

**MATEMAATIKA-LOODUSTEADUSKONNA MITMEFAASILISTE KESKKONDADE
FÜÜSIKA TEADUSLABORATOORIUMI
TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE AASTAARUANNE 2010**

1. Labori struktuur

Mitmefaasiliste keskkondade füüsika teaduslaboratoorium, Research Laboratory of Multiphase Media Physics, Ülo Rudi

Mitmefaasiliste keskkondade füüsika teaduslaboratoorium (edaspidi MFKF laboratoorium) kuulub TTÜ Matemaatika-loodusteaduskonda ja on moodustatud TTÜ Nõukogu 18.11.2003. a. otsusega. Teaduslaboratoorium alustas tegevust alates 01. jaanuarist 2004.

Laboratooriumi (juhataja Ülo Rudi) struktuur on administratiivselt liigendamata ja baseerub väikestel (2 - 3 töötajat) mobiilsetel töögruppidel. 2010. aastal täideti laboratooriumi teadus- ja rakendusuuringute programm järgmiste töögruppide baasil:

Kahefaasiliste vooluste teoreetiliste mudelite loomine (Aleksander Kartušinski, Feliks Kaplanski, Igor Krupenski);

Eksperimentaalsed testuuringud ja laser-optiliste mõõtesüsteemide (Medhat Hussainov, Igor Štšeglov, Sergei Tisler);

Teoreetiliste tulemuste (Ülo Rudi, Ants Martins, Uku Pihlak.

Töögruppide koosseis ei ole kinnistatud alaliselt vaid seda muudetakse vastavalt töö iseloomule ja ülesannete spetsiifikale. Laboratooriumi struktuuris ei ole õppetooli. Teadustöötajad osalevad õppetöös tunnitöö alusel.

2. Labori T&A iseloomustus (täidab str.üksus)

2.1 Õppetoolide või muude alamstruktuuriüksuste T&A kirjeldus ja tähtsamad tulemused

(sh õppetoolide või muude alamstruktuuriüksuste kuni 5 olulisemat publikatsiooni, tähtsamad T&A finantseerimise allikad ning soovi korral T&A-ga seotud tunnustused, ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest ülevaade teadlasmobiilsusest ning hinnang teadustulemustele)

Laboratooriumi teadustegevus kuulub valdkonda: loodusteadused ja tehnika: 4.10 füüsika: P240 gaasid, vedelike dünaamika, plasma. Põhiliseks teadustegevuseks on teoreetiliste ja eksperimentaalsete uuringute teostamine mitmefaasiliste keskkondade füüsika valdkonnas, eelkõige gaasist ja tahketest osakestest koosnevate kahefaasiliste vooluste teooria arendamine ning uurimistulemuste rakendamine tehnilistes seadmetes ja tehnoloogilistes protsessides.

2010. aastal töötati kolme riigieelarvest finantseeritava projektiga:

1. Sihtfinantseeritav projekt SF0140070s08 (T070) „Kolmemõõtmelised mudelid aerosoolsete kanal-, gradient- ja keerisvooluste modelleerimiseks ning rakendused tehnoloogilistes protsessides”, 2008 – 2013, teema juht Aleksander Kartušinski.
2. Eesti Teadusfondi grant ETF7620 (G7620) „Vertikaalsete kahefaasiliste vooluste turbulentsed difusiooni ja osakeste pörkumisprotsesside matemaatiline modelleerimine erinevate meetoditega”, 2008-2010, juht Aleksander Kartušinski.
3. Eesti Teadusfondi grant ETF7571 (G7571) „Tahkete osakeste sadenemisprotsessi modelleerimine kahefaasilise keskkonna turbulentsel voolamise kanalis”, juht Sergei Tisler.

2010. aastal saadi järgmised teadustulemused:

1. Kasutades Euleri lähenemismeetodit loodi kahefaasiliste vooluste kolmemõõtmelise mudeli võrrandite raamsüsteem, millesse toodi sisse täiendav võrrand dispersse faasi impulssi edasikande kirjeldamiseks liikumise asimuudiga määratud suunas ja kolm võrrandit dispersse faasi impulssmomentide kirjeldamiseks, et võtta arvesse Magnuse ja Saffmani

tõstejõudusid. Loodud mudelit testiti kolmemõõtmelise kahefaasilise vooluse arvutamiseks horisontaalses ümardorus (SF0140070s08).

2. Numbriliselt uuriti kiirusvälja gradiendi mõju kahemõõtmelise vertikaalse kahefaasilise jugavoolusele levikule. Arvutuste tulemusel saab väita, et tahked osakesed summutavad turbulentsi ainult jugavooluse algosas (kuni 10-15 kaliibrit) ja edasi toimub turbulentsi genereerimine (SF0140070s08).
3. Töötati välja kontsentreerunud keerisrõngaste laiendatud mudel, mis arvestab Reynolds'i kriteeriumi (Re) väärtuse mõju efekti ja mis kirjeldab elliptilise tuumaga keerise evolutsiooni. Mudeli baasil on saadud keerisrõnga translatsioon kiiruse ja kineetilise energia täpsustatud valemid Re üle 1400 ulatuvate väärtuste juures. On näidatud, et saadud valemid on heas kooskõlas varem tuletatud andmetega nii rõnga arengu algstaadiumi kui ka rõnga lahtirebenemise järgse staadiumi kohta, mis tõestab keerisrõnga arenemist kirjeldava teooria kasutatavust formeerumise ja sellejärgse perioodi kohta. Saadud tulemused võimaldavad muuta kütuse mootoritesse sissepritse oluliselt efektiivsemaks (SF0140070s08).
4. RANS meetodi raames tuletati täielik võrrandsüsteem, mis kirjeldab adekvaatselt osakeste ja kandevfaasi vastasmõjusid ning leiti, et kontrollitud mahu meetod kirjeldab piisavalt hästi kahefaasilisi toruvoolusi, aga lõplike vahede meetod sobib suurepäraselt piiritlemata kahefaasiliste vooluste – vabade jugade kirjeldamiseks (ETF7620).
5. Töötati välja tahkete osakeste pinnale sadenemise koguse prognoosimise metoodika, mis samaaegselt võtab arvesse tasapinnalise plaadi kahefaasilise voolusega uhtumise iseärasusi ja osakeste adhesiooni omadusi plaadi pinnal. Leiti, et tahkete osakeste väljasadenemise kogus sõltub oluliselt nende käitumisest piirikihis sees, eelkõige kontsentratsiooni jaotuse maksimumist ja gradiendist. (ETF7571).

Rahvusvaheline koostöö. 2010. aastal toimus rahvusvaheline koostöö põhiliselt kolme ülikooli teadlasgruppidega; University of Texas at San Antonio, USA, prof. E E. Michaelides; University of Adelaide, Austraalia, prof. G. Nathan; University of Kyushu, Jaapan, prof. Y. Fukumoto; University of Brighton, UK, prof. S. Sazhin. Ühisuuringud toimusid põhiliselt kahel teemal: kahefaasiliste vooluste arvmodelleerimine (USA, Austraalia) ja keerisvooluste teooria arendamine (Jaapan, Inglismaa). Koostöö tulemusel koostati ja avaldati 3 kõrgetasemelist publikatsiooni, mis on kajastatud Thomas Reuters Web of Science andmebaasis. Kõik kolm artiklit on laboratooriumi 2010. aasta parimad artiklid. Ühe neist Alexander Kartushinsky (Tallinn University of Technology, Estonia); Efsthios E. Michaelides (University of Texas at San Antonio, USA); Ylo Rudi (Tallinn University of Technology, Estonia); Graham (Gus) Nathan (University of Adelaide; Australia) (2010). „RANS modeling of a particulate turbulent round jet”. Journal of Chemical Engineering, 65(11) (2010). 3384-3393, märkis ära Matemaatika-Loodusteaduskonna Nõukogu ja esitas TTÜ 2011. aasta teadusartikli konkursile.

Teadusmobiilsus.

Laboratooriumi töötajad viibisid välislähetusel 7 korral, millest 5 olid seotud osalemisega rahvusvahelistel teaduskonverentsidel ning kahel korral oli tegemist teadusliku koostööga või õppetööga välisülikoolis (A. Kartušinski USA-s Texase Ülikoolis ja F. Kaplanski Inglismaal Brightoni Ülikoolis).

Aleksander Kartušinski

25.05-04.06.2010 osalesin ettekandega konverentsil „International Conference on Multiphase Flow 2010 (ICMF-2010)in Tampa. Ettekanded:Kartushinsky, A. and Michaelides, E. E. "RANS Modeling of a Particulate Turbulent Downward Jet", (Particle - Laden Flows section).

04.06-17.08.2010 ETF grandi 7620 ja sihiteema SF0140070s08 teemaline koostöö kahefaasiliste vooluste arvmudelite väljatöötamiseks prof. E.E Michaelidise teadusgrupiga San Antonio Ülikoolis.

13.11 – 23.11.2010 Osalesin ettekandega konverentsil Всероссийская конференция «XXIX Сибирский теплофизический семинар», Новосибирск, 15 – 17 ноября 2010 ettekannetega "Численное моделирование трехмерного потока “газ-твердые частицы” в горизонтальной трубе" ja "Численное моделирование вертикальной двухфазной турбулентной струи" Tutvusin koostöö eesmärgil kahefaasiliste vooluste uuringutega Siberi Riiklikus Tööstuse Ülikoolis. Loodud konkreetset kontaktid edaspidise koostöö süvendamiseks.

Feliks Kaplanski

19.01.2010 - 11.02. 2010, Kyushu University, Jaapan. Osalemine ühisuuringutes ühisartiklite koostamises Jaapani programmi „Education-and-Research Hub for Mathematics-for-Industry“ raames.

12.04.2010 – 21.04.2010, Brighton University. Workshop „The new mathematical tools for modelling the processes in internal combustion engines: a dialogue between mathematicians and engineers”. Ettekanne „Improved models for a viscous vortex ring and their applications”.

12.09.2010 - 7.09.2010, München-Badreichenhall, Saksamaa. Ettekanne “The evolution of an elliptic ring in viscous fluid” konverentsil „8th Euromech Fluid Mechanics Conference”.

Sergei Tisler

29.05 – 05.06.2010 Osalemine ETF grandi G7571 lõpptulemustel põhineva ettekandega konverentsil „International Conference on Multiphase Flow 2010 (ICMF-2010) Tampas (USA). Hussainov, M., Kartushinsky, A., Rudi, Y., Stseglov, I. and Tsiler, S. "Deposition of Solid Particles at Streamlined Surface in Turbulent Flow" (Particle - Laden Flow section).

13.11 – 17.11.2010 Novosibirsk, Venemaa .Osalemine ETF grandi G7571 lõpptulemustel põhineva ettekandega “Осаждение твердых частиц на обтекаемую поверхность в турбулентном потоке” konverentsil Всероссийская конференция «XXIX Сибирский теплофизический семинар», Новосибирск, 15 – 17 ноября 2010 г

Teaduskorralduslik tegevus.

Laboratooriumi töötajad osalesid 2010. aastal järgmiste organisatsioonide, komisjonide ja nõukogude töös:

Ülo Rudi

Eesti Teaduste Akadeemia energeetikanõukogu liige;

Ajakirja Oil Shale nõustajate kogu liige;

Ajakirja Polityka Energetyczna (Energy Policy Journal), Poola Teaduste Akadeemia.

WEC Eesti Rahvuskomitee juhatuse liige, TTÜ esindaja;

International Centre on Energy and Environment Policy liige;

International Energy Foundation, liige;

TTÜ Matemaatika-loodusteaduskonna nõukogu liige.

Aleksander Kartušinski

International Journal Computers and Fluids referent;

TTÜ Matemaatika-loodusteaduskonna nõukogu liige.

Feliks Kaplanski

European Mathematical Information Service (EMIS) referent;
European Mechanics Society (Euromech) liige.

Välismaalastest külastas laboratooriumi firma VIDIX – Visible Dynamics AB direktor Mats, Herbert, kes demonstreeris uue põlvkonna kahedimensionaalse laser-doppler anemomeetri sobivust mitmefaasiliste vooluste uuringuteks. Kuna katsetused olid edukad, kavatseb laboratoorium muretseda nimetatud seadme 2011. aastal.

Laboratooriumi enesehinnang

2010. aastal oli laboratooriumi tulemuslikkus keskmise taseme lähedal. Publitseeriti 7 artiklit, mida arvestatakse sihtfinantseeritava teadusteema taotlemisel. Neist 5 publikatsiooni kuulub kategooriasse 1.1. publikatsioonide üldarv oli 15. Laboratooriumi teadustöötajad esinesid 11 korral kõrgetasemelistel rahvusvahelistel teaduskonverentsidel ning toimub heal tasemel rahvusvaheline koostöö. Riigieelarvest finantseeritava ülemineva sihteema 2010. aasta tulemusi hindas Kompetentsi Nõukogu hindega hea ja teema finantseerimist jätkatakse samas mahus ka 2011. aastal. Edukaks võib lugeda Igor Krupenski doktoritöö kaitsmist. Oluline on, et I.Krupenski jätkab pärast õpinguid tööd laboratooriumi teoreetilise modelleerimise töögrupis. Negatiivse momendina tuleb märkida ebaedu uute ETF grantide taotlemisel.

Labori teadus- ja arendustegevuse teemade ja projektide arvandmed

Haridus- ja Teadusministeerium:

- sihtfinantseeritavad teemad 1
- baasfinantseerimise toetusfondist rahastatud projektid (sh TTÜ tippkeskused)
- riiklikud programmid

teiste ministeeriumide poolt rahastatavad riiklikud programmid
uurija-professori rahastamine

SA Eesti Teadusfond:

- grandid 2
- ühisgrandid välisriigiga
- järeldoktorite grandid (SA ETF ja Mobilitas)
- tippteadlase grandid (Mobilitas)

Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus:

- eeluuringud
- arendustoetused

SA Archimedesega sõlmitud lepingud:

- Infrastruktuur (nn „mini-infra“, „asutuse infra“)
- Eesti tippkeskused
- muud T&A lepingud

SA Keskkonnainvesteeringute Keskusega sõlmitud lepingud
siseriiklikud lepingud

EL Raamprogrammi projektid
välisriiklikud lepingud

2.2 Labori töötajate poolt avaldatud sihtfinantseeritava teadusteema taotlemisel arvestatavad eelretsenseeritavad teaduspublikatsioonid (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1 ja 5.1)

1.1

Tätte, T.; Kolesnikova, A.; Hussainov, M.; Talviste, R.; Lõhmus, R.; Romanov, A.; Hussainova, I.; Part, M.; Lõhmus, A. (2010). Crack formation during post-treatment of nano- and microfibers

prepared by sol-gel technique. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 10(9), 6009 - 6016.

Kaplanski, F.; Sazhin, S.; Begg, S.; Fukumoto, Y.; Heikal, M. (2010). Dynamics of vortex rings and spray induced vortex ring-like structures. *European Journal of Mechanics B-Fluids*, 29(3), 208 - 216.

Kartushinsky, A.; Michaelides, E.; Rudi, Ü.; Shcheglov, I.; Tisler, S. (2010). Numerical simulation of three-dimensional gas-solid particle flow in a horizontal pipe. *AIChE Journal*, xx - xx. [ilmumas]

Kartusihinsky, A.; Krupenski, I.; Rudi, Y.; Siirde, A. (2010). Numerical Simulation of Uprising Turbulent Flow by 2D RANS for Fluidized Beds Conditions. *Oil Shale*, 27(2), 147 - 163.

Kartušinski, A.; Michaelides, E E.; Rudi, Y.; Nathan, G. (2010). Rans modelling of a particulate turbulent round jet. *Chemical Engineering Science*, 65(11), 3384 - 3393.

3.1

Hussainova, I.; Jasiuk, I.; Hussainov, M. (2010). Application of nanoindentation for constituent phases testing in ceramic – metal composites. In: *Technical Proceedings of the 2010 NSTI Nanotechnology Conference & Expo - Nanotech 2010. Vol.1: Nanotechnology 2010: Advanced materials, CNTs, Particles, Films and Composites.* : NSTI Nanotechnology Conference & Expo - Nanotech 2010, June 21 – 25, 2010, Anaheim, CA, USA. USA: Taylor & Francis, 2010, 152 - 155.

3.2

Krupenski, I.; Kartusinsky, A.; Siirde, A. (2010). Numerical simulation of uprising gas-solid particles flow by 2D RANS model for CFB conditions. In: *8th International Symposium "Topical problems in the field of electrical and power engineering. Doctoral school of energy and geotechnology". II* : Pärnu, Estonia, 11.01.-16.01.2010: Tallinn: Elektriajam, 2010, 256 - 261.

2.3 Laboris kaitstud doktoriväitekirjade loetelu

Igor Krupenski, Mitmefaasiliste keskkondade füüsika teaduslaboratoorium

Teema: *Numerical Simulation of Two-Phase Turbulent Flows in Ash Circulating Fluidized Bed* (Turbulentsete kahefaasiliste voolude matemaatiline modelleerimine tuha tsirkuleerivas keevkihis)

Juhendaja: prof Andres Siirde

Kaasjuhendaja: Aleksander Kartušinski (YL)

Kaitses: 21.05.2010

Omistatud kraad: filosoofiadoktor (soojusenergeetika)

2.4 Laboris järeldoktorina T&A-s osalenud isikute loetelu

2.6 Laboris loodud tööstusomandi loetelu

3. Labori infrastruktuuri uuendamise loetelu

Arvuti Fujitsu Celsius R570-2, 2 106,21 EUR.