallisia tietokantoja. CEMIS-tekniologiakehityksessä ja sen suunnittelussa on aina otettava huomioon kansainvälisten markkinoiden kokonaispotentiaali, sekä tehtävä toiminnanvapausselektiviteys ennen kaupallista hyödyntämistä, jottei rikota jonkin toisen osapuolen immateriaalioikeuksia.

Hankkeen projektipäällikkö FT Anas Al Natsheh on johtanut kansainvälistä verkostointia, yhteistyötä ja liiketoimintamahdollisuuksien kartoitusta. CBD osallistui useampiin teknologia-liiketoiminnan messutapahtumiin ja yhteistyön kehittämiseen erityisesti strategian mukaisissa kohdemaissa kuten Kiina, Venäjä ja Brasilia. Al Natsheh vieraili Petroskoissa ja Kazanissa, joissa tutkittiin Venäjän teollisuuden ja pk-yritysten digitalisaation tarpeita ja mahdollisuuksia. Syyskuussa 2019 yhteistyötä jatkettiin

Brasilian kaivosteollisuuden suuntaan CBD:n edustajien vierailulla Belo Horizonteen, jossa useat Etelä-Amerikan suuret kaivoyhtiöt toimivat. Marraskuussa projektipäällikkö ja CEMIS-johtaja Mikko Kerttula vierailivat useassa kohteessa Kiinassa, keskittyen etenkin VR/AR-tekniologioiden ja pelitekniologian mahdollisuuksiin sekä cleantech-alan yhteistyömahdollisuuksiin.

Osana alueellisen tason tiedottamisesta CBD osallistui Big Friday -tapahtumaan tammikuussa 2019 sekä maaliskuussa International Congress on Science and Skiing (ICSS) -konferenssiin, jonka järjesti Jyväskylän yliopisto Vuokatissa. CEMIS-tietoa ja -markkinointimateriaalia on jaettu runsaasti matkoilla ja em. tapahtumissa, sekä yrityshaastattelujen yhteydessä suomalaisille startup-yrityksille. Tällä pyritään lisäämään edelleen CEMISin toiminnan ja tulosten näkyvyyttä, sekä avaamaan uusia yhteistyömahdollisuuksia. BUZTECH-hanke jatkuu vuoden 2020 loppuun. Hankkeen toimintaa vuoden 2019 aikana on aiemmin esitelty KAMKin Tekniologia-osaamisalueen julkaisusarjan artikkelissa. Suomalaiskielinen artikkeli löytyy oheisesta verkko-osoitteesta: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/268139/Tekniologia%20osaamisalueen%20hankevuosi%202019%20over%201.1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

## 6. Kaivos- ja muusta teollisuudesta ympäristöön johdettavien vesien uudet mittaukset (KAIMIT)

KAIMIT on aikaisemman CEMIS-kehittämisohjelman hanke (2017-2018), jonka toteutusta jatkettiin vuodelle 2019. Hankkeen tavoitteena oli toteuttaa toimivia uusia mittausten menetelmiä teollisuudesta vesistöihin laskettavien vesien sulfaatti- ja fosfaattipitoisuuksien monitorointiin. Yleisenä haasteena markkinoilla on, että ne eivät tarjoa kustannustehokkaita ja luotettavia menetelmiä pienten sulfaatti- ja fosfaattipitoisuuksien monitorointiin. Hankkeessa kehitettiin sähkökemian ja optisiin menetelmiin perustuvia menetelmiä, rakennettiin demonstraatiolaitteet kenttämittauksiin ja pilotoitiin niitä teollisuuden kohteissa. Hankkeen tavoite oli myös lisätä tiedonvaihtoa reaaliaikaisen mittauksen mahdollisuuksista laitevalmistajien, systeemi-integraattoreiden, loppuasiakkaiden ja viranomaisten välillä.

Hankkeen toteutus oli jaettu viiteen työpakettiin:

1. Reaaliaikainen monitorointi ja osaamisen kehittäminen
2. Mittausratkaisujen pilotointi kiinteissä mittauspisteissä
3. Mittausratkaisujen pilotointi vesialueilla
4. Kehitettyjen mittalaitteiden, mittaratkaisujen ja modifioitujen sensoreiden kaupallistaminen valmistelu
5. Hallinto ja viestintä.

Hankkeen tavoitteena oli toteuttaa uusia teknologisia ratkaisuja, joita voidaan kaupallistaa hankkeen jälkeen yritysten T&K-projektien kautta. Tavoitetta tuettiin kehittämällä ja pilotoimalla 2-3 tekniologiaa, joiden avulla voitiin mitata reaaliaikaisesti teollisuudesta ympäristöön laskettavista vesistä sulfaatti- ja fosfaattipitoisuus. Näiden tekniologioiden avulla tavoitteena oli rakentaa järjestelmiä



ympäristövesien tehokkaaseen seuraamiseen, puhdistusprosessien optimointiin ja ympäristövahinkojen estämiseen.

Hankkeen kokonaiskustannusarvio oli 399.707 euroa ja päärahoittajana Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (EAKR-rahoitus). Hankkeen toteuttaja toimi Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikkö MITY.

## Hankkeen tulokset

Mittausmenetelmien ja -laitteiden kehittämisen yksi kulmakivistä on vertailumittausten käyttö - saatujen tulosten vertaamista 'oikeisiin' tuloksiin. MITYllä on kokemusta kapillaarielektroforeesitekniikan (CE) käytöstä eri yhdisteille, myös sulfaatin määrittämisessä aiemmissa projekteissa. KAIMIT-hankkeessa CE-tekniikan toimivuus varmennettiin hankkeen näytteille. Vertailumittaus antaa sulfaattipitoisuuksia paremmin kuin 0.01 g/L-tarkkuudella, mikä on riittävä moniin sovelluksiin. CE-menetelmällä pystytään mittaamaan fosfaattia - optimoidulla CE-menetelmällä pystyttiin määrittämään alhaisimmillaan 5 mg/l fosfaattipitoisuus, joten CE-menetelmän herkkyys ei riitä ympäristövesien fosfaatin määrittämiseen rehevöitymisen arvioimisessa. Tämän vuoksi laboratoriossa otettiin käyttöön spektrofotometrinen standardimenetelmä kokonaisfosforin määrittämiseen, SFS 3026 (Suomen standardisoimisliitto). Menetelmällä voidaan mitata fosforipitoisuuksia välillä 10 – 750 µg/l.



Kuva 4.6. KAIMIT-hankkeessa ideoitu, suunniteltu ja toteutettu optinen monimittauslaite nesteiden analysointiin. Kuvassa näytekammiot irrotettuna mittauslaitteesta.

Kenttälaitteiden osalta hankkeen haastetta lähestyttiin optisten ja sähkökemiallisten mittausmenetelmien avulla. Optiikassa hyödynnettiin ns. monimittausta, jossa näytettä tarkastellaan usealla eri mittaustavalla. Menetelmä osoittautui toimivaksi tutkittaessa Kainuun kolmen sulfaattipitoisen järven vesiä sekä teollisuuden purkuvettä. Kenttätesteissä hyödynnettiin liikkuvaa mittausalustaa. Myös sähkökemiallinen resistanssimittaus kykeni sulfaatin määrittämiseen etenkin pienillä S04-pitoisuuksilla. Haastavan fosfaatin osalta lupaavia tuloksia saatiin sähkökemiallisella menetelmällä, tosin laitteistoa ei päästy testaamaan kenttäoloissa. Kehitettyjä menetelmiä, laitteistoa ja lisäantynyttä tietotaitoa voidaan hyödyntää jatkossa eri sovelluksissa, myös kaupallistarkasteluja jatketaan. Pystytetyt

sulfaatin ja fosfaatin vertailumenetelmät lisäävät toteuttajayksikön palvelutarjontaa.

# Oulun yliopiston mittaustekniikan tutkimusyksikön (MITY) toiminta

*Organisatorisesti mittaustekniikan yksikkö siirtyi syyskuussa 2019 yhden tutkimusryhmän malliin; toiminta-aloina ovat edelleen cleantech ja hyvinvointi/terveys. Aiempien ryhmien henkilöstö siirtyi uuteen ryhmään ilman (henkilöstö)muutoksia. Toimintaa oli Kajaanissa ja hanketoiminnan puitteissa myös Vuokatissa.*

Tutkimuksen pääsovellusalueet olivat vuonna 2019: biotalous (uusiutuva metsäteollisuus, bioenergia, metsäbiomassan hyödyntäminen), cleantech (prosessi- ja ympäristösovellukset; erityisesti kaivannaisala) ja terveys/hyvinvointisovellukset (biosensorikehitys, ravitseminen, Vuokatin alueen kehittäminen).

Kuvantavien mittausten määräaikainen yliopistotutkijan vakanssi jatkui vuonna 2019 ja on rahoitettu yhteisesti Oulun yliopiston optoelektronikan laboratorion hanketoiminnan ja Kajaanin hankerahan turvin. Jatkotutkintojen tekijöitä oli molemmissa tutkimusryhmissä.

Yksikön toiminnan volyymi oli n. 3,3 milj. euroa. Henkilöstöä oli vuoden mittaan 42, joista kertyi n. 36 henkilötyövuotta. Tohtoreita oli työsuhteessa vuoden aikana 10 henkilöä ja 26% htv:sta.

Uutena toimintana MITYn tiloissa alkoi vuonna 2019 biojalostamon mittaukset -professuuri, joka käynnistettiin yhteisrahoitteisesti Kajaanin kaupungin, Kainuun Liiton, St1 Oy:n, Oulun yliopiston ja Oulun yliopiston teknillisen tiedekunnan kanssa. Kolmen ensimmäisen vuoden käynnistämävaiheeseen kuuluu tutkimusryhmän perustaminen Kajaaniin ja Ouluun sekä alan tutkimustyön ja koulutuksen järjestäytyminen. Professoriksi nimitettiin TKT Mika Ruusunen Oulun yliopistolta. Professorin ala liittyy biopohjaisten raaka-aineiden, niiden jalostusprosessien ja niissä muodostuvien sivuvirtojen mittausten ja tuotannon tehokkuuden automaattisen optimoinnin kehittämiseen. Kajaanissa tutkimusryhmä toimii siis MITYn tiloihin.

## Kansainvälinen hanketoiminta

Osana Terranova EU-projektia tutkittiin yhteistyössä Oulun yliopiston CWC:n (Centre for Wireless Communications) kanssa sadepisaroiden sähkömagneettisten aaltojen sironnan aiheuttamaa linkkien välistä häiriötä tulevaisuuden 5G/6G-sovellusten käyttämillä THz-taajuuksilla. Työn tulokset esiteltiin telekommunikaatioalan kansainvälisessä lippulaivakonferenssissa (IEEE ICC2019).

Interreg Nord -hanke "Ice Proof Arctic - Innovations for ice and snow management" - hankkeessa validoidaan ja kehitetään uusia jään- ja lumenhallinnan ratkaisuja sähkölinjojen jääkuormien eliminointiin, uusiutuvan sähkötuotannon tehokkuuden ja turvallisuuden optimointiin ja kattojen lumikuormien seurantaan.

Valtakunnallinen Maaseuturahaston rahoittama EIP-AGRI-hanke Älyrehu tekee yhteistyötä kahden virolaisen EIP-hankkeen (EIP, European Innovation Partnership) kanssa. Virolaisen hankkeet ovat Viron meijeriklusterin ja Maatalousyliopiston koordinoimia. Yhteistyö on kiinnostanut Euroopan tasolla asti.

## CEMIS-yhteistyö

CEMISin toiminta vuonna 2019 jatkui CEMIS-kehittämishojelman hankkeiden (INNOBIO, MINIME, KAIMIT ja HYTELI) myötä:

- INNOBIO - Uudet, innovatiiviset ja laadukkaat mittaukset sekä prosessit osana biojalostus- ja kaivosteollisuuden arvoketjua: Hankkeessa tavoitteena on mittausratkaisujen kehittäminen tähdäten vähähiilisiin teollisuusprosesseihin ja tehokkaampaan jätevesien monitorointiin pienentäen vesien pilaantumisen riskiä. Lisäksi tavoitteena on uusien prosessitekniikoiden ratkaisujen kehittämien biotalouden sivuvirtojen hyödyntämiseen sekä fermentointiosaamisen kehittäminen ja jo olemassa olevien laitteistojen modernisointi. Vuoden 2019 aikana päivitettiin fermentointilaitteistot sekä ryhdyttiin kehittämään kaivannaisteollisuuden käyttämille vaahdotuskemikaaleille reaaliaikaista mittaustajärjestelmää.
- MINIME - Miniatyrisoidut mittalaiteratkaist teollisuuden prosessien ja ympäristön monitorointiin: Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen rahoittamassa MINIME-hankkeessa kehitetään pienikokoisia mittalaitteita ratkaisuja laktaatin mittaukseen eri teollisuus sovelluksissa ja nikkelin mittaukseen kaivosten lähivesistöissä (kuva 5.1). 2019 tutkimus keskittyi nikkelin mittaamiseen ja laiteratkaisun suunnitteluun. Sen osalta MITY pääsee testaamaan 2020 kesällä mittausta kenttätesteissä.
- KAIMIT - Kaivos- ja muusta teollisuudesta ympäristöön johdettavien vesien uudet mittaukset: Hankkeessa toteutetaan uusia mittausten menetelmiä teollisuudesta vesistöihin laskettavien vesien monitorointiin. Erityiskohteena ovat sulfaatin ja fosfaatin määritykset, joille markkinat eivät tarjoa luotettavia ja kustannustehokkaita kenttämittausratkaisuja. Tutkimushaastetta lähestytään toteuttajayksikön osaamiskärkien: sähkökemian ja optiikan/fotoniikan keinoin. Menetelmäkehityksessä hyödynnetään myös ns. monimittausperiaatetta, jossa useiden eri mittaustapojen signaaleja yhdistetään keskenään. Etenkin sulfaatin (kenttä)mittauksessa on saatu lupaavia tuloksia. MITY

ja VTT ovat jatkaneet tietokonesimuloinnin hyödyntämistä prosessien ja ilmiöiden ymmärtämisessä tutkimuksessa ja laitekehityksessä. Simulointia on tehty etenkin nestevirtausten ja sähkökemian osalta. Hanke päättyy vuoden 2020 alussa.

- 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 sekä terveyden ja hyvinvoinnin alalla. Uusista laatumäärittäyksistä kaupallistettiin vuoden 2019 aikana ensimmäinen. Aiemmissa CEMIS-hankkeissa hyvinvoinnin ja terveyden mittaamisen alalle kehitettyä osaamista hyödynnettiin myymällä ostopalveluna sekä uraauurtavan ja syksyllä rahoituspäätöksen saaneessa puurakentamisen terveysvaikutukset -hankkeen suunnittelussa.

CEMIS-kehittämishjelma on yhdistänyt alueen osaamista sekä Jyväskylän ja MITYn yhteistyötä entuudestaan, samoin MITYn ja VTT:n välistä yhteistyötä. Lisäksi tutkimusyhteistyö Jyväskylän yliopiston ja VTT:n kanssa on vahvistunut Business Finlandin hankkeiden kautta. Johtaja Vesa Virtanen on osallistunut CEMISin strategiaryhmän ja johtoryhmän työskentelyyn. Oulun yliopiston yksikkö on CEMIS-kehittämishjelman selkeästi suurin tutkimustoimija.

## Muu hanketoiminta

MITYllä oli meneillään 3 Business Finlandin rahoittamaa hanketta.

1. DentSaver-hankkeessa (Työkalut matalan kynnyksen suun terveydenhuoltoon, Business Finland, TUTLI-rahoitus) kehitettiin suunterveyden seulonta- ja hoitonohjaukspalvelua terveyskioskeille hammaslääkäriasemien ulkopuolella

tapahtuvaan suun terveyden arviointiin.

2. Crystal-hankkeella (Business Finland, Challenge Finland -rahoitus) pyritään parannuksiin silmäterveyden hoitoketjussa tuottamalla uuden tietokoneavusteisen ratkaisun silmäsairauksiin liittyvien oireiden havaitsemiseen. Projektin tuloksena on sovellus, jolla kerätään ja analysoidaan tietoa erilaisista silmäterveyteen liittyvistä testeistä ja mittauksista (näön tarkkuus, silmänpaine, silmänpohjakuva, näkökenttä). Sovellus analysoi silmänpohjakuvan ja yhdistää kaikkien testien tulokset havaintoraportiksi ja kertoo sairauksien riskistä liittyen havaintoihin.
3. EXTREAM-hanke (Extraction of valuable compounds from bioeconomy industry side streams, suom. arvoaineiden uuttaminen biotalous teollisuuden sivuvirroista) liittyy jo olemassa olevaan teolliseen ekosysteemiin. Hankkeessa hyödynnetään mekaanisen metsäteollisuuden sivuvirtoja ja metsien tähteitä, tuotetaan rasvaliukoisia biokemikaaleja ympäristöystävällisellä uuttoteknologialla (ylikriittinen hiiliidioksiduutto, SFE), sekä kehitetään puuhakkeen palakoon reaaliaikainen mittaamenetelmä. Uuttotekniikan ensimmäinen pilotoitajakso tehtiin Itävallassa kesäkuussa 2018, ja toinen helmikuussa 2019. Nämä pilotit tehtiin viiden litran laitteistolla erilaisista metsäteollisuuden sivuvirroista. Kolmas pilotti tehtiin Itävallassa 80 litran SFE-laitteistolla, joka on skaalattavissa tehdasmittakaavaan. Tulosten perusteella on myös mahdollista tehdä kannattavuuslaskelmia. Palakoon reaaliaikainen mittaaminen pilotoitiin MITYn omissa ympäristöissä.

CEMIS-kehittämishjelman ja Business Finland -hankkeiden lisäksi MITYllä oli käynnissä 10 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



Kuva 5.1. MINIME-hankkeessa kehitetty pienten nikkelipitoisuuksien kenttämittauslaite ja sensori.

fluorescence lifetime spectroscopy”. Kyseessä on yhdistetyn Raman/fluoresenssin elinaikalaitteiston kehitystyö.

Maaseuturahaston rahoittamat hankkeet ”Luonnontuotteiden laadun ja turvallisuuden kehittäminen” PALKO 2 ja PALKO 3 keskittyivät luonnontuotealan tutkimuksen kehittämiseen yritystarpeiden pohjalta. PALKO 2 -hankkeessa tehtiin uuttokokeita ja rakennettiin niiden pohjalta koulutuskokonaisuuksia, sekä kehitettiin solukokeisiin pohjautuvaa analytiikkaa kosmetikan aktiivisuuden tutkimiseen. Koulutusten kehittäminen oli osatoteuttaja KAO:n vastuulla ja muut ylläkyvatut toimenpiteet olivat hankkeen koordinaattorin MITYn toteuttamia. PALKO 3 -hankkeessa analytiikan kehitystä optimoitiin ja viimeisteltiin erilaisilla yritysnäytteillä. PALKO 3 -hankkeessa oli mukana kymmenen luonnontuotealan yritystä. PALKO 2 ja 3 päättyivät joulukuussa 2019. Hankkeiden myötävaikutuksesta Kainuuseen perustettiin kolme uutta luonnontuotealan yritystä, ja yritysvetoisen luonnontuotealan verkoston, Arktisen Biolaakson, kehittäminen aloitettiin. Hankkeessa saatiin myös tutkimusosaamista, joka auttoi kansainvälisen yhteistyön suunnitteluun, jonka pohjalta valmisteltiin irlantilaisen kumppanin kanssa yhteinen KV-hakemus luonnontuotteisiin ja -kosmetiikkaan liittyen.

ELY-keskuksen ESR-rahoituksella toteutettavan KOS-hankkeen tavoitteena on tarjota kasvu- ja rakennemuutosalojen tarpeisiin vastaavaa koulutusta. Samalla vahvistetaan tutkimuslaitosten korkeakoulujen ja työelämän systemaattista yhteistyötä, joka tehostaa tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Hanke kehittää yritystoimintaa useilla eri toiminta-alueilla: Biomassojen jalostus, Terveystuotteen digitalisaatio ja vanhusten ravitsemusterveys sekä cleantech-mittaukset. Hanke osallistui luonnontuotealan valtakunnallisen tutkimusseminaarin järjestämiseen, joka pidettiin Kajaanissa marraskuussa 2019. Seminaariin osallistui yli 100 henkilöä yritys- ja tutkimusorganisaatioista ympäri Suomea.

KryoMikro-hankkeessa tutkittiin kahden Suomen prosessiteollisuudessa hyödyntämättömän tekniikan, kryokonsentraation ja mikroaaltokäsittelyn, soveltuvuutta elintarvikkeiden ja luonnontuotteiden prosessointiin, sekä jätevesivirrasta erotetun jakeen käsittelyyn. Hankkeen avulla on tuotu maailmalla yleistyviä tekniikoita suomalaisten toimijoiden tietoisuuteen ja hyödynnettäväksi heidän toimintansa kannattavuuden, tuottavuuden ja kilpailukykyyn parantamiseksi. 2019 aikana hankkeessa tehtiin mm. mikroaaltokuivauspilotti Italiassa Kainuulaisella nokkosella. KryoMikro-hanke päättyi huhtikuussa 2020.

Maaseuturahaston rahoittama valtakunnallinen ”Älykkäät mittaukset karjan ruokinnassa ja terveydessä” (ÄLYREHU) -hanke on yksi kahdeksasta suomalaisesta maatalouden EIP-hankkeesta. Siinä yhteistyössä maanviljelijöiden ja asiantuntijoiden kanssa kehitetään rehun laadun ja karjan hyvinvoinnin seurantaan tarkoitettuja tilakäyttöisiä mittauksia ja tiedonsiirtosovellutuksia.

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.

Lisäksi yksikkö on ollut mukana kolmessa Oulun yliopiston innovaatioyksikön rahoittamassa proof-of-concept -hankkeessa. Toisen tulokset käytettiin esikokeina Hyvää karjalle EIP-hankkeen hakemuksessa ja tekivät hakemuksesta vahvemman. Toisessa kokeiltiin useita erilaisia mittaustapoja virtsanäytteiden polyamiineille. Polyamiineilla saattaisi tulevaisuudessa olla merkitystä yleisenä syöväkasvaimien merkkiaineena. Lisäksi oli menossa CHT DigiHealth HUB-hankkeen PoC hanke Dent AI hammasdatan keruuseen.



Kuva 5.2. Ylikriittinen uuttolaite (SFE) siirtyi Oulusta Kajaaniin vuonna 2019. Sen käyttöä tutkivat MITYn ja biojalostamon mittaukset -tutkimusryhmän tutkijat.

## Tutkimusyhteistyö ja julkaisut

Yhteistyö Itä-Suomen yliopiston Joensuun kampuksen kanssa jatkui hedelmällisenä. Yhteistyötä laajennettiin vesistöjen mikromuoviin ja niiden havainnointiin liittyvään tutkimukseen. Tavoitteena on kehittää vesialuksiin kiinnitettävä mittalaite, joka reaaliaikaisesti ilmaisee mikromuovihiukkasten olemassaolon. Tutkimus on tuottanut vuonna 2019 julkaisun ja kaksi käsikirjoitusta.

MITY on mukana (2018-2020) akateemisena mentorina Biotalouden erikoistumiskoulutuksessa, joka on Itä-Suomen yliopiston (Kuopion ja Joensuun kampukset), sekä Savonia ja Karelia ammattikorkeakoulujen yhteinen koulutushanke. Mentoroinnin lisäksi MITYn laboratorioita laitteineen on hyödynnetty koulutuksen opinnäytetyössä.

Kansainvälinen tutkijanvaihto oli n. 21 henkilötyökuukautta. Kansainvälistä yhteistyötä tehtiin aktiivisesti yli 10 tutkimuslaitoksen kanssa mm. Italiassa, Tanskassa ja Isonsa-Britanniassa. Tieteellisten artikkeleiden määrä oli hyvä: 6 referoitua kansainvälistä tiedeartikkelia ja 16 konferenssijulkaisua. Yksikön henkilöt osallistuivat kansainvälisiin ja kansallisiin arviointitehtäviin (tiedelehdet, kansainvälisten hankehakemusten arviointi).

# Kajaanin ammattikorkeakoulun toiminta

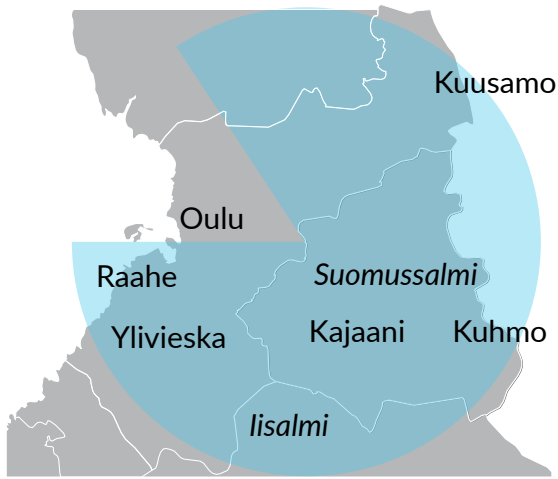
*Vuonna 2019 Kajaanin ammattikorkeakoulun toiminta jatkui vakaana ja uudistuksia tehtiin mm. organisaatiossa. Tulokset näkyivät myös tutkimus- ja kehittämistoiminnassa monella eri tunnusluvulla. Vuositasolla kehittämishankkeita oli menossa 72 kappaletta, joista 10 kansainvälistä hanketta. Hankkeiden kokonaisvolyymi oli yli 4 miljoonaa euroa. Erityisen ilahduttavaa oli kolmen uuden Karelia CBC -ohjelman hankkeiden käynnistyminen. Lisäksi ensimmäinen kaivosalan kansainvälinen kesäkoulu toteutettiin onnistuneesti.*



Kuva 6.1. Kajaanin ammattikorkeakoulun uudistettu organisaatio 1.4.2019 alkaen.

Kajaanin ammattikorkeakoulussa käynnistyi hallituksen johdolla uusi strategiatyö v. 2018 ja uudistettu organisaatio aloitti toimintansa 1.4.2019. CEMISin kannalta näkyvin muutos oli Tietojärjestelmien- ja Kone- ja kaivostekniikan osaamisalueiden yhdistäminen uudeksi "Teknologia" osaamisalueeksi, johon kuuluu myös CEMIS Business Development (CBD) -yksikkö ja sen henkilöstö.

Samaan aikaan KAMK myös laajensi vaikutusalueitaan kuvaavaa kaaviota oheisen mukaiseksi, vaikuttamme joko TKI:n tai koulutuksen tai molempien yhdistelmien kautta kuvan 6.2 mukaisesti. Vuoden 2019 aikana neuvoteltiin mm. Raahen seudulle syksyllä 2020 käynnistettävät uudet päiväkoulutukset, konetekniikan insinööri ja tietojenkäsittelyn tradenomi.



Kuva 6.2. Kajaanin ammattikorkeakoulun toiminnan vaikutusalue.

## Uudistettu osaamisalue

Käynnistimme vahvan kehitystyön ja opetussuunnitelman uudistamisen konetekniikan insinöörikoulutuksessa, jossa uudistettu, prosessiteollisuuden osaamiseen painottuva OPS otetaan käyttöön v.2020. Tietotekniikan koulutuksessa käynnistimme ensimmäisen kerran uutena suuntautumisena ”Datasta tekoälyyn” osana insinöörin tutkintoa. Samaan aikaan alueella on käynnistetty datakosysteemin suunnittelu, johon kuuluvat kaikki alueella olevat datasta, sen käsittelystä ja kaupallisesta hyödyntämisestä kiinnostuneet toimijat. Tätä tukee myös Tietojenkäsittelyn ”Datacenter” koulutuksemme osana tradenomikoulutusta, pelialan lisäksi.

Älykkäät Järjestelmät- ja peliteknologian koulutus jatkavat myös edelleen osana tietotekniikan insinöörikoulutusta.

Vuoden 2019 tunnuslukuja osaamisalueelle olivat 88 suoritettua alemmaa korkeakoulututkintoa ja 8 ylempää tutkintoa. Julkaisuja tuotettiin 55 kpl ja henkilöstöä oli n. 70, joista noin puolet toimi opetuksessa ja puolet TKI-tehtävissä.

KAMKilla perinteisesti itse tuotetut EMC- ja olosuhdelaboratorioiden palvelut siirtyivät sopimus pohjaisesti Sunit Oy:n tuottamaksi alihankintatoiminnaksi.

Teknologia- osaamisalue jatkoi edelleen meneillään olevan CEMIS-kehittämisohjelman hankkeita TÄRY, HYTELI ja BUZTECH.

## CEMIS Business Development yksikkö 2019 - kyvykkyyksien laajentamista

CEMIS Business Development -yksikkö (CBD) on CEMIS-kehittämisohjelman BUZTECH-hankkeen toteuttaja KAMKilla 2019–2020. BUZTECH keskittyy kansainvälisten liiketoimintamahdollisuuksien tunnistamiseen ja hyödyntämiseen, kansallisten ja kansainvälisten verkostojen vahvistamiseen sekä CEMIS-teknologioiden kaupallistamisen tukemiseen ja palveluliiketoiminnan konseptien kehittämiseen. Hankkeen tavoitteena on luoda uutta tietotaitoa aikaisen vaiheen teknologiayritysten tueksi, jotta ne selviytyisivät paremmin tyypillisistä vaikeuksista ensimmäisten toimintavuosiensa aikana. Samalla kun BUZTECH-hanke muodosti

tärkeän osan CBD-yksikön toiminnasta, yksikkö ja sen henkilöstöä osallistui myös useampiin muihin, yhtäläillä haasteellisiin ja vaativiin teknologia liiketoiminnan kehityshankkeisiin erilaisin työosuuksin. Toiminta eri hankkeissa on myös voimakkaasti lisännyt yksikön kyvykkyyksiä. CBD-yksikköä johtaa FT Anas Al Natsheh ja yksikössä työskenteli vuoden 2019 aikana neljä liiketoiminnan kehitysasiantuntijaa sekä kaksi opiskelijaharjoittelijaa.

CBD työskenteli ja vastasi osaltaan KAMKin hankkeista OredVR (rahoitus: EAKR, Kainuun Liitto ja yritysrahoitusta) ja Future Mine (Business Finlandin rahoitus), jotka molemmat liittyvät kaivostoiminnan operaatioiden digitalisointiin käyttäen hyväksi VR/AR/XR-teknologioita ja niiden sovelluksia. CBD vastaa hankkeiden kaupallistamistoimenpiteistä. Taustalla on useampia vuosia jatkunut vahva TKI-työ KAMKissa ja erityisesti yhteistyö hankkeiden teknisestä toteutuksesta vastaavan Virtual Industrial Solutions (VIS)-tiimin ja CBD:n välillä. Mainituissa hankkeissa on toteutettu paljon keskusteluja alan toimijoiden kanssa ja tehty asiantuntija haastatteluja sekä koottu alustavaa testipalautetta. Taustatyöhön on kuulunut esimerkiksi kilpailija-analyysijä ja immateriaalioikeusselvityksiä, sekä jatkuvatoimista kaivosalan digitalisaation ja siihen liittyvien liiketoimintamallien tutkimusta ja seuranta. Molempien hankkeiden kehittyvät ratkaisut ja toiminta ovat saaneet rohkaisevaa palautetta sidosryhmiltä ja yhteistyö jatkuu vuonna 2020.

Karelia CBC -ohjelmassa toteutettu DigiVision-mikrohanke tuki rajanylittävän liiketoimintayhteistyön luomista ja kehittämistä Venäjän Karjalan ja Kainuun välillä. KAMK ja CBD toteuttivat hankkeen yhdessä Petroskoin valtionyliopiston kanssa. Vahvistuva ja kehittyvä verkosto Petroskoin kanssa on sittemmin laajentunut muihin hankkeisiin ja yhteistyöhön, joissa KAMK on mukana. Näiden mainittujen hankkeiden lisäksi on CBC-yksikön työntekijöitä osallistunut muihinkin KAMK- ja CEMIS-hankkeisiin. Yksi hankkeita yhdistävä tekijä on ollut teollisuuden digitalisaatio ja siihen liittyvä osaaminen, joka vauhdittaa ja kehittää suomalaista liiketoimintaa erilaisilla aloilla kuten vedenhallinnassa kansainvälisesti.

CBD on ollut mukana Biogas for Future Electric and Gas Grids (BIOFEGG) -hankkeessa (2018-2020). Biokaasu on yksi lupaavista energiantuotantomuodoista, joita ei vielä hyödynnetä täysimääräisesti. BIOFEGG (Business Finlandin rahoitus) -hankkeessa pyritään kehittämään biokaasun laatua ja testaamaan uusia menetelmiä anaerobiseen mädätysprosessiin, ja kehittämään uudenlaisia puhdistusmenetelmiä mm. siloksaanien poistamiseen. CBD on hankkeen koordinoinnin lisäksi osallistunut eri työpakettien ja toimenpiteiden toteutukseen, kuten ratkaisujen asiakastarpeiden ja markkinapotentiaalain määrittelyyn, ja tulosten hyödyntämissuunnitelman laatimiseen. Hanke toteutetaan neljän teollisen kumppanin ja neljän tutkimuskumppanin muodostaman kansainvälisen konsortion toimesta Itävallassa, Ruotsissa ja Suomessa. KAMK koordinoi hanketta. BIOFEGG-hankkeesta saatava kokemus onkin tärkeä KAMKille ja CBD:lle, ja siinä kertynyttä tietotaitoa ja verkostoa pyritään hyödyntämään tulevaisuudessa.

# VTT:n toiminta Kajaanissa

*Vuoden 2019 aikana Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n toiminta Kajaanissa on edelleen vahvasti painottunut VTT MIKESin toimintoihin. VTT MIKESin Kajaanin toimipiste on maailman pohjoisin mittanormaallilaboratorio. Se on vuodesta 2011 saakka toiminut VTT MIKESin toimintaa varten räätälöidyissä Renforsin rannan yrityspuiston toimitiloissa.*

VTT MIKES on VTT:n organisaatiossa oma tutkimusalueensa. Suomen kansallisen metrologialaitoksen (NMI, National Metrology Institute) se vastaa kansainvälisen SI-mittayksikköjärjestelmän toteutuksesta Suomessa ja kansallisen mittanormaalijärjestelmän kehityksestä, ylläpidosta ja koordinoinnista. VTT MIKES kehittää yrityksille uusia menetelmiä ja teknologioita luotettavien mittausten ja mittausten metrologisen jäljitettävyyden toteuttamiseksi. VTT MIKESin kalibrintipalvelut mahdollistavat teollisuuden mittausten jäljittämisen kansainvälisesti hyväksytyyn SI-järjestelmään.

VTT MIKESin toiminta Kajaanissa on keskittynyt voiman, massan, vääntömomentin ja nestevirtauksen kalibrintipalveluihin ja alan tutkimukseen. Kajaanissa sijaitsevat kansalliset mittanormaalit voimalle, vääntömomentille, nestevirtaukselle sekä massalle alueella yli 20 kg. Niitä käytetään mittalaitteiden kalibrointiin, eli niiden avulla määritetään, kuinka suuri virhe on kalibroitavan laitteen näyttämässä. VTT MIKES Kajaani on mukana VTT:n metrologia-alan kansallisessa sidosryhmätoiminnassa.

Vuosi 2019 oli tasainen VTT MIKESin toiminnan kannalta. Henkilöstössä tapahtui jonkin verran muutoksia, mutta vaikutukset

henkilöresursseissa saatiin nopeasti minimoitua uusilla rekrytoinneilla. Kajaanin toimipisteessä henkilömäärä on 7. Toiminta kehittyi vuoden 2019 aikana odotusten mukaisesti jäljitettävyysspalveluiden ja tutkimustoiminnan osalta. 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 yhteistyö

Kajaanin tutkimustiimi on osallistunut aktiivisesti Euroopan metrologiajärjestön (The European Association of National Metrology Institutes, EURAMET) toimintaan mm. osallistumalla sen teknisten komiteoiden kokouksiin. 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 2019 VTT MIKES Kajaani oli mukana kolmessa eurooppalaisen metrologian tutkimusohjelman (EMPIR) hankkeessa (MultiFlowMet



Kuva 7.1. VTT MIKESin Kajaanin toimipiste Renforsin rannan yrityspuistossa.

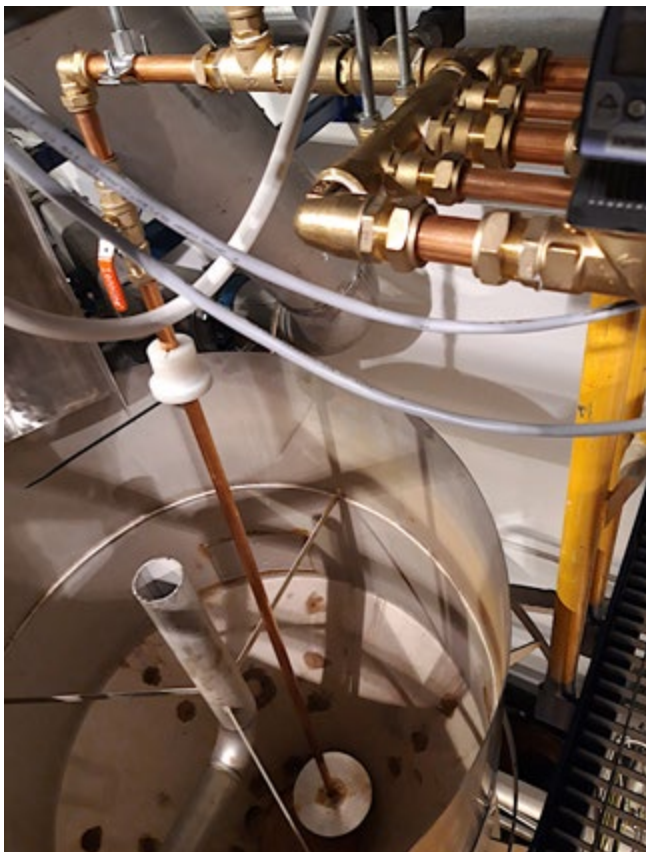


II, Metrowamet ja ComTraForce) ja näiden lisäksi valmisteltiin yhtä tuulivoimaloihin liittyvää hanketta, jossa vääntömomentinmittauksilla on merkittävä asema.

## Tutkimustoiminta

VTT MIKES Kajaani osallistui aktiivisesti CEMIS-kehittämissuunnitelman yhteishankkeiden INNOBIO (Uudet, innovatiiviset ja laadukkaat mittaukset sekä prosessit osana biojalostus- ja kaivosteollisuuden arvoketjua) ja HYTELI (Hyvinvoinnin, terveydenhoidon ja liikunnan innovaatioalustat) toteutukseen.

HYTELI on Jyväskylän yliopiston koordinoima hanke, jossa VTT on tuonut omaa osaamistaan hiihdossa käytettävien välineiden mittauksiin, mittausmenetelmiin ja itse välineisiin. Vuoden 2019 aikana toteutettiin rullasuksen suunnittelu, mihin kuuluu kiinteänä osana pysty- ja sivuttaisvoimien mittaaminen. Suunnittelutyössä käytettiin FEM-laskentaa. Suksen prototyypin valmistus toteutuu vuoden 2020 aikana. Prototyyppi tullaan voimien osalta testaamaan VTT MIKESin voimanormaalilaitteistolla, mikä antaa tärkeää tietoa kokeellisten ja laskennallisten tulosten luotettavuudesta.



Kuva 7.2. Eurooppalaisen metrologian tutkimusohjelmaan (EMPIR) kuuluvassa MetroWaMet-hankkeessa mm. suunniteltiin ja rakennettiin pieniin vesivirtauksiin soveltuva virtausmittareiden testauslaitteisto. Laitteistossa virtausta säädelään venttiileillä ja referenssinä toimii vaaka. Käytettävä virtausalue on 50 kg/h ... 3000 kg/h.

INNOBIO-hankkeessa VTT MIKES Kajaani kehitti edelleen omaa CFD (laskennallinen virtausdynamiikka) -osaamistaan voidakseen käyttää CFD-laskennassa tehokkaammin vapaan lähdekoodin työkaluja (mm. OpenFOAM®). Haasteena on saada monimutkaisia liikkuvia osia

sisältävät mallit toimimaan laskentaympäristössä. Pidemmän ajan tavoitteena on tuottaa tutkimustuloksia siitä, kuinka hyvin lasketuista malleista saadut tulokset vastaavat empiirisesti mitattuihin tuloksiin.

VTT MIKES Kajaani on ollut mukana myös muissa julkisen tutkimusrahoituksen hankevalmisteluissa, sekä asiakaslähtöisissä tutkimushankkeissa. Näissäkin tutkimuskysymykset ovat liittyneet yksikössä ylläpidettyihin suurealueisiin ja niiden soveltamiseen eri mittauksissa.

## Näkymät 2020-2021

Näkymät vuodelle 2020 ovat lupaavia. Vireillä on uusia tutkimushankkeita, joissa metrologia ja sen soveltaminen ovat merkittävässä osassa. Yhteistyö eri sidosryhmien kanssa on kasvanut edelleen. Myös yhteistyö VTT:n sisällä on kasvanut merkittävästi, mikä tuo etuja myös CEMIS-toimintaan.



Kuva 7.3. HYTELI -hankkeessa suunniteltiin ja toteutettiin vapaan hiihtotyylin rullasuksen prototyyppi, jossa on pysty- ja sivuvoiman mittaaminen.

Yritysten keskuudessa mittausten luotettavuuden merkitys ja tärkeys on kasvanut edelleen. Yrityksille luotettavat mittaukset tuovat laatua, markkina-arvoa ja kilpailuetua. VTT MIKESin Kajaanin yksikön budjetissa jäljitettävyysspalveluiden osuuden odotetaan olevan vahva myös vuonna 2020. Korkeaa metrologista tasoa pidetään yllä osallistumalla kansainvälisiin tutkimus- ja vertailumittaushankkeisiin.

# Jyväskylän yliopiston Vuokatin liikuntateknologian yksikön toiminta

*Vuonna 2019 esille nousseet huippu-urheilun data-analytiikan kansallinen kehitystyö on ohjannut osaltaan toimia myös Vuokatissa, ja data-analytiikan sekä tekoälyn tuomia mahdollisuuksia on alettu ottamaan paremmin haltuun myös CEMIS-yhteistyössä liikuntateknologian sovellusalueilla. Lisäksi vuoden aikana syntynyt kansallinen päätös sijoittaa Vuokatti-Ruka Olympiavalmennuskeskuksen toimintaa Vuokattiin, tulee mahdollistamaan yhä jouhevamman tutkimus- ja kehitystoimien sekä valmennustoiminnan välisen yhteistyön ja uusien menetelmien jalkauttamisen kentän käyttöön.*

## Yleiskatsaus

Vuosien aikana Jyväskylän yliopiston Vuokatin liikuntateknologian yksikkö on erikoistunut kehittämään mittausteknologiaa suorituskyvyn mittaamiseen ja valmennuksen työkaluiksi huippu-urheilun tarpeisiin, etenkin pohjoismaisiin hiihtolajeihin. Kehitettyjä teknologioita on mahdollista viedä myös hyvinvoinnin edistämisen suuntaan – yksi

esimerkki tästä on dynaamisen tasapainon mittausten kehittämisen kehitys ja siihen liittyvä tutkimus, jota on mahdollista hyödyntää tulevaisuudessa fyysisen toimintakyvyn monitorointiin. Kehitystoimia on viety eteenpäin merkittävältä osin yhteistyössä CEMIS-organisaatioiden kanssa.

Merkittävä osa Vuokatin liikuntateknologian yksikön toimintaa



Kuva 8.1. Kuvassa vasemmalta vastaväittäjä prof. Qyvind Sandback (Norja), tuore liikuntatieteiden tohtori Olli Ohtonen sekä väitöstyön ohjaajat prof. Vesa Linnamo ja prof. Stefan Lindinger (Ruotsi). Väitöstilaisuus pidettiin Vuokatissa 29.6.2019.

ovat tutkimus- ja kehityshankkeet, joita toteutetaan yhteistyössä kansallisten ja kansainvälisten kumppaneiden kanssa. Kansallisesti tärkeimpiä yhteistyötahoja ovat olleet CEMIS-kumppanit Oulun yliopisto, Kajaanin ammattikorkeakoulu, VTT-MIKES ja CSC - Tieteen tietotekniikan keskus, Vuokatin Urheiluopisto (Vuokatti Sport), Vuokatti-Ruka urheiluakatemia, Sotkamon kunta, Suomen kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU, Suomen Hiihto- ja Ampumahiihtoliitot sekä Suomen Olympiakomitea.

Vuokatin liikuntateknologian yksikössä työskenteli vuonna 2019 neljätoista henkilöä, joista seitsemän kokoaikaisena. Työntekijöistä kolme työskenteli sekä Jyväskylän yliopistolle että Suomen Hiihtoliitolle, Suomen Ampumahiihtoliitolle, Suomen Olympiakomitealle tai Vuokatti-Ruka Olympiavalmennuskeskukselle. Vuokatin yksikön johtajana toimii professori Vesa Linnamo.

## Koulutus- ja tutkimustoiminta

Kehitystoimien ja hanketoiminnan rinnalla, yksikössä koulutetaan liikuntatieteiden maistereita ja -tohtoreita. Vuoden aikana liikuntatieteiden maisterin tutkinnon suoritti kuusi henkilöä. Yhteensä liikuntateknologian maisteriohjelmasta oli valmistunut vuoden 2019 loppuun mennessä 77 maisteria.

Vuosi 2019 oli ennätysellinen tohtorikoulutuksen osalta, kun työn alla oli jopa yhdeksän väitöskirjaprojektia. Kaksi näistä valmistui kyseisen vuoden aikana: Olli Ohtosen (kuva 8.1); "Biomechanics in cross-country skiing skating technique; measurement techniques of force production and ski properties" sekä Valeria Rosson; "Biomechanics in Paralympic Cross-Country sit-skiing; evidence-based tests for classification". Meneillään olevista väitöskirjatöistä kaikissa hyödynnetään tai tullaan hyödyntämään mittausteknologioita, joita on kehitetty CEMIS-yhteistyössä.

Vuosi oli ennätysellinen myös tutkimustulosten julkaisun näkökulmasta; tieteellisiä alkuperäisartikkeleita Vuokatin tiimi julkaisi 19 kappaletta, joista kaksi oli väitöskirjoja, kaksi kirjan kappaletta ja loput tieteellisiä vertaisarvioituja artikkeleita. Lisäksi yksikössä tuotettiin yhteensä 17 kongressiabstractia. Vuoden 2019 maaliskuussa Vuokatissa järjestetty The 8th International Congress on Science and Skiing (ICSS 2019), toimi osaltaan oivana foorumina tutkimustulosten esittelemiseksi.

## Hanketoiminta

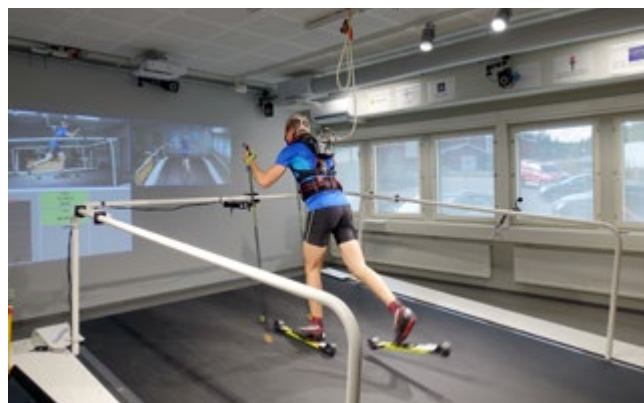
Vuonna 2019 isoimpia käynnissä olevia hankkeita olivat (suluissa päärahoittaja ja kokonaisbudjetti) CEMIS-yhteishanke "Hyvinvoinnin, terveydenhoidon ja liikunnan innovaatioalustat – HYTELI" (Kainuun liitto EAKR, 240 000 €), Urheilijatestistä kansainväliseksi tuotteeksi Vuokatissa" (Kainuun liitto EAKR, n. 310 000€), "Silver Economy and Smart Textiles" (Business Finland, Co-creation, n. 95 000 €) sekä vuoden lopussa käynnistynyt "Liikuntateknologian koulutuspolku urheilijoille" (Pohjois-Pohjanmaan ELY, Kajaani, ESR, n. 390 000 €). Lisäksi yhtä yksikössä toteutettavaa väitöstyötä jatkettiin edelleen Amerin kulttuurisäätiön rahoittamalla kolmevuotisella apurahalla (40 000 €/vuosi).

CEMIS-kehittämissuunnitelman 2019-2020 HYTELI-hankkeessa yksikön toimet keskittyivät hankkeen koordinointiin, sensori-integraatioiden kehittämiseen hiihdon välineisiin ja ampumahiihtoaseeseen. Lisäksi hankkeessa käynnistettiin kehitystoimet data-analytiikan ja tekoälyn menetelmien haltuun ottamiseksi. Sensori-integraatioiden osalta keskityttiin yhteistyössä VTT MIKESin ja KAMKin kanssa rullasuksen 2D-voimanmittaukseen (kuva 8.2) sekä sauvavoima-anturin uuden version rakentamiseen, jossa mittauselektronikka ja langaton node on integroitu sauvakahvan sisään. Automaattista, konenäköön ja hahmontunnistusalgoritmiin perustuva, liikeanalyysia lähdettiin kokeilemaan yhteistyössä JYU:n, CSC:n ja VTT MIKESin kanssa mm. rullahiihdossa ja dynaamisen tasapainon mittaustilanteessa tavoitteena eri nivelkulmien automaattinen laskeminen nopeamman palautteen saamiseksi. Tämän lisäksi hankkeessa keskityttiin propulsiokomponentin (eteenpäin vievä komponentti) määrittämiseen hiihdossa ja kisasimulaatioiden kehitystyöhön yhteistyössä KAMKin kanssa. Propulsiokomponentin parissa tehtävää kehitystyötä tehtiin yhteistyössä yksikössä käynnissä olevan Shuang Zhaon väitöskirjaprojektin kanssa. Sensori-integraatioiden kehitystyö liittyy osaltaan myös tähän työhön, sillä propulsiion määrittäminen vaatii sekä voima- että liikeanalyysidataa.



Kuva 8.2. HYTELI-hankkeessa kehitetty prototyyppi alumiinirunkoisista testirullasuksista, joihin integroidaan voima-anturoinnit pyöräripustuksiin sekä rungon sisään.

Urheilijatestistä kansainväliseksi tuotteeksi Vuokatissa -hankkeessa vietiin edellisissä projekteissa viimeistelyjä teknologioita ja urheilijatestauksen palveluinnovaatioita kohti tuotteistettavia palveluja yhteistyössä Vuokatti Sportin kanssa. Hankkeessa tuotteistamisprosessiin on otettu mukaan mm. valmennuksen palautejärjestelmä Coachtech, uusi hiihtolaboratorioympäristö (kuva 8.3) ja ampumahiihtotestit.



Kuva 8.3. Jyväskylän yliopiston EAKR-rahoituksella rakennettu hiihtolaboratorio Vuokatin Snowpoliksessa.

Silver Economy and Smart Textiles Co-creation -hankkeen tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat ikääntyvälle väestölle olennaisimpia ja edistyskellisimpiä kehonmittausteknologioita ja, miten niitä voidaan hyödyntää monipuolisissa hyvinvointituotteissa ja -palveluissa. Hankkeen teemoja olivat mm. kehonmittausteknologia, liikunta- ja hyvinvointipalvelut sekä puettava elektroniikka, vaatetus ja asusteet. Hankkeen tuloksena syntyi laaja kirjallisuuskatsaus puettavista teknologioista ja älyvaatteista sekä lisäksi markkinakatsaus Happy Textiles -yrityksen toimesta. Hankkeen pohjalta on valmisteltu jatkohanketta Business Finland Co-Innovation hakuun.

Liikuntateknologian koulutuspolku urheilijoille -ESR-hanke käynnistyi loppuvuodesta 2019 yhteistyössä KAMKin kanssa. Hankkeella halutaan vastata alueella todettuun tarpeeseen tarjota tavoitteellisesti urheiluille myös joustavaa urheilu-uraa tukevaa koulutusta. Kehitettävän koulutuksen toimintamallin myötä luodaan kaksoisuraa tukeva koulutuspolku aina toiselta asteelta liikuntateknologian maisteriksi asti. Hanketta valmisteltaessa yhteistyötä ja tarveselvitystä tehtiin mm. Vuokatti-Ruka urheiluakatemia kanssa. Tavoitteena on, että hankkeen päätyttyä 330 opintopisteen koulutuskokonaisuus on osa Jyväskylän yliopiston ja Kajaanin ammattikorkeakoulujen perustoiminta siten, että opiskelijat hakevat molempiin korkeakouluihin samassa haussa tähtäimenä sekä insinööri (AMK) sekä liikuntateknologian maisteritutkinnot.

# CSC:n Kajaanin yksikön toiminta

*Vuonna 2019 käynnistyivät CEMIS-kehittämishojelman uudet HYTELI- ja TÄRY-hankkeet, joihin CSC:n toiminta on keskittynyt. Lisäksi aiemmin käynnistyneen Data-analytiikan kiihdyttämö -hankkeen puitteissa tehty yhteistyö KAMKin kanssa on kuulunut myös CEMIS-toiminnan piiriin. Uusien hankkeiden kautta CSC on syventänyt ja laajentanut ymmärrystään urheilun ja hyvinvoinnin tekoälysovelluksista, sekä päässyt perehtymään teollisen käynnissäpidon analytiikkahaasteisiin.*

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.

Vuoden 2019 aikana toteutettiin merkittäviä päivityksiä ja laajennuksia CSC:n Kajaanin datakeskukseen. Osana opetus- ja kulttuuriministeriön DL2021-hanketta asennettiin ja otettiin käyttöön Puhti-laskentaklusteri, mukaan lukien massiivisiin tekoälysovelluksiin suunnattu PuhtiAI-osio, sekä suurten tietoaaineistojen tallennusjärjestelmä Allas (kuva 9.1). Kajaanin kasvu supertietokoneiden saralla jatkui, kun eurooppalainen yhteistyöelin EuroHPC-tekni päätöksen tulevien maailmanluokan laitteistojen

sijoituksesta (<https://eurohpc-ju.europa.eu>). CSC:n koordinoima LUMI-konsortio osallistui kilpailutukseen ja Kajaani tuli valituksi yhdeksi kolmesta sijoituspaikasta Euroopassa.

CSC:n nykyiset laitteistot Renforsin Rannassa on sijoitettu Varastorakennukseen, jossa sijaitsee myös Kajaanin toimisto. LUMI-supertietokoneen myötä toimisto laajenee Rata-kiinteistöön ja itse LUMI-supertietokone tullaan sijoittamaan Kone-kiinteistöön. 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. Yrityskäytön valmistelu ja tietoisuuden kasvattaminen alkoi vuonna 2019 ja tähän työhön myös CEMIS on tarjonnut erinomaisen väylän.



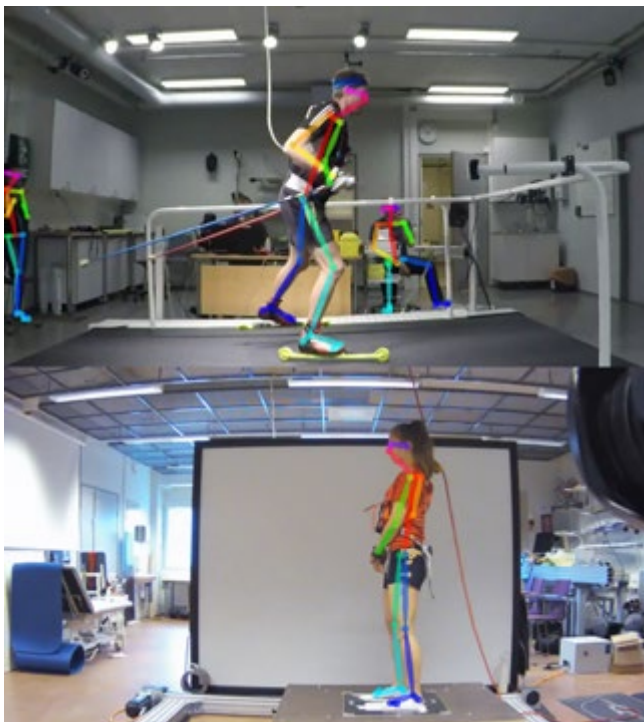
Kuva 9.1. Kansallisten Puhti-supertietokoneen ja Allas-datanhallintaympäristön avajaiset pidettiin Kajaanissa 23.9.2019 CSC:n datakeskuksessa. Avajaisseremoniassa mukana olivat mm. Intelin Nash Palaniswamy (General Manager for AI and HPC Solutions), Atosin Agnes Boudot (Senior Vice President, Head of HPC & Quantum), opetus- ja kulttuuriministeriön johtaja Erja Heikkinen ja CSC:n toimitusjohtaja Kimmo Koski.

## Urheilun ja liikunnan konenäkösovellukset

CSC:n osalta HYTELI-hankkeessa on keskitytty kuvapohjaisen asentomallinnuksen (human pose estimation) soveltamiseen erilaisiin liikuntatieteen tarpeisiin (kuva 9.2). Uusien neuroverkkoalgoritmien (esimerkiksi AlphaPose) myötä tavallisen kamerasiilan tai älypuhelimien videokuvaan perustuvan asentomallinnuksen luotettavuus ja tarkkuus ovat parantuneet huomattavasti, ja kuvapohjaista asentomallinnusta voidaan nykyään soveltaa moniin sellaisiin käyttötarkoituksiin, joihin aikaisemmin tarvittiin monimutkaista ja kallista liikkeenkaappauslaitteistoa (motion capture system).

HYTELI-hankkeessa asentomallinnusta on kehitetty testihenkilön asennon seurantaan Vuokatissa kehitettyyn dynaamisen tasapainon testiin. Kamerapohjainen asentomallinnus mahdollistaisi tasapainotestin käytön huomattavasti joustavammin ja kustannustehokkaammin kuin liikkeenkaappauslaitteistoa hyödyntämällä.

Asentomallinnusta on sovellettu myös hiihtoasemasovellukselle hiihtäjän vartalon asennon ja liikkeen määrittämiseksi. Tämän perusteella voidaan esimerkiksi laskea hiihtäjän massakeskipiste, joka on tärkeä muuttuja hiihtäjän voimantuoton analysoinnissa. Asentomallinnusta on hyödynnetty myös aiemmassa LIIKUTPA-hankkeessa kehitetyssä sovelluksessa hiihtäjän sauvakulman automaattiseen määrittämiseen.



Kuva 9.2. CSC jatkokehitti HYTELI-hankkeessa urheilijan asentomallinnuksen (human pose estimation) hyödyntämistä dynaamisen tasapainon testissä ja mattohiihdossa.

## 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 2019 aikana CSC tuki KAMKin henkilöstöä analytiikkaosaamisen kehittämistä ja teollisuusyhteistyön rakentamisessa. Hankkeessa toteutetaan vaatimuudeltaan kasvavia analytiikan pilottiprojekteja, joiden avulla rakennetaan yhteistä ymmärrystä analytiikan mahdollisuuksista käynnissäpidossa, sekä opetushenkilökunnan, osallistuvien yritysten että lopulta opiskelijoiden parissa.

## Analytiikan käyttöönoton vauhdittamista yrityskentässä

CSC koordinoi KAMKin kanssa yhteistä Data-analytiikan kiihdyttämö -hanketta, jossa tuettiin alueen yrityksiä analytiikan käyttöönotossa. Vuosi 2019 oli aktiivisen yritysyritysyrityksen vuosi. Silloin käynnistettiin työpajatoiminta, jossa yrityksiä johdatettiin analytiikan mahdollisuuksiin askel kerrallaan teemaan syventyen. Vuoden kuluessa hankkeen toiminnassa oli mukana 12 kohdeyritystä. Lisäksi hankkeen yhteiskumppaniyritysten kanssa ryhdyttiin toteuttamaan pilottiprojekteja, joiden avulla edettiin syvemmällä yhden yrityksen analytiikan haasteisiin. Pilottiprojekteista vuoden aikana edistyi erityisesti Loiste Sähköverkkojen kanssa toteutettu kunnossapitoon liittyvä hanke.

Syksyllä 2019 aikana käynnistyi myös KAMKin uusi ainutlaatuinen tekoälyn koulutusohjelma. Data-analytiikan kiihdyttämö -hanke teki yhteistyötä koulutusohjelman kanssa ja pyrkii kytkemään ohjelman opiskelijoita sekä paikallisia yrityksiä yhteen esimerkiksi tunnistamalla mahdollisia harjoitustyöprojekteja ja tukemalla niiden toteutusta.

# Julkaisut

*CEMISin tuloksina vuonna 2019 syntyi yhteensä 38 kansainvälistä tieteellistä, vertaisarvioitua julkaisua ja 36 ammatti- ja konferenssijulkaisua. Lisäksi CEMISissä tuotettiin 2 väitöskirjaa, 7 pro gradu -työtä, 9 ylempää AMK-tutkintoa sekä 85 insinöörityötä ja tradenomityötä.*

## Väitökset

Ohtonen, Olli (2019) Biomechanics in cross-country skiing skating technique and measurement techniques of force production Ph.D thesis. University of Jyväskylä, 76 p. JYU Dissertations. ISSN 2489-9003; 97) ISBN 978-951-39-7797-9 (väitöstilaisuus 29.6.2019)

Rosso, Valeria (2019) Biomechanics in Paralympic Cross-Country sit skiing: Evidence-based tests for classification. Ph.D thesis. Politecnico di Torino. University of Jyväskylä, 96 p. (JYU Dissertations ISSN 2489-9003; 101) ISBN 978-951-39-7807-5ä (väitöstilaisuus 22.7.2019)

## Diplomityöt ja pro-gradu tutkielmat

Natunen, Elli (2019) Ponnistuksen kontaktiajan merkitys hyppykorkeuteen ja alaraajojen nivelkulman laajuuteen joukkuevoimistelun lajihypyssä. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, valmennus- ja testausopin pro-gradu tutkielma, 65 sivua, 2 liitettä

Korhonen, Pietu E. A. (2019). Ylävartalon maksimivoimaharjoittelun vaikutus tasatyön suorituskykyyn nuorilla naishihtäjillä. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, Pro gradu – tutkielma, 48 s.

Koskinen, Timo (2019). Motoristen yksiköiden erottelu matemaattisilla luokittelumenetelmillä differentiaalisesta elektromyografiasta. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, biomekaniikan pro gradu-tutkielma, 71 s.

Kiljunen, Topi (2019) Eri toimintaperiaatteen mukaisien perinteisen hiihdon suksien pito- ja luisto-ominaisuuksien vertailu. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, biomekaniikan pro gradu -tutkielma, 92 s. 1 liite.

Multasuo, Jukka-Pekka (2019) Inertiamittalaitteen käyttö uintimittarina: menetelmän kehitys ja uinnin päivittäisvalmennukseen soveltuvuuden testaaminen. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Biomekaniikan pro gradu – tutkielma, 74 s., 7 liitettä.

Kleine, Justus (2019) Rakennusmateriaalien vaimennusmittaukset 28 GHz:n taajuudella. Oulun yliopisto, Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan tutkintoohjelma. Kandidaatintyö, 29 s

Valta, Art (2019) Estimation of moisture content in granular material derived from softwood. Oulun Yliopisto, prosessitekniikka. Diplomityö, 103 s.

## Tieteelliset julkaisut

Rosso V., Linnamo V., Rapp W., Lindinger S., Karczewska-Lindinger M., Vanlandewijck Y., Gastaldi L. (2019) Simulated skiing as a measurement tool for performance in cross-country sit skiing. Journal of Sports Engineering and Technology, <https://doi.org/10.1177/1754337119843415>

Salonen M., Huovinen J., Kyröläinen H., Piirainen JM., Vaara JP. (2019) Neuromuscular performance and hormonal profile during military training and subsequent recovery period, Military Medicine, 1;184(3-4):e113-e119. doi: 10.1093/milmed/usy176

Matomäki P., Linnamo V., Kyröläinen H. (2019) Comparison of methodological approaches to measuring cycling mechanical efficiency. Sports Medicine - Open, 5:23, doi.org/10.1186/s40798-019-0196-x

Kinnunen JV., Piitulainen H., Piirainen JM. (2019) Neuromuscular adaptations to short-term high-intensity interval training in female ice hockey players. J Strength Cond Res. 33(2):479-485. doi: 10.1519/JSC.0000000000001881

Piirainen JM., Rautio T., Tanskanen-Tervo M. M., Kyröläinen H., Huovinen J., Linnamo V. (2019) Effects of 10 weeks of military training on neuromuscular function in non-overreached and overreached conscripts. J Electromyogr. Kinesiol. 47, 43-48. doi:10.1016/j.jelekin.2019.05.008

Ala-Kitula A., Peltonen J., Finni T., Linnamo V. (2019) Physical activity on days with and without soccer practice in 12-13-year-old boys. Science and Medicine in Football, 3 (3): 245-250, DOI: 10.1080/24733938.2018.1562276

Rantalainen T., Pirkola H., Karavirta L., Rantanen T., Linnamo V. (2019). Reliability and concurrent validity of spatiotemporal stride characteristics measured with an ankle-worn sensor among older individuals. Gait and Posture, 74, 33-39. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.08.006

Mujika I., Taipale RS. (2019) (ahead of print) Sport Science on Women, Women in Sport Science. International Journal on Sports Physiology and Performance. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0514>

Taipale, R.S., Gagnon, S.S., Ahtiainen, J.P., Häkkinen, K., Kyröläinen, H. and Nindl, B.C. (2019). Active recovery shows favorable IGF-I and IGF binding protein responses following heavy resistance exercise compared to passive recovery. Growth Hormone & IGF Research. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096637419300425>

Salo K., Piirainen JM., Tanskanen M., Kyröläinen H., Huovinen J., Linnamo V. (2019) Effects of military basic training on VO2max, body

- composition, muscle strength and neural responses in conscripts of different aerobic condition. *Biomedical Human Kinetics*, 11(20): 167-174, doi.org/10.2478/bhk-2019-0023
- Takeda M., Miyamoto N., Endoh T., Ohtonen O., Lindinger S., Linnamo V., Stöggl T. (2019) Cross-country skiing analysis and ski technique detection by high precision kinematic global navigation satellite system. *Sensors*, Nov; 19(22): 4947. doi: 10.3390/s19224947
- Taipale RS\*, Ihalainen JK\*, Jones PJ, Mero A, Häkkinen K, Kyröläinen H (2019) Cold-water immersion combined with active recovery is equally as effective as active recovery during 10-weeks of high-intensity combined strength and endurance training in men. *Biomedical Human Kinetics*, 11(1): 189-192, doi.org/10.2478/bhk-2019-0026 \*equal contribution
- Hakkarainen A. ja Piirainen J. (2019) Biomekaniikan mittaustekniikka on mullistunut 30 vuodessa. *Liikunta & Tiede*. 56(6): 24-26.
- Taipale R. ja Ihalainen J. (2019) Kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn vaikutus suorituskykyyn ja harjoitteluun. *Liikunta & Tiede*. 56(6):35-38.
- Taipale R. (2019) Naiset ovat miehiä pienempiä, mutta eivät ole pieniä miehiä. *Liikunta & Tiede*. 56(6):45-46.
- Karczewska-Lindinger M., Hakkarainen A., Linnamo V., Lindinger S. (2019) Eds. Book of Abstracts, 8th International Congress on Science and Skiing, March 11-15, 2019, Vuokatti Finland. ISBN 978-951-39-7683-5
- Miyamoto N., Takeda M., Morimoto T., Miura R., Hatakeyama N., Miyamoto A., Hariyama M., Stöggl T., Ohtonen O., Lemmettylä T, Linnamo V., Lindinger S. (2019) Race course profiling of the cross country ski using kinematic GNSS. *Proceedings of the 2018 Symposium on sports and human dynamics, Japan Society of Mechanical Engineers*, DOI: 10.1299/jsmeshd.2018.C-31
- Maldonado, Susanna Llado; Panjan, Peter; Sun, Shiwen; Rasch, Detlev; Sesay, Adama M.; Mayr, Torsten; Krull, Rainer (2019) A fully online sensor-equipped, disposable multiphase microbioreactor as a screening platform for biotechnological applications, *Biotechnology and bioengineering*, 116, 65-75.
- Maldonado, S. Llado; Krull, J.; Rasch, D.; Panjan, P.; Sesay, A. M.; Marques, M. P. C.; Szita, N.; Krull, R. (2019) Application of a multiphase microreactor chemostat for the determination of reaction kinetics of *Staphylococcus carnosus*, *Bioprocess and biosystems engineering*, 42, 953-961.
- Kaikkonen, Ville A.; Molkoselkä, Eero O.; Mäkynen, Anssi J. (2019) Droplet Size Distribution and Liquid Water Content Monitoring in Icing Conditions with the ICEMET Sensor, *Proceedings – Int. Workshop on Atmospheric Icing of Structures (IWAIS 2019)*. June 23-28, Reykjavik, Iceland, 1-5.
- Niskanen, Ilpo; Lauri, Janne; Rätty, Jukka; Heikkilä, Rauno; Liimatainen, Henriikki; Hashimoto, Taro; Fabritius, Tapio; Zhang, Kaitao; Yokota, Masayuki (2019) Monitoring drying process of varnish by immersion solid matching method. *Progress in organic coatings* 2019, 136, 105299.
- Peiponen, Kai-Erik; Rätty, Jukka; Ishaq, Umair; Pelisset, Segolene; Ali, Rizwan (2019) Outlook on optical identification of micro- and nanoplastics in aquatic environments. *Chemosphere* 2019, 214, 424-429.
- Kolli, Satish; Ferancova, Adriana; Porter, David; Kömi, Jukka (2019) Study of intergranular corrosion in austenitic stainless steels using electrochemical impedance spectroscopy. *International journal of chemical and biomolecular science* 2019,13 (4), 165-168.
- Kutuniva J., Mäkinen J., Kauppila J., Karppinen A., Hellsten S., Luukkonen T., Lassi U. (2019). Geopolymers as active capping materials for in situ remediation of metal(loid)-contaminated lake sediments. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 7. 102852. DOI: 10.1016/j.jece.2018.102852
- Korhonen, Tanja (2019) Development of a serious game as a method to support youth work: a case study. *Proceedings of the 3rd International GamiFIN Conference*.
- Laatikainen, Outi (2019) Stakeholder participation in sulphate monitoring in Lake Nuasjärvi, Finland. *Mine Water: Technological and ecological challenges*, July 15-19, Perm, Russia 2019.
- Luukkonen, Tero (2019) Application of alkali-activated materials for water and wastewater treatment : a review. *Reviews in Environmental Science and Bio*.
- Samarina, T., Takaluoma, E. (2019) Metakaolin-based geopolymers for removal of ammonium from municipal wastewater. *Proceedings Congress on New Technologies*.
- Samarina, T., Takaluoma, E. (2019) Simultaneous removal of nutrients by geopolymers made from industrial by-products. *Proceedings Congress on New Technologies*.
- Sarkkinen, Minna (2019) Decision support framework for solid waste management based on sustainability criteria : a case study of tailings pond cover system. *Journal of Cleaner Production*.
- Sarkkinen, Minna (2019) Efficiency of MgO activated GGBFS and OPC in the stabilization of highly sulfidic mine tailings. *Journal of Sustainable Mining*.
- Sarkkinen, Minna (2019) Enhanced binder efficiency through waste based composites applied for road stabilization. *International Waste Management and Landfill Symposium Proceedings*.
- Sarkkinen, Minna (2019) Modification of alkali activated blast furnace slag for pothole repairs. *MATEC Web of Conference* 2019.
- Sarkkinen, Minna (2019) Recycling of automotive shredder residue (ASR) waste in concrete for environmental and infrastructure construction applications. *International Waste Management and Landfill Symposium Proceedings*.
- Takaluoma, Esther (2019) Applicability of solid process residues as sorbents for the treatment of industrial wastewaters. *Journal of Cleaner production*.
- Ala-Hiiri, J. ja Koponen, P. (2019) Preparation of the VTT's 1.1 MN hydraulic amplification machine for the modernization of the control system. *IMEKO 23rd TC3, 13th TC5 and 4th TC22 International Conference* 30.5.-1.6.2017, Helsinki, Finland.



# Yhteystiedot

## CEMIS

*Centre for Measurement and Information Systems*

### CEMIS

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



### Mikko Kerttula

*Johtaja*

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

Puh. +358 44 7157 095  
mikko.kerttula@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



### Petri Koponen

*Ryhmäpäällikkö*

VTT MIKES, Kajaani  
Tehdaskatu 15, Puristamo 9P19  
87100 KAJAANI

Puh. +358 40 660 9709  
petri.koponen@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 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](mailto:info@cemis.fi).*





# CEMIS

*Centre for Measurement and Information Systems*

Your reliable partner in research,  
development and innovation

*www.cemis.fi*

CEMISin toimintaa tukevat



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

