

KEEMIA- JA MATERJALITEHNOLOOGIA TEADUSKOND
KEEMIASTEHNIKA INSTITUUT
TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE AASTAARUANNE 2012

1. Instituudi struktuur

Keemiatehnika instituut, Department of Chemical Engineering
Instituudi direktor Vahur Oja

- Keemiatehnika õppetool, Chair of Chemical Engineering, professor Vahur Oja
- Keskkonnakaitse ja keemiatehnoloogia õppetool, Chair of Environmental and Chemical Technology, professor Marina Trapido

2. Instituudi teadus- ja arendustegevuse (edaspidi T&A) iseloomustus

(NB! punktid 2.1- 2.6 täidab struktuuriüksus)

2.1 struktuuriüksuse koosseisu kuuluvate uurimisgruppide

2.1.1 teadustöö kirjeldus *(inglise keeles)*;

Keemiatehnika uurimisgrupp

The research team is actively engaged in following research aspects: phase equilibria and thermodynamic and transport properties of oil shale derived materials; kerogen-solvent interactions; mixture volatilization parameters and vaporization of specific compounds from complex matrices; fundamental aspects of oil shale thermal degradation; optimum conditions and potential strategies for elimination of refractory pollutants from air by photocatalytic oxidation.

Keskkonnakaitse ja keemiatehnoloogia uurimisgrupp

The research group is engaged in the studies on advanced chemical oxidation as well as combined treatment (chemical + biological oxidation) of polluted water, wastewater and soil. Application of ozone together with hydrogen peroxide, UV irradiation and solid catalyst, photocatalysis in the presence of UV or visible light and appropriate active catalysts, Fenton process ($H_2O_2/Fe(II)$) etc. create powerful $^{\circ}OH$ -radicals which non-selectively attack organic pollutants in water, wastewater and soil (PCB, MTBE, phenols, ethylene glycol, pesticides etc.).

2.1.2 aruandeaastal saadud tähtsamad teadustulemused *(inglise keeles)*.

Keemiatehnika uurimisgrupp

A newly developed DSC based technique was applied to determine quantitatively absorbed solvent in the swollen matrixes - for oil shale kerogen and its thermobitumen based matrixes. Vapor pressure and heats of vaporization data on pure compounds and oil shale based liquids/oils were measured. Other basic thermodynamic properties (such as viscosity, boiling point, molecular weight, molecular weight distribution, surface tension) of Estonian kukersite oil shale oil light fractions (with boiling points up to 200 °C) were investigated experimentally.

In photocatalytic air treatment the full-factorial experiments were carried out varying contact times, concentrations of pollutants and temperatures in continuous gas-flow mode degrading aliphatic acrylonitrile, acrylic acid, toluene and their mixtures to evaluate the gas-phase photocatalytic activity of a TiO_2 nanopowder synthesized in a flame aerosol reactor.

Keskkonnakaitse ja keemiatehnoloogia uurimisgrupp

In 2012 the activities of the research were focused on the implementation of two research projects financed by KESTA program. One of them (CHEMBIO) is implemented in cooperation with researchers from University of Tartu and aims to elaborate appreciated combined physico-chemical-

biological treatment schemes for several kind of wastewater containing recalcitrant organics. Another project deals with photocatalytic degradation of micropollutants. In 2012 during implementation of the latter project the methods of catalyst doping were elaborated and the experiments on photocatalytic treatment of micropollutants in small scale fluidized bed reactor were carried out. As to the soil remediation technologies, the studies on influence of biosurfactants on combined chemical and biological treatment of contaminated soil has been finalized. The result of this study demonstrated higher efficacy and some other advantages of such kind of combined treatment for soil remediation.

2.2 Uurimisgrupi kuni 5 olulisemat publikatsiooni läinud aastal.

Keemiatehnika uurimisgrupp

Jõks, S.; Klauson, D.; Krichevskaya, M.; Preis, S.; Qi, F.; Weber, A.; Moiseev, A.; Deubener, J. (2012). Gas-phase photocatalytic activity of nanostructured titanium dioxide from flame aerosol synthesis . Applied Catalysis B: Environmental, 111-112,1-9.

Hruljova, J.; Savest, N.; Oja, V.; Suuberg, E. (2012). Kukersite oil shale kerogen solvent swelling in binary mixtures. Fuel, xxx - xxx. [ilmumas]

Oja, V.; Suuberg, E. M. (2012). The Chemistry and Technology of Oil Shale and its Processing. Springer [ilmumas]

Keskkonnakaitse ja keemiatehnoloogia uurimisgrupp

Epold, I.; Dulova, N.; Veressinina, Y.; Trapido, M. (2012). Application of Ozonation, UV Photolysis, Fenton Treatment and other Related Processes for Degradation of Ibuprofen and Sulfamethoxazole in Different Aqueous Matrices. Journal of Advanced Oxidation Technologies, 15(2), 354 - 364.

Jõks, S.; Klauson, D.; Krichevskaya, M.; Preis, S.; Qi, F.; Weber, A.; Moiseev, A.; Deubener, J. (2012). Gas-phase photocatalytic activity of nanostructured titanium dioxide from flame aerosol synthesis . Applied Catalysis B:Environmental, 111-112,1-9.

2.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajate rahvusvahelistest tunnustustest.

2.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisakadeemiate või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed.

Prof Vahur Oja -

European Federation of Chemical Engineering, töögrupi Thermodynamics and Transport Properties liige

European Federation of Chemical Engineering, töögrupi Education liige

Emeriitprof Rein Munter -

Rahvusvahelise Osooni Assotsiatsioon (IOA) nõukogu liige

Rahvusvahelise Vee Assotsiatsiooni (IWA) liige

2.5 Aruandeaasta tähtsamad T&A finantseerimise allikad.

- AR10129, Põlevkivitehnoloogiate arendustöodes vajalike ainesüsteemide termodünaamilised omadused: eksperimentaalne ja arvutuslik määramine ning määramisvõimaluste parendamine, professor Vahur Oja

- AR12017, KESTA, Bioloogiliselt raskesti lagunevate ainete kõrvaldamine reoveest füüsikalise-keemiliste ja bioloogiliste meetoditega vesikeskkonna saastekoormuse vähendamiseks (CHEMBIO), professor Marina Trapido (1.01.2012 - 21.12.2014)
- AR12060, Keskkonnatehnoloogia, Radionukliidide põhjaveest eraldamise tehnoloogia optimeerimine, tekkivate radioaktiivsete jäätmetüüpide ja koguste väljaselgitamine ning veepuhastusjaama kiirgusriskide hindamine, vanemteadur Anna Goi (1.01.2012 - 31.08.2015)
- T022, Keemiatehnilised aspektid keskkonnariskide hindamisel, professor Oja Vahur

2.6 Soovi korral lisada aruandeaastal saadud T&A-ga seotud tunnustusi (va punktis 2.3 toodud tunnustused), ülevaate teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest ning anda hinnang oma teadustulemustele.

Teaduskorralduslik tegevus

Prof Vahur Oja

Ajakirja "Oil Shale" nõuandva kolleegiumi liige

TTÜ Keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna teadusprodekaan, nõukogu liige

TTÜ Keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna nõukogu õppekavakomisjoni liige

Eesti Keemia Seltsi juhatuse liige

Prof Marina Trapido

TTÜ Keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna nõukogu liige

Emeriitprof Rein Munter

Ajakirja "Ozone: Science and Engineering" toimetuse liige

Ajakirja "Water Chemistry and Technology" toimetuse liige

Emeriitprof Valdek Mikkal -

Eesti Keemia Seltsi juhatuse liige

Teadlasmobiilsus

Professor Vahur Oja

osalemine European Federation of Chemical Engineering, töögrupi Education koosolekul, 18. – 22. aprill 2012 Toulouse, Prantsusmaa

Oponent doktoritööle - Piia Haimi „Vapour liquid equilibrium measurements with three methods: static total pressure, circulation still and inert gas stripping“ Aalto University School of Chemical Technology, Department of Biotechnology and Chemical Technology, Espoo, Finland. 01. juuni 2012.

Professor Marina Trapido

The Nordic Environmental Chemistry Conference: NECC2012, Harjattula, Finland, 4-7 June 2012 (suuline ettekanne).

Proceedings: Goi, A.; Viisimaa, M.; Trapido, M. (2012). Integrated processes approach for the chlorinated organic micropollutants degradation in the soil matrix. (Toimetajad: Brozinski, J.-M.; Brozinski, A.; Kronberg, L.. Turku: Åbo Akademi University Printing Press, 2012, 18).

Vanemteadur emeriitprofessor Rein Munter

International Conference Water Pollution 2012, 10-12 July 2012, Wessex Institute of Technology, New Forest, UK

Lumiste L., Munter R., Sutt J., Kivimäe T., Eensalu T. Radioactivity of Estonian groundwater and technology for its removal.

Vanemteadur M. Kritsevskaja

Välislähetus Clausthali Tehnikaülikooli (TU-Clausthal), 11-15. juuni 2012, Clausthal, Saksamaa fotokatalüsaatori sünteesi ning analüüside läbiviimine, teise ühise artikli kirjutamine.

Magistrant Natalja Pronina (juhendaja M. Kritsevskaja)

Välislähetus Clausthali Tehnikaülikooli (TU-Clausthal), (2-13. juuli 2012). Uuris sool-geeli erinevaid valmistamismeetodeid ning kandmist keramsiidi pinnale, viis läbi katsed fotokatalüsaatorite aktiivsuse määramiseks ning tutvus analüütilise aparatuuriga.

Vanemteadur Deniss Klauson

Välislähetus University of Colorado at Boulder (CO, USA), lähetus 15-28.02.2012.a. grandi GUS10/ESC2-2974-TL-09 raames, rahastaja - Eesti Teadsufond ja US Civilian Research and Development foundation

Vanemteadur Anna Goi

International Conference-Exhibition on Soils, Sediments and Water: Intersol'2012, Paris-Sud, France, 27-30 March 2012 (suuline ettekanne).

Proceedings: Goi, A; Viisimaa, M. (2012). Chemical oxidation of chlorinated hydrocarbons in soil utilising peroxygen chemicals, different activation aids and biosurfactants. (Toimetaja: Word Event Business Solutions - WEBS, 2012)

The Nordic Environmental Chemistry Conference: NECC2012, Harjattula, Finland, 4-7 June 2012 (suuline ettekanne).

Proceedings: Goi, A.; Viisimaa, M.; Trapido, M. (2012). Integrated processes approach for the chlorinated organic micropollutants degradation in the soil matrix. (Toimetajad: Brozinski, J.-M.; Brozinski, A.; Kronberg, L.. Turku: Åbo Akademi University Printing Press, 2012, 18).

Välisdoktorandi stažeerimise juhendaja, Eva Kokosova, Technical University of Liberec, Liberec Tšehhi Vabariik, DoRa program tegevus 6 (Archimedes AS). Liitus uurimisgrupiga septembris 2012 ja jätkab uurimistööd kuni 2013. aasta juunikuul lõpuni.

Doktorant Marika Viisimaa

8th International Soil Science Congress: Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, Cesme-Izmir, Turkey, 15-17 May, 2012

Ozone, hydrogen peroxide and persulfate combined application for chemical oxidation of polychlorinated biphenyls in contaminated soil.

Doktorant Jelena Hruljova

TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" kolmas teaduskonverents. Suuline ettekanne: Solvent swelling of oil shale kerogen. A novel DSC-based approach. Jelena Hruljova, Vahur Oja, Oliver Järvik. 2012.02.29–2012.03.01. Tartu, Eesti.

Hinnang teadustulemustele

Tuleb esiletõsta SA Archimedes sõlmitud lepingutega riiklike programmide raames läbiviidavate projektide :

AR10129, Energiatehnoloogia ,Põlevkivitehnoloogiate arendustöodes vajalike ainesüsteemide termdünaamilised omadused: eksperimentaalne ja arvutuslik määramine ning määramisvõimaluste parendamine, Vahur Oja (1.01.2011 - 31.12.2014);

AR12060, Keskkonnatehnoloogia,Radionukliidide põhjaveest eraldamise tehnoloogia optimeerimine, tekkivate radioaktiivsete jäätmetüüpide ja koguste väljaselgitamine ning veepuhastusjaama kiirgusriskide hindamine, Anna Goi (1.01.2012 - 31.08.2015);

AR12017, KESTA, Bioloogiliselt raskesti lagunevate ainete kõrvaldamine reoveest füüsikalise-keemiliste ja bioloogiliste meetoditega vesikeskkonna saastekoormuse vähendamiseks (CHEMBIO), Marina Trapido (1.01.2012 - 21.12.2014)

edukust.

Edukas oli koostöö Eesti Energia Õlitööstus ASiga. 2012. aastal sõlmiti uus leping.

Teadustegevuse osas on instituut täitnud oma funktsiooni.

Edukalt on jätkunud magistri ja doktoritööde juhendamine, instituudil oli 13 doktoranti. Teaduspublikatsioone ja konverentsidel peetud ettekandeid oli küllaldaselt, jooksvad uurimisprojektid koos partneritega on ootuspäraselt edasi arenenud.

TTÜ keemiatehnika instituudi teadus- ja arendustegevuse koondhinnang 2012.aastal on „5-“ (väga hea).

2.7 Instituudi teadus- ja arendustegevuse teemade ja projektide nimetused (*Eesti Teadusinfosüsteemi, edaspidi ETIS, andmetel*)

- Haridus- ja Teadusministeerium
 - sihtfinantseeritavad teemad:
T022, Keemiatehnilised aspektid keskkonnanriskide hindamisel, Oja Vahur (2010 – 2015)
 - baasfinantseerimise toetusfondist rahastatud projektid (sh TTÜ tippkeskused):
 - riiklikud programmid:
 - Teiste ministeeriumide poolt rahastatavad riiklikud programmid:
 - Uuriija-professori rahastamine:
 - SA Eesti Teadusfond/Eesti Teadusagentuur
 - grandid:
ETF7812, Klooritud süsivesinikega saastatud pinnase taastamine peroksüdeerimisega, Goi Anna (2009 – 2012)
 - ETF8978, Toksiliste keskkonnaohtlike ainete lagundamine vees fotokatalüüsi ja bioloogilise oksüdatsiooni kombineerimisel ning õhus fotokatalüüsiga, Kritševskaja Marina (2012 – 2015)
 - ETF929, Hapnikurikaste vesiniksidemeid moodustavate ühendite ja nende kompleksete segude aurustumisparameetrid, Oja Vahur (2012 – 2015)
 - ETF8186, Esiletulevate orgaaniliste mikroaasteainete eemaldamine veest/reoveest täiustatud Fenton-protsessidega, Trapido Marina (2010 – 2013)
- ühisgrandid välisriigiga:
GUS10, Fotokatalüüsi kombinatsioon fermentatsiooniga vesilahustest vesiniku ja hapniku tootmiseks, Klauson Deniss (2010 – 2012)
- järel doktorite grandid (SA ETF ja Mobilitas):
- tippteadlase grandid (Mobilitas):

- Ettevõtluse Arendamise SA
- eeluuringud:
- arendustoetused:
 - SA Archimedesega sõlmitud lepingud
 - infrastruktuur (nn „mini-infra“, „asutuse infra“):
 - Eesti tippkeskused:
 - riiklikud programmid:

AR10129, Energiatehnoloogia, Põlevkivitehnoloogiate arendustöodes vajalike ainesüsteemide termidünaamilised omadused: eksperimentaalne ja arvutuslik määramine ning määramisvõimaluste parendamine, Vahur Oja (1.01.2011 - 31.12.2014)

AR12060, Keskkonnatehnoloogia, Radionukliidide põhjaveest eraldamise tehnoloogia optimeerimine, tekkivate radioaktiivsete jäätmetüüpide ja koguste väljaselgitamine ning veepuhastusjaama kiirgusriskide hindamine, Anna Goi (1.01.2012 - 31.08.2015)

AR12017, KESTA, Bioloogiliselt raskesti lagunevate ainete kõrvaldamine reoveest füüsikaliskemiliste ja bioloogiliste meetoditega vesikeskkonna saastekoormuse vähendamiseks (CHEMBIO), Marina Trapido (1.01.2012 - 21.12.2014)
- muud T&A lepingud:
 - SA Keskkonnainvesteeringute Keskusega sõlmitud lepingud:
 - Siseriiklikud lepingud:

Lep11030, AS Narva Elektri jaamad Õlitechase tehnoloogilise protsessiga seonduvad keemilistehtnilised uuringud keskkonda kahjustavate tegurite vähendamiseks tootmisprotsessis ja uttesaadustes 2011, Oja Vahur (30.03.2011 - 31.03.2012)

Lep12005, Erinevate tehnoloogiate rakendamine alkoholide mõju uurimiseks õlide ekstraheerimisel, Oja Vahur (4.01.2012 - 30.12.2012)

Lep12056, Eesti Energia Õlitööstuse AS tehnoloogilise protsessiga seonduvad keemilistehtnilised uuringud keskkonda kahjustavate tegurite vähendamiseks tootmisprotsessis ja uttesaadustes 2012, Oja Vahur (1.04.2012 - 31.03.2013)
 - EL Raamprogrammi projektid:
 - Välisriiklikud lepingud:

2.8 Struktuuriüksuse töötajate poolt avaldatud 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

Epold, I.; Dulova, N.; Veressinina, Y.; Trapido, M. (2012). Application of Ozonation, UV Photolysis, Fenton Treatment and other Related Processes for Degradation of Ibuprofen and Sulfamethoxazole in Different Aqueous Matrices. *Journal of Advanced Oxidation Technologies*, 15(2), 354 - 364.

Goi, A.; Viisimaa, M.; Karpenko, O. (2012). DDT-Contaminated Soil Treatment with Persulfate and

Hydrogen Peroxide Utilizing Different Activation Aids and the Chemicals Combination with Biosurfactant. *Journal of Advanced Oxidation Technologies*, 15(1), 41 - 52.

Jöks, S.; Klauson, D.; Krichevskaya, M.; Preis, S.; Qi, F.; Weber, A.; Moiseev, A.; Deubener, J. (2012). Gas-phase photocatalytic activity of nanostructured titanium dioxide from flame aerosol synthesis. *Applied Catalysis B: Environmental*, 111-112, 1-9.

Hruljova, J.; Savest, N.; Oja, V.; Suuberg, E. (2012). Kukersite oil shale kerogen solvent swelling in binary mixtures. *Fuel*, xxx - xxx. [ilmumas]

Grabis, J.; Munter, R.; Blagoveshchenskiy, Y.; Gorkunov, V.; Yamshchikov, L. (2012). Plasmochemical process for the production of niobium and tantalum nanopowders. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 61(2), 137 - 145.

Lumiste, L.; Munter, R.; Sutt, J.; Kivimäe, T.; Eensalu, T. (2012). Removal of radionuclides from Estonian groundwater using aeration, oxidation and filtration. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 58 - 64. [ilmumas]

Viisimaa, M.; Veressinina, J.; Goi, A. (2012). Treatment of Aroclor 1016 contaminated soil by hydrogen peroxide: laboratory column study. *Environmental Technology*, 33(17), 2041 - 2048.
1.2

Epold, I.; Dulova, N.; Trapido, M. (2012). Degradation of diclofenac in aqueous solution by homogeneous and heterogeneous photolysis. *Environmental Engineering & Ecological Science*, 1, 1 - 8.

1.3

2.1

Oja, V.; Suuberg, E. M. (2012). *The Chemistry and Technology of Oil Shale and its Processing*. Springer [ilmumas]

2.2

3.1

3.2

Lumiste, L.; Munter, R.; Sutt, J.; Kivimäe, T.; Eensalu, T. (2012). Radioactivity of Estonian groundwater and technology for its removal. Brebbia, C. A. (Toim.). *Water Pollution* (211 - 221). Wessex Institute of Technology Press

Viisimaa, M.; Goi, A. (2012). Ozone, hydrogen peroxide and persulfate combined application for chemical oxidation of polychlorinated biphenyls in contaminated soil. In: *Proceedings of 8th International Soil Science Congress: Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management*, Cesme-Izmir, Turkey, 15-17 May, 2012. (Toim.) Kapur, S.; Esetlili, T.; Özen, F.. Ege University and The Soil Science Society of Turkey, 2012, 387 - 392.

Bilgin Öncü, N.; Viisimaa, M.; Trapido, M.; Akmehmet Balcioglu, I.; Goi, A. (2012). The treatment of chlorophene-contaminated soil in columns by combined application of persulfate and biosurfactant. In: *Proceedings of 8th International Soil Science Congress: Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management*, Cesme-Izmir, Turkey, 15-17 May 2012. (Toim.) Kapur, S.; Esetlili, T.; Özen, F.. Ege University and The Soil Science Society of Turkey, 2012, 120 - 125.

3.3

4.1

5.1

2.9 Struktuuriüksuses kaitstud doktoriväitekirjade loetelu (*NB! struktuuriüksus lisab struktuuriüksuse töötaja juhendamisel mujal kaitstud doktoriväitekirjade loetelu*)

Svetlana Jõks, keemiatehnika instituut

Teema: *Gas-Phase Photocatalytic Oxidation of Organic Air Pollutants* (Orgaaniliste õhu saasteainete fotokatalüütiline oksüdatsioon gaasifaasis)

Juhendaja: vanemteadur Marina Krtitševskaja

Kaitses: 29.05.2012

Omistatud kraad: filosoofiadoktor (keemia- ja materjalitehnoloogia)

Aleksandr Dulov, keemiatehnika instituut

Teema: *Advanced Oxidation Processes for the Treatment of Water and Wastewater Contaminated with Refractory Organic Compounds* (Süvaoksüdatsiooni protsessid raskesti lagundatavate orgaaniliste ainetega saastatud vee ja heitvee töötlemiseks)

Juhendaja: prof Marina Trapido

Kaitses: 18.06.2012

Omistatud kraad: filosoofiadoktor (keemia- ja materjalitehnoloogia)

2.10 Struktuuriüksuses järel doktorina T&A-s osalenud isikute loetelu (*ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel*)

2.11 Struktuuriüksuses loodud tööstusomandi loetelu

3. Struktuuriüksuse infrastruktuuri uuendamise loetelu (*summa eurodes*)

PV007315, Kõrgsurvevedelikkromatograaf, 7.02.2012 (108 303,00)

PV007352, LC/MS kromatograafiasüsteem, 12.04.2012 (89 000,00)

PV007353, Detektor RI-150, 17.04.2012 (3 900,00)

PV007357, PC 3001 Vario pump, 27.04.2012 (3 865,00)

PV007526, Laborimööbel IVB-018,019, 18.12.2012 (10 003,43)