

Mehaanika ja tööstustehnika instituut
Department of Mechanical and Industrial Engineering

Teadus- ja arendustegevuse aruanne

2019

Kristo Karjust

kristo.karjust@ttu.ee, +372 620 3260

Tallinn,
2020

1. Struktuuriüksuse struktuur 2019. a

Mehaanika ja tööstustehnika instituut
Department of Mechanical and Industrial Engineering

Instituudi töötajate arv on 91, kellest vanemlektoreid 4, lektoreid 6, assistente 1, tennuri-professoreid 7, professoreid 4, kaasatud professoreid 1, dotsente 1, doktorant-nooremteadureid 3, järel doktor-teadureid 3, nooremteadureid, teadureid 8, vanemteadureid 14, juhiabi 1, insenere 18, insener-tarkvaraarendaja 2, tarkvarainsenere 1, metroloogiainsenere 1, spetsialiste 2, õppeinfosüsteemi spetsialiste 1, projekti ja õppeinfosüsteemi spetsialiste 1, peaspetsialiste 3, täiendusõppe spetsialiste 2, ettevõtlusspetsialiste 1 ja tehnikuid 4.

Instituudi struktuuri kuuluvad: tarkade tootmistehnoloogiate ja robotika teaduskeskus; materjalitehnika teaduskeskus; logistika ja transpordi teaduskeskus; mehaanika ja metroloogia katselabor; Eesti inseneripedagoogika keskus.

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad/ The Department conducts research within next research groups:

- Automatiseeritud tootmissüsteemide, reaajas monitooringu ja tehisintellektil põhinevate mudelite uurimisrühm/ Automated Production Systems and Real-Time Monitoring and AI Models Research Group
- Autonoomsete sõidukite uurimisrühm/ Autonomous Vehicles Research Group
- Innovatiivsete materjalide tööstuslike rakenduste uurimisrühm/ Innovative Materials for Industrial Applications Research Group
- Kihtlisandustehnoloogiate uurimisrühm/ Additive Manufacturing Technologies Research Group
- Kulumiskindlate komposiitide ja pinnete uurimisrühm/ Wear Resistant Composites and Coatings Research Group
- Kõrgtehnoloogiliste konstruktsioonide ja toodete uurimisrühm/ Advanced Structures and Products Research Group
- Logistika ja transpordi uurimisgrupp/ Research Group of Logistics and Transport
- Nutika tootmise uurimisrühm/ Smart Industry Research Group

2. Uurimisrühmade tutvustus TalTech T&A 2019. aasta kogumiku koostamiseks

2.1. AUTOMATISEERITUD TOOTMISSÜSTEEMIDE, REAALAJAS MONITOOINGU JA TEHISINTELLEKTIL PÕHINEVATE MUDELITE UURIMISRÜHM

Automated Production Systems and Real-Time Monitoring and AI Models Research Group

Uurimisrühma juht

Kristo Karjust, dotsent, kristo.karjust@taltech.ee, tel 620 3260

Uurimisrühm

Aigar Hermaste (lektor), Jüri Riives (professor), Priit Põdra (vanemlektor), Kaarel Kruuser (doktorant), Pavel Tšukrejev (doktorant), Heiko Pikner (doktorant), Allan Aari (insener), Riho Uusjärv (insener), Margus Müür (insener), Kashif Mahmood (insener), Tõnis Raamets (insener)

Võtmesõnad

Tootmise korraldussüsteem (MES), Tootmise monitooring, tootmise optimeerimine, reaajas informatsioon, juhtmevaba andurvõrk, ennetav hooldus, tehisintellekt tootmises

Manufacturing Execution System (MES), Production Monitoring, Production Optimisation, Real Time information, Wireless Sensor Network, Predictive Maintenance, Artificial Intelligent in Production

Uurimisrühma kompetents

Tootmise monitooringu ja prognoosimise süsteemi eesmärgiks on tööpinkide ja seadmete hõivatuse ja koormatavuse jälgimine reaajas. Süsteem toob välja tööpingi tööajad, seisakud ja tootlikkuse valitud ajaperioodil ning aitab leida tootmisliini kitsaskohti ja pudelikaelu. Süsteem võimaldab ka prognoosida seadmete, komponentide ja kasutatavate tööriistade tööiga läbi ennetava hoolduse soovitusi. Lisaks tootmise reaajas jälgimisele arendatakse ka ennetava hoolduse süsteemi, mis kergendab hooldustöötajate tööd läbi detailse seadmete ja komponentide ülevaate ja analüüsi erinevate tööpinkide varuosadest ja komponentidest ning nende reaalsest ja prognoositavast elueast, mis võimaldab ettevõtetel hoida kokku hoolduskuludelt ja suurendada tootmiseseadmete tootlikkust.

The main objective of the research is to study and develop a Production Monitoring System (PMS) with Predictive functionality that operates in near real time, focusing on SMEs. The main activities of the research are: development of PMS concept; system prototyping; model predictive control development. The advanced Production Monitoring and Prediction System is detecting, measuring and monitoring the variables, events and situations which affect the performance and reliability of manufacturing systems and processes. Efficient, real-time feed of information for production control and monitoring includes data acquisition about state of equipment, production orders, flow of materials, quality of products, process data and other necessary data which are used for making the proper and optimised decisions, regarding manufacturing planning, improved use of available resources, planning of equipment maintenance etc.

Projektid:

- F15027 "Tarkade tootmis- ja materjalitehnoloogiate arenduskeskus (1.09.2015–31.12.2022)", Kristo Karjust, Tallinna Tehnikaülikool, Mehaanikateaduskond, Mehaanika ja tööstustehnika instituut.
- VIR19004 "Innovatsiooni raamistik väljakutsetele orienteeritud intelligentsele tootmisele (INforM) (1.01.2019–1.07.2021)", Kristo Karjust, Tallinna Tehnikaülikool, Inseneriteaduskond, Mehaanika ja tööstustehnika instituut.
- VE19030 "Autonoomsed liikur-robotid Kulinaaria OÜ sise-logistika lahenduse jaoks (1.03.2019–31.12.2019)", Kristo Karjust, Tallinna Tehnikaülikool, Inseneriteaduskond, Mehaanika ja tööstustehnika instituut.
- VIR16048 "Nutika transpordilogistika arendus (1.09.2016–31.08.2019)", Kati Kõrbe Kaare, Tallinna Tehnikaülikool, Mehaanikateaduskond, Mehaanika ja tööstustehnika instituut.

- AR16077 "Nutika tootmise tuumiktaristu (1.01.2017–30.06.2019)", Tauno Otto, Tallinna Tehnikaülikool, Mehaanikateaduskond, Mehaanika ja tööstustehnika instituut, Tootmistehnika õppetool.
- LEP19001 "Tootmisprotsessi analüüs ja optimeerimine Kulinaaria AS'is (7.01.2019–31.05.2019)", Kristo Karjust, Tallinna Tehnikaülikool, Inseneriteaduskond, Mehaanika ja tööstustehnika instituut

Teadustegevuste tulemused

Valitud publikatsioonid

- Kaganski, S.; Eerme, M.; Tungal, E. (2019). Optimization of enterprise analysis model for KPI selection. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 68 (4), 371–375.
- Karjust, K.; Kruuser, K.; Tšukrejev, P. (2019). Production monitoring system development for manufacturing processes of photovoltaic modules. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 68 (4), 401–406.10.3176/proc.2019.4.09.
- Kangru, T.; Riives, J.; Mahmood, K.; Otto, T. (2019). Suitability analysis of using industrial robots in manufacturing. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 68 (4), 383–388.10.3176/proc.2019.4.06 .
- Mahmood, K.; Karaulova, T.; Otto, T.; Shevtshenko, E. (2019). Development of cyber-physical production systems based on modelling technologies. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 68 (4), 348–355.10.3176/proc.2019.4.02.
- Shevtshenko, Eduard; Karaulova, Tatjana; Igavens, Maris; Strods, Gunars; Tandzegolskiene, Ilona; Tutlys, Vidmantas; Mahmood, Kashif. (2019). Innovative methods of engineering education popularization at schools. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 68 (4), 356–363.10.3176/proc.2019.4.01.

Tegevusvaldkond

2.3 Mehaanika / masinaehitus/ Mechanical engineering

2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika/ Electrical engineering, electronic engineering, information engineering

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga

Targad ja energiatõhusad keskkonnad; Usaldusväärsed IT lahendused

Täiendav info

Rakendus on TRL4-5 faasis ning kasutuses erinevates Eesti ettevõtetes (Flexa Eesti, Chemi-Pharm, Multipakend, Halver Mööbel, Hyrles, Tarmeko LPD, Tarmeko Spoon, Trives jne.)

2.2. AUTONOOMSETE SÕIDUKITE UURIMISRÜHM

Autonomous Vehicles Research Group

Uurimisrühm

Autonoomsete sõidukite uurimisrühm/ Autonomous Vehicles Research Group

Uurimisrühma juht

Raivo Sell, vanemteadur, raivo.sell@taltech.ee 6203268

Uurimisrühm

Andres Petritšenko, Martinš Šarkans, Margus Müür, Vladimir Kuts, Kaimo Sonk

Doktorandid: Ehsan Malayjerdi, Heiko Pikner, Martin Jürise, Mohsen Malayjerdi

Mitteakadeemilised panustajad: Yevhen Bondarenko, Timothy Rähmonen

Võtmesõnad

Isejuhtivad sõidukid, robotika, tehisintellekt, autonoomsed süsteemid, droonid
Self-driving vehicles, robotics, artificial intelligence, autonomous systems, drones

Uurimisrühma kompetents

Autonoomsete süsteemide komplekse täislahenduse arendus ja uurimistöö, sh lokalisatsioon ja navigatsioon, missiooni planeerimine, sensorika, tehisintellekt, elektromehaanika, juhtimine, simulatsioonid ja masinägamine.

Nimetatud temaatika rakendatakse täismöödu isejuhtivate sõidukite, mobiilsete robotite, tööstuslike logistikarobotite ja droonide arenduses ja väljatöötluses.

Development and research on complex autonomous systems, including localization, navigation, mission planning, sensorics, artificial intelligence, electro-mechanics, control, simulation and machine vision.

Topics are applied to the full range of autonomous system, in particular to self-driving vehicles, mobile robots, industrial logistics robots and drones.

Projektid:

- VFP19031EM H2020 FinEst Twins grant nr 856602
- LEP19064 Future Automated Bus Urban Level Operation System
- NSP LEP19009 ATM measurement methodology
- NSP LEP18082EM Applied research on system of sensors and software algorithms for safety and driver assistance on remotely operated ground vehicles for off-road applications
- SS419 Self-driving vehicle - ISEAUTO
- VERT16050 Innovative Open Education on IoT: improving higher education for European digital global competitiveness

Artiklid:

- Sell, R.; Rassõlkin, A.; Wang, R.; Otto, T. (2019). Integration of autonomous vehicles and Industry 4.0. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 68 (4), 389–394.10.3176/proc.2019.4.07.
- Väljaots, E.; Sell, R. (2019). Energy efficiency profiles for unmanned ground vehicles. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 68 (1), 55–65.10.3176/proc.2019.1.04.
- Sell, R.; Väljaots, E.; Pataraja, T.; Malayjerdi, E. (2019). Modular smart control system architecture for the mobile robot platform. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 68 (4), 395–400.10.3176/proc.2019.4.08.
- Razdan, R.; Lumina, J.; Balachandran, A.; Cheng, C.; Sreenivas, S.; Fernando, X.; Taiber, J.; Kalia, A.; Keel, N.; Zuby, D.; Krishnan, K.; Langer, D.; Sell, R. (2019). Unsettled Technology Areas in Autonomous Vehicle Test and Validation. SAE Technical Paper Series.10.4271/EPR2019001.

Teadustegevuste tulemused

Eesti esimene isejuhtiv sõiduk – ISEAUTO; iot-open.eu Õppematerjal, raamat, kauglaborid

Tegevusvaldkond

2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika / Electrical engineering, electronic engineering, information engineering

2.3 Mehaanika / masinaehitus / Mechanical Engineering

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga

Targad ja energiatõhusad keskkonnad; Usaldusväärsed IT lahendused

Täiendav info

Uurimisrühma liikmete riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel olulised tunnustused 2019. aastal: BAFF stipendium teadustöök USAs „Accelerating the Benefits of Autonomous Technology in Europe“

Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös 2019. aastal: Autoware Foundation membership
Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:
uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (viited projektidele, lepingutele, uudistele vms);

- Eesti esimene isejuhtiva auto – ISEAUTO <http://iseauto.taltech.ee>
- Logistikarobot Eesti tööstusettevõttele: <https://www.tallinnatv.eu/klipp/16369/27112019-taltech-robot-muudab-tootmislogistika-tulevikus-efektiivsemaks> kus käimasolevate projektide/lepingute tulemusi (väljatöötatud tehnoloogiat, uudseid lahendusi ja kompetentse) saab rakendada.
- Eesti tööstuse digitaliseerimises ja robotiseerimises (logistika robot)
- Rahvusvaheliselt autonoomsete sõidukite ja targa linna lahendustes

2.3. INNOVATIIVSETE MATERJALIDE TÖÖSTUSLIKE RAKENDUSTE UURIMISRÜHM **Innovative Materials for Industrial Applications Research Group**

Uurimisrühm

Innovatiivsete materjalide tööstuslike rakenduste uurimisrühm
Innovative Materials for Industrial Applications Research Group

Uurimisrühma juht

Irina Hussainova, professor, irina.hussainova@taltech.ee

Uurimisrühm

Roman Ivanov, Maksim Antonov, Sofiya Aydynyan, Dmitri Goljandin, Mart Viljus, Fjodor Sergejev, Rainer Traksmäa

Järel doktorid: Rocío Rojas Hernandez

Doktorandid: Tatevik Minasyan, Le Liu, Nikhil Kamboj, Ali Saffar Shamshirgar, Rahul Kumar, Mansure Rezapourian; Ramin Rahmani; Dmitri Gomon

Võtmesõnad

Keraamika, Komposiitmaterjalid, Multifunktsionaalsed struktuurid, Grafeen, Plasmasädepaagutuse ja kihtlisandustehnoloogia, Mesoporsed komposiidid, Märg-põlemise meetod, Pulbrid, Mikrostruktuur, Kõrgtemperatuurised materjalid, Bio-inspireeritud materjalid; Pulbermetallurgia, Kulumiskindlus, Korrosioonikindlus

Ceramics; Composites; Multifunctional structures; Bio-inspired materials; Tribology; Recycling; High temperature materials; Chemical vapour deposition; Self-propagating high temperature synthesis; Microstructural analysis; Mechanical testing; Additive manufacturing; Spark Plasma sintering

Uurimisrühma kompetents

Uurimisgrupp keskendub kolmele omavahel seotud uurimissuunale : (a) hierarhiliselt struktureeritud multifunktsionaalsed komposiidid, sealhulgas elektrijuhtivusega keraamilised materjalid; anisotroopsed keraamika- põhised funktsionaalgradientmaterjalid; hierarhiliselt struktureeritud komposiidid; bioloogiliselt inspireeritud konstruktsioonmaterjalid; mesoporsed materjalid; keraamilised nanokiud; grafeenitud nanokiududega komposiitmaterjalid; keraamilised membraanid; (b) kõrgtemperatuurised tribo-komposiidid, (c) keraamika- baasil pulbrid selektiivseks laserpaagutamiseks (SLS) kihtlisandustehnoloogias sealhulgas gradientstruktureeritud pulbrid ja komposiitpulbrid keraamika-põhiste komposiitide selektiivseks laserpaagutamiseks; iselevikõrgtemperatuurisüntees (SHS); mehaaniline legerimine; funktsionaliseerimine; termotöötlus.

The research is broadly subdivided into 4 interconnected directions: (a) bio-inspired multi-functional composites; (b) high-temperature damage-tolerant composites; (c) powders for SLS of composites and AM of complex-shaped composites; and (d) recycling.

Our group is comprising of several laboratories: The Laboratory of Self-propagating High temperature Synthesis (SHS) is dealing with preparation of powders, mostly ceramic based composite powders. The Lab of Chemical Vapor Deposition is specialized on functionalization by carbon. The group shares Powder Metallurgy and Additive Manufacturing Laboratories focusing on spark plasma sintering and selective laser sintering. The Laboratory of Tribology and Materials Testing is only place in Estonia where materials can be tested under most of tribological conditions. The Laboratory of Disintegrator Technology is working with the combined systems of impact grinding and separation based on disintegrator mills.

The team has several invents and outstanding internationally recognized results. For the first time, the process of controllable deposition of carbon with tailored morphology and in situ self-assembly of graphene was developed. A material for a highly stable electro-catalyst support was offered. For the first time, the graphene encapsulated hybrid nanofibers were used as fillers for electroconductive ceramics. 3D customized scaffolds capable to mimic a native extracellular matrix were developed and prototyped. The sensors for ultra-sensitive and simultaneous determination of dopamine, uric acid and ascorbic acid were developed. Novel approach of template-assisted wet-combustion synthesis was developed and exploited for functionalization of substrates for catalysts.

Teadustegevuste tulemused

Viimaste aastate väljapaistvad teadustulemused

- töötatud üheastmeline katalüsaatoriteta protseduur, millega iseorganiseeruvate nanokiudude võrgustiku pinnale keemiliselt aurufaasist sadestatakse (CVD method) nanostruktuurne süsinik.
- pakutud kõrge ja stabiilse elektrolüütilise võimekusega, muudetava grafeenstruktuuri tihedusega materjal.
- arendatud elektrijuhtivusega hübriidsete, grafeenpindega kiudarmeeritud keraamilised komposiitmaterjalid.
- arendatud anisotroopne funktsionaalne keraamika spetsiifiliseks kasutuseks õhuruumis, nutikates seadmetes ja robotikas
- võeti kasutusele uudne lähenemine märg-iselevikõrgtemperatuursünteesile rakendamaks seda mesopoorsete, kiulise struktuuriga substraatide funktsionaliseerimiseks metalsete nanoosakestega.
- Arendatud keraamika baasil komposiitmaterjalide kihtlisandustehnoloogia

Valitud projektid:

- Development of novel core-shell structured luminescent materials. (Archimedes, 2018–2020)
- Combustion synthesized new materials for additive manufacturing (Archimedes, 2017–2019)
- Nanonet of ceramic fibers with targeted functionalities (Estonian Science Foundation, Personal grant to I. Hussainova, PUT 1063, 2016 – 2019)
- Multi-scale structured ceramic-based composites for extreme applications (Targeted financing of Estonian Ministry of Education and Research, IUT19-29, 2014-2019)
- Combustion synthesized new materials for the additive manufacturing (Estonian Science Foundation, Personal grant to S. Aydinyan PSG220, 2019-2022)

The 2 years' outcomes:

- *Method for producing nanofibers composites by combustion techniques*
- *Composite shielding material and process*
- *Method for producing rhombohedral FeAlO₃ nanofibers*
- *Catalyst, method of producing thereof for oxidative conversion of hydrocarbons and hydrogenation of carbon oxides*
- *Self-aligned graphene-augmented fibrous scaffolds for bio-applications*
- *Functionally graded mechanical properties, electro- and thermo-conductivity in ceramics*
- *Combustion synthesis of Si₃N₄, MoSi₂ and TiB₂ based complex structures and SLS thereof*

- *Deposition of nanoparticles on mesoporous substrate by wet-combustion technology*
- *Highly selective sensors for simultaneous determination of epinephrine, acetaminophen and tryptophan; and dopamine, uric and ascorbic acids*
- *Novel approach to fabricate nitrides by SLM*
- *Spark plasma sintering of ultra-high temperature materials*
- *Hierarchically structured ceramics reinforced by hybrid nanofibers*

Projects:

- *Development of novel core-shell structured luminescent materials (Archimedes, 2018–2020)*
- *Combustion synthesized new materials for additive manufacturing (Archimedes, 2017–2019)*
- *Nanonet of ceramic fibers with targeted functionalities (ETAG, PUT 1063, 2016 – 2019)*
- *Multi-scale structured ceramic-based composites for extreme applications (IUT19-29, 2014-2019)*
- *Combustion synthesized new materials for the additive manufacturing (ETAG, PSG220, 2019-2022)*

Tegevusvaldkond

2.5 Materjalitehnika / Materials engineering;

2.10 Nanotehnoloogia / Nano-technology

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga

Targad ja energiatõhusad keskkonnad; Keskkonnaressursside vääristamine

2.4. KIHTLISANDUSTEHNOLOGIATE UURIMISRÜHM
Additive Manufacturing Technologies Research Group

Uurimisrühm

Kihtlisandustehnoloogiate uurimisrühm

Additive Manufacturing Technologies Research Group

Uurimisrühma juht

Prashanth Konda Gokuldoss, Kihtlisandustootmise professor/ Professor in Additive Manufacturing

E-post: prashanth.konda@taltech.ee, Telefon: + 372-620-3378 / + 372-5452-5540

Uurimisrühm

Lauri Kollo (vanemteadur); Jaroslav Holovenko (teadur)

Järel doktorandid: Dr Raghu Nandan Ummethala, Dr Neera Singh

Doktorandid: Navid Alinejadian, Javad Karimi, Rahmaniahranjani, Rahmin

Külalisdoktorandid: Mu Yong Kun, Pearlin Hamed

Võtmesõnad

kihtlisandustootmine, pulbermetallurgia, tahkestumine, metastabiilsed materjalid, amorfsed sulamid, kõrgentroopsed sulamid, kõrgtemperatuurised materjalid, kergmetallid, biomaterjalid ja mehaanilised omadused.

Additive manufacturing, powder metallurgy, solidification, meta-stable materials, amorphous alloys, high entropy alloys, high temperature materials, light metals, biomaterials and mechanical properties.

Uurimisrühma kompetents

Valitud teadustegevused:

- (1) Sulamite arendus kihtlisandustootmisele
- (2) Kihtlisandustootmise teel valmistatud materjalide enneaegne purunemine
- (3) Kõrgentroopsed pulbermetallurgilised sulamid ekstreemsetele keskkondadele

- (4) Kihltisandustehnoloogia teel valmistatud funktsionaalsed materjalid

Selected research activities:

- (1) *Alloy design for additive manufacturing*
- (2) *Pre-mature failure in additively manufactured materials*
- (3) *Powder metallurgy of high entropy alloys for extreme environments*
- (4) *Processing of functional materials by additive manufacturing*

Teadustegevuste tulemused

Olulised artiklid:

- (1) *Maity et al. International Journal of Plasticity, 109 (2018) 121-136.*
- (2) *Wang et al. Materialia, 2 (2018) 157-166.*
- (3) *Xi et al. Journal of Alloys and Compounds, 786 (2019) 551-556.*
- (4) *Rathod et al. Tribology International, 137 (2019) 94-101.*
- (5) *Salman et al. Materials Today Communications, 21 (2019) 100615.*

Olulisem projekt: (1) MOBERC15 - Eesti Teadusnõukogu lisaaine tootmise alal

Tegevusvaldkond

2.5. Materjalitehnika/Materials engineering

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga

Targad ja energiatõhusad keskkonnad; Keskkonnaressursside vääristamine;

Täiendav info

Autasud / auhinnad:

- (1) Noore teadlase preemia (prof. Prashanth), omistati Itaalias, Roomas (2018) 25. rahvusvahelisel metastabiilsete, amorfsete ja nanostruktureeritud materjalide sümposiumil.
- (2) Tõend silmapaistva panuse kohta publikatsioonide retsenseerimisel (prof. Prashanth) - 2018: Optics and Laser Technology, Powder Technology, Fusion Engineering and Design, Materials Science and Engineering A, Additive Manufacturing and Materials Characterization.

Osalemine rahvusvaheliste teadus- ja arendusorganisatsioonide jt tegevuses (prof. Prashanth):

- (1) Kaastoimetaja, Materials Design and Processing Communications, Wiley Publishers;
- (2) Külalistetoimetaja, MDPI: Journal of Manufacturing and Materials Processing – SI: Pulbermetallurgia ning materjalide 3d printimine/ kihltisandustehnoloogiad
- (3) Külalistoimetaja, MDPI: Journal of Manufacturing and Materials Processing – SI: Selektiivne lasersulatus: materjalid ning kasutusvaldkonnad.
- (4) Külalistoimetaja, MDPI: Materials – SI: Kihltisandustehnoloogia: Suklamite arendus ning protsessiinnovatsioonid;
- (5) Toimetuskolleegiumi liige, MDPI: Journal of Manufacturing and Materials Processing.
- (6) MDPI nõuandekogu liige: Science.

Honors/awards:

- (1) *Young Scientist Award (Prof. Prashanth), awarded during the 25th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials, Rome, Italy (2018).*
- (2) *Certificate of outstanding contribution in reviewing (Prof. Prashanth) – 2018: Optics and Laser Technology, Powder Technology, Fusion Engineering and Design, Materials Science and Engineering A, Additive Manufacturing and Materials Characterization.*

Participation in activities of International R&D organizations, etc. (Prof. Prashanth):

(1) Associate Editor, *Materials Design and Processing Communications*, Wiley Publishers.

2.5. KULUMISKINDLATE KOMPOSIITIDE JA PINNETE UURIMISRÜHM

Wear Resistant Composites and Coatings Research Group

Uurimisrühm

Kulumiskindlate komposiitide ja pinnete uurimisrühm
Wear Resistant Composites and Coatings Research Group

Uurimisrühma juht

Jakob Kübarsepp, professor, jakob.kubarsepp@taltech.ee

Uurimisrühm

Kristjan Juhani, Marek Tarraste, Mart Viljus, Lauri Kollo, Maksim Antonov, Dmitri Goljandin, Märt Kolnes, Fjodor Sergejev, Andrei Surženkov, Priit Kulu, Vitali Podgurski, Mart Saarna, Andrei Bogatov, Riho Tarbe
Doktorandid: Mart Kolnes, Dmytro Tkachivskyi, Alamgir Shaikh, Vahur Leinberg
Tugipersonal: Rainer Traksmäe, Hans Vallner, Heinar Vagiström

Võtmesõnad

keraamika-baasil komposiitmaterjal, kõvasulam, kermis, keraamikamaatrikskomposiit, pinne, komposiitpinne, in-situ süntees, kulumiskindlus, korrosioonikindlus, mehaanilised omadused

ceramic-based composite, cemented carbide, cermet, ceramic-matrix composite, coating, composite hardfacing, wear resistance, corrosion resistance

Uurimisrühma kompetents

Teadus- ja arendustegevus on keskendunud eelkõige alljärgnevatel uurimissuundadele ja nendega seotud tööstuslikele rakendustele : (a) Co- ja Ni-vabad, Fe-baasil alternatiivsete (toorainevarusid, keskkonnakaitset ja tervishoiu aspekte arvestavate) metallsideainetega kõvasulamid; (b) Fe- baasil alternatiivsideainetega TiC- ja Ti(C,N)- baasil kermised; (c) Ti-baasil rasksulavate ühenditega keraamikamaatrikskomposiidid; (d) Fe-baasil komposiitkõvapinded; (e) õhukesed teemantpinded.

R&D activities of the research group have been focused mainly on the following research topics and related industrial applications: (a) Co- and Ni- free WC-based cemented carbides with alternative (considering critical materials supply, environmental safety and healthcare aspects) Fe – based metallic binders; (b) W-free, TiC- and Ti(C,N)-based cermets with alternative Fe- based binders; (c) ceramic-matrix composites based on refractory compounds of Ti; (d) Fe- based composite hardfacings; (e) diamond-based thin coatings.

Valitud projekte (2017-2019):

1. IUT 19-29 „ Mitmeastmeliselt struktureeritud keraamika-baasil komposiitmaterjalid kasutamiseks ekstreemtingimustes“ (ETAG uurimistoetus, 2014 – 2019).
2. VE 19020 „ Development of coloured ceramic-ceramic composites for watch and jewellery applications (The Swatch Group R&D Ltd, 2019).
3. VA 17097 „ R&D agreement between The Swatch Group R&D Ltd and Tallinn University of Technology (The Swatch Group R&D Ltd, 2017 – 2018).
4. PUT 1369 „ Teemantpinnete adaptatsioonimehhanismid kuiv hõõrdekulumise.“ (ETAG personaalne uurimistoetus, 2017- 2020).

Olulisemad teadusartiklid:

1. Mart Kolnes, Jakob Kübarsepp, Fjodor Sergejev, Märt Kolnes. Wear of potential tool materials for aluminium alloys friction stir welding at weld temperatures. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences 68(2) (2019) 198-206.
2. Ramin Rahmani, Maksim Antonov, Lauri Kollo. Selective Laser Melting of Diamond-Containing or Postnitrided Materials Intended for Impact-Abrasive Conditions: Experimental and Analytical Study. Advances in Materials Science and Engineering (2019) article ID 4210762.

Peamised teadustulemused: 1)Co- ja Ni-vabade kõvasulamite WC-FeMn tööstuslik tehnoloogia; 2)TiN- ja TiCN- baasil keraamikamaatrikskomposiitide tööstusliku tehnoloogia; 3)teemantpinnete talitusomaduste parendamine rakendusteks kõrgetel temperatuuridel; 4)TiC-baasil kermiste liitetehnoloogia (jootmine) ja liidete kontaktivaba testimismetodika välja töötamine; 5) uudne Cr₃C₂ – Ni komposiitarmatuuriga kõvapinnete pealesulatustehnoloogia.

Outstanding research results: 1)industrial technology for production of Co- and Ni-free WC-FeMn cemented carbides; 2)industrial technology for production of TiN- and TiCN-based ceramic-matrix composites; 3)advancement of high-temperature performance of diamond coatings; 4) industrial brazing technology for TiC-based cermets and advanced contact-free testing method; 5) technology for deposition of hardfacings with novel Cr₃C₂-Ni reinforcement.

Tegevusvaldkond

2.5 Materjalitehnika/ *Materials engineering*

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga

Keskkonnaressursside vääristamine; Targad ja energiatõhusad keskkonnad

Täiendav info

Uurimisrühma juht Jakob Kübarsepp on European Powder Metallurgy Association (EPMA) liige

2.6. KÕRGTEHNOLOOGILISTE KONSTRUKTSIOONIDE JA TOODETE UURIMISRÜHM **Advanced Structures and Products Research Group**

Uurimisrühm

Kõrgtehnoloogiliste konstruktsioonide ja toodete uurimisrühm
Advanced Structures and Products Research Group

Uurimisrühma juht

Jüri Majak, professor, jüri.majak@taltech.ee, Tel. +372 6203265;

Uurimisrühm

Prof. Martin Pärn, prof. Martin Eerme, Prof. Jüri Lavrentjev, vanemteadur Meelis Pohlak, vanemteadur Fabio Auriemma, dotsent Hans Rämmal, Teadur Maarjus Kirs, insener Tarmo Velsker

Doktorandid: Anti Haavajõe, Erko Õunapuu, Madis Mikola, Pavel Tsukrejev, Tiina Lelumees

Võtmesõnad

Struktuuranalüüs ja optimeerimine, tehisintellekt, akustika, numbrilised meetodid.

Structural analysis and design optimization, artificial intelligence, acoustics, numerical methods

Uurimisrühma kompetents

Uurimisrühmal on pikaajaline kogemus ja kompetentsid konstruktsioonide struktuuranalüüsi ja optimeerimise valdkonnas, samuti tootmisprotsesside optimeerimise valdkonnas. Viimastel aastatel on üheks põhisuunaks tehisintellekti vahendite rakendamine konstruktsioonide/protsesside modelleerimiseks (ANN) ja optimeerimiseks (EA,GA,ACO,PSO). Aktuaalseteks probleemideks on hübriidmeetodite arendus ja tehisintellekti tööriistade kombineeritud kasutamine algoritmides (ANN+EA). Üheks alamteemaks on uute numbriliste meetodite arendus fookusega Haari lainikul põhinevatel diskretiseerimismeetoditel. Akustikateemaline uurimistöö sisaldab katsemeetodite väljatöötamist uute toodete arendamiseks tööstusele ja energia muundamiseks mõeldud vibroakustiliste lahenduste uurimiseks. Esimene teema on seotud meetoditega seinte, uste ja akende mürasummutuse parandamiseks nii tööstus- kui ka eluruumide jaoks. Uurimistöö teine eesmärk on uurida võimalusi energia kogumiseks liigest vibratsioonist ja mürast. Üks võimalik viis on kasutada niinimetatud termoakustilist muundamist, kus akustiline energia muundatakse kasulikumaks energialiigiks.

The research group has long time experience in area of structural analysis and design optimization, also design of production processes. One main topic in recent years is implementation of Artificial intelligence (AI) tools and methods modelling (ANN) and design optimization (EA,GA,ACO,PSO). Actual topic is development of hybrid algorithms (ANN+EA) and combining multiple AI tools. One subtopic is development and adaption of new numerical methods with focus on Haar wavelet based discretization methods. The acoustic research performed include development of experimental methods to investigate vibro-acoustic parameters of new products for industry and for energy transformation. The first field of investigation is mostly related to methods to improve the noise attenuation of walls, doors and windows for both industrial and living applications. The second objective of the research is to investigate possibilities to harvest the energy from the excess vibration and noise. One possible way is to use so called thermoacoustic transformation which deals with the conversion of acoustic energy into the more useful types of energy.

Projects:

- TAR16012 "Zero energy and resource efficient smart buildings and districts (1.10.2015–1.03.2023)", Jarek Kurnitski, Tallinn University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Structural Design, Chair of Building Physics and Energy Efficiency.
- F15027 "Smart manufacturing and materials technologies competence centre (1.09.2015–31.12.2022)", Kristo Karjust, Tallinn University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical and Industrial Engineering.
- PUT1300 "Numerical methods and algorithms for design of advanced composite and nanostructures (1.01.2016–31.12.2019)", Jüri Majak, Tallinn University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Tallinn University of Technology, School of Engineering, Department of Mechanical and Industrial Engineering.
- AR16077 "Smart Industry Centre (1.01.2017–30.06.2019)", Tauno Otto, Tallinn University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Chair of Production Engineering.

Teadustegevuste tulemused

- 1. Auriemma, F.; Holovenko, Y. (2019). Performance of Additive Manufactured Stacks in a Small Scale Thermoacoustic Heat Engine. SAE Technical Paper Series, 1–9. 10.4271/2019-01-1534.
- 2. Rämmal, H.; Lavrentjev, J. (2019). Acoustic Study on Motorcycle Helmets with Application of Novel Porous Material. SAE Technical Paper Series, 1–7. SAE2019-32-0531/JSAE20199531.
- 3. Lavrentjev, J.; Rämmal, H.; Kozmenkova, A. (2019). New acoustic material for vehicle applications and measurement techniques to determine absorption coefficient for small size test samples. SAE Technical Paper Series, 2019-01-1585.
- 4. Rämmal, H.; Lavrentjev, J. (2019). Endurance of Micro-Perforated Elements in Unmanned Ground Vehicle's Small Diesel Engine Silencer Application. SAE Technical Paper Series, SAE2019-32-9533/JSAE20199533.

- 5. Gomon, D.; Auriemma, F.; Antonov, M. (2019). *Assessment of abrasive powder behaviour during impact-abrasive wear of PCD elements. Wear, 426-427, 151–161. 10.1016/j.wear.2019.03.024.*
- 6. Tšukrejev, P; Kruuser, K; Karjust, K. *Production monitoring system development for manufacturing processes of photovoltaic modules. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 2019, 68, 4, 401–406, <https://doi.org/10.3176/proc.2019.4.09>*
- 7. Kaganski, S; Eerme M; Tungal, E. *Optimization of enterprise analysis model for KPI selection. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 2019, 68, 4, 371–375, <https://doi.org/10.3176/proc.2019.4.04>.*

Tegevusvaldkond

1.2 Arvutiteadus ja informaatika / Computer and information sciences

2.3 Mehaanika / masinaehitus / Mechanical engineering

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga

Keskkonnaressursside väärastamine; Targad ja energiatõhusad keskkonnad

Täiendav info

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta

Akustiliste omastuste määramine on teostatud järgmistele akende tootmisega seotud ettevõtetele: Aru Grupp AS, Debreta OÜ, AS Lasita Aken, Oma Ehitaja AS, Fenestra AS. Uued akustilised materjalid on töötaud välja järgmistele ettevõtetele: TO2 OÜ, Mikromasch OÜ, Plastrex Europe OÜ.

The acoustic characterization is performed for the following window producers: Aru Grupp AS, Debreta OÜ, AS Lasita Aken, Oma Ehitaja AS, Fenestra AS. New acoustic materials are developed for the following companies: TO2 OÜ, Mikromasch OÜ, Plastrex Europe OÜ

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused.

Key note lecture

Majak, J.; Pohlak, M.; Eerme, M. (2019) Engineering Design. Combining Global Optimization Methods and Artificial Neural Networks. 7th International Conference on Advanced Manufacturing Technology and Materials Engineering (AMTME 2019), Chongqing, China, October 18-20, 2019.

Plenary lecture

Majak, J.; Ratas, M.; Kirs, M. (2019) Higher Order Haar Wavelet Method (HOHWM). Application for analysis of FGM and Nano-structures. 32nd Nordic Seminar on Computational Mechanics, October 24-25, 2019, Oulu, Finland. (Plenary lecture).

2.7. LOGISTIKA JA TRANSPORDI UURIMISGRUPP

Research Group of Logistics and Transport

Uurimisrühm

Logistika ja transpordi uurimisgrupp

Research Group of Logistics and Transport

Uurimisrühma juht

Dago Antov, professor, dago.antov@taltech.ee

Uurimisrühm

Jüri Lavrentjev (professor), Kati Kõrbe Kaare (dotsent), Hans Rämmal (dotsent), Ott Koppel (külalislektor), Eduard Shevtshenko (teadur), Jelizaveta Janno (lektor), Anton Pashkevich (insener), Sirje Lilleorg

Doktorandid: Kristjan Kuhi, Imre Antso, Juri Ess, Allan Nõmmik, Eva Branten, Kaur Sarv, Raul Markus, Erko Vallbaum

Võttesõnad

Logistika, liikuvuse ja transpordiplaneerimine, tarneahela kavandamine
Logistics, mobility and transport planning, supply chain planning

Uurimisrühma kompetents

Uurimisrühma uurimistöö on keskendunud järgmistele suundadele:

- A. Keskkonnasäästlikud sõidukid. Kontakt: Jüri Lavrentjev
Uurimistöö selles alamvaldkonnas on suunatud sõidukite keskkonnakahjulikkuse vähendamisele. Peamine uurimisobjekt on sõidukite poolt genereeritud müra nii üksiksõiduki kui liiklusvoo poolt tekitatuna. Üksiksõiduki konstruktsioonis uuritakse uute ja efektiivsemate mürasummutusmaterjalide loomise ja kasutuselevõtu võimalusi. Rakendusuuringutasemel on fookuses ka uued vedelkütusetüübid, nende tehnilised ja majanduslikud probleemid.
- B. Transpordiplaneerimine ja liikuvuskorraldus. Kontakt: Dago Antov
Transpordi, liikuvuse ja liikluse alased uuringud on suunatud turvalise, sujuva ning säästliku liiklemise võimaluste leidmisele ning linnalogistika ning transpordi ja ruumikasutuse omavaheliste seoste uurimisele. Eelnimetatute kõrval on märksõnadeks säästlik liikuvus ja jätkusuutlik transport, sealhulgas ühistranspordi korraldamine linnas, regioonis, riigis ja rahvusvaheliselt, liikluse prognoosimine, transpordiuuringud, liikuvuskavad, transpordivõrgu analüüs ja transpordisüsteemi planeerimine, liiklusohutus ja -järelevalve.
- C. Logistika. Kontakt: Kati Kõrbe Kaare
Logistikaalased uuringud on seotud nutika transpordilogistika, veoseohutuse, transpordi hinnakujunduse ja võrguettevõtetes tulemuslikkuse mõõtmisega.
- D. Tarneahela juhtimine. Kontakt: Eduard Ševtšenko
Tarneahela juhtimise alased uuringud on seotud väärtusahela analüüsi, tarneahela koostöö, jätkusuutliku tarneahela ja nõudluse prognoosimise valdkondadega.

Description:

Research group focuses on the following four research directions:

- A. Eco-friendly vehicles. Contact: Jüri Lavrentjev
Research in this sub-area aims at reducing the environmental impact of vehicles. The main research object is vehicle-generated noise generated by both an individual vehicle and a traffic flow. The design of an individual vehicle explores the possibilities for creating and deploying new and more effective noise absorbing materials. In the applied research, new types of liquid fuel, their technical and economic problems are also in focus.
- B. Mobility Engineering and traffic planning. Contact: Dago Antov
Transport, mobility and traffic related studies are aimed to find the possibilities of safe, seamless and sustainable mobility, the study of the interlinkages between urban logistics and transport and space use. Beside the aforementioned, keywords include sustainable mobility and sustainable transport, including public transport in the city, region, country and internationally, traffic forecasting, transport studies, mobility schemes, transport network analysis and transport system planning, road safety and surveillance.
- C. Logistics. Contact: Kati Kõrbe Kaare
Logistics research relates to smart logistics, freight security, transport pricing and network performance measurement.
- D. Supply chain engineering. Contact: Eduard Shevchenko
Supply chain management studies are related to value chain analysis, supply chain collaboration, sustainable supply chain and demand forecasting.

Projektid:

1. Eesti teadustaristu teekaardi objekt: Infotehnoloogiline mobiilsusobservatoorium (IMO)
<http://www.etag.ee/rahastamine/infrastruktuuritoetused/teadustaristu-teekaart/>

2. Lokaalselt resonantsed mikro-perforeeritud akustilised metamaterjalid: uudne kombineeritud lahendus müra summutuseks
3. Smart Logistics and Freight Villages Initiative (2016–2019). Projektis töötatakse välja IoT lahendus logistikaettevõtetele ja testitakse seda kahes koridoris - ScanMed ja North Sea-Baltic.
4. Interregi projekt "RTF - intermodaalne reaalajas liikluse jälgimise süsteem (2017–2020)", Tallinna Tehnikaülikooli Eesti Mereakadeemia ja Mehaanika ja tööstustehnika instituut. VIR17131
5. Roheline kuluefektiivne pakend Ericsson tootele

Projects:

1. *The object of the Estonian Scientific Research roadmap: Information Technology Mobility Observatory (IMO)*<http://www.etag.ee/finantee/infrastruktuuritoetused/> teadustaristu teekaart
2. *Locally Resonant Micro Perforated Acoustic Metamaterials: An Innovative Combined Solution for Noise Reduction*
3. *Smart Logistics and Freight Villages Initiative (2016–2019). The project develops an IoT-solution to logistics sector and tests it on the logistics companies across the two corridors (ScanMed and North Sea-Baltic).*
4. *Interreg Project: RTF - Using ferry real time information to optimise intermodal transport chains in the Baltic Sea Region (2017–2020), Estonian Maritime Academy of Tallinn University of Technology , Department of Mechanical and Industrial Engineering . VIR17131*
5. *Green cost-effective packaging for the Ericsson product*

Teadustegevuste tulemused

Valitud publikatsioone/ Selected publications:

- Mahmood, K.; Karaulova, T.; Otto, T.; Shevtshenko, E. Development of cyber-physical production systems based on modelling technologies Proceedings of the Estonian Academy of Sciences
- Safari H., Khanmohammadi, E., Maleki, E., Cruz-Machado., Shevtshenko, E. Ranking strategic objectives in a strategy map based on logarithmic fuzzy preference programming and similarity method Management Systems in Production Engineering
- Rämmal, H.; Lavrentjev, J. Acoustic Study on Motorcycle Helmets with Application of Novel Porous Material SAE Paper Series
- Lavrentjev, J.; Rämmal, H.; Kozmenkova, A. New acoustic material for vehicle applications and measurement techniques to determine absorption coefficient for small size test samples SAE Technical Paper Series
- Kubjas, A.; Antov, D. Kohalike teede liiklussageduse kaudse hindamise meetod Acta Architecturae Naturalis

Tegevusvaldkond

2.1 Ehitusteadused/ Civil Engineering

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga

Targad ja energiatõhusad keskkonnad; Keskkonnaressursside vääristamine

Täiendav info

Käimasolevate projektide/lepingute tulemusi (väljatöötatud tehnoloogiat, uudseid lahendusi ja kompetentse) saab rakendada

- Logistikasektori efektiivsuse ja säästlikkuse tagamisel logistikaettevõtetes;
- Liikuvuskorralduse meetmete (sh riiklike strateegiate ja arengukavade) väljatöötamisel ja rakendamisel;
- Mürasummutusmeetmete valikul ja rakendamisel.

2.8. NUTIKA TOOTMISE UURIMISRÜHM

Smart Industry Research Group

Uurimisrühm:

Nutika tootmise uurimisrühm
Smart Industry Research Group

Uurimisrühma juht: Tauno Otto, professor, tauno.otto@taltech.ee 53090118

Uurimisrühm:

Tauno Otto, Jüri Riives, Lauri Kollo, Meelis Pohlak, Eduard Ševtšenko, Tatjana Karaulova, Fjodor Sergejev, Toivo Tähemaa, Martinš Sarkans, Yevhen Bondarenko, Margus Müür, Aigar Hermaste.

Doktorandid: Tavo Kangru, Kristo Vaher, Kashif Mahmood (kaitses jaan 2019), Vladimir Kuts (kaitses juuni 2019).

Võtmesõnad:

nutikas tootmine, tööstus 4.0, digitaalsed kaksikud, digitaalne tootmine
smart manufacturing, industry 4.0, digital twins, digital manufacturing

Uurimisrühma viimaste aastate rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused:

On välja arendatud simulatsioonikeskkond tehisreaalsuses Tööstus 4.0 põhimõtetest lähtuvalt. Tulemuseks arendasid uurimisgrupi teadlased välja täiesti uue mudeli, kus tekitatakse digikaksik vahetult virtuaalreaalsusesse loodud keskkonna ja reaalse roboti juhtimissüsteemi vahele. Kasutades digitaalsete kaksikute kontseptsiooni mitte ainult simulatsioonivahendite, vaid ka kahesuunaliselt sünkroniseeritavate digitaalsete kaksikute loomise meetodika arendamiseks, võimaldab see tööstusrobotite tootmisraku näitel hallata ja juhtida tehasi simulatsioonikeskkonnast reaalajas.

Last years' research results:

It has been developed simulation environment in virtual reality based on the principles of Industry 4.0. Exploiting the digital twin's concept a new communication method has been developed where industrial robot control programming does not depend on the human presence. Dual-way synchronisation based on the example of the industrial robotic cell enables management and control of the factory from the simulation in real-time.

Olulisemad projektid:

- *H2020 projekt "Strateegilised investeeringud Euroopa tootmises globaalsete väljakutsete võitmiseks" (Manufuture 2017) (2016-2018)*
- *VA16047 "DIH SmartIC Robotics (1.09.2016–31.05.2017)",*
- *AR16077 "Nutika tootmise tuumiktaristu (1.01.2017–31.12.2018)", teaduse teekaardi projekt*
- *VERT18066 Tööstus 4.0 arengutele vastavate tulevikuprogrammide arendus - TEFFIC (1.9.2018-31.08.2021)*
- *VERT18042 Virtuaalse õppiva tehase tööriistade arendus (VLFT) (1.9.2018-31.08.2021)*
- *VERT17065 "Innovaatilised meetodid Interdistsiplinaarsuse rakendamine karjäärinõustamises (1.09.2016–28.02.2019)".*

Olulisemad lähiaastatel ilmunud artiklid:

- Kuts, V.; Otto, T.; Tähemaa, T.; Bondarenko, Y. (2019). Digital twin based synchronised control and simulation of the industrial robotic cell using virtual reality. JOURNAL OF MACHINE ENGINEERING, 19 (1), 128–145.2010.5604/01.3001.0013.0464.
- Kuts, V.; Modoni, G. E.; Otto, T.; Sacco, M.; Tähemaa, T.; Bondarenko, Y.; Wang, R. (2019). Synchronizing physical factory and its Digital Twin through an IIoT middleware: a case study. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 68 (4), 364–370.10.3176/.
- Mahmood, K.; Karaulova, T.; Otto, T.; Shevtshenko, E. (2019). Development of cyber-physical production systems based on modelling technologies. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 68 (4), 348–355.10.3176/proc.2019.4.02.
- Kangru, T.; Riives, J.; Mahmood, K.; Otto, T. (2019). Suitability analysis of using industrial robots in manufacturing. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 68 (4), 383–388.10.3176/proc.2019.4.06 .
- Mahmood, K.; Shevtshenko, E.; Karaulova, T.; Otto, T. (2018). Risk assessment approach for a virtual enterprise of small and medium-sized enterprises. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 67 (1), 17–27.10.3176/proc.2017.4.27 .

Tegevusvaldkond

2.3 Mehaanika / masinaehitus/ Mechanical engineering

2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika/ Electrical engineering, electronic engineering, information engineering

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga

Targad ja energiatõhusad keskkonnad; Usaldusväärsed IT lahendused

Täiendav info

Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös 2019. aastal:

Tauno Otto - Rahvusvahelise Inseneriakadeemia Kesk-Euroopa filiaali korrespondentliige (alates 2014)

Tauno Otto - Üleeuroopalist huvi pakkuvate tähtsate projektide (IPCEI) strateegilise foorumi liige

Tauno Otto - Euroopa Virtuaal- ja Liitreaalsuse Assotsiatsiooni EuroVR juhatuse liige

Uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

Ida-Tallinna Keskhaigla kasutab koostöös TalTechiga taastusravis virtuaalreaalsust, et inimesi aidata ja treenida pärast tõsise haiguse põdemist uuesti hakkama saama igapäevaste toimingutega. Eesmärk on aidata ägeda haiguse, näiteks insuldi, läbi põdenud inimestel naasta igapäevaellu veelgi efektiivsemalt ja saada ise oma eluga nii hästi hakkama kui võimalik. Virtuaalses supermarketis saabki näiteks insuldi-järgselt hinnata nii patsientide taastumist kui ka taasharjutada teda kaupluses sisseoste tegema. Uudne lähenemine taastusraviks sai võimalikuks tänu TalTechi ja ITK eelmisel aastal alguse saanud koostööle, kuhu 2019 lisandus ka Itaalia Teadusnõukogu instituut STIIMA-CNR.

Koostöös ameerika teadlastega panustavad TalTechi insenerid nutikate simulatsioonide rahvusvaheliste standardite loomisse, et luua tööstuses ohutud automatiseeritud töökohad inimestele. Septembris alanud koostöö **USA Riikliku Standardite ja Tehnoloogiate Instituudiga (NIST)** keskendub digitaalse kaksikutele ning inimese ja roboti koostööle. Eesmärgiks on hinnata inimeste tegevust tööstuses robotite juures ning seejärel luua ohutud meetmed ning süsteemid masinate operaatorite jaoks. Nii töötab TalTech mehaanika ja tööstustehnika instituudi tööstusrobot 2019 a teisel poolel nii, et meie teadlane USA-s juhtis ja programmeeris seda USA-st, pannes pähe virtuaalreaalsuse prillid ja tegutsedes edasi virtuaalreaalsusesse loodud laboris. Lahendus võimaldab töötada robotitega sõltumatult füüsilisest asukohast.

Koostöös ettevõttega **ABB Drives** arendati targa töökoha versioon, mis võimaldab keeruliste koosteperatsioonide tegijaid kiiremini välja koolitada ning koostamisprotsessis koostajaid läbi liitreaalsuse vahendite aidata, vähendades inimliku eksituse võimalusi.

Participation of the research group members in the activities of international R&D organizations, membership of foreign academies in 2019.

Tauno Otto, International Academy of Engineering - Central European Branch - corresponding member,

Tauno Otto - Member of Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest (IPCEI)

Tauno Otto - Member of Executive Committee of European Association for Virtual Reality and Augmented Realty

Information on applied research and development activities of the research group.

*Virtuality helps people get back to real life. At **East Tallinn Central Hospital (ITK)**, people suffering from serious illnesses are reintegrating into an everyday rhythm through virtual reality. For example, a virtual supermarket can evaluate patients' recovery as well as practice in-store shopping. An innovative approach to rehabilitation was made possible by the collaboration that began 2018 with TalTech and ITK, to which in 2019 the STIIMA-CNR, Institute of the Italian National Research Council was added.*

*With **U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST)**, creation of the smart simulations standards was initiated. Expertise of TalTech is well-aligned with NIST's efforts toward developing repeatable and replicable test methods for human-robot interaction (HRI). Together, we verify and validate the test methodology and metrics for assessing performance and overall user experience, which will be integral to emerging robotic technologies in a variety of application domains. This is a first step in a larger effort to work with the robotics community to verify and validate HRI research.*

*A project with **ABB Drives** aimed to create an intelligent workplace for electro-technical sector factory, which has a kind of transformer cooling assembly. The results were found to be enhancing traceability and have a faster assembly process, increasing the quality, reducing cost and time, for example, reduction in the work. The application was completed and tested in a more straightforward form in the TalTech IVAR laboratory. The appearance of the application, user interface, the components animation, and optimisation of viewpoints were sufficient, and the feedback from the test users was positive. The test confirmed that the digitalisation of the manual work is an essential part as the user has interactive guides and 3D graphical models, which are giving a better idea of the assembly work.*