



**ANORGAAANILISTE MATERJALIDE  
TEADUSLABORATOORIUM  
2002–2014**

**Laboratory of Inorganic Materials**





Tallinna Tehnikaülikool

# **ANORGAAANILISTE MATERJALIDE TEADUSLABORATOORIUM**

## **2002–2014**

**Laboratory of Inorganic Materials**

**BIBLIOGRAAFIA  
BIBLIOGRAPHY**

Tallinn 2015

Koostanud: Katrin Bobrov

Toimetanud: Katrin Bobrov, Ivi Kattai, Riina Prööm

Kujundanud: Tiia Eikholm

Fotod: Anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium

ISBN 978-9949-23-789-09

Autoriõigus: Anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium, 2015

# Sisukord

Saateks .....	7
Foreword .....	11
Väljavõte artiklist "Teaduspreemia pikajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest" .....	15
Väljavõte artiklist "Teaduspreemia tehnikateaduste alal tööde tsükli "Uurimusi happeniste gaaside emissiooni piiramiseks energieetikas" eest .....	25
Publikatsioonid 2002–2014 .....	45
Autoriregister .....	103
Konverentside register .....	111
Lisa .....	121



# Saateks

Eelmise sajandi 60-ndate aastate alguses otsustati endises Nõukogude Liidus arendada intensiivselt pöllumajandust. Üheks hoovaks pölluviljakuse tõstmisel määratleti laialdane mineraalvätiste kasutamine. Seda perioodi iseloomustas tol ajal, ühelt poolt, nullilähedane tähelepanu keskkonnamaitsele, teiselt poolt loodusressursside röövellik kasutamine. Eestimaa kontekstis tähendas see fosforiitide kaevandamise laiendamist ilma tähelepanuta kaevandamise efektiivsusele ning kaevealade rekultiveerimisele. Teiseks, praktiliselt mingit tähelepanu ei pööratud väetiselementide omastamise efektiivsusele, mis Eesti fosforiitide otsekasutuse korral, aga just nii neid sel perioodil kasutati, jäi 5–10% tasemele. Lähtudes soovist möista viidatud asjaolude põjhuseid ja muutmise võimalusi ning saades tuge tookordsest NSV Liidu Teaduste Akadeemia liikmelt Semjon Volkovitsilt, õnnestus äsja Maardu Keemiatehasest rektor Agu Aarna poolt TPI-sse töölle angažeeritud Mihkel Veidermal kasutada ära vastselt tekkinud võimalus teaduslaborite, nn probleemlaborite loomiseks kõrgkoolide juurde ning asutada 1965. a mineraalvätiste- ja söötade probleemlaboratorium, mille juhatajaks määratati Rein Kuusik. Laboratooriumi ülesandeks sai oobolus-fosforiitide koostise, omaduste ning väetisteks töötlemise tehnoloogiliste aluste väljatöötamine. Käivitus intensiivne ning laiapõhjaline uurimistöö, millega kaasnes ka eelnevate tööde tulemuste tundmaõppimine ning süsteematiseerimine. Nii koostati kõrvuti igapäevase tööga bibliograafia "Balti basseini fosforiidid" (Tallinn, 1992), mis koondas kogu selle valdkonna publikatsioonid perioodist 1829–1990, so praktiliselt pooleteise sajandi jooksul tehtu. Laboratooriumi enda tööd nii fosforiitide kui aja jooksul laienenud kogu problemaatika valdkonnas koos lühikese sisulise ülevaatega koondati bibliograafiasse "Anorgaanilise keemia ja tehnoloogia uurimisrühm 1960–2002" (vt ka väljavõte artiklist lk 15)

Koos Eesti vabariigi taasiseseisvumisega 1991. aastal muutus ka kogu haridus- ja teadussüsteem – kõrgkoolides kadusid kateedrid ja uurimislaborid, tekkisid õppeinstituudid, Teaduste Akadeemia juurest kadusid uurimisinsituudid. Endise probleemlaboratooriumi tuumik säilis, ta töötas algul keemiainstituudis ning alus- ja rakenduskeemia instituudis anorgaanilise ja analüütilise keemia õppetooli juures, hiljem, uue teaduskonna tekke järel,

keemiatehnika instituudi juures. 2004. aastast, peale teadus- ja katselabore statuudi taasloomist, jätkus töö iseseisva struktuuriüksusena – anorgaaniliste materjalide teaduslaboratooriumina (uurimisgruppi varasemad nimetused on toodud lisas). Ka akadeemik Mihkel Veiderma tööde fookus ja koormus muutusid ning labori teaduslik juhendamine läks järk-järgult, alates 1998. aastast aga täielikult Rein Kuusiku õlgadele. Labori põhiülesandeks said alus- ja rakendusuuringud Eesti looduslike maavarade ning anorgaaniliste tööstusheitmete uute kasutusalade teaduslike aluste väljatöötamine.

Apatiitsete materjalide uuringud jätkusid sel perioodil Kaia Tönsuaadu poolt juhendatavas töögruppis. Lisandusid uued andekad inimesed, doktori-töö kaitsesid M. Peld ja K. Viipsi. Töode põhirõhk on olnud suunatud apatiitide sünteesile ja nende struktuursete ning sorbtsoonomaduste uurimisele eesmärgiga saada uute omadustega materjale nende kasutamiseks selektiivses sorptsionis, katalüsaatorikandjatena keemilises katalüüsides, biomeditsiinis jm. Töhusalt arnesid ja jätkuvad tööd R. Kuusiku juhendatavas uurimisgrupis vabariigi massiivseima anorgaanilise tööstusheitme – põlevkivituha uurimisel selle kasutamiseks toormena uute produktide saamiseks (sadestatud kaltsiumkarbonaat, täiteained polümeersetes komposiitides, sorbendid reoveepuhastuses jm). Loodi võrdlev alusteave ning süsteemne kuvand Eesti lubjakividest, dolomiitidest, poolkoksi ja põlevkivituhkadest kui sorbentidest happeliste gaaside, sh. kasvuhoonegaasi CO<sub>2</sub> emissiooni vähendamiseks (sh M. Uibu ja O. Veltsi doktoritööd (vt ka väljavõte artiklist lk 25). Prof Andres Trikkel viib koos doktorantidega (C. Yörük ja T. Meriste seisuga mai 2015) edasi töid põlevkivi jm madalakvaliteetsete kütuste ning tööstusjäätmete uute põlemistehnoloogiate aluste uurimise alal ning lubjakivi ja dolomiidi kasutamisest CO<sub>2</sub> tsüklilises sidumises. Mõlemad teenmad on samuti suunatud CO<sub>2</sub> emissiooni vähendamisele. Õppejõuna veab ta füüsikalise ja insenerikeemia ning termodünaamika kursusi. Tiit Kaljuvee grupi tööd on suunatud uute kasutusalade leidmiseks karbonaatsetele kivimitel ja jäätmetel (lubjakivid, dolomiidid, karbonaatsed mudad, põlevkivituhad jms), mitmete tuntud väetiste omaduste modifitseerimiseks (sh I. Klimova doktoritöö) jm.

Viimase kümnendi teadustööd laboris iseloomustab mitu asjaolu.

Esiteks, järsult on laienenud rahvusvaheline koostöö mitmete ülikoolide ja ettevõtetega (Aalto University, Åbo Academi University, Lappeenranta University of Technology, Chalmers University of Technology, Umea University of Technology, Lulea University of Technology, KU Leuven, Padova University of Technology, UPM Kymmene, Innovation Concepts, Vilniuse Ülikool, Pierre et Marie Curie University, Riia Tehnikaülikool, Institute of Mineralogy and Crystallography of BAS, New Bulgarian University, Constantine

the Philosopher University in Nitra, University of Kentucky, Instituto de Carboquimica, Zaragoza) ja mitmete võrgustike raames (Nordic CO<sub>2</sub> Sequestration, GeoNET, GlobalTraps, CLC Gas Power), samuti EL raamprogrammide ja Eesti Riiklike Programmide (energiatehnoloogia, keskkonnauringute ja materjaliteaduse programmid) raames. Olulise värskenduse ja sünergia on loonud koostöö lainemine TTÜ instituutide ja keskustega (ehitustootluse, mäe, polümeermaterjalide, keemia, soojustehnika, geoloogia instituudid, materjaliuuringu keskus jt), samuti teiste uurimisasutuste (TÜ, KBFI, ETKI, EGK) ja tööstusettevõtetega (Eesti Energia, Viru Keemia Grupp, Paekivitoodete Tehas jt) vabariigis. Laborisse tulid tudengivahetuse korras kraadiõppurid (A. Zalga, M. Cepenko, I. Kavaliuskaite, S. Teir, C. Yörük, R. Podoba. T. Hulan jt) ja järeldoktorid (sh I. Bogdanoviciene, M. Kindsgo) välisülikoolidest, laboris oma lõputöid tegevad tudengid praktiseerivad välismaal, kraadiõppes osalevad nn tööstusdoktorandid (viimati A. Käkinen, T. Meriste). Kõrvuti uute andekate tulijatega on olnud, nagu elus ikka ka lahkujaid, nende hulgas kaitsmisjärgseid lahkujaid, mida soodustasid muuhulgas viletsad palgatingimused akadeemilise tegevuse valdkonnas üldse. Lisaks, kasutades mitmeid rahastusvahendeid on õnnestunud käesolevaks ajaks välja vahetada ja ajakohastada kogu labori materiaalne baas – renoveeritud on hoone/ruumid ning uuendatud uurimisparatuur.

Teiseks, laialdaselt võeti kasutusele matemaatilised meetodid nähtuste kirjeldamiseks ja modelleerimiseks (A. Trikkel, K. Tönsuaadu). Otsustava panuse ja tõuke keemilis-tehnoloogilise protsesside simuleerimisvõtete kasutamiseks kaasaegse tarkvara kasutamisega andis Lappeenranta ja Tallinna Tehnikaülikooli emeriitprofessor, keemiatehnika asjatundja Juha Kallase lülitumine labori töösse. Tema juhendamisel on arendanud ja lainendavad sellist lähenemist M. Uibu, O. Velts, K. Tamm jt.

Järgnevas bibliograafias, mis koos perioodi 1960–2002 katvaga koondab kogu uurimisgruppi 50-aastase tegevusperioodi "produktsiooni", on publikatsioonid esitatud kronoloogiliselt, sealjuures on artiklid ja teised teaduspublikatsioonid toodud eraldi lõikudes. Kõrvuti autoriregistri olemasoluga võimaldab selline esitusviis hästi jälgida tööde dünaamikat nii ajaliselt kui ka sisuliselt.

Allakirjutanu tätab bibliograafia koostajat Katrin Bobrovi, Signe Jantsonit, kujundajat Tiia Eikholmi ja Ivi Kattaaid, kauaaegset laboratooriumi teabe-kogu hoidjat ning koostajat, loomingulise panuse eest käesoleva bibliograafia valmimisel, samuti TTÜ rektorit ning keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna dekaani rahalise toetuse eest bibliograafia väljaandmisel.

**Rein Kuusik**

Tallinn, maikuu 2015



# Foreword

In the early '60s, the former Soviet Union decided to develop agriculture intensively. Widespread use of mineral fertilisers was chosen as one of the instruments for increasing the fertility of arable fields. On the one hand, this period was characterised by nearly non-existent attention to environmental protection and, on the other hand, a rapacious use of natural resources. In the context of Estonia, this meant the expansion of phosphorite mining, without paying attention to mining efficiency and recultivation of mining areas. At the time virtually no attention was paid to the efficiency of assimilability of the fertiliser elements, which, in the case of direct phosphorite use in Estonia, remained at the level of 5–10%. Mihkel Veiderma was motivated by scientific curiosity to understand the causes of the mentioned circumstances and desire for changing them. After he had been appointed from the Maardu Chemical Plant to work as lecturer at Tallinn Polytechnic Institute by Rector Agu Aarna and gained the support of Semyon Volkovich, who was a member of the Academy of Sciences of the USSR at the time, he managed to take advantage of the newly found opportunity to establish research laboratories, or the so-called problem laboratories, at institutions of higher education. He established the Laboratory of Mineral Fertilisers in 1965, which was set to be headed by Rein Kuusik. The goal of the Laboratory was to investigate the composition and physical-chemical properties of shelly phosphorite and to develop the technological bases for converting it into fertilisers. Intensive and broad-based research was initiated, which also involved studying and systematising the results of previous work.

Thus, as a part of everyday work activities, a bibliography entitled Phosphorites of the Baltic Basin (Tallinn, 1992) was compiled. It encompasses every publication in the field from 1829 to 1990; i.e., essentially the achievements of one and a half century. The Laboratory's own work in the area of issues concerning phosphorites and the gradually growing list of other materials along with a brief overview was compiled into a bibliography entitled Inorganic Chemistry and Technology Research Group: 1960–2002 (see page 15).

When independence was restored in 1991, the entire system of education and research was reformed: cathedrae and research laboratories disappeared from institutions of higher education, academic institutions emerged, and research institutes disappeared from the Academy of Sciences. The core of the former Laboratory remained; initially it worked at the Institute of Chemistry and the Institute of Basic and Applied Chemistry at the Chair of Inorganic and Analytical Chemistry. It has also been a part of the Department of Chemical Engineering since 2004, when a new faculty was formed. After the reintroduction of the statute of research and testing laboratories, it continued its work as an independent structural unit: the Laboratory of Inorganic Materials (the former names of the research group are listed in the Appendix). The focus of Mihkel Veiderma's work changed, and the scientific management of the laboratory was gradually assumed by Rein Kuusik who took the management over completely in 1998. Basic and applied research targeted to Estonian natural mineral resources and development of the scientific basis for new applications of industrial wastes and abatement of emissions became the main objectives of the laboratory.

During this period the research into apatitic materials was continued by a research group led by Kaia Tönsuaadu. New talents were added; M. Peld and K. Viipsi defended their doctoral theses. The main emphasis of research was directed towards apatite synthesis and studying their structural and sorptive characteristics in order to obtain materials with new properties for their use in selective sorption, as for catalyst supports in chemical catalysis, in biomedicine, etc. Another research group exploring the use of the republic's most massive inorganic industrial solid residue, oil shale ash, as a raw material for new products (precipitated calcium carbonate, fillers in polymeric composites, sorbents for wastewater treatment, etc.) has developed rapidly and continues its work. Comparative supporting information was collected and a survey was made of Estonian limestone, dolomite, semicoke, and oil shale ashes as sorbents for reducing emissions of acidic gases, incl. the greenhouse gas CO<sub>2</sub> (doctoral theses of M. Uibu and O. Velts (see also page 25). Prof. Andres Trikkel, in collaboration with doctoral students (as of May 2015, C. Yörük and T. Meriste), furthers the research work on oil shale and similar low-quality fuels and new bases for industrial waste combustion technologies, as well as on the use of limestone and dolomite in the Ca-looping process for CO<sub>2</sub> capture. Both topics are also aimed at the reduction of CO<sub>2</sub> emissions. As a lecturer, Prof. Trikkel teaches courses in physical and engineering chemistry and in thermodynamics. The work of Tiit Kaljuvee's group is aimed at finding new uses for natural carbonate rocks and industrial wastes (limestone, dolomite, carbonate sludges,

oil shale ash, etc.), modifying the properties of well-known fertilisers (doctoral thesis of I. Klimova), etc.

Scientific laboratory work done during the past decade is characterised by a number of features. First of all, international co-operation with various universities and enterprises (Aalto University, Åbo Akademi University, Lappeenranta University of Technology, Chalmers University of Technology, Umeå University of Technology, Lulea University of Technology, KU Leuven, Padova University of Technology, UPM-Kymmene, Innovation Concepts, Vilnius University, Pierre and Marie Curie University, Riga Technical University, Institute of Mineralogy and Crystallography of the BAS, New Bulgarian University, Constantine the Philosopher University in Nitra, University of Kentucky, and Instituto de Carboquímica de Zaragoza) and within various frameworks (Nordic CO<sub>2</sub> Sequestration, GeoNET, GlobalTraPs, and CLC Gas Power) has increased sharply, as well as cooperation in the context of the EU framework programmes and Estonian national programmes (energy technology, environmental research, and material science programmes). Significant modernisation and synergy has resulted from the extension of co-operation with the TUT's departments and centres (Departments of Building Production, Mining, Polymer Materials, Chemistry, Thermal Engineering, Geology, Centre for Materials Research, etc.), as well as with the Republic's other research institutions (UT, NICPB, ECRI, and EGK) and industrial enterprises (Eesti Energia, Viru Keemia Grupp, Paekivitoodete Tehase OÜ, etc.). The laboratory received several graduate students (A. Zalga, M. Cepenko, I. Kavaliuskaite, S. Teir, C. Yörük, R. Podoba, T. Hulan, etc.) and postdoctoral students (I. Bogdanoviciene and M. Kindsigo) from foreign universities on student exchanges. The students working in the laboratory on their theses train abroad, and the so-called industrial doctoral candidates (latterly, A. Käkinen and T. Meriste) participate in postgraduate training. As it is in life, alongside new, gifted entrants have been those leaving, some of whom have left after their defence, whose departure has been expedited by poor salary conditions in the field of academic activities in general, among other things. Additionally, the laboratory has managed to replace and update its entire material base by using a variety of financial instruments – its building and rooms have been renovated and its research instrumentation has been upgraded.

Secondly, mathematical methods have been introduced extensively for describing and modelling different processes. Decisive contribution and impetus to the use of simulation techniques of chemical-technological processes with modern software was the involvement of Juha Kallas, Professor Emeritus at the Lappeenranta and Tallinn University of Technol-

ogy and an outstanding expert in chemical engineering. His supervision has led to the development and expansion of these methods by M. Uibu, O. Velts, K. Tamm, etc.

In the following bibliography, which, together with the material covering the period from 1960 to 2002, collates the entire production by the research group over a 50-year period of operation, publications are presented chronologically, while articles and other scientific publications are listed in separate sections. In addition to the existing list of authors, such a presentation works well to allow one to follow the dynamics of the works with respect to both date and content.

The undersigned wishes to thank the compiler of the bibliography, Katrin Bobrov, Signe Jantson, designer Tiia Eikholm, and Ivi Kattai, a long-time depositary and compiler of the laboratory's library of information, for their creative contributions to the compilation of this bibliography, as well as the Rector of the TUT and the Dean of the Faculty of Chemical and Materials Technology for financial support for the publication of the bibliography.

**Rein Kuusik**

Tallinn, May 2015

Väljavõte artiklist

# Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest

(Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2006.  
Tallinn : Teaduste Akadeemia Kirjastus. Lk. 14–25)

Maardus töötades hakkas mind vaevama fosforiidide meeletu raiuskamine. Kaevandatud fosforiit allutati primitiivsele rikastamisele söelumise teel, seejärel jahvatati kuulveskis fosforiidijahuks, mille toime maaviljeluses oli tühiselt väike. Lahendust nägin kahes suunas: fosforiidi sügavamas rikastamises ja saadava kontsentraadi kasutamises efektiivsete mineraalvääetis-



Mihkel Veiderma koos peaminister Andrus Ansipiga teaduspreemia kätteandmisel 24.02.2006 (foto Tõnu Krünvald)

te tootmiseks. Need määrasid minu uurimuste temaatika pikemaks ajaks. Kasutades ära pöllumajanduse kemiseerimise kilbile tööstmist õnnestus õige pea TPIs luua vastav probleemlaboratoorium. See andis kindlustunde jätkupidevuses ja võimaluse töösse kaasa tõmmata äsjaseid üliõpilasi ja noori tehasest, hiljem rajada ka laboratooriumile hoone ja see sisustada.

Rikastamise suunas prooviti mitut meetodit, lõpuks langes liisk 1939–1940 Maardus ehitatud ja peaaegu valminud flotatsioonivabriku käikulaskmissele. Selle elluviiimine põrkus aga kokku nõukogude süsteemile omaste probleemide ja barjääridega. Esiteks – plaanimajandus vajas kvantiteeti tonnides, mitte kvaliteeti, teiseks – tuli osaliselt renoveerida spetsiifiline seadmestik, saada efektiivseid flotatsioonireagente. Kui katsetest selgus, et NSVLs toodetavad reagendid ei rahuldanud vajadusi, lõin kontaktid Rootsi firmadega [1]. Tulemusena, kuigi alles 1980ndate algusest, hakati importima häid reagente ja esmakordsest eesti fosforiidist tootma kvaliteetset fosforiidikontsentraati ning sellest omakorda topeltsuperfosfaati. Senikaua tuli uuringutes läbi ajada laboratooriumis rikastatud proovidega.

Ülaltoodud asjaoludest tingituna hakati Maardus 1958. aastal superfosfaati tootma mitte algse kava järgi fosforiidist, vaid Koola apatiidikontsentraadist. Koostöös tehasega töötasime välja ja rakendasime meetmeid tootmise täiustamiseks – apatiit asendati osaliselt kergemini laguneva fosforiidiga, mis lühendas keskkonda saastavat superfosfaadi küpsemisprotsessi (põhitäitja Jüri Truusa); superfosfaadi graanulite tugevust tõsteti põlevkivituha lisamisega (Anu Kuusk); superfosfaati rikastati mikroelementidega. Granuleeritud NPK-kompleksväetise saamine superfosfaadist, karbamiidist ja kaaliumkloriidist enam tootmisesse ei jõudnud [2]. Superfosfaadi tootmise heitgaaside ja -vete puastamise tahksaaduste utiliseerimiseks selgitati võimalus regenererida nendest fluori ja saada silikogeeli (Tiit Kaljuvee).

Uuringud TPIs toimusid kolmes suunas: looduslike fosfaatide koostis ja omadused, nende lagundamine hapetega ja termiline töötlemine mineraalvääriste ja -söötade saamise eesmärgil [3]. Uurimuste ajalises dünaamikas võib eristada kaht suundumust – ühest küljest vastavate materjalide, süsteemide ja protsesside alusuuringute süvendamine, teisalt rakendus-uuringute arendamine kuni tööstuslike katseteni välja. Süvendanud teadmisi ja omandanud kogemusi protsesside uurimisel fosfaatide keemia ja tehnoloogia heterogeensetes süsteemides (tahkis-vedelik-gaas), laienes tööde temaatika ajapikku ka teistele süsteemidele, peamiselt keskkonna-kaitsse, põlevkivi ja energeetika valdkonnas. Head nõu sain oma kandidaadi- ja doktoritöö juhendajalt akadeemik Semjon Volkovitšilt.

Kui koostöö NSVL mitme uurimisrühmaga algas uuringute algusfaasis, siis ühisuuringud välisteadlastega hakkasid arenema 1970ndate lõpust (Ungari, Soome, Bulgaaria, USA, Iisrael, Saksamaa, Prantsusmaa). Tulemus-

te avaldamine NSVL keskajakirjades ja konverentsidel läks kasvavalt üle nende esitamisele rahvusvahelistes teadusajakirjades ja -konverentsidel. Sain fosfaatide uurijate rahvusvahelise pere liikmeeks. Sellega seotud tegevus tipnes XI rahvusvahelise fosforiühendite konverentsi korraldamisega 1989. aastal Tallinnas [4].

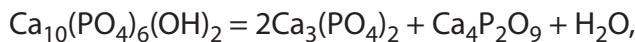
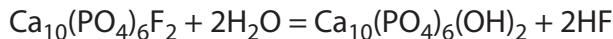
Uuringud looduslike fosfaatide koostise ja omaduste alal olid pikemat aega keskel kohal, laienedes ja süvenedes proovide kollektsiooni täienemisega ja uute uurimismeetodite rakendamisega. Nad haarased nii põhimineraali – apatiiti  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F},\text{OH})_2$  – kui ka lisandeid erinevates liikides ja variatsioonides. Toorme eripära tundmine oli nii selle töötlemise uurimise suunamise kui ka tulemuste erinevuse seletamise eeldus.

Uuringud algasid Eesti fosforiidide fosfaatse aine võrdlemisest teiste fosforiitide (setteliste apatiitide) omaga. Erinevalt varem levinud seisukohast fosfaadi ja karbonaatide esinemisest fosforiidis individuaalse faasidena näitasime, et fosfaat kujutab endast reeglina B-karbonaatapatiiti, milles  $\text{PO}_4$ -ioon, sõltuvalt fosforiidi tekke tingimustest ja hilisematest muutustest, on enam-vähem kindlas hulgas asendunud  $\text{CO}_3$ -iooniga. Mida rohkem on  $\text{CO}_3$ -iooni apatiidi struktuuri sisenenedud, seda madalam on võre regulaarsus, seda körgem fosfaadi poorsus (eripind), lahustuvus keemilistes reagentides ning otsene omastatusvastus taimede poolt. Need näitajad koos võetuna moodustasid hea aluse looduslike fosfaatide uuele süsteematiikale. Eesti fosforiidil on suhe  $\text{CO}_3:\text{PO}_4$  fosfaadis üks madalamaid fosforiitide hulgas (moolsuhtena  $\approx 0,1$ ) ja seetõttu nimetatud omadused avalduvad nõrgemini kui laialt levinud mugulfosforiitide puhul. Analüütiliste tööde käigus identifitseeriti ja määratati fosforiidis kvantitatiivselt lisandmineraalid sõltuvalt maardlast ja rikastusastmest, samuti mikrokomponentide, sh haruldaste muldmetallide sisaldus. Seoses termilisel töötlemisel leitud erinevustega koonduti hiljem Põhja-Euroopa (Soome, Rootsi, Loode-Venemaa) endogeensete apatiitide uurimisel F- ja OH-joonide ja nendevahelise vesiniksideme dünaamikale. Termilise analüüsiga, gaasikromatograafia ja FTIR-spektroskoopia rakendamine koos programmeeritud andmetöötlustega võimaldas esile tuua apatiitide omadusi mõjutavad struktuursed karakteristikud, teha kindlaks struktuursed muutused apatiitide kuumutamisel – võre korrasumine,  $\text{H}_2\text{O}$  ja  $\text{CO}_2$  eraldumine,  $\text{CO}_3$ -jooni ümberpaiknemine võres [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

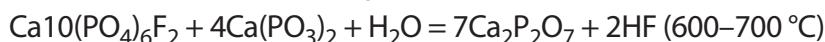
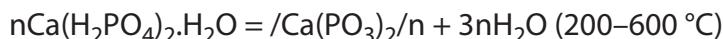
Superfosfaadi saamist Eesti fosforiidist oli Tallinna Tehnikaülikoolis varem uurinud Jaan Kopvillem. Ka tööstuslikud katsed viidi välismaa tehastes edukalt läbi. Seetõttu looduslike fosfaatide hapetega lagundamise uurimisel koonduti kontsentreeritud fosfor- ja liitväetiste ning nende tootmise vahesaaduse – fosforhappe – saamisele. Uurimused haarased põhi- ja lisandmineraalide lagunemise kineetikat väavel- ja fosforhappega, faasiana-

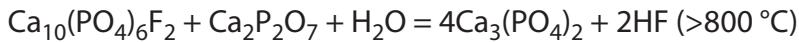
lüüsi, erinevaid tehnoloogilisi lahendusi, tahkfaasi (fosfokipsi) eraldamist suspensioonist, toorme koostise mõju selgitamist, katseid lähtefosfaadi mehaaniliseks aktiveerimiseks jne. Osutati erinevustele fosforhappe saamisel Eesti fosforiidist, määrati tingimused topeltsuperfosfaadi tootmise evitamiseks fosforiidist, kui seda lagundada Koola apatiidist saadud fosforapega. Fosforiidi lämmastikhaptega lagundamise uurimisel selgitati protsessi komplitseerivad asjaolud – lämmastikoksiidide eraldumine ja intensiivne vahuteke reaktoris, mille välimiseks püstitati piirangud toorme koostisele ja lisati reaktsioonisegule karbamiidi. Selgitati võimalus sel puhul saada nitrofoskat ja nitroammofoskat, eraldada fluori ja haruldasi muldmetalle. Uuriti ka eelneva kuumutamise või termokeemilise rikastamise mõju looduslike fosfaatide töötlemissele hapetega ning selgitati fosforiidierimid, mille puhul see on tulemuslik (kaltsiidi, dolomiidi, püriidi, orgaanilise aine sisalduse korral) või vastupidi – võib komplitseerida protsessi (mõned räni-mineraalid). Need uurimused [13, 14, 15] viidi süsteemselt läbi Ernst Aasamäe töörühmas (Jelena Kudrjavtseva jt).

Kõige mahukama ja tulemustelt uudsema osa looduslike fosfaatide töötlemisega seotud uurimustest moodustas nende termiline töötlemine fosforvätisteks ja –söötadeks [16]. Jätkates 1920-ndatel Tartu Ülikoolis Jaak Kuuse poolt teostatud katseid alustasime Eesti fosforiidi hüdrotermilise töötlemisega, tegime võrdluskatseid Koola apatiidiga, hiljem koondusime uuele toormele – Kovdori ja Siilinjärvi (Soome) maardla apatiidile. Uuriti fosfaadi fluorärastuse kineetikat ja difusiooni osatähtsus selles, reaktsiooni tasakaalu ja kemismi loodusliku toorme ja puhaste ühendite kasutamisel, faasimuutusi ning sulamiskarakteristikuid, matemaatilisi seoseid, saaduste lahustuvust jm. Arvestades reaktsionitemperatuuri (1300–1500 °C) ja toorme sulamistemperatuuri lähedust ning protsessi madalat intensiivsust takhise statsionaarses olekus tuli välja töötada uued lahen-dused protsessi stabiilseks ja intensiivseks läbiviimiseks. Need seisnesid toormele fosforhappe lisamises mõõdukas hulgas (8–10 % üldfosforist) ja keevkihi-tehnoloogia rakendamises [17, 18, 19, 20]. Kui apatiidi hüdrotermiline lagundamine tavakujul väljendub võrranditega:



siis uue meetodi puhul apatiidi lagundamises mängisid veeauru asemel põhirolli reaktsioonid kondenseeritud polü- ja tsüklofosfaatidega, mis tek-kisid fosforhappe ja apatiidi reaktsioonisaaduse  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  kuumutamisel:





Toormes olevad lisandid põhjustasid täiendavaid konkureerivaid reaktsioone. See kutsus välja vajaduse mahukateks alusuuringuteks eesmärgiga uurida puhastes süsteemides vesinikfosfaatide dehüdratiseerimist, mono- ja polüfosfaatide ning apatiidi, fluoriidi, karbonaatide, silikaatide ja alumosilikaatide vahelisi termoreaktsioone [21, 22, 23, 24]. Granuleeritud segu töötlemine keevkihis võimaldas reaktsioonitsoonis hoida ühtlast temperatuuri, vähendada difusioontakistust ja viia protsessi läbi kõrge intensiivsusega.

Laboratoorsete uurimuste ja arvutuslike tööde alusel anti välja lähteandmed pooltööstusliku tsehhi (0,5 t fosfaati tunnis) projekteerimiseks, mis ka Maardus valmis ehitati. Põhiseade kujutas endast kahe keevkihiga reaktorit, mille ülemises kihis toimus lähtesegu ettesoojendamine, alumises segu töötlemine üheaegse maagaasi pöletamisega kihis. Pikaajalised katsetused kinnitasid uurimuste tulemusi ja andsid piisavalt saadust selle efektiivsuse hindamiseks pöllumajanduses.

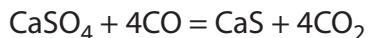
Esialgselt saadud termofosfaat vastas lahustuvuselt 0,4%-s soolhappes ja fluori jäääksisalduselt (alla 0,2%) söödafosfaadile püstitatud nõudmistele, kuid polnud piisavalt mõjus väetisena. Otsides saaduse omaduste parandamiseks sobivaid looduslikke mineraale tegime kindlaks, et parimaid tulemusi saadakse, kui lähteapatiidile lisatakse nefeliini. Sel puhul on saaduse põhifaasideks  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  tahked lahused  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  ja teiste silikaatidega [25, 26, 27].

Laboratooriumis uuriti ka lisandirohkete fosforiitide rikastamist termilistel ja termokeemilistel meetoditel eesmärgiga saada sobivamat tooret nende töötlemiseks hapetega [28]. Osaleti esimese tööstusliku kolmekihilise keevkihireaktori tellimuse koostamisel ja selle evitamisel mugulfosforiitide rikastamiseks Lopatino tehases. Termiliste urimiste ja katsetööde järjepidevaks põhitäitjaks oli Rein Kuusik, nendes osalesid Helgi Veskimäe, Tiit Kaljuvee, Juta ja Meeme Pöldme, Kaia Tönsuaadu, Viktor Skorobogatov.

Tööde käigus laienesid alusuuringud apatiitide sünteesi ja sünteetiliste apatiitide struktuuri ja omaduste alal [29, 30, 31, 32, 33, 34]. Sünteesiti ja iseloomustati apatiite, milles Ca oli osaliselt asendunud Na ja Mg-ga,  $\text{PO}_4$ -rühm  $\text{CO}_3$ -ga, F ja OH suhe aga varieerus, tehti kindlaks kuumutamisel toimuvad muudatused nende koostises ja struktuuris. Seejärel uuriti raskmetallide (Cd, Mn, Cr, Zn jt) sidumist erinevate apatiitidega, mis võib leida rakendust heitvete ja saastunud pinnase puastamisel ja aidata seletada muutusi bioloogilistes apatiitides. Uudsed on ka tulemused apatiidi ja  $\text{SO}_2$  vaheliste reaktsioonide kohta kuumutamisel ning  $\text{SO}_4$ -iooni inkorporeerumisest apatiidi struktuuri (Kaia Tönsuaadu, Merike Peld). Uusi tulemusi saadi Gustav Tammanni assistendi Julius Kurroli poolt Tartus sünteesitud ja

Kurroli soolaks nimetatud kõrgmolekulaarse naatrium- ja kaaliumpolüfosfaadi kohta [35].

Uuringute käigus tugevnes suunitlus keemiatööstuse tahkheitmete, eriti fosfokipsi, utiliseerimiseks. Fosfokips tekib heitmena suurtes hulkades fosforhappe (topeltsuperfosfaadi ja liitväetiste saamise vahesaaduse) tootmisel looduslike fosfaatide lagundamisel väävelhappega. Lähtudes ideest regenereerida fosfokipsist väävelhapet ja kujundada tsükliline jäätmevaba protsess, alustasime sellekohast uuringut. Need sisaldasid konkureerivate reaktsioonide



tasakaalude ja kineetika ning reagentide difusiooni uurimist reaktsioonide eesmärgipäraseks suunamiseks, samuti toormest pärinevate lisandite möju ja tahkjäägi kasutamise uurimist lubimaterjalina. Kuna ka siin nagu fosfaatide hüdrotermilise töötlemise puhul oli tegemist kõrgtemperatuurilise heterogeense tahkis-gaas-protsessiga, viidi rakendusuuringud läbi keevkihireaktoris, algul laboratoorsel seadmel, seejärel samas Maardu katsetsehhis, kuid seekord redutseerivas keskkonnas. Kasutades kolmest erinevast toormest (Koola apatiit, Karatau ja Tuneesia fosforiit) toodetud fosfokipsi, näidati võimalust sellest  $\text{SO}_2$  regenereerida, tehti kindlaks optimaalsed protsessi parameetrid ning tahkjäägi koostis ja omadused. Uuringud teises suunas – CaS või väävli saamiseks – piirdusid eksperimentidega laboratooriumis. Nende uuringute põhitäitjateks olid Rein Kuusik, Anu Kuusk ja Andres Trikkel [36].

Kõik teemade eelpool nimetatud põhitäitjad kaitsesid kandidaadi- või doktorikraadi. Uurimustest võtsid pikemaajaliselt osa Anne Rebane, Ludmilla Viisimaa, Marve Einard, Helle Ehala, Heinrich Vilbok, Villem Bender, Kalju Utsal.

Kõrvuti uurimustega fosfaatide keemia ja tehnoloogia alal tuli mul Teaduste Akadeemia fosforiidiprogrammi juhina korraldada kompleksseid uuringuid, koguda ja esitada teaduslik-tehnilist argumentatsiooni, vältimaks NSVL keskvõimude poolt kavandatud fosforiidimaardlate evitamist matalal tehnilisel tasemel ja keskkonda ähvardaaval viisil. Koostöös paljude uuringatega õnnestus nende kavade elluviimist pidurdada 15 aasta jooksul kuni fosforiidisõjani välja. Keskkonnahariduse ja -teaduse alal laiemalt algatasin keskkonnatehnoloogia eriala avamise Tallinna Tehnikaülikoolis ja Ökoloo-gia Instituudi loomise.

1980ndate lõpust laienes minu tegevus põlevkivitööstuse ja energeetika valdkonda, sedapuhku rohkem analüütiku ja eksperdina, esinejana konverentsidel või ürituste korraldajana kui üksikküsimuste uurijana [37, 38, 39,

40, 41, 42, 43]. Laboratooriumis (nüüdse nimega anorgaaniliste materjalide laboratoorium) hakati sellesuunalisi probleeme, eriti seotuna keskkonna- kaitsega, uurima Rein Kuusiku juhtimisel. 1989–1990 olin NSVL haardest vabaneva riigi esimese energiastrateegia koostamise töörühma juht, hiljem Akadeemia energeetikanõukogu esimees. Energeetikanõukogu vaidlustas nn NRG-lepingu sõlmimise, töötab läbi Eesti energeetika sõlmküsimusi ja püüab mõjutada vastavaid otsuseid, tulevikuvisioonis aga peab Eestit silmas Läänmeremaade ühise energiasüsteemi osana.

1. Proceedings of the Soviet-Swedish Symposium on the Beneficiation of Phosphate Rock : Tallinn, 1979 / editor M. Veiderma. Tallinn : [Eesti NSV Teaduste Akadeemia], 1979. 188 p.
2. Aasamäe, E.; Arumeel, E.; Einard, M.; Veiderma, M. Obtaining granular NPK fertilizers from single superphosphate and urea // Fertilizer Research (1993) vol. 35, iss. 3, pp 161–167.
3. Veiderma, M. Kokkuvõte uurimustest = Synopsis of the research // Anorgaanilise keemia ja tehnoloogia uurimisrühm : bibliograafia 1960-2002 = Inorganic chemistry and technology research group : bibliography 1960–2002. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2003. Lk. 7–20.
4. Veiderma, M.; Aaviksaar, A. Preface : phosphorus chemistry in 1989, a review of the Tallinn conference // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements (1990) vol. 49–50, iss. 1–4, pp. xli-xliii ; vol. 51, iss. 1–4, pp. xli-xliii
5. Вейдерма, М.А. Физико-химическая и технологическая характеристика природных фосфатов различных месторождений // Минеральные удобрения и их применение в сельском хозяйстве : доклады III научно-технической конференции, Варна, 26–28 мая 1975. София : Научно-технический союз химической промышленности, 1975. С. 37–43.
6. Veiderma, M.A.; Knubovets, R.G. Thermal transformations in phosphorites and their use for the beneficiation of phosphate rock // 2nd International Congres on Phosphorus Compounds, Boston, Massachusetts, U.S.A., April 21–25, 1980 : proceedings. [S.l.] : Institut mondial du phosphate. Pp. 345–362.
7. Вейдерма, М.А.; Кнубовец. Р.Г. Природные фосфаты и фосфатное сырьё // Известия АН ССР. Неорганические материалы (1984) т. 20, № 6, с. 991–998.
8. Kalyuvee, T.; Veiderma, M.; Tynsuaadu, K.; Vilbok, H. Physico-chemical transformations during heating of phosphorites // Journal of Thermal Analysis (1988) vol. 33 iss. 3, p. 839–844.
9. Veiderma, M.; Knubovets, R. Kiruna apatite // Scandinavian Journal of Metallurgy (1991) vol. 20, iss. 6, pp. 329–330.
10. Veiderma, M.; Knubovets, R.; Tönsuaadu, K. Fluorhydroxyapatites of Northern Europe and their thermal transformations // Phosphorus Sulfur and Silicon and the Related Elements (1996) vol. 109–110, iss. 1–4, pp. 43–46.

11. Veiderma, M.; Knubovets, R.; Tönsuaadu, K. Structural properties of apatites from Finland studied by FTIR spectroscopy // Bulletin of the Geological Society of Finland (1998) vol. 70, parts 1–2, pp. 69–75.
12. Tönsuaadu, K.; Koel, M.; Veiderma, M. Thermal analysis of Israeli phosphorites with determination of the evolved gases // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2001) vol. 64, iss. 3, pp. 1247–1255.
13. Вейдерма, М.А.; Аасамяэ, Э.Э. Исследование поточного способа получения двойного суперфосфата с применением различных видов сырья // Химическая промышленность (1973) № 10. С. 756–759.
14. Ребане, А.И.; Биткова, И.В.; Вейдерма, М.А.; Юсупов, Т.С. Влияние механической активации на реакционную способность природных фосфатов при получении двойного суперфосфата // Журнал прикладной химии (1980) № 3, с. 484–488.
15. Viisimaa, L.; Veiderma, M.; Aarnio, P.; Niinistö, L. Distribution and recovery of rare earths from Estonian phosphorites during acidic decomposition // Symposium on Inorganic and Analytical Chemistry : May 27, 1988, Lappeenranta. Lappeenranta : Lappeenranta University of Technology, 1988. P. 115–117.
16. Veiderma, M. Studies on thermochemistry and thermal processing of apatite // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry = Eesti Teadustuse Akadeemia Toimetised. Keemia (2000) vol. 49, iss. 1, pp. 5–18.  
Kokkuvõte: Uurimused apatiitide termokeemial ja termilise töötlemise alal.
17. Вейдерма, М.А.; Винкман, А.О.; Вольфович, С.И.; Куусик, Р.О.; Скоробогатов, В.А.; Ягодина, Т.Н. Обесфторивание Маардуского фосфорита в псевдоожиженном слое на заводской опытной установке // Химическая промышленность (1975) № 3, с. 193–195.
18. Вейдерма, М.А.; Куусик, Р.О.; Ягодина, Т.Н.; Скоробогатов, В.А. Гидротермическая переработка природных фосфатов в псевдоожиженном слое // Проблемы химии и химической технологии : некоторые новые направления химии, технология и химизация сельского хозяйства. Москва : Наука, 1977. С. 184–192.
19. Volkovich, S.I.; Veiderma, M.A. The progress of hydrothermal processing of phosphate rock // 1978 Technical/Economic Conference : Orlando (Florida, U.S.A.), 23rd–27th October 1978 : proceedings. [S.I.] : ISMA, [1978]. P. 49–62.
20. Veiderma, M.; Pyldme, M.; Tynsuaadu, K. Thermische Entfluorierung von Apatit = Thermal defluorination of apatite // Chemische Technik (1988) 40. Jg., Heft 4, S. 169–172.
21. Pyldme, M.; Buzágh-Gere, É.; Pyldme, J.; Veiderma, M. Thermal analysis of the interaction of phosphorite with condensed phosphates of calcium // Journal of Thermal Analysis (1976) Vol. 10, no. 2, p. 195–204.
22. Veiderma, M.; Pyldme, M.; Pyldme, J. The reactions between condensed phosphates and natural phosphates or fluorite by heating // First interna-

- tional congress on phosphorus compounds, Rabat, Marocco, October 17–21, 1977 : Proceedings. P. 449–456.
23. Veiderma, M.; Pyldme, M.; Tynsuaadu, K.; Utsal, K. Mechanism of reactions in mixtures of calcium polyphosphate with apatite and accompanying minerals during heating // Journal of Thermal Analysis (1987) vol. 32, iss. 4, p. 1093–1103.
  24. Veiderma, M.; Kaljuvee, T.; Knubovets, R.; Pöldme, M.; Tönsuaadu, K. Thermal transformations in systems based on natural apatites // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements (1990) vol. 51, iss. 1–4, pp. 125–128.
  25. Veiderma, M.; Tönsuaadu, K.; Knubovets, R.; Einard, M.; Peld, M. Thermophosphates on the basis of apatite and aluminosilicates // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements (1993) vol. 76, iss. 1–4, pp. 187–190.
  26. Tönsuaadu, K.; Rimm, K.; Veiderma, M. Composition and properties of thermophosphates from apatite and aluminosilicates // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements (1993) vol. 84, iss. 1–4, pp. 73–81.
  27. Veiderma, M.; Tönsuaadu, K. Thermophosphate Fertilizers from Siilinjärvi Apatite. Helsinki : The Finnish Academy of Technology, 1996. 26 p. (Acta Polytechnica Scandinavica. Chemical Technology Series ; 239).
  28. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Veiderma, M. Enrichment of carbonate-phosphate ores by calcination and air separation // International Journal of Mineral Processing (1995) vol. 43, iss. 1–2, pp. 113–121.
  29. Tönsuaadu, K.; Peld, M.; Leskelä, T.; Mannonen, R.; Niinistö, L.; Veiderma, M. A thermoanalytical study of synthetic carbonate-containing apatites // Thermochimica Acta (1995) vol. 256, iss. 1, pp. 55–65.
  30. Tönsuaadu, K.; Peld, M.; Veiderma, M. Removal of Cd<sup>2+</sup> and Mn<sup>2+</sup> ions from aqueous solutions by synthetic cation substituted calcium carbonate apatite // Toxicological & Environmental Chemistry (1997) vol. 64, iss. 1–4, pp. 145–154.
  31. Tönsuaadu, K.; Peld, M.; Bender, V.; Veiderma, M. Binding of SO<sub>2</sub> by synthetic substituted apatites // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (1999) vol. 56, iss. 1, Proceedings of the 7th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, Balatonfüred, Hungary, Aug. 30 – Sept. 4, 1998. Budapest, 1999, pp. 35–42.
  32. Tönsuaadu, K.; Peld, M.; Quarton, M.; Bender, V.; Veiderma, M. Studies on SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ion incorporation into apatite structure // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements (2002) vol. 177, no. 6/7, pp. 1873–1876.
  33. Koel, M.; Kudrjashova, M.; Tönsuaadu, K.; Veiderma, M. Thermochromatography for evolved gas analysis of apatite materials // Journal of Chromatography A (1998) vol. 819, iss. 1–2, pp. 75–83.
  34. Jahkola, A.; Veiderma, M. Foreword // Energetics: from research to innovation : Baltic-Finnish Conference, Tallinn, 1–2 November 2001 : proceedings. Helsinki : Finnish Academies of Technology, [2002]. P. 5.

35. Griffith, E. J.; Ngo, T. M.; Veiderma, M. Kurrol's salts // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry = Eesti Teaduste Akadeemia Toimetised. Keemia (1993) vol. 42, no. 3, pp. 113–123.  
Kokkuvõte: Kurroli soolad.  
Резюме: Соли Куррола.
36. Kuusik, R.; Veiderma, M. Thermal processing of phosphogypsum // Proceedings of the III International Symposium on Phosphogypsum, Orlando, Florida, December, 1990. Vol. 1. The Florida Institute of Phosphate Research, 1990. P. 267–279.
37. Veiderma, M. Common Baltic energy system – a precondition for sustainable development // 5th International Conference on Environment and Sustainable Development in the Baltic Region. Transforming the Baltic Environment : Strategies and Policies. Nyköping, Sweden, November 13–15, 1995. Stockholm: SEI, 1995. 1 p.
38. Veiderma, M. Comments on sustainable energy development in the Baltic Sea region // Energy Policy Dialogue between the Baltic and Nordic States : Seminar in Oslo, 10–11 December 1997. [S.I.]. Pp. 153–161.
39. Veiderma, M. Development of the Baltic Sea region gas market // European Energy Markets: The Integration of Central European, Baltic and Balkan Countries in the European Energy Economy : International Conference, Vienna, 2–4 July 1997 : Appendix Conference Proceedings and Reference Papers. Vienna : Institut für Energiewirtschaft, Vienna University of Technology, 1997. Pp. 37–44.
40. Veiderma, M. Industrial complex in Northeast Estonia: technical, economic and environmental aspects // Turning a problem into a resource: remediation and waste management at the Sillamäe site, Estonia. Dordrecht etc.: Kluwer Academic Publishers, 2000. Pp. 1–4. (NATO science series. 1, Disarmament Technologies ; 28).
41. Veiderma, M. Estonian oil shale – resource, research and usage // Oil shale – strategic significance of America's : Proceedings of DOE technical review meeting : February 19–20 2004 Virginia, USA. 18 pp.
42. Kääär, H.; Veiderma, M.; Zebergs, V.; Vilemas, J. Prospects of natural gas in Baltics: efficiency of consumption and security of supply // Global Energy Transitions, with Emphasis on the Last Five Years of the Century : Conference Proceedings : 19th IAEE International Conference, May 27-30, 1996, Hotel Atrium Hyatt, Budapest, Hungary. [S.I.] : International Association for Energy Economics. Pp. 485–493.
43. Probleme und Strategien der Umstrukturierung von Industrieregionen – Mit Blick auf Ida-Viru in Estland / [herausgegeben von] P. J. Tettinger, M. Veiderma. Stuttgart etc.: Boorberg, 1997. 211 s. (Bochumer Forschungsberichte zum Berg- und Energierecht ; 19).

Väljavõte artiklist  
Teaduspreemia tehnikateaduste alal tööde tsükli

# “Uurimusi happeliste gaaside emissiooni piiramiseks ergeetikas”

eest

(Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2010.  
Tallinn : Teaduste Akadeemia Kirjastus. lk.86–109)

## UURIMISTSÜKLI TAUST

Säästlik loodusressursi kasutus ning keskkonnahoid on esmatähtsad märksõnad tänapäeva maailma majandus- ning teaduspoliitikas. Energiatootmine, millega kaasnevad suuremahuliste tahkheitmete teke ning kahjulikud



Tiit Kaljuvee, Rein Kuusik (kollektiivi juht) ja Andres Trikkel  
teaduspreemia kätteandmisel 24.02.2010

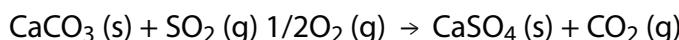
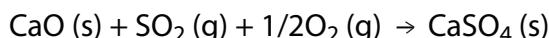
emissioonid atmosfääri, on selle teesi lihtsaim kinnitus. Just energiatootmisel on omane happeliste gaaside ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SOx}$ ,  $\text{NOx}$  jt) emissioon atmosfääri, millega kaasnevad olulised keskkonnaprotsessid nagu happenised vihmad, globaalne soojenemine jm. See on põhjuseks, miks nende valdkondadega seotud alus- ja rakendusuuringutele põöratakse maailmas suurt tähelepanu, luues sihtprogramme ja koostöövõrgustikke riikide, Euroopa Liidu ja maailma tasemel, koondades suuri vaimseid jõude ning finantsvahendeid.

Eesti maavaradest on suurima aastase kaevandamismahuga karbonaatsed kivimid ja põlevkivi. Esimeste põhilise rakendusala on ehitus, vähemal määral kasutatakse neid ka tehnoloogilise toormena. Katab 63–65% ulatuses primaarenergia vajaduse soojuse ja elektri tootmisel, ning on aluseks põlevkiviöli tootmisel ning keemiasaaduste valmistamisel. Mõlemad põlevkivi kasutusalad on jäätmerikkad – neid iseloomustab suuremahulise tahkheitme – tuha või poolkoksi teke koos happeniste gaaside emissiooniga atmosfääri suunatavate suitsugaaside koosseisus. Nimetatud heitmeid kasutatakse piiratult ning nad tuleb ladustada, millega kaasnevad märgataavad kulutused keskkonnahoile. Teisalt, käesoleva töödetsükli autoritel on varasem laialdane kogemus mitmesuguste termiliste heterogeensete protsesside uurimisel ja tööstuslikul katsetamisel, alates looduslike fosfaatide fluorärastamisest ning termilisest ja termokeemilisest rikastamisest kuni keemiatööstuse suurheitme – fosfokipsi – termilise lagundamiseni lubja saamisega ning vääveldioksiidi tekkega järgnevaks väävelhappe regenererimiseks. Nende kogemuste rakendamine laia tähtsust omavate küsimuste lahendamiseks Eesti tingimustes oli loomulik areng. Nii kuunes autorite ja nende kolleegide üheks oluliseks uurimissuunaks põlevki-vienergeetikale iseloomuliku happeniste gaaside emissiooni vähendamise võimaluste selgitamine, vaadeldes võimalike sorbentidena nii Eesti looduslikke (lubjakivid, dolomiidid) kui tehnilisi (põlevkivistuhad, poolkoks) lubimaterjale-tööstusheitmeid mitmete gaas – vedel – tahke heterogeensete protsesside tingimustes.

## TÖÖD VÄÄVELDIOOKSIIDI OSAS

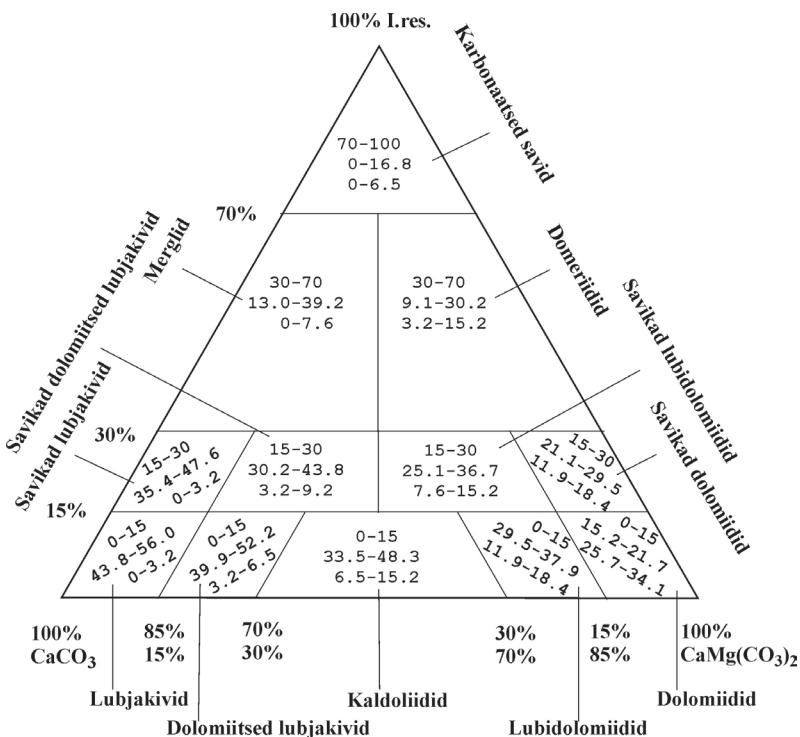
### Lubjakivid ja dolomiidid $\text{SO}_2$ sorbentidena

Lubjakivide ja dolomiitide sorbeerimisvõime pöhineb karbonaatide lagunemisel tekkiva  $\text{CaO}$  ja osaliselt ka  $\text{MgO}$  reaktsioonil vääveldioksiidiga [1]. Kõrgematel rõhkudel reageerib kaltsiumkarbonaat ka otse vääveldioksiidiga. Summaarset protsessi kirjeldavad järgmised reaktsioonivõrandid:



Arvutused näitavad, et Ca ja Mg oksiidide täieliku reageerimise puhul seob 100 g kaltsiiti 64 g SO<sub>2</sub>, 100 g dolomiiti aga 69,4 g SO<sub>2</sub>. Sellest järeltub, et kui lubjakivi ja dolomiidi kasutamisastmed on võrdsed, võib dolomiiti pidada SO<sub>2</sub> sorbeerimiseks sobivamaks reagendiks. Teiselt poolt on aga leitud, et dolomiidi lagunemisel tekkiv MgO ei võta kõrgematel temperatuuridel SO<sub>2</sub> sidumise protsessist osa. Seepärast tuleb küsimus ühe või teise materjali sobivuse osas otsustada individuaalselt.

Karbonaatsete kivimite liigitamiseks on esitatud mitmeid klassifikatsioone. Lihtne ja otstarbekas on Tarmo Kiipli esitatud klassifikatsioon (Joonis 1), mis põhineb karbonaatsete kivimite CaO, MgO ja lahustumatu jäägi sisaldusel, ning hõlmab vaid 12 erimit [2].



Joonis 1. Lubimaterjalide liigitus. Numbrid väljades iseloomustavad vastavalt soolhappes lahustumatu jäägi, CaO ja MgO sisalduse piire, (%).

Tarmo Kiipli andmetel on 12 paekivi erimist Eestimaal levinumad järgmised: lubjakivid 40%, savikad lubjakivid 14%, dolomiidid 12%, dolomiitsed lubjakivid 8% ja merglid 7% ulatuses. Meie uurimistöödes kasutati palju sid proove, mis hõlmasid nii dolomiite, kaltsiite, dolomiitseid lubjakive kui lubidolomiite ning kaldoliite. Valiti nii puhtaid kui suure lisanditesal-

dusega ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) savikaid ning merglilisi proove, samuti erineva geoloogilise vanuse ja kristallstruktuuriga proove, mis hõlmaksid kõigi eesti põhiliste leiukohtade kivimeid, sealhulgas nii tehnoloogilist tooret, ehitus ja viimistlusmaterjaliks kasutatavaid kui möningaid kaevandusjääke.

Kasutatud proovide (joonis 2) iseloomustamiseks sorbentidena kasutati mitmesuguseid näitajaid – sidumismahukus (mg seotud  $\text{SO}_2$  100 mg algmaterjali kohta), sidumiskiirus, konversiooniaste (eeldusel, et kogu  $\text{CaO}$  osaleb sidumises ja produktiks on  $\text{CaSO}_4$ ). Katsetulemuste matemaatilise töötlemise käigus toodi välja sidumisprotsessi kineetilised parameetrid. Karbonaatide lagunemise ja  $\text{SO}_2$  sidumise uurimiseks kasutati termogravimeetrist analüüs, nii lähtematerjale kui produktele uuriti skaneeriva elektronmikroskoopia, röntgendifraktsioonanalüüs, kõrgrõhu porosimeetria, elementanalüüs jm meetoditega.

Uuritud karbonaatsete materjalide eripind karbonaatide lagunemise käigus valdavalt kasvab. Eripinna kasv on sõltuv  $\text{R}_2\text{O}_3$  ( $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sisaldust ning on seda suurem, mida väiksem on  $\text{R}_2\text{O}_3$  ( $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sisaldus. Sulfatiseerimisprotsessi käigus sorbendiosakeste poorsus väheneb, aga poorid täielikult ei sulgu. Määratleti erinevate materjalide sidumisparameetrid ning avati protsesside mehhanism. Elementanalüüsiga tehti kindlaks, et seotud väävli sisalduse jaotus kogu osakese mahus mõõduka temperatuuri ja sidumise kestuse juures oli ühtlane, mis viitab olulise produktikihi difusioonitakistuse puudumisele vähemalt sidumise algsaasis [3]. Temperatuuri tõstmise viib poorsuse olulise vähinemiseni, mistöttu peaks kõrgemal temperatuuril dekarboniseeritud osakeste puhul olema  $\text{SO}_2$  tungimine osakese sisemusse raskendatud ja reaktsioon toimuma põhiosas vaid osakeste pinnal. Üleminek keemilise reaktsiooni kui limiteeriva staadiumi piirkonnast difusiooni piirkonda toimub sel juhul oluliselt madalamatel konversioonistmetel.  $\text{SO}_2$  seoti peamiselt anhüdriidi või  $\gamma \text{CaSO}_4$  vormis.  $\text{CaSO}_3$  ja  $\text{CaS}$  leidumine sulfatiseerimisproduktides on vähetõenäoline. Mg-ühendite osalus  $\text{SO}_2$  sidumisprotsessis kasvab pärast seda kui dekarboniseerimisel tekkiv vaba  $\text{CaO}$  on suures osas seotud. Põhilise ühendina tekkis sel juhul kaksiksulfaat  $\text{CaMg}_3(\text{SO}_4)_4$  [1].

Matemaatiliselt on dekarboniseerimisprotsess rahulda täpsusega kirjeldatav pooride juhusliku jaotuse mudeliga, mille põhjal arvutatavad efektiivsed parameetrid võimaldavad erinevaid materjale omavahel võrrelda. Sulfatiseerimisprotsessi matemaatilise kirjelduse aluseks on reageerimata kahaneva sfääri mudel mida täiendati konversioonsõltuva efektiivse difusiooni sisseviimisega. Mudeli põhjal määratleti sidumise kineetilised parameetrid ning difusioonikonstandid [4].

Kokkuvõttes võib öelda, et valdag osa arvelevõetud Eesti karbonaatsetest kivimitest on kõrge või arvestatava reaktsioonivõimiga  $\text{SO}_2$  suhtes ning

sobivad kasutamiseks suitsugaaside puhastamiseks kuivpuhastusmenetluse tingimustes. Konkreetse materjali valik ning otstarbekus sõltuvad peamiselt kasutatavast tehnilisest lahendusest (kõrgtemperatuuriline põletusprotsess, klassikaline või retsirkuleeriv keevkiht jne) ning püstitatud eesmärgist.

### **Mg-ühendite osalus vääveldioksiidi sidumisel**

Kuigi dolomiidid leiavad rakendamist heitgaaside puhastamisel vääveldioksiidist, siis johtub see igal konkreetsel juhul pigem tema kättesaaduvusest (hinnast) ning  $\text{SO}_2$  sorbendina arvestatakse reeglinä vaid dolomiiidi koostises olevat kaltsiitset osa. Kuna andmeid Mg-ühendite võimaliku osaluse kohta vääveldioksiidi sidumisel tahkesse faasi oli suhteliselt vähe ning need olid vastukäivad, siis, leidmaks kinnitust Mg-ühendite osalusele vääveldioksiidi sidumisel tahkesse faasi, viidi eksperimentid läbi laias temperatuuripliirkonnas ( $400\text{--}900^\circ\text{C}$ ) erinevatel  $\text{SO}_2$  osaröhkudel segus öhk –  $\text{SO}_2$  [1, 12]. Sealjuures kaasati erinevaid lubimaterjale:  $\text{MgO}$  ja  $\text{CaO}$  baasil koostatud mudelsegud, erinevate leiukohtade dolomiidi ja lubjakivi proovid, Eesti põlevkivi tolmpõletamisel moodustunud nn kõrgtemperatuurilised tuhad ( $1200\text{--}1400^\circ\text{C}$ ), Eesti põlevkivi põletamisel tsirkuleeriva kihiga katseseadmeli ning tema poolkoksi põletamisel hõljuva kihiga katseseadmeli  $800\text{--}850^\circ\text{C}$  juures moodustunud tuhad (madalatemperatuurilised tuhad). Samuti uuriti vääveldioksiidi sidumise iseärasusi tahkesse faasi vahetult Eesti põlevkivi ja tema poolkoksi termooksüdatsiooni käigus ning termooksüdatsioonil tekkinud tuhkade täiendaval sulfatiseerimisel.

Tehti kindlaks, et Mg-ühendeid sisaldavate looduslike lubimaterjalide ning kütuste põletamisel tekkivate tuhkade sulfatiseerumisproduktides esineb madalatemperatuurilises piirkonnas lisaks anhüdriidile  $\text{CaMg}\text{-kaksiksulfaat}$   $\text{CaMg}_3(\text{SO}_4)_4$ , viimasest märgatavalalt vähem või jälgedena ka  $\beta\text{-MgSO}_4$ . Temperatuur  $500^\circ\text{C}$  on  $\text{CaMg}\text{-kaksiksulfaadi}$  tekkeks ja püsimiseks juba piisav ning tema teke kogutud röntgendifraktsionanalüüs andmetel toimub üle  $\text{CaSO}_4$  ning  $\text{MgSO}_4$  tekke.

Seega Mg-ühendeid sisaldavate lubimaterjalide (esmajoones dolomiidid, aga ka dolomiitsed lubjakivid ning põlevkivistuhad) kasutamisel heit(suitsu)-gaaside puhastamisel vääveldioksiidist on otstarbekas arvestada põhiprotsessi tehnoloogilisi parameetreid (esmajoones temperatuuri) kogu tehnoloogilise trakti ulatuses, et maksimaalselt ära kasutada lubimaterjalides sisalduvate magneesiumühendite  $\text{SO}_2$ -sidumispotensiaali. Esmajoones tähendab see õige koha valikut lubimaterjalide sisestamiseks süsteemi ehk optimaalseid temperatuuringimusi ( $700\text{--}800^\circ\text{C}$ )  $\text{CaMg}\text{-kaksiksulfaadi}$  tekkeks ja püsimiseks. Iseenesest toimub see küllaltki laias temperatuuripliir-

konnas (500–900°C), kuid madalamatel temperatuuridel (ka reaktsioonidel  $\beta$ -MgSO<sub>4</sub> tekkega) jäävad reaktsioonikiirused tagasihoidlikuks, kõrgematel temperatuuridel aga on CaMg-kaksiksulfaat ebastabiilne.

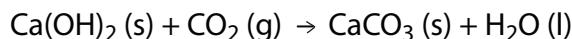
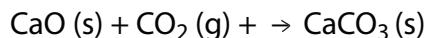
### Vääveldioksiidilt süsinikdioksiidile

Vastavalt sellel, kuidas on tõusnud tähelepanu keskmesse kasvuhooneefekt ja globaalne soojenemine, on teadlaste tähelepanu järjest suuremal määral pöördunud süsinikdioksiidi emissiooni vähendamisele. Kuna SO<sub>2</sub> emissiooni vähendamise meetodeid on tänaseks laialt uuritud ja sellega saadakse ka üsna hästi hakkama – direktiividega määratud piiridesse ei muhu ilmselt vaid mõned Euroopa riigid (näiteks Türgi, Makedoonia ja Kreeka), siis paljud uurimisgrupid lülitusid paralleelselt tegelema teise happega CO<sub>2</sub> probleemidega. Nii meiegi.

Kõrvuti SO<sub>2</sub> sidumisega on hakatud lubjakivisid käsitlemata kui võimalikke CO<sub>2</sub> kandjaid tsüklilises sidumis-dekarboniseerimisprotsessis [5, 6]. Lubjakivi dekarboniseeritakse ja tekib vaba lubi. Madalamal temperatuuril seob CaO heitgaasidest CO<sub>2</sub>, seejuures tekkiv osaliselt karboniseeritud lubi suunatakse teise seadmesse, kus tekkinud karbonaadid lagunevad. Nii on võimalik saada kontsentreeritud CO<sub>2</sub> voog, mida on lihtsam puastada ja ladustada. Selles liinis on uurimistööd lubjakividega ka meie laboris jätkumas.

### Põlevkivistuhad SO<sub>2</sub> ja CO<sub>2</sub> sorbendina kuvsidumisprotsessides

Eesti eripäraks on energetikatööstuses tekkivad põlevkivistuhad, mis sisalavad vabasid Ca ja Mg oksiide, tuhkade seismisel ja hüdrotranspordil tekkinud hüdroksiide ning lagunemata karbonaate ja võiksid samuti omada happeliste gaaside sidumise võimet vastavalt eespool toodud ning järgnevatele reaktsioonivõranditele:



Nii SO<sub>2</sub> kui CO<sub>2</sub> kuvsidumisprotsesse oleme uurinud laias temperatuuride jm tingimuste vahemikus, kasutatud on erinevate pöletamistehnoloogiate käigus kogutud tuhaproove (tolmpöletustehnoloogia – TP ja keevkihttehnoloogia – KK) ning tuhaproove erinevatest seadmetest (kolle, tsüklonid, elektrifiltrid jt) [7–10].

Läbivalt jäid laia valiku tuhkade puhul temperatuuril 700°C sidumismahuuse väärtsused vahemikku 1,3–12,5 mg (0,03–0,28 mmol) CO<sub>2</sub> ja 10–30 mg (0,16–0,47 mmol) SO<sub>2</sub> 100 mg tuha lähteproovi kohta. KK tuhad näitasid

$\text{CO}_2$  süsteemis kõrgemaid CaO konversiooniastmete väärtsusi (19–74%) kui TP tuhad (9–52%). Leiti, et  $\text{CO}_2$  sidumismahukused sõltusid peamiselt vaba CaO sisaldusest tuhas.  $\text{SO}_2$  süsteemis arvutati konversiooniaste mölema oksiidi kohta (CaO ja MgO) ning nende väärtsused jäid KK ja TP tuhkade korral vastavalt vahemikku 50–91% ja 21–28%. Tuhkade sidumisomadusi on püütud parendada erinevate aktiveerimismeetoditega (jahvatamine, hüdratiseerimine jt.), nii on saadud  $\text{SO}_2$  süsteemis lubjakividega võrreldavaid tulemusi [7, 11].  $\text{CO}_2$  sidumine põlevkivistuhkadega kuivprotsessis jäab siiski tagasihoidlikuks, protsessile avaldab sekundaarsete tahke faasi reaktsioonide töttu negatiivset mõju nii jahvatamine kui protsessi temperatuuri tõstmine [10].

Sidumisprotsesside kineetika analüsüs näitas, et mölemad sidumisprotsessid on enamiku tuhkade korral tervikuna limiteeritud gaasi difusiooniga tahkes sorbendiosakeses (3 dimensionaalne difusioon, sfääriline sümmeetria). Samas on paljudel juhtudel eristatav ka lühike keemilise reaktsiooni kineetika poolt limiteeritud algstaadium (esimest järku kineetika, juhuslik reaktsioonitsentrite teke). Tervikprotsessi aktivatsioonientriid jäid KK tuhkadele temperatuuripiirkonnas 500–700°C  $\text{CO}_2$  süsteemis vahemikku 48–82 kJ mol<sup>-1</sup>;  $\text{SO}_2$  süsteemis 43–107 kJ mol<sup>-1</sup>. Kiiruskonstantide väärtsed 700°C juures jäid vahemikku 10<sup>-3</sup>–10<sup>-4</sup> min<sup>-1</sup>. Temperatuuri tõstmine üldjuhul vähendas kiiruskonstantide väärtsusi mölema gaasi korral, efekt oli oluliselt suurem  $\text{CO}_2$  süsteemis ja suurema lisanditesaldusega tuhkade puhul. Proovide eelnev jahvatamine aga vähendas kiiruskonstantide väärtsi  $\text{CO}_2$  süsteemis, kuid suurendas  $\text{SO}_2$  süsteemis. Neid nähtusi on selgitatud viidatud artiklites [8, 10]. Kui võrrelda dekarboniseeritud lubjakividega, siis on nende  $\text{SO}_2$  sidumisreaktsiooni kiiruskonstantide väärtsused oluliselt suuremad, jäädES suurusjärku 10<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> ja sidumisreaktsiooni saab enamiku lubjakivide puhul kirjeldada esimest järku kineetika võranditega.

Kokkuvõttes võib öelda, et põlevkivistuhad sobivad teatud rakendustes happenliste gaaside kuivsidumiseks. KK tuhkade sidumisomadused on võrreldes TP tuhkade paremad mölema gaasi süsteemis, kuid need jäavad siiski maha lubjakivide sidumisomadustest. Tuhkade eelnev töötlus mõjutab sidumisparametreid, samuti protsessi mistahes staadiumi temperatuur. See mõju on oluliselt suurem  $\text{CO}_2$  sidumisprotsessile.

## **Tööstuskatsed vääveldioksiidi emissiooni vähendamiseks tolmpöletuskatlas**

Tööstuskatsed suitsugaasidest täiendava koguse SO<sub>2</sub> sidumiseks kuivpuhastusmeetodil viidi läbi varasemal perioodil (1998. a) ühes Balti Elektrijaama töötavas boileris (põlevkivi kulu 60 t h<sup>-1</sup>, auru toodang 150 t h<sup>-1</sup>) sisestades boilerisse tagasi eelnevalt tööstuslikus kuulveskis jahvatatud tsüklontuhka. Tsüklontuha sisestuspunkt boilerisse (20 m kõrgusel boileri põhjast, kus suitsugaaside temperatuuri on vahemikus 850–900°C) oli valitud arvestades aerodünaamikat ning temperatuuriprofilili kütuse põletuskambris, aga samuti katsetulemusi SO<sub>2</sub> sidumise simulatsioonil CaO-ga. Katsete käigus vähenes SO<sub>2</sub> kontsentratsioon gaasifaasis olenevalt retsüklisse suunatud tuha kogusest (21–32% kogu tekkivast tuhast, vaba CaO/S moolsuhe vahemikus 1,6–2,8) 17–34% ehk SO<sub>2</sub> sidumisaste kasvas 57%-lt 72%-ni [13]. Tuha sisestuspunkti nihutamisel temperatuuripiirkonda üle 950°C kaasnes sisestatava sorbendi (tuha) inaktiveerumine sulamisnähtude tekke tulemusena. Sealjuures on kõrgendatud temperatuuridel oodata ka sulfaatide lagunemist, millega kaasneks SO<sub>2</sub> re-emissioon. Sisestades katlassesse segus põlevkiviga eelnevalt jahvatatud heitvete sadestusbasseini muda (SBM, vahekord 6:1) vähenes SO<sub>2</sub> emissioon gaasifaasi 40–50% võrra ning üldine SO<sub>2</sub> sidumisaste kasvas 68%-lt 85%-ni [13].

Seega töestasid tööstuskatsed möningate tuhaliidide ja SBM sobilikku kasutamiseks retsüklis, et vähendada SO<sub>2</sub> emissiooni gaasifaasi põlevkivi tolmpöletamisel Narva elektrijaamades.

## **Väävliühendite transformatsioonid poolkoksi ja fossiilkütuste termooksüdatsioonil**

Tööd viidi läbi dünaamilise temperatuuritõusu tingimustes atmosfääriõhu voolus, kasutades kombineeritud termogravimeetritelist – gaastitrimeetritelist või termogravimeetritelist – FTIR-spektraanalüüsiperiode, mis võimaldavad jälgida gaasifaasi emiteerunud ühendite dünaamikat, nende omavahelisi seoseid ning kvantitatiivselt määrama termooksüdatsioonil tekkinud ning gaasifaasi emiteerunud vääveldioksiidi koguseid [17–19]. Tahkjäägi analüüs lubas selgitada mineraalosas toimunud muutused.

Näidati põlevkivi mineraalses osas toimuvate muutuste olulisust väävliühendite sidumisel. Neist olulisim on karbonaatide lagunemine, mille tulemusena lenduv väävel seotakse osaliselt kas CaS või CaSO<sub>4</sub>-na. Osa sulfidsest väävlist, mis tekib püriidi lagunemisel, on poolkoksis FeS-na. Kuna Kiviter-protsessis tekkinud poolkoks laaditakse välja märgmeetodil, siis karbonaatide osalisel lagunemisel tekkinud CaO kustub ja tekib Ca(OH)<sub>2</sub>,

mis hakkab lagunema temperatuuridel üle 400°C. Seega sisaldab poolkoks ühendeid, mis on võimelised termooksüdatsioonil tekkivat vääveldioksiidi tõhusalt siduma juba temperatuuri madalamas piirkonnas (<400–450°C). Kõrgematel temperatuuridel aga seotakse SO<sub>2</sub> tahkesse faasi karbonaatide täiendaval lagunemisel tekkiva vaba CaO poolt. See teadmine lubas järel-dada, et ringleva keevkihiga pöletustehnoloogia kasutamine segude pool-koks – pölevkivi korral, mida iseloomustab kõrge mineraalosa juuresolek protsessis, loob eeldused energia saamiseks keskkonda happeliste gaasi-dega peaaegu kahjustamata. Uuringud mitmete fossiilkütuste kasutamise-ga näitasid, et see järellus kehtib ka erinevate leiukohtade pölevkivide ja pölevkivi ning poolkoksi segude kohta väävlirikaste kivisütega [20–22].

## **CO<sub>2</sub> MINERALISEERIMINE PÖLEVKIVIENERGEETIKAS Eeldused suitsugaasides sisalduva CO<sub>2</sub> sidumiseks pölevkivituuhaga**

Termodünaamiliste arvutustega näidati ning katsetega kinnitati, et mit-med tuha komponendid on reaktsioonivõimelised CO<sub>2</sub> suhtes ja seda nii gaas – tahke kui ka gaas – tahke – vesi süsteemides [24]. Peamisteks neist on vabad Ca-Mg-oksiidid ja viimaste hüdratatsiooniproduktid (tekivad tuha kokkupuutel vee või öhuniiskusega). Näiteks vaba lubi reageerib kiiresti õhus sisalduva süsihappegaasiga [25, 26]. Mitmete töödega on näidatud pölevkivituha kui CO<sub>2</sub> sorbendi positiivse eripärana, et küllalt intensiivne on, võrreldes looduslike mineraalidega, sekundaarsete pölemisproses-sis tekkinud Ca-Mg-silikaatide (näiteks beliit Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, pseudovollastonit CaSiO<sub>3</sub>, merviniit Ca<sub>3</sub>Mg(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, jt.), nn. klinkermineraalide reaktsioon CO<sub>2</sub>-ga ja seda nimelt vesisuspensioonis [23, 27, 28]. Viimase asjaolu valgu-ses on teiseks oluliseks eelduseks CO<sub>2</sub> lahustuvus vees süsihappe tekkega ning viimase dissotsiatsioon sõltuvalt lahuse pH väärustusest. Lahustuva CO<sub>2</sub> kogus/kontsentraatsioon lahuses nagu ka lahustumise kiirus on võrdelised tema osaröhuga gaasifaasis, mis suitsugaaside korral on võrreldes atmo-sfäärisisaldusega kõrge (12–15%).

## **Tuha hüdroeraldamine ja märgladustamine kui süsteem CO<sub>2</sub> sidumiseks**

Eesti pölevkivienergeetikas realiseeritud tuha märgeraldamise ja -ladus-tamise skeemi korral toimub looduslik CO<sub>2</sub> sidumine tuhaväljal ning Ca-foonidega küllastatud ringlusveega, mistõttu kogu kompleks on vaa-deldav CO<sub>2</sub> siduva süsteemina. Looduslik sidumine on aeglane protsess [26, 29], kuid ta ulatus on autorite poolt selgelt töestatud ning Eesti Vaba-riigi Keskkonnaministeeriumi poolt on vastav parandus lülitatud õhku hei-

detava CO<sub>2</sub> mahtude arvutamise metoodikasse [30]. Käesolevas uuringutetsükli näidati võimalused ja protsessid CO<sub>2</sub> kui happelise gaasi ning tuha leeliseliste komponentide vaheliste reaktsioonide kiirendamiseks keemilis-tehnoloogiliste meetoditega põlevkivituha sidumispotentsiaali täielikuks ärakasutamiseks [31, 32]. Sealjuures oleks CO<sub>2</sub> allikaks suitsugaas (12–15% CO<sub>2</sub>), leeliselisteks voogudeks aga tuha vesisuspensioon ja/või süsteemis ringlev leeliseline transpordivesi. Lisaks analüüsiti tuhavälja CO<sub>2</sub> sidumispotentsiaali [26, 29] ning kuivsidumisprotsessi võimalusi (vt ülalpool). Hinnati ka tuha vaba lubja sisalduse vähendamisega kaasnevaid muutusi tema sideainelistes omadustes [26].

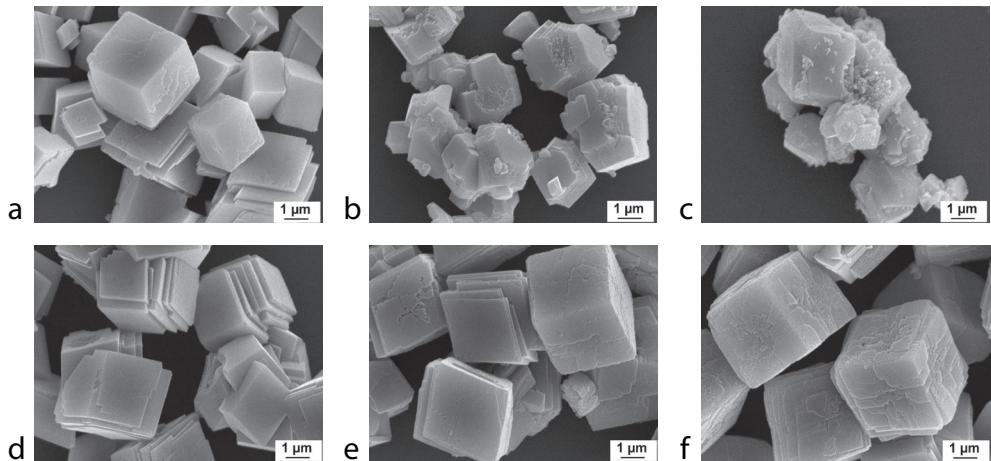
Selgitati tuhaerimite ning rea mudelainete reaktsionivõime süsinikdioksiidiga perioodilistes mudeltingimustes. Näidati, et oodatult on enimaktiivsed tuha komponendid CO<sub>2</sub> suhtes CaO ja Ca(OH)<sub>2</sub>, aga ka sekundaarsed kaltsiumsilikaadid. CaSiO<sub>3</sub> ja Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> näitasid neis nö pehmetes tingimustes (atmosfääriröhk ja temperatuur 30–50°C) head reaktsionivõimet, erinedes selles osas looduslikest silikaatidest positiivselt. Katsetingimustes oli keevkihttuhkade (CFBC) CO<sub>2</sub> sidumisaste 70–85% ja tolmpõletustuhkade (PF) oma 50–70% teoreetilisest Ca- ja Mg-ühendite põhisest sidumismahukusest (ehk 110–145% vaba lubja põhisest sidumismahukusest). Töötati välja ja kontrolliti eksperimentaalselt tingimused, mille juures õnnestub CO<sub>2</sub> sidujana mobiliseerida ka nimetatud silikaatidesse seotud kaltsium ning esitati vastav patenditaotlus [33].

Erinevates põletustingimustes tekivid tuhad erinevad oma reaktsionivõimelt CO<sub>2</sub> suhtes vesikeskkonnas oluliselt. Tingituna aga madalamast vaba lubja sisaldusest on keevkiht-tuhkade poolt seotav CO<sub>2</sub> kogus väiksem (75–100 kg CO<sub>2</sub> ühe tonni tuha kohta). Samas realiseeritake tema sidumismahukus pea täielikult suurema poorsuse töttu. Tolmpõletustuhkade korral on see number 110–170 kg, kuid väiksema poorsuse ning pooride väiksema diameetri töttu blokeeruvad nad, eriti kõrgema soolsusega ringlusvee korral, kergemini reaktsioniproduktidega ja Ca-oonide difusioon vedelfaasi takerdub ning protsess aeglustub või seiskub [34]. Seetõttu jäi pidevkatsetes seadme koormuse 2,6 kg/h korral lubjasaldus CFBC- ja PF-tuhkade korral ringlusvee kasutamisel vastavalt 0,6–0,8% ja 1,1–2,9% tasele.

## **Ringlusvee töötlemine suitsugaasiga**

Tuha hüdroeraldamise süsteemis ringleb miljonites kuupmeetrites leelisel (pH ~12–13) vett, mis on küllastunud Ca-oonidega (800–1200 mg/L). Selle CO<sub>2</sub> sidumise potentsiaal on märkimisväärne [23, 31, 35]. On töötatud välja meetod leeliselise ringlusvee intensiivseks neutraliseerimiseks suitsu-

gaasis sisalduva CO<sub>2</sub>-ga, saades seejuures kasulikku kõrvalprodukti – sa-destatud kaltsiumkarbonaati (SKK, Joonis 2).



Joonis 2. SKK proovid, mis on formeerunud erinevates tingimustes dispergaator-tüüpi reaktoris.

Viimane on kasulik kõrvalsaadus, kasutatav täiteainena mitmesugustes komposiitides. Uus protsess lühendab reaktsiooni läbiviimiseks vajalikku aega, võimaldab protsessi läbi viia väikesegabariidilises aparatuuris ning kindlustab kõrge intensiivsuse – eritootlikkus (võrreldes barbottaaž- või absorberkolonnidega) on aparatuuri mahuühiku kohta kuni 50 korda kõrgem [36].

### CO<sub>2</sub> looduslik tagasisidumine tuhaväljal

CO<sub>2</sub> looduslikku tagasisidumist atmosfääröhust tuhaga on uuritud mitmes etapis, hilisemad tulemused on saadud tolmpöletus- ja keevkihttuhkade ning nende segude kasutamisega erinevatel aastaaegadel [26, 29]. Selgitati sidumisprotsessis toimuvad muutused [37, 38]. Näidati, et sidumise eelduseks on tuha mõõdukas niiskussisaldus ning hea kontakt (suur kontaktpind) õhuga. Leiti, et mõlema tuhaliigi ja ka nende segu puhul seotakse CO<sub>2</sub> intensiivselt mõne sentimeetri ulatuses, sügavamal on sidumine tagasihindlik. Siiski, kokku seotakse tuhaväljadel 50–60 tuhat t CO<sub>2</sub> aastas. Viimane kogus on kergesti kahekordistatav tuhavälja pealispinna perioodilise kobestamisega. Tuhapulbi valmistamise tehnoloogia CO<sub>2</sub> looduslikku sidumist tuhkadesse ei mõjuta.

## **Võimalikud CO<sub>2</sub> sidumismahud**

Laboritööde kokkuvõttena on selge, et looduslikult seotakse praegu tuha-väljadel 2,3–3,0% tekkivast CO<sub>2</sub>-st ning ringlusvee neutraliseerimisega saab seda tõsta 5%-ni. Tõhusaim viis on tuhapulbi sügav karboniseerimine, mille tulemusena õnnestub siduda 10–12 ja 60–75% CO<sub>2</sub> vastavalt tema summaarsest ja mineraalsest tekkest. Seotava CO<sub>2</sub> üldkogus võib ulatuda 160–230 tuhande tonnini 1 miljoni tonni tuha kohta, praeguste tootmis-mahtude juures 1–1,2 miljoni tonnini aastas [23].

## **PÕLETUSPROTSESS KEEMILISE HAPNIKUVAHENDUSEGA (CLC)**

Hinnatud töödekompleksi üheks osaks oli ka panus, mis anti ühisprojekti raames mitme ülikooli, uurimisinstituudi (Chalmersi ja Viini Tehnikaülikoolid, CSIC-Saragoosa) ning tundud firmaga (Alstom, Shell, WITO) uudse põletusprotsessi arendusse perioodil 2006–2008 [39–41]. Selles protsessis viiakse põlemiseks vajalik hapnik õhust kütuseni tahke hapnikukandjaga, mis retsirkuleerib nn. õhureaktori (metalliline kandja oksüdeerub) ja kütusereaktori (siin toimub põlemine, selleks vajaliku hapniku loovutab õhureaktorist tulev metallioksiid) vahel. Selle tulemusena sisaldab kütuse-reaktorist väljuv suitsugaas vaid veeauru ja süsihapegaasi. Esimese kondenseerimise järel on CO<sub>2</sub> valmis veeldamiseks ja ladustamiseks, st ta ei emiteeru atmosfääri.

## **TÖÖDE RAKENDUSI**

Tulemusi on kasutatud

- Eesti Vabariigi KKM poolt CO<sub>2</sub> emissioonimahtude arvutusmetoodika korrigeerimisel ning ühe alusmaterjalina taotluse koostamisel Euroopa Liidu vastavale komisjonile, tunnustamaks parima võimaliku tehnoloogiana praegu kasutatavat põlevkivistuha hüdrotranspordi ja märgladus-tamise süsteemi. Taotlus aktsepteeriti ning uute tehnoloogiate kasutamisvajaduse äralangemine võimaldas riigil ilma keskkonnaseisundit kahjustamata kokku hoida investeringuid sadade miljonite kroonide ulatuses;
- AS Eesti Energia poolt ühe alusmaterjalina projektipakkumise koostamisel oma ettevõtte CO<sub>2</sub> emissiooniküsimuste komplekseks rahvusvaheli-seks hindamiseks, samuti ühe alusinfona pakkumiskonkursi tingimuste koostamisel DeSOx-protsessi lahenduste saamiseks ja rakendamiseks tolmpõletuskateldel. Süsteemi tuhk – SO<sub>2</sub> reaktsioonide parameetrite teadmine ja kasutamine võimaldas loobuda suitsugaaside väävlipu-

hastuse süsteemis kaabalubja kasutamisest, mis oluliselt alandab protsessi maksumust. Lisaks võimaldab efektiivse ja odava väävlipuhastuse rakendamine hoida tolmpõletuskatlaid jätkuvalt ekspluatatsioonis ka peale aastat 2012. Tarneleping on sõlmitud;

- Koostöös Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS-ga, mille tulemusel koostati ja esitati taotlused uute CO<sub>2</sub> sidumisprotsesside tehniliste lahenduste autorikaitseks. Taotlused on menetluses;
- Pilootseadme režiimide valikuks CLC-võrgustiku partnerite juures.

## KOKKUVÕTE

Kirjeldatud töödega loodi võrdlev alusteave ning süsteemne kuvand Eesti lubjakividest, dolomiitidest, poolkoksist ning põlevkivistuhkatest kui hapeliste gaaside sorbentidest. Uudse tulemusena selgitati SO<sub>2</sub> ja CO<sub>2</sub> heterogeensete gaas-tahke sidumisprotsesside kulgemise ja pidurdumise kemism/mehhanism, rakendati ja täiustati SO<sub>2</sub> sidumise protsessi matemaatiline mudel, sealjuures töestati materjalides sisalduvate Mg-ühendite osalemise SO<sub>2</sub> sidumisel tahkesse faasi ning avati poolkoksi SO<sub>2</sub> emissiooni vähendava efekti olemus tema koospõletamisel S-rikaste kütustega (näiteks kivisöega), samuti tema S- ja Cl-ühendite emissiooni pärssiva toime kemism. Töötati välja kontseptsioon kasvuhoonegaasi CO<sub>2</sub> emissiooni piiramiseks Eesti põlevkivienergeetikas keemilis-tehnoloogiliste meetoditega, kasutades CO<sub>2</sub> mineraliseerimiseks suitsugaasidest samas protsessis tekkivat põlevkivistuhka, vaadeldes tuha hüdroeraldamise ja märgladustamise realiseeritud tehnilikst lahendust süsihappegaasi siduva süsteemina. Töestati, et erinevalt looduslikest mineraalidest on lisaks vabale lubjale põlevkivistuhkade vesisuspensioonis CO<sub>2</sub> mineraliseerimiseks kasutatav ka märgatav osa tuhas sisalduvast sekundaarsestesse silikaatidesse seotud kaltsiumi-magneesiumi kogusest. Hinnati oodatavad tulemused, töötati välja kahe uue tehnilise lahenduse teoreetilised alused, koostati tehnoloogilised soovitused protsesside kontrolliks pilootseadme mastaabis. Aidati kaasa mitme tähtsa tehnilise lahenduse leidmisele, mis aitavad kindlustada riigi energiasüsteemi varustuskindlust ja leevendada keskkonnaprobleeme. Selgitati põhimõtteliselt uues, kontsentreeritud CO<sub>2</sub> heitgaaside vooga põletusprotsessis (inglise keeles *Chemical Looping Combustion – CLC-process*) kasutatava hapnikukandja termopüsivuse muutuse olemus/põhjused ning piirid.

1. Kaljuvee, T.; Trikkel, A.; Kuusik, R.; Bender, V. The role of MgO in the binding of SO<sub>2</sub> by lime-containing materials // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2005) vol. 80, iss. 3, pp. 591–597.
2. Кийпли, Т. Генезис и распространение промышленных залежей мало-примесных известняков и доломитов в Эстонской ССР : специальность 04.00.21 – литология : диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Таллин : Институт геологии, 1984. 158 л.
3. Trikkel, A. Estonian Calcareous Rocks and Oil Shale Ash as Sorbents for SO<sub>2</sub>. Tallinn : Tallinn Technical University Press, 2001. 165 p. (Theses of Tallinn Technical University. G, Thesis on chemistry and chemical engineering ; 10)
4. Trikkel, A.; Zevenhoven, R.; Kuusik, R. Modelling SO<sub>2</sub> capture by Estonian limestone and dolomites // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry = Eesti Teaduste Akadeemia Toimetised. Keemia (2000) vol. 49, iss. 1, pp. 53–70.  
*Kokkuvõte: Eesti lubjakivide ja dolomiitide SO<sub>2</sub> sidumise modelleerimine.*
5. Abanades, J. C.; Alonso, M.; Rodríguez, N.; Gonzales, B.; Graza, G.; Murillo, R. Capturing CO<sub>2</sub> from combustion flue gases with a carbonation calcination loop. Experimental results and process development // Energy Procedia (2009) vol. 1, iss. 1, pp. 1147–1154.
6. Manovic, V.; Anthony, E. J. Sequential SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> capture enhanced by steam reactivation of a CaO-based sorbent // Fuel (2008) vol. 87, iss. 8–9, pp. 1564–1573.
7. Kaljuvee, T.; Toom, M.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Reactivity of oil shale ashes in the binding of SO<sub>2</sub> // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2007) vol. 88, iss. 1, pp. 51–58.
8. Kuusik, R.; Uibu, M.; Toom, M.; Muulmann, M.-L.; Kaljuvee, T.; Trikkel, A. Sulphation and carbonization of oil shale CFBC ashes in heterogeneous systems // Oil Shale (2005) vol. 22, iss. S4, pp. 421–434.
9. Kuusik, R.; Uibu, M.; Kirsimäe, K. Characterization of oil shale ashes formed at industrial-scale CFBC boilers // Oil Shale (2005) vol. 22, iss. S4, pp. 407–419.
10. Trikkel, A.; Keelmann, M.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> uptake by oil shale ashes : effect of pre-treatment on kinetics // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2010) vol. 99, iss. 3, pp. 763–769.
11. Kaljuvee, T.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Reactivity of oil shale ashes towards sulfur dioxide. 1. Activation of high-temperature ashes // Oil Shale (1997) vol. 14, iss. 3, pp. 393–407.
12. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Uibu, M. Behaviour of magnesium compounds at sulphation of lime-containing sorbents // The 6th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States : 1–4 September 2003,

- Prague, Czech Republic : Proceedings. Tallahassee, Florida : Florida State University, 2004. Paper no. 374, [5] p. [CD-ROM].
13. Kuusik, R.; Kaljuvee, T.; Trikkel, A.; Rundougin, Y.; Alfimov, G.; Jegorov, D.; Maarend, J. Flue gas desulphurization at oil shale fired plants // The 4th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe : Warsaw, Poland, September 15–17, 1998 : symposium proceedings. Tallahassee, Florida, [1999], paper no. 272, [7] p. [CD-ROM].
  14. Prikk, A.; Arro, H. Circulating fluidized bed combustion - the technology exact for Estonian oil shale // Oil Shale (1997) vol. 14, iss. 3S, pp. 209–214.
  15. Martins, A.; Pesur, A.; Kallaste, E. Co-combustion of oil shale semi-coke and oil shale mixtures in fluidized bed. ESF Grant No. 2210 Report. Tallinn. 44 p.
  16. Kuusik, R.; Martins, A.; Pihu, T.; Pesur, A.; Kaljuvee, T.; Prikk, A.; Trikkel, A.; Arro, H. Fluidized-bed combustion of oil shale retorting solid waste // Oil Shale (2004) vol. 21, iss. 3, pp. 237–248.
  17. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Trikkel, A.; Maljukova, N. Behaviour of sulphur compounds at combustion of oil shale semicoke // Oil Shale (2003) vol. 20, iss. 2, pp. 113–125.  
*Märkus: Additions and corrections* // Oil Shale (2003) vol. 20, iss. 3, p. 264.
  18. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Trikkel, A. SO<sub>2</sub> binding into the solid phase during thermooxidation of blends [based on] Estonian oil shale semicoke // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2003) vol. 72, iss. 1, pp. 393–404.
  19. Kaljuvee, T.; Kuusik, R. Emission of sulphur dioxide during thermal treatment of fossil fuels // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (1999) vol. 56, iss. 3, pp. 1243–1251.
  20. Kaljuvee, T.; Pelt, J.; Radin, M. TG-FTIR study of gaseous compounds evolved at thermooxidation of oil shale // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2004) vol. 78, iss. 2, pp. 399–414.
  21. Kaljuvee, T.; Radin, M.; Astahhov, D.; Pelovski, Y.. Evolved gas analysis at thermal treatment of some solid fossil fuels // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2006), vol. 84, iss. 1, pp. 59–66.
  22. Kaljuvee, T.; Edro, E.; Kuusik, R. Formation of volatile organic compounds at thermooxidation of solid fossil fuels // Oil Shale (2007) vol. 24, iss. 2, pp. 117–133.
  23. Uibu, M.; Uus, M.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> mineral sequestration in oil-shale wastes from Estonian power production // Journal of Environmental Management (2009) vol. 90, iss. 2, pp. 1253–1260.
  24. Kuusik, R.; Türn, L.; Trikkel, A.; Uibu, M. Carbon dioxide binding in the heterogeneous systems formed at combustion of oil shale. 2. Integrations of system components – thermodynamic analysis // Oil Shale (2002) vol. 19, iss. 2, pp. 143–160.

25. Oates, J.A.H. Lime and Limestone : Chemistry and Technology, Production and Use. Weinheim etc. : Wiley-VCH Verlag GmbH, 1998. 474 p.
26. Uibu, M.; Kuusik, R.; Veskimäe, H. Seasonal binding of atmospheric CO<sub>2</sub> by oil shale ash // Oil Shale (2008) vol. 25, iss. 2, pp. 254–266.
27. Kuusik, R.; Veskimäe, H.; Uibu, M. Carbon dioxide binding in the heterogeneous systems formed at combustion of oil shale. 3. Transformations in the system suspension of ash-flue gases // Oil Shale (2002) vol. 19, iss. 3, pp. 277–288.
28. Kuusik, R.; Uibu, M.; Kirsimäe, K. Characterization of oil shale ashes formed at industrial-scale CFBC boilers // Oil Shale (2005) vol. 22, iss. 4S, pp. 407–419.
29. Kuusik, R.; Veskimäe, H.; Kaljuvee, T.; Parts, O. Carbon dioxide binding in the heterogeneous systems formed by combustion of oil shale. 1. Carbon dioxide binding at oil shale ash deposits // Oil Shale (2001) vol. 18, iss. 2, pp. 109–122.
30. Välisõhku eralduva süsinikdioksiidi heitkoguse määramismeetodid. Keskkonnaministri 16. juuli 2004. a määrus nr 94 (RTL 2004, 101, 1625).
31. Uibu, M.; Kuusik, R. Concept for CO<sub>2</sub> mineralization by oil shale waste ash in Estonian power production // IGEC III, 2007 : The 3rd International Green Energy Conference : June 17–21, 2007, Västeras, Sweden : proceedings. Västeras : Mälardalen University, 2007. Pp. 1075–1085. [CD-ROM].
32. Uibu, M. Abatement of CO<sub>2</sub> emissions in Estonian oil shale-based power production. Tallinn : Tallinn University of Technology Press, 2008. 148 p. (Theses of Tallinn University of Technology. G, Thesis on chemistry and chemical engineering ; 20).
33. Meetod CO<sub>2</sub> kõrvaldamiseks suitsugaasideid kaltsiumiühendeid sisaldavate tööstusheitmete toimel : [patentne leiutis]. Omanik : Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS, Tallinna Tehnikaülikool. Autorid : Rein Kuusik, Mai Uibu, Mati Uus, Olga Velts, Andres Trikkel, Rain Veinjärv. Prioriteedinumber : P200900040. Prioriteedikuupäev : 08.06.2009.
34. Uibu, M.; Kuusik, R. Mineral trapping of CO<sub>2</sub> via oil shale ash aqueous carbonation : controlling mechanism of process rate and development of continuous-flow reactor system // Oil Shale (2009) vol. 26, iss. 1, pp. 40–58.
35. Uibu, M.; Velts, O.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Reduction of CO<sub>2</sub> emissions by carbonation of alkaline wastewater // Air pollution XVI. Southampton ; Boston : Wessex Institute of Techonology Press, 2008. Pp. 311–320. (WIT Transactions on Ecology and the Environment ; 116).
36. Meetod aluselise reovee neutraliseerimiseks suitsugaasis sisalduva süsinikdioksiidiga : [patentne leiutis]. Omanik : Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS, Tallinna Tehnikaülikool. Autorid : Rein Kuusik, Mati Uus, Mai Uibu, Gennadi Stroganov, Olev Parts, Andres Trikkel, Valeriy Pepoyan, Aleksander Terentiev, Endel Kalnapenk. Prioriteedinumber : EE200600041. Prioriteedikuupäev : 22.12.2006.

37. Kuusik, R.; Paat, A.; Veskimae, H.; Uibu, M. Transformations in oil shale ash at wet deposition // Oil Shale (2004) vol. 21, iss. 1, pp. 27–42.
38. Liira, M.; Kirsimäe, K.; Kuusik, R.; Mötlep, R. Transformation of calcareous oil-shale circulating fluidized-bed combustion boiler ashes under wet conditions // Fuel (2009) vol. 88, iss. 4, pp. 712–718.
39. Mattisson, T.; Adanez, J.; Proell, T.; Kuusik, R.; Béal, C.; Assinkf, J.; Snijkers, F.; Lyngfelt, A. Chemical-looping combustion CO<sub>2</sub> ready gas power // Energy Procedia (2009) vol. 1, iss. 1, pp. 1557–1564.
40. Kuusik, R.; Trikkel, A.; Lyngfelt, A.; Mattisson, T. High temperature behavior of NiO-based oxygen carriers for chemical looping combustion // Energy Procedia (2009) vol. 1, iss. 1, pp. 3885–3892.
41. Linderholm, C.; Lyngfelt, A.; Béal, C.; Trikkel, A.; Kuusik, R.; Jerndal, E.; Mattisson, T. Chemical-Looping Combustion with natural gas using spray-dried NiO-based oxygen carriers // Carbon Dioxide Capture for Storage in Deep Geological Formations : Results from the CO<sub>2</sub> Capture Project. Advances in CO<sub>2</sub> Capture and Storage Technology Results. [S. l.]: CPL Press and BP, 2009. Pp. 67–74.



Labori kooseis, veebruar 2014; puudub Mai Uibu



Labori juures töötavad üliõpilased, veebruar 2014



Tudengid tööhoos



# Publikatsioonid 2002\*-2014

## RAAMATUD

1. Anorgaanilise keemia ja tehnoloogia uurimisrühm : bibliograafia 1960–2002 = Inorganic chemistry and technology research group : bibliography 1960–2002 / koostanud Ivi Kattai. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2003. 97 lk.
2. Emeriitprofessor Juha Kallas : bibliograafia. Tallinn : [Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus], 2011. 108 lk.
3. Rein Kuusik : [bibliograafia]. Tallinn : [Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus], 2011. 112 lk.
4. Mihkel Veiderma : bibliograafia. Tallinn : [Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus], 2014. 102 lk.
5. 8th Baltic Conference on Intellectual Co-operation : 15–16 June 2001, Tallinn, Estonia : proceedings / [compiled by Mihkel Veiderma, Galina Varlamova, Anne Pöitel]. Tallinn : Estonian Academy of Science, [2002]. 143, [1] lk.

## AJAKIRJAARTIKLID

### 2002

6. Kuusik, R.; Türn, L.; Trikkel, A.; Uibu, M. Carbon dioxide binding in the heterogeneous systems formed at combustion of oil shale. 2. Integrations of system components – thermodynamic analysis // Oil Shale (2002) vol. 19, iss. 2, pp. 143–160.
7. Kuusik, R.; Veskimäe, H.; Uibu, M. Carbon dioxide binding in the heterogeneous systems formed at combustion of oil shale. 3. Trans-

---

\* 1960–2002 bibliograafias on aasta 2002 mittetäielik

- formations in the system suspension of ash-flue gases // Oil Shale (2002) vol. 19, iss. 3, pp. 277–288.
8. Manuilova, A.; Tõnsuaadu, K.; Veiderma, M. Kinetic studies of  $\text{SO}_2$  interaction with apatite // Phosphorus Research Bulletin (2002) vol. 14, pp. 93–98.
  9. Peld, M.; Tonsuaadu, K.; Bender, V. Natural and synthetic apatites as sorbents for  $\text{Cd}^{2+}$  ions from aqueous solutions // Phosphorus Sulfur and Silicon and the Related Elements (2002) vol. 177, no. 8/9, p. 2239.
  10. Peleckis, G.; Tonsuaadu, K.; Baubonyte, T.; Kareiva, A. Sol-gel chemistry approach in the preparation of precursors for the substituted superconducting oxides // Journal of Non-Crystalline Solids (2002) vol. 311, iss. 3, pp. 250–258.
  11. Tõnsuaadu, K.; Baubonyte, T.; Beganskienė, A.; Jasaitis, D.; Kareiva, A. Sol-gel derived single source precursors for rare-earth substituted superconducting oxides // Chemine Technologija (2002) no. 5, pp. 12–16.
  12. Tõnsuaadu, K.; Peld, M.; Bender, V. Substituent effects on structural stability of apatites at calcination // Phosphorus Research Bulletin (2002) vol. 14, pp. 89–92.
  13. Tõnsuaadu, K.; Peld, M.; Quarton, M.; Bender, V.; Veiderma, M. Studies on  $\text{SO}_4^{2-}$  ion incorporation into apatite structure // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements (2002) vol. 177, no. 6/7, pp. 1873–1876.

## 2003

14. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Trikkel, A.; Maljukova, N. Behaviour of sulphur compounds at combustion of oil shale semicoke // Oil Shale (2003) vol. 20, iss. 2, pp. 113–125.  
*Märkus: Additions and corrections* // Oil Shale (2003) vol. 20, iss. 3, p. 264.
15. Veiderma, M. Estonian oil shale – resources and usage // Oil Shale (2003) vol. 20, iss. 3S, pp. 295–303.
16. Trikkel, A.; Kuusik, R. Modeling of decomposition and sulphation of oil shale carbonates on the basis of natural limestone // Oil Shale (2003) vol. 20, iss. 4, pp. 491–500.
17. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Trikkel, A.  $\text{SO}_2$  binding into the solid phase during thermooxidation of blends [based on] Estonian oil shale semi-

- coke // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2003) vol. 72, iss. 1, pp. 393–404.
18. Tonsuaadu, K.; Peld, M.; Bender, V. Thermal analysis of apatite structure // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2003) vol. 72, iss. 1, pp. 363–371.
  19. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P. Thermal behaviour of urea-formaldehyde resins during curing // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2003) vol. 72, iss. 2, 607–617.

## 2004

20. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Radin, M.; Bender, V. Carbon dioxide binding in the heterogeneous systems formed at combustion of oil shale. 4. Reactivity of ashes towards acid gases in the system fly ash-flue gases // Oil Shale (2004) vol. 21, iss. 1, pp. 13–26.
21. Gruselle, M.; Malezieux, B.; Bénard, S.; Train, C.; Guyard-Duhayon, C.; Gredin, P.; Tonsuaadu, K.; Clément, R. Chiral matrix effect of optically active oxalate-based networks : controlled helical conformation of an organic chromophore // Tetrahedron: Asymmetry (2004) vol. 15, iss. 19, pp. 3103–3109.
22. Trikkel, A.; Kuusik, R.; Maljukova, N. Distribution of organic and inorganic ingredients in Estonian oil shale semicoke // Oil Shale (2004) vol. 21, iss. 3, pp. 227–236.
23. Gruselle, M.; Thouvenot, R.; Caspar, R.; Boubekeur, K.; Amouri, H.; Ivanov, M.; Tonsuaadu, K. Efficient resolution of the cis-[Ru(phen)<sub>2</sub>(MeCN)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> complex (phen=1,10-phenanthroline) using Δ-[tris(tetrachlorobenzene nediolato)-phosphate(V)] as a chiral counter-ion // Mendeleev Communications (2004) no. 6, pp. 282–283.
24. Kuusik, R.; Martins, A.; Pihu, T.; Pesur, A.; Kaljuvee, T.; Prikk, A.; Trikkel, A.; Arro, H. Fluidized-bed combustion of oil shale retorting solid waste // Oil Shale (2004) vol. 21, iss. 3, pp. 237–248.
25. Peld, M.; Tönsuaadu, K.; Bender, V. Natural and synthetic apatites as sorbents for Cd<sup>2+</sup> and Cr<sup>3+</sup> ions from aqueous solutions // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry = Eesti Teaduste Akadeemia Toimetised. Keemia (2004) vol. 53, iss. 2, pp. 75–90.
26. Denafas, G.; Sitnikovas, D.; Galinis, A.; Kudrenickis, I.; Klavs, G.; Kuusik, R. Predicting CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> emission in the Baltic States through reorganization of energy infrastructure // Environment International (2004) vol. 30, no. 8, pp. 1045–1053.

27. Peld, M.; Tonsuaadu, K.; Bender, V. Sorption and desorption of Cd<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> ions in apatite-aqueous systems // Environmental Science & Technology (2004) vol. 38, no. 21, pp. 5626–5631.
28. Kaljuvee, T.; Pelt, J.; Radin, M. TG-FTIR study of gaseous compounds evolved at thermooxidation of oil shale // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2004) vol. 78, iss. 2, pp. 399–414.
29. Tõnsuaadu, K.; Borissova, M.; Bender, V.; Pelt, J. Thermal reactions in synthetic apatite-ammonium sulfate mixture // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and Related Elements (2004) vol. 179, no. 11, pp. 2395–2407.
30. Kuusik, R.; Paat, A.; Veskimae, H.; Uibu, M. Transformations in oil shale ash at wet deposition // Oil Shale (2004) vol. 21, iss. 1, pp. 27–42.

## 2005

31. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T. Changes in curing behaviour of amino resins during storage // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2005) vol. 80, iss. 1, pp. 123–130.
32. Kuusik, R.; Uibu, M.; Kirsimäe, K. Characterization of oil shale ashes formed at industrial-scale CFBC boilers // Oil Shale (2005) vol. 22, iss. 4S, pp. 407–419.
33. Veiderma, M.; Tõnsuaadu, K.; Knubovets, R.; Peld, M. Impact of anionic substitutions on apatite structure and properties // Journal of Organometallic Chemistry (2005) vol. 690, iss. 10, pp. 2638–2643.
34. Tõnsuaadu, K.; Pelt, J.; Borissova, M. Monitoring of the evolved gases in apatite-ammonium sulfate thermal reactions // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2005) vol. 80, iss. 3, pp. 655–658.
35. Kuusik, R.; Uibu, M.; Toom, M.; Muulmann, M.-L.; Kaljuvee, T.; Trikkel, A. Sulphation and carbonization of oil shale CFBC ashes in heterogeneous systems // Oil Shale (2005) vol. 22, iss. S4, pp. 421–434.
36. Kaljuvee, T.; Trikkel, A.; Kuusik, R.; Bender, V. The role of MgO in the binding of SO<sub>2</sub> by lime-containing materials // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2005) vol. 80, iss. 3, pp. 591–597.
37. Krunks, M.; Oja, I.; Tonsuaadu, K.; Es-Souni, M.; Gruselle, M.; Niinisto, L. Thermoanalytical study of acetylacetone-modified titanium(IV) isopropoxide as a precursor for TiO<sub>2</sub> films // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2005) vol. 80, iss. 2, pp. 483–488.
38. Petkova, V.; Pelovski, Y.; Dombalov, I.; Tonsuaadu, K. Thermochemical investigations of natural phosphate with ammonium sulphate addi-

tive // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2005) vol. 80, iss. 3, pp. 701–708.

## 2006

39. Yang, G. Y.; Louhi-Kultanen, M.; Sha, Z. L.; Kubota, N. I.; Kallas, J. A model for the prediction of supersaturation level in batch coolin crystallization // Journal of Chemical Engineering of Japan (2006) vol. 39, no. 4, pp. 426–436.
40. Tõnsuaadu, K.; Gruselle, M.; Villain, F.; Thouvenot, R.; Peld, M.; Mikli, V.; Traksmaa, R.; Gredin, P.; Carrier, X.; Salles, L. A new glance at ruthe- nium sorption mechanism on hydroxy-, carbonate-, and fluor-apati- tes : analytical and structural studies // Journal of Colloid and Inter- face Science (2006) vol. 304, iss. 2, pp. 283–291.
41. Bogdanovičienė, I.; Beganskienė, A.; Tõnsuaadu, K.; Glaser, J.; Meyer, H.-J.; Kareiva, A. Calcium hydroxyapatite,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  ceramics prepared by aqueous sol-gel processing // Materials Research Bulletin (2006) vol. 41, iss. 9, pp. 1754–1762.
42. Liiri, M.; Enqvist, Y.; Kallas, J.; Aittamaa, J. CFD modelling of single crys- tal geowth of potassium dihydrogen phosphate (KDP) from binary water-solution at 30°C // Journal of Crystal Growth (2006) vol. 286, iss. 2, pp. 413–423.
43. Tamm, T.; Peld, M. Computational study of cation substitutions in apatites // Journal of Solid State Chemistry (2006) vol. 179, iss. 5, pp. 1581–1587.
44. Louhi-Kultainen, M.; Karjalainen, M.; Rantanen, J.; Huhtanen, M.; Kallas, J. Crystallization of glycine with ultrasound // International Journal of Pharmaceutics (2006) vol. 320, no. 1/2, pp. 23-29.
45. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Lasn, I. Curing of urea-formal- dehyde resins on a wood substrate // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2006) vol. 84, iss. 1, pp. 71–77.
46. Yang, G.; Louhi-Kultanen, M.; Sha, Z.; Kallas, J. Determination of ope- rating conditions for controlled batch cooling crystallization // Chemi- cal Engineering and Technology (2006) vol. 29, no. 2, pp. 200–205.
47. Kaljuvee, T.; Radin, M.; Astahhov, D.; Pelovski, Y.. Evolved gas analysis at thermal treatment of some solid fossil fuels // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2006), vol. 84, iss. 1, pp. 59–66.
48. Qu, H.; Louhi-Kultanen, M.; Kallas, J. In-line image analysis on the effects of additives in batch cooling crystallization // Journal of Cry- stal Growth (2006) vol. 289, iss. 1, pp. 286–294.

49. Kavaliauskaite, I.; Denafas, G.; Uibu, M.; Kuusik, R. Natural minerals opo-ka and glauconite as sorbents for acidic gases // Environmental Research, Engineering and Management (2006) vol. 37, iss. 3, pp. 36–42.

## 2007

50. Qu, H.; Louhi-Kultanen, M.; Kallas, J. Additive effects on the solvent-mediated anhydrate/hydrate phase transformation in a mixed solvent // Crystal Growth & Design (2007) vol. 7, iss. 4, pp. 724–729.
51. Aissa, A.; Debbabi, M.; Gruselle, M.; Thouvenot, R.; Gredin, P.; Traksmaa, R.; Tõnsuaadu, K. Covalent modification of calcium hydroxyapatite surface by grafting phenyl phosphonate moieties // Journal of Solid State Chemistry (2007) vol. 180, iss. 8, pp. 2273–2278.
52. Louhi-Kultanen, M.; Llansana Arnalot, A.; Nyström, L.; Kallas, J. Filterability and ageing of crystalline potassium sulphate salted-out with ethanol and acetone // Filtration (2007) vol. 7, iss. 2, pp. 159–167.
53. Kaljuvee, T.; Edro, E.; Kuusik, R. Formation of volatile organic compounds at thermooxidation of solid fossil fuels // Oil Shale (2007) vol. 24, iss. 2, pp. 117–133.
54. Siimer, K.; Christjanson, P.; Kaljuvee, T.; Suurpere, A.; Pehk, T.; Saks, I.; Lasn, I. Manufacturing and characterisation of Estonian urea-formaldehyde resins // Scientific proceedings of Riga Technical University. Serija 1, Material science and applied chemistry (2007) vol. 14, pp. 48–55.
55. Nenartaviciene, G.; Tõnsuaadu, K.; Jasaitis, D.; Beganskienė, A.; Kareiva, A. Preparation and characterization of superconducting  $\text{YBa}_2(\text{Cu}_{1-x}\text{Cr}_x)_4\text{O}_8$  oxides by thermal analysis // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2007) vol. 90, iss. 1, pp. 173–178.
56. Teir, S.; Kuusik, R.; Fogelholm, C-J.; Zevenhoven, R. Production of magnesium carbonates from serpentinite for long-term storage of  $\text{CO}_2$  // International Journal of Mineral Processing (2007) vol. 85, iss. 1/3, pp. 1–15.
57. Kaljuvee, T.; Toom, M.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Reactivity of oil shale ashes in the binding of  $\text{SO}_2$  // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2007) vol. 88, iss. 1, pp. 51–58.
58. Oja Acik, I.; Madaràsz, J.; Krunks, M.; Tõnsuaadu, K.; Janke, D.; Pokol, G.; Niinistö, L. Thermoanalytical studies of titanium(IV) acetylacetone xerogels with emphasis on evolved gas analysis // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2007) vol. 88, iss. 2, pp. 557–563.

## **2008**

59. Šogenova, A.; Sliaupa, S.; Šogenov, K.; Sliaupiene, R.; Pomeranceva, R.; Uibu, M.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> geological storage and mineral trapping potential in the Baltic region // *Slovak Geological Magazine* (2008) pp. 5–14.
60. Tõnsuaadu, K.; Viipsi, K.; Trikkel, A. EDTA impact on Cd<sup>2+</sup> migration in apatite-water system // *Journal of Hazardous Materials* (2008) vol. 154, iss. 1/3, pp. 491–497.
61. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Saks, I. Effect of alkyl-resorcinols on curing behaviour of phenol-formaldehyde resol resin// *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (2008) vol. 91, iss. 2, pp. 365–373.
62. Louhi-Kultanen, M.; Qu, H.; Salmela, N.; Kallas, J.; Nyström, L. Filter cake washing: partial dissolution of organic particles and real-time monitoring based on Raman spectroscopy // *Separation and Purification Technology* (2008) vol. 59, iss. 3, pp. 270–276.
63. Alatalo, H.; Kohonen, J.; Qu, H.; Hatakka, H.; Reinikainen, S.-P.; Louhi-Kultanen, M.; Kallas, J. In-line monitoring of reactive crystallization process based on ART-FTIR and Raman spectroscopy // *Journal of Chemometrics* (2008) vol. 22, iss. 11/12, pp. 644–652.
64. Mänttäri, M.; Kuosa, M.; Kallas, J.; Nyström, M. Membrane filtration and ozone treatment of biologically treated effluents from the pulp and paper industry // *Journal of Membrane Science* (2008) vol. 309, iss. 1/2, pp. 112–119.
65. Pérez-Caballero, F.; Peikolainen, A.-L.; Uibu, M.; Kuusik, R.; Volobujeva, O.; Koel, M. Preparation of carbon aerogels from 5-methylresorcinol-formaldehyde gels // *Microporous and Mesoporous Materials* (2008) vol. 108, iss. 1/3, pp. 230–236.
66. Uibu, M.; Kuusik, R.; Veskimäe, H. Seasonal binding of atmospheric CO<sub>2</sub> by oil shale ash // *Oil Shale* (2008) vol. 25, iss. 2, pp. 254–266.
67. Siimer, K.; Christjanson, P.; Kaljuvee, T.; Pehk, T.; Lasn, I.; Saks, I. TG-DTA study of melamine-urea-formaldehyde resins // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (2008) vol. 92, iss. 1, pp. 19–27.
68. Kaljuvee, T.; Edro, E.; Kuusik, R. The influence of lime-containing additives on the thermal behaviour of ammonium nitrate // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (2008) vol. 92, iss. 1, pp. 215–221.
69. Trikkel, A.; Kuusik, R.; Martins, A.; Pihu, T.; Stencel, J. M. Utilization of Estonian oil shale semicoke // *Fuel Processing Technology* (2008) vol. 89, iss. 8, pp. 756–763.

## **2009**

70. Mattisson, T.; Adanez, J.; Proell, T.; Kuusik, R.; Béal, C.; Assinkf, J.; Snijkers, F.; Lyngfelt, A. Chemical-looping combustion CO<sub>2</sub> ready gas power // Energy Procedia (2009) vol. 1, iss. 1, pp. 1557–1564.
71. Uibu, M.; Uus, M.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> mineral sequestration in oil-shale wastes from Estonian power production // Journal of Environmental Management (2009) vol. 90, iss. 2, pp. 1253–1260.
72. Kaljuvee, T.; Rudjak, I.; Edro, E.; Trikkel, A. Heating rate effect on the thermal behavior of ammonium nitrate and its blends with limestone and dolomite // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2009) vol. 97, iss. 1, pp. 215–221.
73. Kuusik, R.; Trikkel, A.; Lyngfelt, A.; Mattisson, T. High temperature behavior of NiO-based oxygen carriers for chemical looping combustion // Energy Procedia (2009) vol. 1, iss. 1, pp. 3885–3892.
74. Bogdanovičienė, I.; Tõnsuaadu, K.; Kareiva, A. Influence of gelation temperature on the properties of sol-gel-derived calcium hydroxyapatite ceramics // Polish Journal of Chemistry (2009) vol. 83, iss. 1, pp. 47–55.
75. Kuosa, M.; Kallas, J. Influence of t-butanol on multicomponent reaction kinetics and mass transfer in p-nitrophenol ozonation at low pH // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification (2009) vol. 48, iss. 7, pp. 1212–1221.
76. Uibu, M.; Kuusik, R. Mineral trapping of CO<sub>2</sub> via oil shale ash aqueous carbonation : controlling mechanism of process rate and development of continuous-flow reactor system // Oil Shale (2009) vol. 26, iss. 1, pp. 40–58.
77. Kuosa, M.; Laari, A.; Solonen, A.; Haario, H.; Kallas, J. Multicomponent reaction kinetics for the ozonation of p-nitrophenol and its decomposition products under acidic conditions at constant pH // Chemical Engineering Science (2009) vol. 64, iss. 10, pp. 2332–2342.
78. Pérez-Caballero, F.; Peikolainen, A.-L.; Uibu, M.; Herbert, M.; Galindo, A.; Montilla, F.; Koel, M. Oil shale phenol-derived aerogels as supports for palladium nanoparticles // Oil Shale (2009) vol. 26, iss. 1, pp. 28–39.
79. Šogenova, A.; Sliaupa, S.; Šogenov, K.; Sliaupiene, R.; Pomeranceva, R.; Vaher, R.; Uibu, M.; Kuusik, R. Possibilities for geological storage and mineral trapping of industrial CO<sub>2</sub> emissions in the Baltic region // Energy Procedia (2009) vol. 1, iss. 1, pp. 2753–2760.

80. Qu, H.; Alatalo, H.; Hatakka, H.; Kohonen, J.; Louhi-Kultanen, M.; Reinikainen, S.-P.; Kallas, J. Raman and ATR FTIR spectroscopy in reactive crystallization : simultaneous monitoring of solute concentration and polymorphic state of the crystals // Journal of Crystal Growth (2009) vol. 311, iss. 13, pp. 3466–3475.
81. Aissa, A.; Debbabi, M.; Gruselle, M.; Thouvenot, R.; Flambard, A.; Gredin, P.; Beaunier, P.; Tönsuaadu, K. Sorption of tartrate ions to lanthanum (III)-modified calcium fluor- and hydroxyapatite // Journal of Colloid and Interface Science (2009) vol. 330, iss. 1, pp. 20–28.
82. Nemliher, J.; Tönsuaadu, K.; Kallaste, T.. Temperature-induced changes in crystal lattice of bioaragonite of *Tapes decussatus Linnaeus* (Mollusca: Bivalvia) // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2009) vol. 97, iss. 1, pp. 27–32.
83. Siimer, K.; Christjanson, P.; Kaljuvee, T.; Pehk, T.; Saks, I. Thermal behaviour of hydroxymethyl compounds as models for adhesive resins // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2009) vol. 97, iss. 2, pp. 459–466.
84. Oja Acik, I.; Madarász, J.; Krunks, M.; Tönsuaadu, K.; Pokol, G.; Niinistö, L. Titanium(IV) acetylacetone xerogels for processing titania films : a thermoanalytical study // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2009) vol. 97, iss. 1, pp. 39–45.
85. Liira, M.; Kirsimäe, K.; Kuusik, R.; Mötlep, R. Transformation of calcareous oil-shale circulating fluidized-bed combustion boiler ashes under wet conditions // Fuel (2009) vol. 88, iss. 4, pp. 712–718.
86. Velts, O.; Uibu, M.; Rudjak, I.; Kallas, J.; Kuusik, R. Utilization of oil shale ash to prepare PCC : leachability dynamics and equilibrium in the ash-water system // Energy Procedia (2009) vol. 1, iss. 1, pp. 4843–4850.
87. Kindsigo, M.; Kallas, J. Wet oxidation of debarking water : changes in lignin content and biodegradability // Environmental Chemistry Letters (2009) vol. 7, iss. 2, pp. 121–126.
88. Kindsigo, M.; Hautaniemi, M.; Kallas, J. Wet oxidation of recalcitrant lignin water solutions : experimental and reaction kinetics // Environmental Chemistry Letters (2009) vol. 7, iss. 2, pp. 155–160.

## **2010**

89. Trikkel, A.; Keelmann, M.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> uptake by oil shale ashes : effect of pre-treatment on kinetics // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2010) vol. 99, iss. 3, pp. 763–769.
90. Uibu, M.; Velts, O.; Kuusik, R. Developments in CO<sub>2</sub> mineral carbonation of oil shale ash // Journal of Hazardous Materials (2010) vol. 174, iss. 1/3, pp. 209–214.
91. Viipsi, K.; Tõnsuaadu, K.; Peld, M. Impact of soluble humic substance on Cd<sup>2+</sup> sorption on apatite in aqueous solutions // Chemistry and Ecology (2010) vol. 26, iss. S2, pp. 77–85.
92. Bogdanovičienė, I.; Beganskienė, A.; Kareiva, A.; Juškėnas, R.; Selskis, A.; Ramanauskas, R.; Tõnsuaadu, K.; Mikli, V. Influence of heating conditions on the formation of sol-gel derived calcium hydroxyapatite // Chemija (2010) vol. 21, iss. 2-4, pp. 98–105.
93. Kindsigo, M.; Hautaniemi, M.; Kallas, J. Kinetic modelling of wet oxidation treated debarking water // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences (2010) vol. 59, iss. 3, pp. 233–242.  
*Kokkuvõte: Paberitööstuse koorevee lagundamine märgoksüdatsiooniga: reaktsioonide kineetika ja modelleerimine.*
94. Velts, O.; Hautaniemi, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Modeling calcium dissolution from oil shale ash. Part 1, Ca dissolution during ash washing in a batch reactor // Fuel Processing Technology (2010) vol. 91, iss. 5, pp. 486–490.
95. Velts, O.; Hautaniemi, M.; Kallas, J.; Kuosa, M.; Kuusik, R. Modeling calcium dissolution from oil shale ash. Part 2, Continuous washing of the ash layer // Fuel Processing Technology (2010) vol. 91, iss. 5, pp. 491–495.
96. Velts, O.; Hautaniemi, M.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Modelling of CO<sub>2</sub> mass transfer and hydrodynamics in a semi-batch reactor // Materials, Methods & Technologies (2010) vol. 4, pt. 2, pp. 68–79.
97. Liiri, M.; Hatakka, H.; Kallas, J.; Aittamaa, J.; Alopaeus, V. Modelling of crystal growth of KDP in a 100 dm<sup>3</sup> suspension crystallizer using combination of CFD and multiblock model // Chemical Engineering Research and Design (2010) vol. 88, iss. 9, pp. 1297–1303.
98. Kuosa, M.; Kallas, J. Multicomponent reaction models in ozonation and reduction in the number of model parameters // Journal of Hazardous Materials (2010) vol. 183, iss. 1/3, pp. 823–832.
99. Bogdanovičienė, I.; Tõnsuaadu, K.; Mikli, V.; Grigoraviciute-Puroniene, I.; Beganskienė, A.; Kareiva, A. pH impact on the sol-gel preparation of

- calcium hydroxyapatite,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , using a novel complexing agent, DCTA // Central European Journal Chemistry (2010) vol. 8, iss. 6, pp. 1323–1330.
100. Rudjak, I.; Kaljuvee, T.; Trikkel, A.; Mikli, V. Thermal behaviour of ammonium nitrate prills coated with limestone and dolomite powder // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2010) vol. 99, iss. 3, pp. 749–754.
101. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Pehk, T.; Lasn, I. Thermal behaviour of melamine-modified urea-formaldehyde resins // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2010) vol. 99, iss. 3, pp. 755–762.
- 2011**
102. Salmimies, R.; Mannila, M.; Kallas, J.; Häkkinen, A. Acidic dissolution of magnetite : experimental study on the effects of acid concentration and temperature // Clays and Clay Minerals (2011) vol. 59, iss. 2, pp. 136–146.
103. Gruselle, M.; Kanger, T.; Thouvenot, R.; Flambard, A.; Kriis, K.; Mikli, V.; Traksmaa, R.; Maaten, B.; Tõnsuaadu, K. Calcium hydroxyapatites as efficient catalysts for the Michael C-C bond formation // ACS Catalysis (2011) vol. 1, iss. 12, pp. 1729–1733.
104. Shogenova, A.; Shogenov, K.; Vaher, R.; Ivask, J.; Sliaupa, S.; Vangkilde-Pedersen, T.; Uibu, M.; Kuusik, R.  $\text{CO}_2$  geological storage capacity analysis in Estonia and neighbouring regions // Energy Procedia (2011) vol. 4, pp. 2785–2792.
105. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R.  $\text{CO}_2$  mineral trapping : modeling of calcium carbonate precipitation in a semi-batch reactor // Energy Procedia (2011) vol. 4, pp. 771–778.
106. Savolainen, M.; Huhtanen, M.; Häkkinen, A.; Ekberg, B.; Hindström, R.; Kallas, J. Development of testing procedure for ceramic disc filters // Minerals Engineering (2011) vol. 24, iss. 8, pp. 876–885.
107. Huhtanen, M.; Häkkinen, A.; Ekberg, B.; Kallas, J. Experimental study of the influence of process variables on the performance of a horizontal belt filter // Filtration (2011) vol. 11, iss. 2, pp. 120–125.
108. Tõnsuaadu, K.; Kaljuvee, T.; Petkova, V.; Traksmaa, R.; Kirsimäe, K.; Bender, V. Impact of mechanical activation on physical and chemical properties of phosphorite concentrates // International Journal of Mineral Processing (2011) vol. 100, iss. 3/4, pp. 104–109.
109. Klimova, I.; Kaljuvee, T.; Türn, L.; Bender, V.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Interactions of ammonium nitrate with different additives : thermodyna-

mic analysis // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2011) vol. 105, iss. 1, pp. 13–26.

110. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Prospects in waste oil shale ash sustainable valorization // World Academy of Science, Engineering and Technology (2011) vol. 76, pp. 451–455.
111. Klavina, I.; Kaljuvee, T.; Timmo, K.; Raudoja, J.; Traksmaa, R.; Altosaar, M.; Meissner, D. Study of  $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$  monograins formation in molten KI starting from binary chalcogenides // Thin Solid Films (2011) vol. 519, iss. 21, pp. 7399–7402.
112. Uibu, M.; Kuusik, R.; Andreas, L.; Kirsimäe, K. The  $\text{CO}_2$ -binding by Ca-Mg-silicates in direct aqueous carbonation of oil shale ash and steel slag // Energy Procedia (2011) vol. 4, pp. 925–932.
113. Otto, K.; Oja Acik, I.; Tönsuaadu, K.; Mere, A.; Krunks, M. Thermoanalytical study of precursors for  $\text{In}_2\text{S}_3$  thin films deposited by spray pyrolysis // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2011) vol. 105, iss. 2, pp. 615–623.
114. Kaljuvee, T.; Keelmann, M.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Thermooxidative decomposition of oil shales // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2011) vol. 105, iss. 2, pp. 395–403.
115. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Waste oil shale ash as a novel source of calcium for precipitated calcium carbonate: carbonation mechanism, modeling, and product characterization // Journal of Hazardous Materials (2011) vol. 195, pp. 139–146.

## 2012

116. Salmimies, R.; Mannila, M.; Kallas, J.; Häkkinen, A. Acidic dissolution of hematite: kinetic and thermodynamic investigations with oxalic acid // International Journal of Mineral Processing (2012) vols. 110–111, pp. 121–125.
117. Tönsuaadu, K.; Gross, K.A.; Plüduma, L.; Veiderma, M. A review on the thermal stability of calcium apatites // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2012) vol. 110, iss. 2, pp. 647–659.
118. Huhtanen, M.; Salmimies, R.; Kinnarinen, T.; Häkkinen, A.; Kallas, J. Empirical modelling of cake washing in a pressure filter // Separation Science and Technology (2012) vol. 47, iss. 8, pp. 1102–1112.
119. Tamm, K.; Kivi, I.; Anderson, E.; Trikkel, A.; Möller, P.; Nurk, G.; Lust, E. Influence of graphite pore forming agents on the structural and electrochemical properties of porous Ni-CGO anode // Journal of the Electrochemical Society (2012) vol. 159, iss. 12, pp. F849–F857.

120. Salmimies, R.; Häkkinen, A.; Ekberg, B.; Kallas, J.; Andreassen, J.-P. Long term fouling of ceramic filter media in the dewatering of hematite concentrate // *Filtration* (2012) vol. 12, iss. 4, pp. 219–222.
121. Kuusik, R.; Uibu, M.; Kirsimäe, K.; Mõtlep, R.; Meriste, T. Open-air deposition of Estonian oil shale ash: formation, state of art, problems and prospects for the abatement of environmental impact // *Oil Shale* (2012) vol. 29, iss. 4, pp. 376–403.
122. Peikolainen, A.-L.; Volobujeva, O.; Aav, R.; Uibu, M.; Koel, M. Organic acid catalyzed synthesis of 5-methylresorcinol based organic aerogels in acetonitrile // *Journal of Porous Materials* (2012) vol. 19, iss. 2, pp. 189–194.
123. Salmimies, R.; Kallas, J.; Ekberg, B.; Häkkinen, A. Oxalic acid regeneration of ceramic medium used in the dewatering of iron ore // International Scholarly Research Network (ISRN) : Chemical Engineering (2012), article ID 921873, 6 p.
124. Salmimies, R.; Kallas, J.; Ekberg, B.; Häkkinen, A. Scale Growth in the Dewatering of Iron Ore // *International Journal of Mining Engineering and Mineral Processing* (2012) vol. 1, iss. 2, pp. 69–72.
125. Huhtanen, M.; Häkkinen, A.; Ekberg, B.; Kallas, J. Software for statistical design of experiments and empirical modelling of cake filtration // *Filtration* (2012) vol. 12, iss. 1, pp. 38–49.
126. Viipsi, K.; Sjöberg, S.; Shchukarev, A.; Tönsuaadu, K. Surface phase transformations, surface complexation and solubilities of hydroxyapatite in the absence/presence of Cd(II) and EDTA // *Applied Geochemistry* (2012) vol. 27, iss. 1, pp. 15–21.
127. Tönsuaadu, K.; Zalga, A.; Beganskienė, A.; Kareiva, A. Thermoanalytical study of the YSZ precursors prepared by aqueous sol–gel synthesis route // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (2012) vol. 110, iss. 1, pp. 77–83.

## **2013**

128. Alanne, A.-L.; Tuikka, M.; Tönsuaadu, K.; Ylisirniö, M.; Hämäläinen, L.; Turhanen, P.; Vepsäläinen, J.; Peräniemi, S. A novel bisphosphonate-based solid phase method for effective removal of chromium(III) from aqueous solutions and tannery effluents // *RSC Advances* (2013) iss. 33, pp. 14132–14138 + Electronic Supplementary Information : Novel bisphosphonate-based solid phase method for effective removal of chromium(III) from aqueous solutions and tanner effluents. 10 p.

129. Uibu, M.; Kuusik, R. Carbon capture and fixation using lime-containing wastes: the influence of aqueous phase composition on Ca dissolution from oil shale ash // Energy Procedia (2013) vol. 37, pp. 5913–5920.
130. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> mineralisation: Concept for co-utilization of oil shale energetics waste streams in CaCO<sub>3</sub> production // Energy Procedia (2013) vol. 37, pp. 5921–5928.
131. Viipsi, K.; Sjöberg, S.; Tönsuaadu, K.; Shchukarev, A. Hydroxy- and fluorapatite as sorbents in Cd(II)-Zn(II) multi-component solutions in the absence/presence of EDTA // Journal of Hazardous Materials (2013) vols. 252–253, pp. 91–98.
132. Klimova, I.; Kaljuvee, T.; Mikli, V.; Trikkel, A. Influence of some lime-containing additives on the thermal behavior of urea // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2013) vol. 111, iss. 1, pp. 253–258.
133. Preis, S.; Panorel, I.; Kornev, I.; Hatakka, H.; Kallas, J. Pulsed corona discharge : the role of ozone and hydroxyl radical in aqueous pollutants oxidation // Water Science & Technology (2013) vol. 68, iss. 7, pp. 1536–1542.
134. Meriste, T.; Yörük, C. R.; Trikkel, A.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. TG-FTIR analysis of oxidation kinetics of some solid fuels under oxy-fuel conditions // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2013) vol. 114, iss. 2, pp. 483–489.
135. Kaljuvee, T.; Keelmann, M.; Trikkel, A.; Petkova, V. TG-FTIR-/MS analysis of thermal and kinetic characteristics of some coal samples // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2013) vol. 113, iss. 3, pp. 1063–1071.
136. Oja Acik, I.; Otto, K.; Krunks, M.; Tönsuaadu, K.; Mere, A. Thermal behaviour of precursors for CuInS<sub>2</sub> thin films deposited by spray pyrolysis // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2013) vol. 113, iss. 3, pp. 1455–1465.
137. Petkova, V.; Serafimova, E.; Kaljuvee, T.; Pelovsky, Y. Thermochemical characterization of chicken litter and peat as a source for energy recovery // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2013) vol. 113, iss. 2, Pp. 683–692.
138. Salmimies, R.; Kallas, J.; Ekberg, B.; Görres, G.; Andreassen, J.-P.; Beck, R.; Häkkinen, A. The scaling and regeneration of the ceramic filter medium used in the dewatering of a magnetite concentrate // International Journal of Mineral Processing (2013) vol. 119, pp. 21–26.

139. Salmimies, R.; Huhtanen, M.; Kallas, J.; Häkkinen, A. The solubility of two magnetite powders in oxalic acid : applicability of empirical modelling // Journal of Powder Technology (2013) vol. 2013, article ID 164239, 7 p.
140. Tamm, K.; Kuusik, R.; Uibu, M.; Kallas, J. Transformations of sulfides during aqueous carbonation of oil shale ash // Energy Procedia (2013) vol. 37, pp. 5905–5912.

## 2014

141. Sanna, A.; Uibu, M.; Caramanna, G.; Kuusik, R.; Maroto-Valer, M. M. A review of mineral carbonation technologies to sequester CO<sub>2</sub> // Chemical Society Reviews (2014) vol. 43, iss. 23, pp. 8049–8080.
142. Raado, L.; Hain, T.; Liisma, E.; Kuusik, R. Composition and properties of oil shale ash concrete // Oil Shale (2014) vol. 31, iss. 2, pp. 147–160.
143. Raado, L.; Kuusik, R.; Hain, T.; Uibu, M.; Somelar, P. Oil shale ash based stone formation – hydration, hardening dynamics and phase transformations // Oil Shale (2014) vol. 31, iss. 1, pp. 91–101.
144. Leinemann, I.; Zhang, W.; Kaljuvee, T.; Tõnsuaadu, K.; Traksmaa, R.; Raudoja, J.; Grossberg, M.; Altosaar, M.; Meissner, D. Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> formation and reaction enthalpies in molten NaI starting from binary chalcogenides // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2014) vol. 118, iss. 2, pp. 1313–1321.
145. Kreek, K.; Kulp, M.; Uibu, M.; Mere, A.; Koel, M. Preparation of metal-doped carbon aerogels from oil shale processing by-products // Oil shale (2014) vol. 31, iss. 2, pp. 185–194.
146. Velts, O.; Kindsigo, M.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> Mineralisation: Production of CaCO<sub>3</sub>-type Material in a Continuous Flow Disintegrator-reactor // Energy Procedia (2014) Vol. 63, pp. 5904–5911.
147. Maaten, B.; Moussa, J.; Desmarets, C.; Gredin, P.; Beaunier, P.; Kanger, T.; Tõnsuaadu, K.; Villemain, D. Cu-modified hydroxyapatite as catalyst for Glaser–Hay C—C homo- coupling reaction of terminal alkynes // Journal of Molecular Catalysis A: Chemical (2014) vol. 393, pp. 112–116.
148. Klimova, I.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. Investigation of limestone powder layering onto ammonium nitrate prills in disc granulator // Journal of Materials Science and Engineering A (2014) vol. 4, no. 5, pp. 151–159.
149. Irha, N.; Uibu, M.; Jefimova, J.; Raado, L.-M.; Hain, T.; Kuusik, R. Leaching behaviour of Estonian oil shale ash-based construction mortars // Oil shale (2014) vol. 31, iss. 4, pp. 394–411.

150. Uibu, M.; Kuusik, R. Main physicochemical factors affecting the aqueous carbonation of oil shale ash // Minerals Engineering (2014) vol. 59, pp. 64–70.
151. Kreek, K.; Kriis, K.; Maaten, B.; Uibu, M.; Mere, A.; Kanger, T.; Koel, M. Organic and carbon aerogels containing rare-earth metals : Their properties and application as catalysts // Journal of Non-Crystalline Solids (2014) vol. 404, pp. 43–48.
152. Podoba, R.; Kaljuvee, T.; Štubňa, I.; Podobnik, Ľ.; Bačík, P. Research on historical bricks from a Baroque Church // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2014) vol. 118, iss. 2, pp. 591–595.
153. Kaljuvee, T.; Štubňa, I.; Somelar, P.; Mikli, V.; Kuusik, R. Thermal behavior of some Estonian clays and their mixtures with oil shale ash additives // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2014) vol. 118, iss. 2, pp. 891–899.
154. Otto, K.; Oja Acik, I.; Krunks, M.; Tõnsuaadu, K.; Mere, A. Thermal decomposition study of  $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{AgNO}_3$  as precursors for plasmonic metal nanoparticles // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2014) vol. 118, iss. 2, pp. 1065–1072.
155. Marangoni, M.; Ponsot, I.; Kuusik, R.; Bernardo, E. Strong and chemically inert sinter crystallised glass ceramics based on Estonian oil shale ash // Advances in Applied Ceramics (2014) vol. 113, iss. 2, pp. 120–128.

## **KOGUMIKUARTIKLID KONVERENTSIARTIKLID**

### **2002**

156. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Lasn, I. Curing behaviour of urea-formaldehyde resins on wood substance // Proceedings Baltic Polymer Symposium : September 18–20 2002, Nida, Lithuania. Vilnius : Vilniaus universiteto leidykla, 2002. Pp. 79–84.

### **2003**

157. Koel, M.; Kuusik, R. Tööstusjäätmemed energiaallikana // Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine : neljanda konverentsi kogumik : 7. november 2002, Tartu = Investigation and usage of renewable energy sources : fourth conference proceedings : 7 November 2002, Tartu. Tartu : Halo Kirjastus, 2003. Lk. 17–24.

158. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Lasn, I. Curing behaviour of melamine-urea-formaldehyde resins // Proceedings Baltic Polymer Symposium : 17–19 September 2003, Jurmala, Latvia. Riga : Riga Technical University. Pp. 57–63.
159. Петкова, В.; Куусик, Р.; Тонсуаду, К.; Пеловски, Й.; Домбалов, И.; Петров, Л. Изследване на термичното разлагане на механоактивирани смеси от Естонски фосфорит и амониев сулфат // Дванадесета научно-технологична сесия Контакт 2003 "Трибология и интердисциплинност" : Трибология 2003 : 30–31 октомври 2003, София. София : TEMTO, 2003. С. 111–116.
160. Петкова, В.; Тонсуаду, К.; Домбалов, И.; Пеловски, Й.; Петров, Л. Термотрибохимия на амониев сулфат // Дванадесета научно-технологична сесия Контакт 2003 "Трибология и интердисциплинност" : Трибология 2003 : 30–31 октомври 2003, София. София : TEMTO, 2003. С. 117–120.

## 2004

161. Uibu, M.; Kuusik, R.; Veskimäe, H. Abatement of CO<sub>2</sub> emission in Estonian energy sector // The 6th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States : 1–4 September 2003, Prague, Czech Republic : Proceedings. Tallahassee, Florida : Florida State University, 2004. Paper no. 383, [5] p. [CD-ROM].
162. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Uibu, M. Behaviour of magnesium compounds at sulphation of lime-containing sorbents // The 6th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States : 1–4 September 2003, Prague, Czech Republic : Proceedings. Tallahassee, Florida : Florida State University, 2004. Paper no. 374, [5] p. [CD-ROM].
163. Trikkel, A.; Kuusik, R.; Uibu, M. Decomposition and sulphation of calcareous compounds during combustion of Estonian oil shale // The 6th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States : 1–4 September 2003, Prague, Czech Republic : Proceedings. Tallahassee, Florida : Florida State University, 2004. Paper no. 376, [5] p. [CD-ROM].
164. Veiderma, M. Estonian oil shale – resources, research and usage // Oil Shale - Strategic Significance of America's : proceedings of DOE Technical Review Meeting : February 19–20, 2004, Virginia, USA. [18] p.

## **2005**

165. Kavaliauskaite, I.; Uibu, M.; Teir, S.; Kuusik, R.; Zevenhoven, R.; Dena-fas, G. Carbon dioxide long-term emissions and its storage options in the Baltic Region // Ecosystems and Sustainable Development V. Southampton ; Boston : Wessex Institute of Techonology Press, 2005. Pp. 439–448. (WIT Transactions on Ecology and the Environment ; 81).
166. Gruselle, M.; Malézieux, B.; Train, C.; Guyard-Duhayon, C.; Clément, R.; Bénard, S.; Gredin, P.; Tonsuaadu, K. Optically active molecular magnets // Optical materials and applications : The Fourth International Conference on Advanced Optical materials and Devices, Tartu, July 6–9, 2004. [S.I.] : SPIE,, 2005. Pp. 143–149. (Proceedings of The Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) ; 5946).
167. Leleckaite, A.; Urbonaité, S.; Tönsuaadu, K.; Kareiva, A. Sol-gel preparation and characterisation of yttrium gallium garnets // Optical materials and applications : The Fourth International Conference on Advanced Optical materials and Devices, Tartu, July 6–9, 2004. [S.I.] : SPIE,, 2005. Pp. 47–54. (Proceedings of The Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) ; 5946).
168. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Süld, T.-M.; Lasn, I. Urea formaldehyde resin cure on a wood substrate // MEDICTA 2005 : 7th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : Proceedings : Thessaloniki, Greece. 1–7 July 2005. [S. I.] : Hellenic Society for Thermal Analysis. Pp. 133–138.

## **2006**

169. Uibu, M. CO<sub>2</sub> emissiooni vähendamisvõimalused põlevkivi ergeetikas // TTÜ doktorikool "Uued tootmistehnoloogiad ja -protsessid" talvekool "Nüüdismaterjalid ja -tehnoloogiad" : 1.–4. märts 2006, Toila : ettekannete kogumik. [S. I.] : Tallinna Tehnikaülikool, 2006. [15 l.]
170. Veiderma, M. Eesti ergeetika sõlmküsimustest // XXIX Eesti looduseuurijate päev : põlevkivimaa loodus : 1.–2. juuli 2006, Illuka : [ettekannete kogumik] = XXIX Estonian Naturalists' Congress : nature of oil shale region : July 1–2, 2006, Illuka. Tartu : [Eesti Looduseuurijate Selts], 2006. Lk. 8–11.
171. Kaljuvee, T.; Edro, E.; Kuusik, R. Evolved gas analysis at thermal treatment of oil shales by TG-FTIR // RTOS : Recent Trends in Oil Shale : Proceedings of the International Conference on Oil Shale : Amman, Jordan, 7–9 November 2006. [10] p. [CD-ROM].

172. Kuosa, M.; Kallas, J. Lignin ozonation at different pH values of water // First European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes : Chania, September 7–9, 2006 : e-proceedings. [S. l.; 2006]. Paper no. 120, 9 p.
173. Pérez, F.; Peikolainen, A-L.; Koel, M.; Uibu, M. Preparation of carbon aerogels // Proceedings of the 8th Conference on Supercritical Fluids and their Applications : Ischia (Italy), 28–31 May 2006. Pp. 749–754.
174. Kuusik, R.; Uibu, M.; Trikkel, A.; Kaljuvee, T. Reuse of waste ashes formed at oil shale based power industry in Estonia // Waste Management and the Environment III. Southampton ; Boston : Wessex Institute of Technology Press, 2006. Pp. 111–120. (WIT Transactions on Ecology and the Environment ; 92).
175. Trikkel, A.; Kuusik, R. Utilization of Estonian oil shale retorting solid waste // RTOS : Recent Trends in Oil Shale : Proceedings of the International Conference on Oil Shale : Amman, Jordan, 7–9 November 2006. [13] p. [CD-ROM].
176. Kindsigo, M.; Hautaniemi, M.; Kallas, J. Wet oxidation of recalcitrant lignin water solutions : experimental and reaction kinetics // First European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes : Chania, September 7–9, 2006 : e-proceedings. [S. l.; 2006]. Paper no. 183, 8 p.

## **2007**

177. Louhi-Kultanen, M.; Llansana Arnalot, A.; Nyström, L.; Kallas, J. An insight into interparticle forces and filterability of potassium sulphate crystals precipitated with ethanol and acetone // ECCE-6 proceedings : 6th European Congress on Chemical Engineering (ECCE-6) : Copenhagen, 16–21 September. Copenhagen, 2007. Paper no. 685, 11 p.
178. Yang, G.; Enqvist, Y.; Qu, H.; Louhi-Kultanen, M.; Kallas, J.; Wang, J. CFD modelling of solid-liquid suspension flow in a horizontal pipe // ECCE-6 proceedings : 6th European Congress on Chemical Engineering (ECCE-6), Copenhagen, 16–21 September, 2007. Copenhagen, 2007. Paper no. 1132, 6 p.
179. Uibu, M.; Kuusik, R. Concept for CO<sub>2</sub> mineralization by oil shale waste ash in Estonian power production // IGEC III, 2007 : The 3rd International Green Energy Conference : June 17–21, 2007, Västeras, Sweden : proceedings. Västeras : Mälardalen University, 2007. Pp. 1075–1085. [CD-ROM].

180. Uibu, M.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Transformations in the solid and liquid phase at aqueous carbonization of oil shale ash // Ecosystems and Sustainable Development VI. Southampton ; Boston : Wessex Institute of Technology Press, 2007. Pp. 473–482. (WIT Transactions on Ecology and the Environment ; 106).

## 2008

181. Puranen, J.; Ekberg, B.; Häkkinen, A.; Kallas, J. Comparison of regeneration methods for ceramic filter media // Proceedings of the 10th World Filtration Congress : Leipzig, Germany, April 14–18, 2008. Vol. 1. [S. I.] : Filtech Exhibitions Germany, 2008. Pp. I-165–I-169.
182. Uibu, M.; Velts, O.; Trikkel, A.; Kallas, J.; Kuusik, R. Developments in CO<sub>2</sub> mineral carbonation by oil shale ash // 2nd International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering : October 1–3, 2008, Rome, Italy : proceedings. Rome, [2008]. Pp. 421–430.
183. Sokk, O.; Kuusik, R.; Loigu, E. Excess sludge anaerobic treatment linked together with production of suspension fertilizers // Memorias : IX Taller y Simposio Latinoamericano de Digestión Anaerobica : Isla de Pascua, Chile, 19–23 Octubre 2008. [S.I.] : International Water Association, 2008. Pp. 396–400.
184. Hatakka, H.; Liiri, M.; Aittamaa, J.; Alopaeus, V.; Louhi-Kultanen, M.; Kallas, J. Flow patterns and slip velocities of crystals in a 100 liters suspension crystallizer equipped with two turbine impellers // Proceedings of 17th International Symposium of Industrial Crystallization : 665th Event of EFCE in combination of 8th Workshop of Crystal Growth of Organic Materials : ISIC 17 – CGOM 8 : Maastricht (The Netherlands), September 14–17, 2008. Volume 3. [S. I] : European Federation of Chemical Engineering, 2008. Pp. 1851–1858.
185. Salmimies, R.; Louhi-Kultanen, M.; Ekberg, B.; Häkkinen, A.; Kallas, J.; Huhtanen, M. Fouling of filter media : solubility of oxalate solutions // Proceedings of the 10th World Filtration Congress : Leipzig, Germany, April 14–18, 2008. Vol. 1. [S. I.] : Filtech Exhibitions Germany, 2008. Pp. I-180–I-184.
186. Šogenova, A.; Sliaupa, S.; Šogenov, K. Sliaupiene, R.; Pomeranceva, R.; Uibu, M.; Kuusik, R. Geological storage and mineral trapping of industrial CO<sub>2</sub> emissions – prospects in the Baltic Region // First CO<sub>2</sub> Geological Storage Workshop : 29–30 September 2008, Budapest, Hungary. A04. [S.I.] : European Association of Geoscientists and Engineers, 2008. Pp. 25–30.

187. Liiri, M.; Hatakka, H.; Kallas, J.; Aittamaa, J.; Alopaeus, V. Modelling of crystal growth of KPD in a 100 dm<sup>3</sup> crystallizer using combination of CFD and multobelock model // Proceedings of 17th International Symposium of Industrial Crystallization : 665th Event of EFCE in combination of 8th workshop of Crystal Growth of Organic Materials : ISIC 17 – CGOM 8 : Maastricht (The Netherlands), September 14–17, 2008. Volume 3. [S. I.] : European Federation of Chemical Engineering, 2008. Pp. 1859–1866.
188. Häkkinen, A.; Huhtanen, M.; Ekberg, B.; Kallas, J. Optimization of the performance of a filter press by statistical design of experiments and empirical modelling // 21th Annual Conference of the American Filtration & Separations Society : May 20–22, 2008, Valley Forge, USA. [S. I.] : American Filtration & Separations Society, 2008. 14 p.
189. Qu, H.; Alatalo, H.; Dai, Y.; Kohonen, J.; Hatakka, H.; Louhi-Kultanen, M.; Reinikainen, S.-P.; Kallas, J. RAMAN and ATR-FTIR spectrometry in reactive crystallization : simultaneous monitoring of solute concentration and polymorphic state of crystals // Proceedings of 17th International Symposium of Industrial Crystallisation : 665th Event of EFCE in combination of 8th Workshop of Crystal Growth of Organic Materials : ISIC 17 – CGOM 8 : Maastricht (The Netherlands), September 14–17, 2008. Volume 2. [S. I.] : European Federation of Chemical Engineering, 2008. Pp. 753–760.
190. Uibu, M.; Velts, O.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Reduction of CO<sub>2</sub> emissions by carbonation of alkaline wastewater // Air pollution XVI. Southampton ; Boston : Wessex Institute of Technology Press, 2008. Pp. 311–320. (WIT Transactions on Ecology and the Environment ; 116).
191. Hirvisaari, S.; Ekberg, B.; Rautanen, A.; Storbacka, S.; Häkkinen, A.; Kallas, J. Study on parameters affecting belt filtration of a metal precipitate suspension // Proceedings of the 10th World Filtration Congress : Leipzig, Germany, April 14–18, 2008. [S. I.] : Filtech Exhibitions Germany, 2008. Vol. 1. Pp. I-625–I-629.
192. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Lasn, I.; Saks, I. Urea-formaldehyde fesins for low formaldehyde emission particleboards // PPS-24 : The Polymer Processing Society 24th Annual Meeting : June 15–19, 2008, Salerno, Italy : program and proceedings. Melville : Polymer Processing Society, 2008. [7] p.
193. Häkkinen, A.; Huhtanen, M.; Ekberg, B.; Kallas, J. Utilization of statistical design of experiment for improving the efficiency of test filtration tasks // Proceedings of the 10th World Filtration Congress : Leipzig,

Germany, April 14–18, 2008. Vol. 1. [S. I.] : Filtech Exhibitions Germany, 2008. Pp. I-81–I-85.

## 2009

194. Šogenova, A.; Sliaupa, S.; Šogenov, K.; Sliaupiene, R.; Pomeranceva, R.; Vaher, R.; Kuusik, R. Challenges and possible solutions in the Baltic Region after legislation of EU CCS directive // 5th Congress of Balkan Geophysical Society : Geophysics at the Cross-roads : 10–16 May 2009, Belgrade, Serbia. [S. I.] : Balkan Geophysical Society, 2009, [6] p.
195. Tönsuaadu, K.; Kaljuvee, T.; Petkova, V.; Traksmaa, R.; Kirsimäe, K. Changes in Phosphorite Composition and Properties During Mechanical Activation // Researcher' Network on Phosphates. The Third International Conference on the Valorization of Phosphates and Phosphorus Compounds, COVAPHOS III, Proceedings : Marrakech – Morocco, March 18–20, 2009. Depot legal 2009/3220. Pp. 15–21.
196. Linderholm, C.; Lyngfelt, A.; Béal, C.; Trikkel, A.; Kuusik, R.; Jerndal, E.; Mattisson, T. Chemical-Looping Combustion with natural gas using spray-dried NiO-based oxygen carriers // Carbon Dioxide Capture for Storage in Deep Geological Formations : Results from the CO<sub>2</sub> Capture Project. Advances in CO<sub>2</sub> Capture and Storage Technology Results. [S. I.] : CPL Press and BP, 2009. Pp. 67–74.
197. Trikkel, A.; Keelmann, M.; Aranson, A.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> rebinding by oil shale CFBC ashes : effect of pre-treatment // Proceedings of the 20th International Conference on Fluidized Bed Combustion : May 18–21, 2009, Xian, China. [S. I.], 2009. Pp. 1123–1129.
198. Salmimies, R.; Häkkinen, A.; Ekberg, B.; Kallas, J. Dissolution of magnetite particles in acidic conditions // FILTECH 2009 : Conference proceedings, Wiesbaden, October 13–15, 2009. [S. I.] : Filtech Exhibitions Germany, 2009. Pp. 362–369.
199. Häkkinen, A.; Huhtanen, M.; Ekberg, B.; Kallas, J. Experimental study on the influence of process variables on the performance of a horizontal belt filter // FILTECH 2009 : Conference proceedings, Wiesbaden, October 13–15, 2009. [S. I.] : Filtech Exhibitions Germany, 2009. Pp. 284–291.
200. Niitsoo, J.; Kallaste, T.; Mikli, V.; Nemliher, J.; Tönsuaadu, K. Impact of the carbonate substitution on HAP crystal lattice // Researcher' Network on Phosphates. The Third International Conference on the Valorization of Phosphates and Phosphorus Compounds, COVAPHOS III, Proceedings : Marrakech – Morocco, March 18–20, 2009. Depot legal 2009/3220. Pp. 22–26.

201. Häkkinen, A.; Huhtanen, M.; Ekberg, B.; Kallas, J. Software for improving the efficiency of test filtration tasks // 22th Annual Conference of the American Filtration & Separations Society : May 4–7, 2009, Bloomington, MN, USA, [S. l.] : American Filtration & Separations Society, 2009. [15] p.

## 2010

202. Salmimies, R.; Häkkinen, A.; Kallas, J.; Ekberg, B.; Andreassen, J.-P.; Beck, R. Characterization of filter media used in the dewatering of iron ore // NoFS-13 : proceedings of the 13th Nordic Filtration Symposium, June 10–11, 2010, Lappeenranta, Finland. Lappeenranta : Lappeenranta University of Technology, 2010. Pp. 173–178.
203. Kuusik, R.; Uibu, M.; Velts, O.; Trikkel, A.; Kallas, J. CO<sub>2</sub> trapping from flue gases by oil shale ash aqueous suspension: Intensification and modeling of the process // Proceedings of the Third International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering : ACEME10, Turku, Finland, Nov. 29 – Dec. 1, 2010. Åbo : Åbo Akademi University Printing Press, 2010. Pp. 227–235.
204. Klavina, I.; Raudoja, J.; Altosaar, M.; Mellikov, E.; Meissner, D.; Kaljuvee, T. CZTS ( $Cu_2ZnSnSe_4$ ) crystal growth for use in monograin membrane solar cells // Conference proceedings of the Conference of Young Scientists on Energy Issues : May 27–28, 2010, Kaunas, Lithuania. Pp. VII 345–VII 353.
205. Uibu, M.; Kuusik, R. Effect of ageing pre-treatment on performance of PF oil shale ash for CO<sub>2</sub> sequestration in aqueous suspensions // Proceedings of the Third International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering: ACEME10, Turku, Finland, Nov. 29 – Dec. 1, 2010. Åbo : Åbo Akademi University Printing Press, 2010. Pp. 317–321.
206. Sokk, O.; Loigu, E.; Kuusik, R.; Menert, A. Integration of technologies : biogas production, fertilizer production and biogas upgrading // 12th World Congress on Anaerobic Digestion : October 31st – November 4th, 2010, Guadalajara, Jalisco, Mexico : proceedings. [Guadalajara] : International Water Association, 2010. Poster no. P08.08, [6] p.
207. Huhtanen, M.; Häkkinen, A.; Ekberg, B.; Kallas, J. LabTop – software for experimental design, modelling and visualization // NoFS-13 : proceedings of the 13th Nordic Filtration Symposium, June 10–11, 2010, Lappeenranta, Finland. Lappeenranta : Lappeenranta University of Technology, 2010. Pp. 148–153.

208. Velts, O.; Kallas, J.; Kuusik, R. Modeling of calcium leaching from lime-consisting oil shale combustion ash // Proceedings of the Third International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering : ACEME10, Turku, Finland, Nov. 29 – Dec. 1, 2010. Åbo : Åbo Akademi University Printing Press, 2010. Pp. 323–326.
209. Kindsigo, M.; Kuusik, R.; Kallas, J. Oil shale ash as a catalyst in wastewater treatment in the pulp and paper industry // Waste management and the environment V. Southampton ; Boston : Wessex Institute of Technology Press, 2010. Pp. 403–414. (WIT Transactions on Ecology and the Environment ; 140).
210. Uibu, M.; Kuusik, R. The behaviour of Ca-Mg-silicates in direct aqueous carbonation of oil shale ash // Innovation for Sustainable Production 2010. Conference 5. Carbon Capture and Storage (CCS) : [18–21 April, 2010] : proceedings. [Bruges], [2010]. Pp. 75–79. [CD-ROM].

## **2011**

211. Uibu, M.; Velts, O.; Kuusik, R. Aqueous carbonation of oil shale wastes from Estonian power production for CO<sub>2</sub> fixation and PCC production // Conference of Young Scientists on Energy Issues : May 27–28, 2011, Kaunas, Lithuania : Conference proceedings. Kaunas : Lithuanian Energy Institute, 2011. Pp. 415–424.
212. Salmimies, R.; Häkkinen, A.; Kallas, J. Ekberg, B.; Andreassen, J. P.; Beck, R. Characterisation of long-term scaling effects of ceramic filter media use during the dewatering of iron ore // Iron Ore Conference 2011 : 11 – 13 July 2011, Perth, Australia : proceedings. [S. l.] : The Australian Institute of Mining and Metallurgy, 2011. Pp. 521–527. (The Australian Institute of Mining and Metallurgy Publication Series ; 6/2011)
213. Leinemann, I.; Raudoja, J.; Grossberg, M.; Traksmaa, R.; Kaljuvee, T.; Altosaar, M.; Meissner, D. Comparison of copper zinc tin selenide formation in molten potassium iodide and sodium iodide as flux materials // Conference of Young Scientists on Energy Issues : May 27–28, 2011, Kaunas, Lithuania : Conference proceedings. Kaunas : Lithuanian Energy Institute, 2011. Pp. 326–333.

## **2012**

214. Trikkel, A.; Kaljuvee, T.; Soesoo, A.; Kuusik, R.. Estonian dolomites : occurrence, resources, characterisation and new prospects for application // Horizons in Earth Science Research. Vol. 7. New York : Nova Science Publisher Inc. 2012. Pp. 147–196.
215. Nkwusi, G.; Leinemann, I.; Grossberg, M.; Kaljuvee, T.; Traksmaa, R.; Altosaar, M.; Meissner, D. Formation of Copper Zinc Tin Sulfide in Cadmium Iodide for Monograins Membrane Solar Cells // Conference proceedings of the Conference of Young Scientists on Energy Issues : May 24–25, 2012, Kaunas, Lithuania. Pp. II 38–II 46.
216. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. From waste to value : CaCo<sub>3</sub> crystallization on the basis of waste oil shale ash // Proceedings of the Air & Waste Management Association's 105th Annual Conference & Exhibition : Air & Waste Management Association's 105th Annual Conference & Exhibition, San Antonio (TX), USA, June 19–22, 2012. [S. I.] : Air & Waste Management Association, 2012. Pp. 1–10.
217. Hälvin, H.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. Granulation of oil shale ashes and the potentiality of use the product in agriculture // Proceedings of the Twenty-Seventh International Conference on Solid Waste Technology and Management : Philadelphia, PA U.S.A March 11–14, 2012. Chester : Widener University, 2012. Pp. 1201–1209.
218. Pastarus, J.-R.; Otsmaa, M.; Shommet, J.; Pototski, A.; Kuusik, R. Improvement of current mining technology in Estonian oil shale mines // Proceeding of the V-th International Geomechanics Conference : 18–21 June 2012 International House of Scientists "Fr. J. Curie", Varna, Bulgaria. Varna : Scientific and Technical Union of Mining, Geology and Metallurgy, 2012. Pp. 275–279.
219. Salmimies, R.; Häkkinen, A.; Ekberg, B.; Kallas, J.; Andreassen, J-P. Long-term fouling of ceramic filter media in the dewatering of hematite concentrate // Proceedings of 11th World Filtration Congress : Garz, Austria, 16–20 April 2012. [S. I.] : Austrian Chemical Society. 7 p.
220. Sliaupa, S.; Sliaupiene, R.; Nulle, I.; Nulle, U.; Shogenova, A.; Shogenov, K.; Kuusik, R.; Kallio, J.; Nordback, N.; Wickström, L.; Erlström, M. Options for geological storage of CO<sub>2</sub> in the Baltic Sea region // The 3rd International Professional Conference Geosciences and Environment, 27–19 May, 2012, Belgrade. Belgrade : AGES; PROOF, 2012. Pp. 80–83.
221. Salmimies, R.; Kallas, J.; Ekberg, B.; Häkkinen, A. Regeneration of ceramic filter media used in dewatering of iron ore // Proceedings of the 14th Nordic Filtration Symposium : Aalborg, Denmark, 30–31 August 2012. [S. I.] : The Nordic Filtration Society. 6 p.

222. Süld, T.-M.; Kaljuvee, T.; Viikna, A. Studying of internal and rheological properties of polyethylene-oil shale ash composites // The 28th International Conference of Polymer Processing Society (PPS-28), Pattaya, Thailand, December 11–15, 2012, Pattaya, Thailand: proceedings. [S.l.]: Polymer Processing Society, [2012]. [4.] p..
223. Tamm, K.; Kuusik, R.; Uibu, M.; Kallas, J. Transformations of sulfur compounds in oil shale ash suspension // Waste Management and the Environment VI. Southampton ; Boston : Wessex Institute of Technology Press, 2012, pp. 25–35. (WIT Transactions on Ecology and the Environment ; 163).

## **2013**

224. Tamm, K.; Kuusik, R.; Uibu, M.; Kallas, J. Behaviour of sulfur compounds during aqueous leaching of oil shale ash // Proceedings of the 4th International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering (ACEME 2013), Leuven Belgium, 9–12 April 2013. Leuven : KU Leuven, 2013. Pp. 541–544.
225. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Efforts in oil shale ash indirect carbonation accompanied by PCC-type material formation // Proceedings of the 4th International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering (ACEME 2013), Leuven Belgium, 9–12 April 2013. Leuven : KU Leuven, 2013. Pp. 341–348.
226. Kaljuvee, T.; Hälvlin, H.; Potoski, A.; Kuusik, R. Laboratory scale granulation of oil shale ashes // 6th International Granulation Workshop : Granulation Conference : Sheffield, UK, 26th – 28th June 2013. Sheffield : University of Sheffield, 2013. Paper no. 45, [10] p.
227. Uibu, M.; Kuusik, R. Physicochemical factors affecting aqueous carbonation of oil shale ash // Proceedings of the 4th International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering (ACEME 2013), Leuven Belgium, 9–12 April 2013. Leuven : KU Leuven, 2013. Pp. 295–304.
228. Beganskienė, A.; Stankevičiute, Z.; Malakauskaite, M.; Bogdanovičienė, I.; Mikli, V.; Tönsuaadu, K.; Kareiva, A. Sol-gel approach to the calcium phosphate nanocomposites // Nanostructured Materials and Nanotechnology VII : The 37th International Conference on Advanced Ceramics and Composites, Florida, USA, January 27 – February 1, 2013. [S. l.] : The American Ceramic Society, 2013. Pp. 1–13. (Ceramic Engineering and Science Proceedings ; vol. 34, iss. 7).
229. Klimova, I.; Mikli, V.; Kaljuvee, T. Upgrading the crush strength of ammonium nitrate prills by coating with limestone or dolomite powder

// 6th International Granulation Workshop : Granulation Conference : Sheffield, UK, 26th – 28th June 2013. Sheffiled : University of Sheffield, 2013. Paper no. 75, [11] p.

## 2014

230. Tamm, K.; Uibu, M.; Kallaste, P.; Kuusik, R.; Kallas, J. Equilibrium calculations in aqueous carbonation of oil shale waste-sulfur compounds // Proceedings of 2nd World Congress on Petrochemistry and Chemical Engineering : October 27–29, 2014 Embassy Suites Las Vegas, USA. Los Angeles : OMICS Group. P. 40. (Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology (2014) ; vol. 5, iss. 4).
231. Bogdanovičienė, I.; Tönsuaadu, K.; Traksmaa, R.; Kareiva, A. Synthesis of bio-cation-substituted Ca-apatites by precipitation // Inorganic and environmental materials. Pfaffikon, Switzerland : Trans tech Publications, 2014. Pp. 229–232. (Key Engineering Materials ; 617).

## KONVERENTSITEESID

## 2002

232. Uibu, M.; Kuusik, R. Pölevkivituha vesisuspensioonid  $\text{CO}_2$  sidujana = Carbon dioxide binding in the aqueous suspensions of oil shale ash // XXVIII Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi ettekannete referaadid = 28th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2002. Lk. 154–155.
233. Veiderma, M. Estonian oil shale : reserves and usage // Abstracts : Symposium on Oil Shale 2002, 18–21 November 2002, Tallinn, Estonia. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool], 2002. P. 8–9.
234. Martins, A.; Pesur, A.; Kuusik, R.; Kaljuvee, T.; Trikkel, A.; Pihu, T.; Prikk, A.; Arro, H. Fluidized bed combustion of oil shale retorting solid waste // Abstracts : Symposium on Oil Shale 2002, 18–21 November 2002, Tallinn, Estonia. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool], 2002. P. 49.
235. Manuilova, A.; Tönsuaadu, K.; Veiderma, M. Kinetic studies of the  $\text{SO}_2$  interaction with apatite // Fourth International Symposium on Inorganic Phosphate Materials, July 10–13, 2002, Jena – Germany : book of abstracts. [S. l.], 2002. P. 28.
236. Trikkel, A.; Kuusik, R. Modelling of decomposition and sulphation processes of oil shale carbonaceous part // Abstracts : Symposium

- on Oil Shale 2002, 18–21 November 2002, Tallinn, Estonia. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool], 2002. P. 70–71.
237. Kuusik, R.; Kaljuvee, T.; Kulp, I.; Uibu, M. Oil shale ashes as binders of acid gases // Abstracts : Symposium on Oil Shale 2002, 18–21 November 2002, Tallinn, Estonia. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool], 2002. P. 71–72.
238. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Trikkel, A. SO<sub>2</sub> binding into the solid phase at thermooxidation of blends based on Estonian oil shale semicoke // ESTAC 8 : 8th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, Barcelona, Spain, August 25–29, 2002 : abstracts book. [S. l.], 2002. P. 26.
239. Peld, M.; Tõnsuaadu, K.; Bender, V. Sorption and desorption of Cd<sup>2+</sup> ions by synthetic apatites // Fourth International Symposium on Inorganic Phosphate Materials, July 10–13, 2002, Jena – Germany : book of abstracts. [S. l.], 2002. P. 57.
240. Tõnsuaadu, K.; Peld, M.; Bender, V. Substituent effects on structural stability of apatites at calcination // Fourth International Symposium on Inorganic Phosphate Materials, July 10–13, 2002, Jena – Germany : book of abstracts. [S. l.], 2002. P. 58.
241. Tõnsuaadu, K.; Peld, M.; Bender, V. Thermal analysis in studies of apatite structure // ESTAC 8 : 8th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, Barcelona, Spain, August 25–29, 2002 : abstracts book. [S. l.], 2002. P. 28.
242. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Trikkel, A.; Radin, M. Transitions of sulphur compounds at combustion of oil shale processing solid waste // Abstracts : Symposium on Oil Shale 2002, 18–21 November 2002, Tallinn, Estonia. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool], 2002. P. 83–84.

## 2003

243. Uibu, M.; Veskimäe, H.; Kuusik, R. Abatement of CO<sub>2</sub> emission in Estonian energy sector // The 6th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States : 1–4 September 2003, Prague, Czech Republic : Symposium Program. Prague, 2003. P. 194.
244. Kaljuvee, T.; Kuusik, R.; Uibu, M. Behaviour of magnesium compounds at sulphation of lime-containing sorbents // The 6th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States : 1–4 September 2003, Prague, Czech Republic : symposium program. Prague, 2003. P. 191.

245. Trikkel, A.; Kuusik, R.; Uibu, M. Decomposition and sulphation of calcareous compounds during combustion of Estonian oil shale // The 6th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States : 1–4 September 2003, Prague, Czech Republic : Symposium Program. Prague, 2003. P. 192.
246. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P. Thermal behaviour of melamine-urea-formaldehyde resins // MEDICTA 2003 : 6th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : Book of Abstracts : Porto, Portugal. 27–30 July 2003. P. 140.

## **2004**

247. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T. Changes in curing behaviour of amino resins during storage // ICTAC 13 : 13th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : XXVI Conference AICAT-GICAT : Chia Laguna, September 12–19, 2004 : book of abstracts. [S. l.], [2004]. P. 85.
248. Veiderma, M.; Tõnsuaadu, K.; Peld, M. Impact of anionic substitutions on apatite structure and properties // ICPC2004 : 16th International Conference on Phosphorus Chemistry : 4–9 July, Birmingham, UK : programme & abstracts. [S. l.], [2004]. P. 66.
249. Tõnsuaadu, K.; Pelt, J.; Borissova, M. Monitoring of the evolved gases by FTIR spectroscopy in apatite-ammonium sulfate thermal reactions // ICTAC 13 : 13th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : XXVI Conference AICAT-GICAT : Chia Laguna, September 12–19, 2004 : book of abstracts. [S. l.], [2004]. P. 357.
250. Gruselle, M.; Malézieux, B.; Train, C.; Guyard-Duhayon, C.; Clément, R.; Bénard, S.; Gredin, P.; Tõnsuaadu, K. Optically active molecular magnets // The Fourth International Conference on Advanced Optical Materials and Devices : (AOMD-4) : Tartu, Estonia, July 6–9, 2004 : abstracts. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2004. P. 52.
251. Lelekaité, A.; Urbonaité, S.; Tõnsuaadu, K.; Kareiva, A. Sol-gel preparation and characterization of yttrium gallium garnets // The Fourth International Conference on Advanced Optical Materials and Devices : (AOMD-4) : Tartu, Estonia, July 6–9, 2004 : abstracts. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2004. P. 19.
252. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T. Thermal behaviour of stored amino resins // Programme and proceedings of Baltic Polymer Symposium 2004 : Kaunas, November 24–26, 2004. Kaunas : Technologija, 2004. P. 86.

253. Krunks, M.; Oja, I.; Tönsuaadu, K.; Es-Souni, M.; Gruselle, M.; Niinistö, L. Thermoanalytical study of acetylacetone modified titanium(IV)isopropoxide as a precursor for TiO<sub>2</sub> films // ICTAC 13 : 13th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : XXVI Conference AICAT-GICAT : Chia Laguna, September 12–19, 2004 : book of abstracts. [S. l.], [2004]. P. 276.
254. Petzova], V.; Pelovski, Y.; Dombalov, I.; Tönsuaadu, K. Thermochemical investigations of natural phosphate with ammonium sulphate additive // ICTAC 13 : 13th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : XXVI Conference AICAT-GICAT : Chia Laguna, September 12–19, 2004 : book of abstracts. [S. l.], [2004]. P. 105A.
255. Kaljuvee, T.; Trikkel, A.; Kuusik, R.; Bender, V. The role of MgO in the binding of SO<sub>2</sub> by lime-containing materials // ICTAC 13 : 13th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : XXVI Conference AICAT-GICAT : Chia Laguna, September 12–19, 2004 : book of abstracts. [S. l.], [2004]. P. 315.

## **2005**

256. Tönsuaadu, K.; Vatter, K.; Peld, M.; Mikli, V. EDTA ja tsitraatioonide mõju Cd<sup>2+</sup> ioonide sidumisele apatiidiga = Impact of EDTA and citrate ions on Cd<sup>2+</sup> sorption onapatites // XXIX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi ettekannete teesid = 29th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2005. Lk. 125.
257. Toom, M.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. Eesti Elektrijaama ringleva keevkihi-ga koldes tekivad pölevkivituhad SO<sub>2</sub> sorbendina = Oil shale ashes from SFBC of Estonian oil shale as sorbents towards SO<sub>2</sub> // XXIX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi ettekannete teesid = 29th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2005. Lk. 113–114.
258. Siimer, K.; Saks, I.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Suurpere, A.; Kaljuvee, T. Eesti karbamiidvaigud = Ure resins in Estonia // XXIX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi ettekannete teesid = 29th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2005. Lk. 101–102.
259. Kuusik, R. Poolkoks energiakandjana // Poolkaksi uuringud Eestis : [sektoriaalseminar : 02. märts, 2005, Kohtla-Järve]. [S. l.] : Tartu Ülikooli Tehnoloogia instituut, 2005. [4 l.]
260. Uibu, M.; Muulmann, M.-L.; Kuusik, R. Pölevkivi tolmpöletus- ja keev-kihtuhkade vesisuspensiooni karboniseerimine = Wet carboniza-

- tion of pulverized firing and circulating fluidized bed combustion oil shale ash // XXIX Eesti keemiatänav : teaduskonverentsi ettekannete teesid = 29th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2005. Lk. 126.
261. Kuusik, R.; Uibu, M. Süsikdioksiidi emissiooni piiramine energiatootmises – suundumused maailmas ja perspektiivid Eestis = Abatement of CO<sub>2</sub> emissions at energy production – trends in the world and prospects in Estonia // XXIX Eesti keemiatänav : teaduskonverentsi ettekannete teesid = 29th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2005. Lk. 51.
262. Oja, I.; Krunks, M.; Tönsuaadu, K.; Es-Souni, M.; Gruselle, M.; Niinistö, L. TiO<sub>2</sub> sool-geel meetodil : atsetüütatsetooniga stabiliseeritud titaan (IV) isoproksiidi termiline lagunemine = Sol-gel derived TiO<sub>2</sub> : thermal decomposition of acetylacetone-modified titanium (IV) isopropoxide // XXIX Eesti Keemiatänav : teaduskonverentsi ettekannete teesid = 29th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2005. Lk. 74.
263. Bogdanovičienė, I.; Beganskienė, A.; Tönsuaadu, K.; Kareiva, A. Aqueous and non-aqueous sol-gel synthesis routes for the preparation of calcium hydroxyapatite // Conference on knowledge-based materials and technologies for sustainable chemistry : 1–5 June 2005, Tallinn, Estonia : abstract book. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2005]. P. 125.
264. Uibu, M.; Muulmann, M.-L.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> wet mineralization by oil shale ash-reactivity of model compounds // The 4th Nordic Minisymposium on Carbon Dioxide Capture and Storage : September 8–9, 2005, Otaniemi, Espoo : program, [abstracts]. Helsinki, 2005. [1] p.
265. Tönsuaadu, K.; Peld, M.; Mikli, V.; Bender, V. Effect of precipitation conditions on the apatite structure // Conference on Knowledge-based Materials and Technologies for Sustainable Chemistry : 1–5 June 2005, Tallinn, Estonia : abstract book. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2005]. P. 122.
266. Kaljuvee, T.; Radin, M.; Astahov, D.; Pelovski, Y. Evolved gas analysis at thermal treatment of some solid fossil fuels // MEDICTA 2005 : 7th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : 2–6 July 2005, Thessaloniki, Greece : book of abstracts. Thessaloniki : ZITI, 2005. P. 236.
267. Tönsuaadu, K.; Vatter, K.; Peld, M.; Mikli, V. Impact of chelating ions on Cd<sup>2+</sup> sorption with apatites // 5th International Symposium on In-

- organic Phosphate Materials '05 : 2nd IMPHOS Workshop : Kasugai, Japan, September 6–8, 2005 : book of abstracts. [S. l.], [2005]. P. 80.
268. Tõnsuaadu, K.; Gruselle, M.; Villain, F.; Peld, M.; Mikli, V.; Traksmaa, R. New aspects in Ru<sup>3+</sup> sorption mechanism on apatites // Conference on Knowledge-based Materials and Technologies for Sustainable Chemistry : 1–5 June 2005, Tallinn, Estonia : abstract book. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2005]. P. 121.
  269. Tõnsuaadu, K.; Peld, M.; Mikli, V.; Bender, V.; Traksmaa, R.; Villain, F.; Gruselle, M. Structural studies of apatite // Nanopowders, nanostructured materials and coatings : NENAMAT : book of abstracts : March 17, 2005, Tallinn, Estonia. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2005. Pp. 19–21.
  270. Peld, M. Substituted apatites as sorbents for heavy metals // 5th International Symposium on Inorganic Phosphate Materials '05 : 2nd IMPHOS Workshop : Kasugai, Japan, September 6–8, 2005 : book of abstracts. [S. l.], [2005]. P. 68.
  271. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Lasn, I. Urea-formaldehyde resin cure on a wood substrate // MEDICTA 2005 : 7th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : 2–6 July 2005, Thessaloniki, Greece : book of abstracts. Thessaloniki : ZITI, 2005. P. 73.

## 2006

272. Nenartaviciene, G.; Tõnsuaadu, K.; Jasaitis, D.; Beganskienė, A.; Kareiva, A. Application of thermal analysis in the preparation and characterization of super conducting YBa<sub>2</sub>(Cu<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>)<sub>4</sub>O<sub>8</sub> oxides // ESTAC 9 : 9th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : 27–31 August 2006, Krakow, Poland : [book of abstracts]. Krakow : Akapit, 2006. P. 255.
273. Kuusik, R.; Uibu, M.; Trikkel, A. CO<sub>2</sub> emission in Estonian oil shale based energy sector – prospects for abatement by wet mineral carbonization // GHGT-8: 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies : 19–22 June 2006, Trondheim, Norway : book of abstracts, posters. Trondheim, 2006. P. 158.
274. Kuusik, R. CO<sub>2</sub> sequestration – an example of Nordic-Baltic scientific co-operation // Seminar on Nordic Research and Innovation Co-operation with Estonia : Tallinn 3. April 2006. Pp. 1–2.
275. Kaljuvee, T.; Edro, E.; Kuusik, R. Evolved gas analysis at thermal treatment of oil shales by TG-FTIR // Recent Trends in Oil Shale : Research and Applications : Book of Abstracts of International Oil Shale Con-

- ference : 7–9. November 2006, Amman, Jordan. 2006. Paper no. rtos-A108.
276. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Saks, I. Effect of alkyl-resorcinols on curing behaviour of phenol-formaldehyde resol resin // ESTAC 9 : 9th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : 27–31 August 2006, Krakow, Poland : [book of abstracts]. Krakow : Akapit, 2006. P. 165.
  277. Kuosa, M.; Kallas, J. Lignin ozonation at different pH values of water // First European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes : Chania, September 7–9, 2006 : book of abstracts. [S. l. ; 2006]. P. 131.
  278. Kaljuvee, T.; Toom, M.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Reactivity of oil shale ashes towards SO<sub>2</sub> // ESTAC9 : 9th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : 27–31 August. 2006, Krakow, Poland : [book of abstracts]. Krakow : Akapit, 2006. P. 245.
  279. Bogdanovičienė, I.; Tonsuaadu, K.; Beganskienė, A.; Kareiva, A. Sol-gel preparation of single-phase calcium hydroxyapatite // Konferencijos "Chemija ir Chemine Technologija", skirtos akademiko Jono Janickio 100-simos gimimo metinems, sekcijos Neorganiniu junginiu chemija ir technologija : pranešimu medžiaga. Kaunas : Kaunas University of Technology Press, 2006. Pp. 18–19.
  280. Qu, H.; Louhi-Kultainen, M.; Kallas, J. Stability and transformation kinetics of an anhydrite/hydrate system of mixed solvents // BIWIC 2006 : 13th International Workshop on Industrial Crystallization : September 13–15, 2006, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands. Amsterdam, et al. : IOS Press, 2006. Pp. 185–192.
  281. Tonsuaadu, K.; Peld, M.; Traksmaa, R.; Mikli, V. Synthesis of Anion and Cation Substituted Apatites // Book of abstracts of the 8th International Summer School-Conference : Advanced Materials and Technologies : Palanga, Lithuania, 27–31 August 2006. Kaunas : Technologija, 2006. P. 86.
  282. Mattisson, T.; Lyngfelt, A.; Zevenhoven, R.; Gundersen, T.; Stenby, E.; Kuusik, R.; Denafas, G.; Ilinsky, A.; Grushcha, J. The Nordic CO<sub>2</sub> Sequestration (NoCO<sub>2</sub>) project // GHGT-8 : 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies : 19–22 June 2006, Trondheim, Norway : book of abstracts, posters. Trondheim, 2006. Pp. 215–216.
  283. Siimer, K.; Süld, T.-M.; Christjanson, P.; Kaljuvee, T.; Pehk, T.; Lasn, I. Thermal behaviour of melamine-urea-formaldehyde resins // XXVIII National Conference on Calorimetry, Thermal Analysis and Chemical

Thermodynamics, Milan, Italy, December 11–15, 2006. Milan, Italy, Milan University, 2006. P. 90.

284. Oja Acik, I.; Madarász, J.; Tönsuaadu, K.; Krunks, M.; Pokol, G. Thermoanalytical study of titanium(IV) acetylacetone xerogels // ESTAC 9 : 9th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : 27–31 August 2006, Krakow, Poland : [book of abstracts]. Krakow : Akapit, 2006. P. 328.
285. Kindsigo, M.; Hautaniemi, M.; Kallas, J. Wet oxidation of recalcitrant lignin water solution: experimental and reaction kinetics // First European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes : Chania, September 7–9, 2006 : book of abstracts. [S. l.; 2006]. P. 203.
286. Siimer, K.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Kaljuvee, T.; Suurpere, A.; O'Brock, D.; Saks, I.; Lasn, I. Urea-formaldehyde resins in Estonia : manufacturing and characterisation // Baltic Polymer Symposium 2006 : September 20–22, 2006 : programme and proceedings. Riga : RTU, 2006. P. 83.
287. Trikkel, A.; Kuusik, R. Utilization of Estonian oil shale retorting solid waste // Recent Trends in Oil Shale : Research and Applications : Book of Abstracts of International Oil Shale Conference : 7–9. November 2006, Amman, Jordan. 2006. Paper no. rtos-A110.

## 2007

288. Velts, O.; Uibu, M.; Rudjak, I.; Kuusik, R. Ca<sup>2+</sup>-ionide leostuvus põlevkivivituhkadest = Leachability of Ca<sup>2+</sup>-ions from oil shale ash // XXX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 30th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007. Lk. 187–188.
289. Uibu, M.; Kuusik, R. Karboniseerimisprotsessi pidurdumismehhanism süsteemis põlevkivivituhk-vesi-CO<sub>2</sub> = Process deceleration at aqueous carbonization of oil shale ash // XXX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 30th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007. Lk. 175–176.
290. Uibu, M. Kontseptsioon CO<sub>2</sub> emissiooni piiramiseks põlevkivienergetikas // TTÜ doktorikooli "Uued tootmistehnoloogiad ja -protsessid" : doktorantide talvekool 2007 : teaduskonverents 22. ja 23. veebruaril Haapsalus : ettekannete kogumik. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2007. [1] lk.

291. Tönsuaadu, K.; Gruselle, M.; Thouvenot, R.; Sikk, M.; Gredin, P.; Beaunier, P.; Aissa, A.; Debabbi, M. Lantaan-tartraat kompleksi sidumine apatiidiga = Binding of lanthanum tartrate complex with apatite // XXX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 30th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007. Lk. 171–172.
292. Kaljuvee, T.; Edro, E.; Kuusik, R. Lubjakivi-dolomiidi lisandite mõju ammoniumnitraadi termilisele käitumisele = The influence of limestone-dolomite additives on the thermal behavior of ammonium nitrate // XXX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 30th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007. Lk. 46–47.
293. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Lasn, I.; Saks, I. Melamiin-karbamiid-formaldehydvaikude kövenemisprotsessi uurimine = Curing behaviour of melamine-urea-formaldehyde resins // XXX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 30th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007. Lk. 151–152.
294. Toom, M.; Mikli, V.; Kaljuvee, T. Mõningaid võimalusi põlevkivistuhkade aktiveerimiseks = Some possibilities for the activation of oil shale ashes // XXX Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 30th Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007. Lk. 163–164.
295. Louhi-Kultanen, M.; Llansana Arnalot, A.; Nyström, L.; Kallas, J. An insight into interparticle forces and filterability of potassium sulphate crystals precipitated with ethanol and acetone // European Congress on Chemical Engineering 6 : Copenhagen 16–21 September, 2007 : ECCE-6 Book of Abstracts – Volume 1. Copenhagen, 2007. Abstract no. 685, 2 p.
296. Uibu, M.; Kuusik, R. Concept for CO<sub>2</sub> mineralization by oil-shale waste ash in Estonian power production // Conference Proceedings of the third International Green Energy Conference : June 17–21, 2007, Västerås, Sweden : [abstracts]. Västerås : Mälardalen University Press, 2007. Pp. 12–13.
297. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Saks, I. Cure-accelerated phenol-formaldehyde resins // Abstracts of Finnish Chemical Congress : Finnish Chemical Congress, Helsinki, Finland, 27.03.–29.03.2007. Helsinki, Finland. Helsinki : Association of Finnish Chemical Societies, 2007. P. 38.

298. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Saks, I. Curing behaviour of resol phenol-formaldehyde resins // Baltic Polymer Symposium 2007 : Programme and book of abstracts: September 19–21, 2007. Lithuania, Druskininkai. [S. l.] : Vilnius University, 2007. P. 131.
299. Alatalo, H.; Kohonen, J.; Qu, H.; Hatakka, H.; Reinikainen, S.-P.; Louhi-Kultanen, M.; Kallas, J. In-line monitoring of reactive crystallization process based on ATR FTIR and Raman spectroscopy // SSC10 : 10th Scandinavian Symposium on Chemometrics : June 11 – 15, 2007, Lappeenranta Finland : Book of abstracts. Lappeenranta : Lappeenranta University of Technology, 2007. P. 94. (Faculty of Technology, Department of Chemical Technology Report ; 170)
300. Qu, H.; Kohonen, J.; Reinikainen, S.-P.; Louhi-Kultanen, M.; Kallas, J. Raman spectroscopy in API processing: pre-processing of Raman spectra and in-line monitoring of batch crystallization // SSC10 : 10th Scandinavian Symposium on Chemometrics : June 11 – 15, 2007, Lappeenranta Finland : Book of abstracts. Lappeenranta : Lappeenranta University of Technology, 2007. P. 92. (Faculty of Technology, Department of Chemical Technology Report ; 170)
301. Qu, H.; Louhi-Kultanen, M.; Kallas, J. Simultaneous monitoring of crystal and mother liquor phases during batch crystallization using in-line Raman spectroscopy // European Congress on Chemical Engineering 6 : Copenhagen 16–21 September, 2007 : ECCE-6 Book of Abstracts – Volume 1. Copenhagen, 2007. Abstract no. 878, 2 p.
302. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Lasn, I.; Saks, I. TG-DTA study of melamine-urea-formaldehyde resins // Book of abstracts : MEDICTA 2007 : the 8th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : September 25th – September 29th, 2007, Palermo, Italy. Palermo, 2007. P. 180.
303. Kaljuvee, T.; Edro, E.; Kuusik, R. The influence of lime-containing additives on the thermal behaviour of ammonium nitrate // Book of abstracts : MEDICTA 2007 : the 8th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : September 25th – September 29th, 2007, Palermo, Italy. Palermo, 2007. P. 210.

## **2008**

304. Petkova, V.; Tõnsuaadu, K.; Kaljuvee, T.; Traksmaa, R. Changes in phosphorite composition and properties during mechanical activation // The Third International Conference on the Valorization of Phosphates and Phosphorus Compounds : COVA Phos 3 : Marrakech, Morocco, March 18th – 20th 2009 : abstracts. [Marrakech], 2009. Pp. 186–188.

305. Sokk, O.; Kuusik, R.; Loigu, E. Excess sludge anaerobic treatment linked together with production of suspension fertilizers // Libro de resúmenes : IX Taller y Simposio Latinoamericano de Digestión Anaerobia : Isla de Pascua, Chile, 19–23 Octubre 2008. [S. I.] : International Water Association, 2008. P. 78.
306. Kaljuvee, T.; Edro, E.; Trikkel, A. Heating rate effect on the thermal behaviour of ammoniumnitrate and its blends with limestone and dolomite // 14th ICTAC – International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry and VI CBRATEC – Brazilian Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : September 14–18, 2008, Sao Pedro, Brazil. [Sao Pedro, 2008]. Abstract no. H-02. [CD-ROM].
307. Tõnsuaadu, K.; Nemliher, J.; Kallaste, T. Low-temperature transition of bioaragonite of *Tapes decussatus linnaeus* (mollusca: bivalvia) // 14th ICTAC – International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry and VI CBRATEC – Brazilian Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : September 14–18, 2008, Sao Pedro, Brazil. [Sao Pedro, 2008]. Abstract no. C03 [CDROM].
308. Siimer, K.; Christjanson, P.; Kaljuvee, T.; Pehk, T.; Lasn, I.; Saks, I. Melamine-urea-formaldehyde resins for particleboards // Programme and Abstracts of Baltic Polymer Symposium 2008 : Otepää, Estonia, May 13–16, 2008. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2008. P. 35.
309. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Saks, I. Thermal behaviour of hydroxymethyl compounds as models for adhesive resins // 14th ICTAC – International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry and VI CBRATEC – Brazilian Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : September 14–18, 2008, Sao Pedro, Brazil. [Sao Pedro, 2008]. Abstract no. D-06 [CD-ROM].
310. Oja Acik, I.; Madarász, J.; Heinmaa, I.; Pehk, T.; Tõnsuaadu, K.; Krunks, M.; Pokol, G.; Niinistö, L. Titanium(IV) acetylacetone xerogels for processing titania films : structure and thermal analysis // 14th ICTAC – International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry and VI CBRATEC – Brazilian Congress on Thermal Analysis and Calorimetry : September 14–18, 2008, Sao Pedro, Brazil. [Sao Pedro, 2008]. Abstract no. OP-C06 [CD-ROM].
311. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T.; Lasn, I.; Saks, I. Urea-formaldehyde resins for low formaldehyde emission particleboards // PPS-24 : The Polymer Processing Society 24th Annual Meeting : June 15–19, 2008, Salerno, Italy : book of abstracts. Melville : Polymer Processing Society, 2008. P. II.478.

## **2009**

312. Trikkel, A.; Keelmann, M.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> rebinding by oil shale ashes : effect of pre-treatment on binding kinetics // MEDICTA 2009 : 9th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : June 15–18, 2009, Marseille, France : book of abstracts. [Marseille], 2009. P. 116.
313. Siimer, K.; Süld, T.-M.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T. Curing behaviour of urea-modified phenol-formaldehyde resin // PPS-2009 : Book of abstracts of the Polymer Processing Society Europe/Africa Regional Meeting : Larnaca, Cypros, October 18–21, 2009. [S. l.] : Polymer Processing Society, 2009. P. 190.
314. Savolainen, M.; Häkkinen, A.; Ekberg, B.; Kallas, J. Development of testing procedure for ceramic disc filters // Physical Separation 09, Falmouth, Cornwall, UK, June 16 – 17, 2009. Abstract no. 14.20.
315. Viipsi, K.; Tõnsuaadu, K. Impact of Humic Acid on Cd<sup>2+</sup> ions Sorption on Apatite in Aqueous Solution // 12th Nordic-Baltic IHSS Symposium on Natural Organic Matter in Environment and Technology : Tallinn, Estonia, June 14–17, 2009 : program and abstracts. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2009. P. 92.
316. Niitsoo, J.; Kallaste, T.; Mikli, V.; Nemliher, J.; Tõnsuaadu, K. Impact of the carbonate substitution on HAP crystal lattice // The Third International Conference on the Valorization of Phosphates and Phosphorus Compounds : COVA Phos 3 : Marrakech, Morocco, March 18th–20th, 2009 : abstracts. [Marrakech], 2009. Pp. 189–192.
317. Salmimies, R.; Kallas, J. Häkkinen, A. Magnetite particle dissolution in acidic conditions // 12th European Symposium on Comminution and Classification (ESCC 2009) : Espoo, Finland, September 15–18, 2009.
318. Uibu, M.; Kuusik, R. Mineral sequestration by aqueous carbonation of oil shale ash from Estonian power production // International Oil Shale Symposium, Tallinn, Estonia, 8–11 June 2009 : [abstracts]. Tallinn, 2009. Lk. 66–67.
319. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Paju, J.; Saks, I. Modified phenol-formaldehyde resol resins // PPS-25 : 25th Annual Meeting of the Polymer Processing Society : Goa, India, March 1–5, 2009 : program & abstracts. [Delhi], 2009. P. 63.
320. Trikkel, A.; Kaljuvee, T.; Keelmann, M.; Kuusik, R. Oil shale ashes as dry sorbents for acidic flue gases // International Oil Shale Symposium, Tallinn, Estonia, 8–11 June 2009 : [abstracts]. Tallinn, 2009. Lk. 92–93.
321. Bogdanovičiene, I.; Tõnsuaadu, K.; Mikli, V.; Grigoraviciute, I.; Begans-

- kienė, A.; Kareiva, A. On the sol-gel preparation of calcium hydroxyapatite ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2\text{HA}$ ) // 9th National Lithuanian Conference "Chemija 2009" : Vilnius, October 16, 2009 : abstracts. [Vilnius], 2009. [1] p.
322. Kamenev, I.; Velts, O.; Viiroja, A.; Häkkinen, A.; Kallas, J. Ozonation of lignin aqueous solutions // Executive summaries : 5th International Conference. 10th IOA-EA3G Berlin Conference on Oxidation Technologies for Water and Wastewater Treatment : Berlin, Germany, March 30 – April 2, 2009. Clausthal-Zellerfeld : Papierflieger Verlag, 2009. P. 14/PC223(1-8). (CUTEC-Serial Publication; 72).
323. Pihu, T.; Arro, H.; Konist, A.; Kuusik, R.; Prikk, A.; Uibu, M. Reducing of carbon dioxide emissions at oil shale ash deposition // International Oil Shale Symposium, Tallinn, Estonia, 8–11 June 2009 : [abstracts]. Tallinn, 2009. Lk. 49–50.
324. Siirde, A.; Veiderma, M. The European Union takes an interest to oil shale // International Oil Shale Symposium, Tallinn, Estonia, 8–11 June 2009 : [abstracts]. Tallinn, 2009. Lk. Pp. 26–27.
325. Kaljuvee, T.; Rudjak, I.; Trikkel, A.; Mikli, V. Thermal behavior of ammonium nitrate prills coated with limestone and dolomite powder // MEDICTA 2009 : 9th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : June 15–18, 2009, Marseille, France : book of abstracts. [Marseille], 2009. P. 117.
326. Siimer, K.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Paju, J.; Saks, I. Thermal behaviour of modified phenol-formaldehyde resins // PPS-25 : 25th Annual Meeting of the Polymer Processing Society : Goa, India, March 1–5, 2009 : proceedings. [Delhi], 2009. [2] p. [CD-ROM].
327. Siimer, K.; Kaljuvee, T. Thermal behaviour of modified urea-formaldehyde resins // MEDICTA 2009 : 9th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : June 15–18, 2009, Marseille, France : book of abstracts. [Marseille], 2009. P. 91.
328. Kuusik, R.; Kana, A.; Karp, K.; Martins, A.; Pihu, T.; Tenno, T.; Trikkel, A. Utilization of oil shale semicoke – state of art and prospects // International Oil Shale Symposium, Tallinn, Estonia, 8–11 June 2009 : [abstracts]. Tallinn, 2009. Lk. 43–44.

## **2010**

329. Viipsi, K.; Sjöberg, S.; Tönsuaadu, K. Hüdroksüülapatiidi lahustumine ja pinna komplekseerumine Cd<sup>2+</sup> ja EDTA juuresolekul // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 31st Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. Lk. 83.
330. Velts, O.; Kallas, J.; Kuusik, R. Kaltsiumi leostumine põlevkivituhest – protsessi modelleerimine // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 31st Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. Lk. 81.
331. Klimova, I.; Trubatshenko, M.; Kaljuvee, T. Pulbriliste lubimaterjalide granuleerimine // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 31st Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. Lk. 45.
332. Kuusik, R. Uurimusi happeliste gaaside emissiooni piiramiseks energeetikas // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid = 31st Estonian Chemistry Days : abstracts of scientific conference. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. Lk. 16.
333. Viipsi, K.; Sjöberg, S.; Tönsuaadu, K. A surface complexation and solubility study of hydroxyapatite in the presence of Cd(II) and EDTA // SETAC Europe : 20th Annual Meeting 23–27 May 2010, Seville, Spain : Science and Technology for Environmental Protection : abstract book. Seville, 2010. Pp. 380–381.
334. Klimova, I.; Trubatshenko, M.; Kaljuvee, T.; Mikli, V. Coating of ammonium nitrate prills with limestone and dolomite powders // WCPT6 2010 : World Student Congress on Particle Technology : Delft, The Netherlands, April 22–25, 2010 : book of abstracts, conference program. [Delft], 2010. P. 50.
335. Petkova, V.; Kaljuvee, T.; Tonsuaadu, K.; Serafimova, E.; Dombalov, I.; Pelovski, Y. Comparative study of the thermal behavior of mechanoactivated natural carbonate substituted apatites from Africa (Tunisia), Europe (Bulgaria, Estonia), and Asia (Uzbekistan) // ESTAC10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : August 22–27, 2010, Rotterdam, The Netherland : abstract book. Rotterdam : Katholieke Universiteit Leuven, Dutch Society for Thermal Analysis and Calorimetry, 2010. Pp. 189–190.
336. Bogdanovičienė, I.; Tönsuaadu, K.; Mikli, V.; Grigoraviciute-Puronienė, I.; Beganskienė, A.; Kareiva, A. Formation peculiarities of calcium hydroxyapatite Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub> during solgel processing // ECIS 2010: 24th Conference of the European Colloid and Interface Society :

September 5–10, Prague, Czech Republic. [Prague, 2010]. P.2.89 [CD-ROM].

337. Pluduma, L.; Gross, K.A.; Borodajenko, N.; Tõnsuaadu, K.; Berzina-Cimdina, L. Influence of thermal processing on the structure of hydroxyapatite // Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. P. 8.
338. Sokk, O.; Loigu, E.; Kuusik, R.; Menert, A. Integration of technologies : biogas production, fertilizer production and biogas upgrading // 12th World Congress on Anaerobic Digestion : October 31st – November 4th, 2010, Guadalajara, Jalisco, Mexico. [Guadalajara], [2010]. P. 179.
339. Klimova, I.; Kaljuvee, T.; Türn, L.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Interactions of ammonium nitrate with different additives : thermodynamic analysis // Program & abstracts of 21st IUPAC International Conference on Chemical Thermodynamics ICCT-2010 : Tsukuba, Japan, July 31 – August 6, 2010. [Tsukuba], 2010. P. 242.
340. Tõnsuaadu, K.; Peld, M. Interpretation of FTIR spectra of synthetic carbonate apatites // 18th International Conference on Phosphorus Chemistry : July 11–15th, 2010, Wroclaw, Poland : book of abstracts. Wroclaw : Wroclaw University of Technology, 2010. P. 186.
341. Siimer, K.; Süld, T.-M.; Kaljuvee, T.; Lasn, I. Modified urea-formaldehyde resins for particleboards // PPS-2010 : Polymer Processing Society Europe/Africa Regional Meeting : Istanbul, Turkey, October 20–23, 2010 : program & abstracts. [Istanbul] : Polymer Processing Society, 2010. P. 94.
342. Bogdanovičienė, I.; Tõnsuaadu, K.; Mikli, V.; Beganskienė, A.; Karreiva, A. Peculiarities of the formation of calcium hydroxyapatite,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , at different heating conditions // Abstract book : Chemistry and Technology of Inorganic Compounds : Kaunas, Lithuania, April 21, 2010. Kaunas, 2010. Pp. 12–13.
343. Tõnsuaadu, K.; Kallaste, T.; Mikli, V.; Mere, A.; Nemliher, J. Structural analysis of apatite precipitated in the presence of proline // 18th International Conference on Phosphorus Chemistry : July 11–15th, 2010, Wroclaw, Poland : book of abstracts. Wroclaw : Wroclaw University of Technology, 2010. P. 185.
344. Oja Acik, I.; Otto, K.; Tonsuaadu, K.; Katerski, A.; Niinistö, L.; Krunks, M. Thermoanalytical study of a precursor for  $\text{CuInS}_2$  thin films deposited by chemical spray pyrolysis // ESTAC10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : August 22–27, 2010, Rotterdam, The Netherland : abstract book. Rotterdam : Katholieke Universiteit Leiden, 2010. P. 179.

siteit Leuven, Dutch Society for Thermal Analysis and Calorimetry, 2010. P. 175.

345. Otto, K.; Oja Acik, I.; Tönsuaadu, K.; Annert, K.; Krunks, M. Thermoanalytical study of a precursor for In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> films by spray pyrolysis // ESTAC10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : August 22–27, 2010, Rotterdam, The Netherland : abstract book. Rotterdam : Katholieke Universiteit Leuven, Dutch Society for Thermal Analysis and Calorimetry, 2010. P. 181.
346. Kaljuvee, T.; Keelmann, M.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Thermooxidative decomposition of oil shales // ESTAC10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : August 22–27, 2010, Rotterdam, The Netherland : abstract book. Rotterdam : Katholieke Universiteit Leuven, Dutch Society for Thermal Analysis and Calorimetry, 2010. P. 145.

## 2011

347. Viipsi, K.; Kaju, K.; Tönsuaadu, K.; Shchukarev, A. Cd(II) ja Zn(II) eral-damine vesilahusest hüdroksüül- ja fluorapatiidiga EDTA juuresolekul // XXXII Eesti Keemiacüavad : teaduskonverentsi teesid. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2011. Lk. 110.
348. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Edusammud põlevkivituha uud-sete rakenduste väljatöötamises // XXXII Eesti keemiacüavad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2011. Lk. 107.
349. Uibu, M.; Velts, O.; Kuusik, R. Eesti põlevkivienergeetikas tekkivate tahkjäätmete märgkarboniseerimine CO<sub>2</sub> emissiooni vähendamiseks ning SKK saamiseks // XXXII Eesti keemiacüavad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2011. Lk. 103.
350. Otto, K.; Oja Acik, I.; Tönsuaadu, K.; Krunks, M. In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> kilede moodus-tumine pihustuspürolüüsi protsessis : termoanalüütiline uuring // XXXII Eesti keemiacüavad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2011. Lk. 70.
351. Leinemann, I.; Kaljuvee, T.; Tönsuaadu, K.; Öpik, A.; Altosaar, M.; Meiss-ner, D. Application of differential thermal analysis for enthalpy evalua-tion of reactions during Copper Zinc Tin Selenide synthesis process // 1st Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry (CEEC-TAC1), 7–10 September 2011, Craiova, Roma-nia : book of abstracts. [S. l.], [2011]. P. 259.
352. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Calcium carbonate crystalliza-tion on the basis of waste oil shale ash leachates // ISIC 18 : 18th Inter-

- national Symposium on Industrial Crystallization : 13–16 September 2011, Zurich, Switzerland : book of abstracts. Milano : The Italian Association of Chemical Engineering (AIDIC), 2011. P. 501.
353. Hautaniemi, M.; Imppola, O.; Solismaa, P.; Kukkamäki, E.; Kallas, J.; Louhi-Kultanen, M. Calcium carbonate precipitation : modelling of reaction kinetics in tubular reactor // ISIC 18 : 18th International Symposium on Industrial Crystallization : 13–16 September 2011, Zurich, Switzerland : book of abstracts. Milano : The Italian Association of Chemical Engineering (AIDIC), 2011. Pp. 41–42.
354. Bogdanovičienė, I.; Scit, O.; Tönsuaadu, K.; Raudonis, R.; Beganskienė, A.; Ramanauskas, R.; Kareiva, A. Calcium phosphate/hydroxyapatite thin films prepared by an aqueous sol-gel method using dip-coating technique // ECerS 2011 – 12th Conference of the European Ceramic Society, Stockholm, Sweden 19–23 June 2011 – abstarcts. [S. l.], [2011]. Poster 1005.
355. Viipsi, K.; Tönsuaadu, K. Cd<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> sorption on hydroxyapatite in the presence of EDTA in aqueous solution in equilibrium state // SETAC Europe 21st Annual Meeting Ecosystem Protection in a Sustainable World : a Challenge for Science and Regulation, Milan, 15–19 May 2011 : abstract book. [S. l.], 2011. Pp. 129–130.
356. Siimer, K.; Süld, T.-M.; Kaljuvee, T.; Christjanson, P.; Pehk, T. Changes in thermal behaviour of amino resins at storage // Program & abstracts of the 27th Annual Meeting of The Polymer Processing Society – PPS-27 : Marrakech, Morocco, May 10–14, 2011. Marrakech : Institute of Nanomaterials and Nanotechnology, 2011. P. P-13-1250.
357. Melin, J. K.; Mudassar, H. R.; Hurme, M.; Koskinen, J.; Kallas, J. Chemicals and lignin from black liquor by a wet oxidation process // Sustain Chem2011 : International Conference on Materials and Technologies for Green Chemistry jointly with Workshop of COST Action CM0903 (UBIOCHEM-II) : September 5–9, 2011, Tallinn, Estonia : abstract book and program. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2011. P. 154.
358. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Co-utilization of CO<sub>2</sub> and waste oil shale ash to produce calcium carbonate // 11th International Conference on Carbon Dioxide Utilization (ICCDU XI), June 27–30, 2011, Dijon, France : programm & abstracts. [S. l.], [2011]. P. P133.
359. Viipsi, K.; Tönsuaadu, K.; Shchukarev, A. Hydroxy- and fluorapatite as a sorbents in Cd(II) - Zn(II) multicomponent solution in the presence of EDTA // 6th ISMOM : International Symposium of Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms ; 3rd InterCongress of Commission 2.5 IUSS Soil chemical, physical and

- biological interfacial reactions, 26th June – 1st July 2011, Montpellier, France : conference proceedings, book of abstracts. [S. l.; 2011]. [1] p.
- 360. Klimova, I.; Kaljuvee, T.; Trikkel, A. Influence of lime-containing additives on the thermal behaviour of urea // 1st Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry (CEEC-TAC1), 7–10 September 2011, Craiova, Romania : book of abstracts. [S. l.; 2011]. P. 361.
  - 361. Abakeviciene, B.; Zalga, A.; Tamulevicius, S.; Pilipavicius, J.; Beganskienė, A.; Tõnsuaadu, K.; Kareiva, A. Sol-gel synthesis and characterization of gadolinium stabilized ceria thin films on the different substrates // 20th International Baltic Conference "Materials Engineering 2011", October 27–28, Kaunas, Lithuania : book of abstracts. Kaunas : Technologija, 2011. P. 10–11.
  - 362. Tõnsuaadu, K.; Peld, M.; Mikli, V.; Traksmaa, R. Thermal analysis of synthetic biomimic apatites // 1st Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry (CEEC-TAC1), 7–10 September 2011, Craiova, Romania : book of abstracts. [S. l.; 2011]. P. 260.
  - 363. Tõnsuaadu, K.; Zalga, A.; Beganskienė, A.; Kareiva, A. Thermoanalytical study of the YSZ precursors prepared by aqueous sol-gel synthesis route // 1st Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry (CEEC-TAC1), 7–10 September 2011, Craiova, Romania : book of abstracts. [S. l.; 2011]. P. 261.

## 2012

- 364. Gruselle, M.; Kanger, T.; Flambard, A.; Kriis, K.; Mikli, V.; Maaten, B.; Tõnsuaadu, K. Calcium fluor- and hydroxy-apatites modified or not as catalysts for C-C bond formation // International Conference Catalysis in Organic Synthesis ICCOS-2012 : September 15–20, 2012, Moscow, Russia : book of abstracts. [S.I.] : Russian Academy of Sciences, 2012. P. 190.
- 365. Tamm, K.; Kuusik, R.; Uibu, M.; Kallas, J. Formation of H<sub>2</sub>S at aqueous carbonation of oil shale ash and calcium sulfide // TÜ ja TTÜ doktori-kooli "Funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" kolmas teaduskonverents, 29. veebruar – 01. märts 2012, Tartu. 2012. [1] p.
- 366. Hälvil, H.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. Granulation of oil shale ashes and the potentiality of use the product in agriculture // The Twenty-Seventh International Conference on Solid Waste Technology and Management : Philadelphia, PA U.S.A, March 11–14, 2012 : presentation abstracts. [Chester] : Widener University, 2012. P. P2.

367. Viipsi, K.; Sjöberg, S.; Tönsuaadu, K.; Shchukarev, A. Impact of EDTA and humic substance on the removal of Cd<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> from aqueous solutions by apaptite // Environment Abstracts : Seventh Annual International Conference on Environment : 14–17 May 2012, Athens, Greece. Athens : The Athens Institute for Education and Research, 2012. Pp. 85–86.
368. Tönsuaadu, K.; Gruselle, M.; Gredin, P.; Viipsi, K.; Mikli, V.; Shchukarev, A.; Sjöberg, S. Nature of materials obtained by sorption of M<sup>2+</sup> and M<sup>3+</sup> metal ions on apatite surface // ICPC 2012 : 19th International Conference on Phosphorus Chemistry : 8–12 July, 2012 Rotterdam : book of abstracts. Rotterdam, 2012. Poster 110.
369. Preis, S.; Panorel, I.; Kornev, I.; Hatakka, H.; Kallas, J. Pulsed corona discharge : the role of ozone and hydroxyl radical in aqueous pollutant oxidaton // 6th International Water Association Specialist Conference on Oxidation Technologies for Water and Wastewater Treatment, Goslar, Germany, May 6–9, 2012. [S. I.], 2012.
370. Süld, T.-M.; Kaljuvee, T.; Viikna, A. Studying of internal and rheological properties of polyethylene-oil shale ash composites // The 28th International Conference of Polymer Processing Society (PPS-28), Pattaya, Thailand, December 11–15, 2012, Pattaya, Thailand : abstract book. [S.I.] : Polymer Processing Society, [2012]. P. 609.
371. Meriste, T.; Yörük, C. R.; Trikkel, A.; Kaljuvee, T.; Kuusik, R. TG-FTIR analysis of oxidation kinetics of some solid fuels under oxy-fuel conditions // 15th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry & the 48th Japanese Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : August 20–24, 2012, Osaka. [S. I.] : International Confederation for Thermal Analysis and Calorimetry, 2012. 1 p.
372. Kaljuvee, T.; Keelmann, M.; Trikkel, A.; Petkova, V. TG-FTIR/MS analysis of thermal and kinetic characteristics of some coal samples // 15th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry & the 48th Japanese Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : August 20–24, 2012, Osaka. [S. I.] : International Confederation for Thermal Analysis and Calorimetry, 2012. [1. p.]

## **2013**

373. Klimova, I.; Kaljuvee, T. Ammoniumnitraadi graanulite modifitseerimine lubjakivijahust katendi abil // XXXIII Eesti Keemiatäienduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2013. Lk. 34.
374. Otto, K.; Oja Acik, I.; Krunks, M.; Tönsuaadu, K. Au ja Ag nanoosakeste saamiseks kasutatavate lähteainete  $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ja  $\text{AgNO}_3$  termilise lagunemise uurimine // XXXIII Eesti Keemiatäienduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2013. Lk. 55.
375. Mere, A.; Oja Acik, I.; Otto, K.; Krunks, M.; Tönsuaadu, K. Pihustuspürolüüsmeetodil sadestatud  $\text{CuInS}_2$  kilede lähteainete termiline lagunemine // XXXIII Eesti Keemiatäienduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2013. Lk. 46.
376. Tamm, K.; Uibu, M.; Kuusik, R.; Kallas, J. Väävliühendid põlevkivistuha märgkarboniseerimisel // XXXIII Eesti Keemiatäienduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2013. Lk. 78.
377. Podoba, R.; Kaljuvee, T.; Štubna, I.; Podobnik, L. Application of thermal analyses for historical building ceramics // CEEC-TAC2 : 2nd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry, 27–30 August 2013, Vilnius, Lithuania : book of abstracts. [S. l.] : Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry, 2013. P. 291.
378. Viipsi, K.; Sjöberg, S.; Tönsuaadu, K.; Shchukarev, A.  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  sorption on apatite in the presence of EDTA and humic substance // Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment : Rome, Italy, September 23–27, 2012. [S. l.] : EDP Sciences, 2013. P. 01008-p.1–01008-p.4. (E3S Web of Conferences ; 1).
379. Velts, O.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Co-utilization of  $\text{CO}_2$  and oil shale combustion wastes for production of PCC-type material // 12th International Conference on Carbon Dioxide Utilization : ICCDU XII 2013 : June 23–27, 2013, Alexandria, VA, USA, Westin Hotel. [S. l.], 2013. P. 230.
380. Klimova, I.; Kaljuvee, T. Crush strength of ammonium nitrate prills coated with limestone powder // TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" [neljas] teaduskonverents, 07.– 08. märts 2013, Tartu. 2013. [1] p.
381. Kärner, K.; Talviste, R.; Viipsi, K.; Kallavus, U. Enhancing the surface charge of BCTMP of aspen with supercritical  $\text{CO}_2$  treatment // Baltic Polymer Symposium 2013 : Trakai, Lithuania, September 18–21, 2013 : programme [and abstracts]. Vilnius : Vilnius University, 2013. P. 87.

382. Kärner, K.; Talviste, R.; Viipsi, K.; Kallavus, U. Enhancing the surface charge of BCTMP of aspen with supercritical CO<sub>2</sub> treatment // TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktionsaalsed materjalid ja tehnoloogiad" [neljas] teaduskonverents, 07. – 08. märts 2013, Tartu. 2013. [1] p.
383. Kuusik, R.; Uibu, M.; Kirsimäe, K.; Pototski, A.; Meriste, T. Joint efforts for utilization of oil shale ash in new areas // International oil shale symposium : Tallinn, Estonia, June 10-13, 2013. [S. I.], 2013. P. 52.
384. Yörük, C.R.; Meriste, T.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Kinetics of oil shale thermo-oxidation under oxy-fuel conditions // 7th Trondheim Conference on CO<sub>2</sub> Capture, Transport and Storage, TCCS-7 : Trondheim, Norway, June 4–6, 2013 : [abstracts]. [S. I.], [2013]. [2] p.
385. Kaljuvee, T.; Hälvlin, H.; Pototski, A.; Kuusik, R. Laboratory scale granulation of oil shale ashes // 6th International Granulation Workshop : Granulation Conference, Sheffield, UK, 26th–28th June 2013 : [abstracts]. Sheffield : The University of Sheffield, 2013. P. 63.
386. Raado, L.-M.; Hain, T.; Somelar, P.; Uibu, M. Mineralogical composition and strength formation of oil shale ash based building composites // International oil shale symposium : Tallinn, Estonia, June 10–13, 2013. [S. I.], 2013. P. 58.
387. Tönsuaadu, K.; Gruselle, M.; Moussa, J.; Villemain, D.; Maaten, B.; Kanger, T. Modified calcium apatites as new catalysts in organic synthesis // ISIEM 2013 : International Symposium on Inorganic and Environmental Materials 2013 : program and abstracts, October 27–31, 2013, Rennes, France. [S. I.], 2013. P. 277.
388. Ivask, J.; Šogenova, A.; Kuusik, R.; Šogenov, K. Oil shale as a main source of industrial CO<sub>2</sub> emissions in Estonia : prospects for CO<sub>2</sub> storage and use // International oil shale symposium : Tallinn, Estonia, June 10–13, 2013. [S. I.], 2013. P. 71.
389. Yörük, C. R.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Oxyfuel combustion of soil shale : oxidation kinetics // TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktionsaalsed materjalid ja tehnoloogiad" [neljas] teaduskonverents, 07.– 08. märts 2013, Tartu. 2013. [1] p.
390. Stankevičiute, Z.; Tönsuaadu, K.; Bogdanovičienė, I.; Kareiva, A. Precursor for calcium hydroxyapatite : thermal analysis of xerogel prepared with DCTA as complexing agent // Euro BioMAT : European Symposium on Biomaterials and Related Areas : 23.–24. April 2013, Weimar, Germany : [conference abstracts]. Weimar : Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V., 2013. [1] p.

391. Viikna, A.; Süld, T.-M.; Kuusik, R. Prospects for use of oil shale fly ash as filler in polymeric compounds // International oil shale symposium : Tallinn, Estonia, June 10–13, 2013. [S. I.], 2013. P. 77.
392. Tõnsuaadu, K.; Bogdanovičienė, I.; Traksmaa, R. Purity test of precipitated apatites by TG/DTA/EGA-MS // CEEC-TAC2 : 2nd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry, 27–30 August 2013, Vilnius, Lithuania : book of abstracts. [S. I.] : Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry, 2013. P. 232.
393. Leinemann, I.; Kaljuvee, T.; Tõnsuaadu, K.; Altosaar, M. Reaction enthalpies of CZTSe synthesis in KI // CEEC-TAC2 : 2nd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry, 27–30 August 2013, Vilnius, Lithuania : book of abstracts. [S. I.] : Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry, 2013. P. 297.
394. Leinemann, I.; Zhang, W.; Kaljuvee, T.; Tõnsuaadu, K.; Altosaar, M. Reaction enthalpies of the CZTSe synthesis in NaI // CEEC-TAC2 : 2nd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry, 27–30 August 2013, Vilnius, Lithuania : book of abstracts. [S. I.] : Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry, 2013. P. 296.
395. Beganskienė, A.; Stankevičiute, Z.; Malakauskaite, M.; Bogdanovičienė, I.; Tõnsuaadu, K.; Kareiva, A. Sol-Gel approach to the calcium phosphate nanocomposites : (ICACC-S7-P091-2013) // 37th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites : abstracts book : January 27–February 1, 2013, Daytona Beach, Florida. [S. I.] : The American Ceramic Society, 2013. P. 102.
396. Irha, N.; Jefimova, J.; Hain, T.; Einard, M.; Reinik, J.; Piirisalu, E. Some leaching characteristics of Estonian oil shale ash based construction composites // International oil shale symposium : Tallinn, Estonia, June 10–13, 2013. [S. I.], 2013. Pp. 70–71.
397. Kaljuvee, T.; Hälvil, H.; Loide, V.; Kuusik, R. Some possibilities of granulation of oil shale ashes // International oil shale symposium : Tallinn, Estonia, June 10–13, 2013. [S. I.], 2013. P. 73–74.
398. Tõnsuaadu, K.; Bogdanovičienė, I.; Traksmaa, R.; Kareiva, A. Synthesis of cationic substituted biomimetic apatites by precipitation // ISIEM 2013 : International Symposium on Inorganic and Environmental Materials 2013 : program and abstracts, October 27–31, 2013, Rennes, France. [S. I.], 2013. P. 206.

399. Meriste, T.; Trikkel, A.; Kuusik, R. TGA-FTIR analysis of the oxidation kinetics of oil shale // International oil shale symposium : Tallinn, Estonia, June 10–13, 2013. [S. l.], 2013. Pp. 33-34.
400. Stankevičiute, Z.; Tönsuaadu, K.; Bogdanovičienė, I.; Kareiva, A. Thermal analysis of xerogel for calcium hydroxyapatite thin films preparation // Book of abstracts of the 15th International Conference-School Advanced materials and technologies : 27–31 August 2013, Palanga, Lithuania. Kaunas : Technologija Kaunas, 2013. P. 128.
401. Kaljuvee, T.; Štubna, I.; Somelar, P.; Mikli, V.; Kuusik, R. Thermal behaviour of some Estonian clays and their mixtures with oil shale ash additives // CEEC-TAC2 : 2nd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry, 27–30 August 2013, Vilnius, Lithuania : book of abstracts. [S. l.] : Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry, 2013. P. 231.
402. Otto, K.; Krunks, M.; Oja Acik, I.; Tönsuaadu, K. Thermal decomposition study of HAuCl<sub>4</sub>.3H<sub>2</sub>O and AgNO<sub>3</sub> as precursors for plasmonic metal nanoparticles // CEEC-TAC2 : 2nd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry, 27–30 August 2013, Vilnius, Lithuania : book of abstracts. [S. l.] : Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry, 2013. P. 298.
403. Tamm, K.; Kuusik, R.; Uibu, M.; Kallas, J.; Priks, H. The sulfur intermediate oxidation forms in oil shale ash suspension // TÜ ja TTÜ doktori-kooli "Funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" [neljas] teaduskonverents, 07.– 08. märts 2013, Tartu. 2013. [1] p.
404. Klimova, I.; Mikli, V.; Kaljuvee, T. Upgrading the crush strength of ammonium nitrate prills by coating with limestone or dolomite powder // 6th International Granulation Workshop : Granulation Conference, Sheffield, UK, 26th–28th June 2013. Sheffield : The University of Sheffield, 2013. P. 102.

## **2014**

405. Kaljuvee, T.; Trass, O.; Pihu, T.; Konist, A.; Kuusik, R. Activation and reactivity of oil shale cyclone ash towards SO<sub>2</sub> binding // ESTAC11 : The 11th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : Dipoli Congress Center, Espoo, Finland, August 17–21, 2014 : abstracts. [S. l.]. P. 14.
406. Velts, O.; Kindsgo, M.; Uibu, M.; Kallas, J.; Kuusik, R. Crystallization of calcium carbonate on the basis of oil shale waste ash in a continuous flow disintegrator-reactor // ISIC 19 : 19th International Symposium

on Industrial Crystallization : book of abstracts : 16–19 September 2014, Toulouse – France. Toulouse, 2014. Pp. 359–360.

407. Tamm, K.; Uibu, M.; Kallaste, P.; Kuusik, R.; Kallas, J. Equilibriums in aqueous carbonation of oil shale waste // TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" [viies] teaduskonverents, 04. märts – 05. märts 2014, Tartu. 2014. [1] p.
408. Bogdanovičienė, I.; Cepenko, M.; Traksmaa, R.; Kareiva, A.; Tönsuaadu, K. Formation of Ca-Zn-Na phosphate bioceramic material in thermal processing of EDTA sol-gel precursor // ESTAC11 : The 11th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : Dipoli Congress Center, Espoo, Finland, August 17–21, 2014 : abstracts. [S. l.]. P. 190.
409. Tönsuaadu, K.; Mötlep, R.; Kivistik, M.; Kuusik, R. Impact of wastewater components on phosphorus removal by oil shale ash in model systems // 4th Sustainable Phosphorus Summit : SPS 2014 : Le Corum, Montpellier, France, 1–3 September 2014 : book of abstracts. [S. l.] : Cirad, 2014. P. [82].
410. Käkinen, A.; Podila, R.; Zhu, J.; Karakaya, M.; Kuusik, R.; Kahru, A.; Rao, A. M. Role of defects in the physiological fate of carbon nanomaterials // TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" [viies] teaduskonverents, 04. märts – 05. märts 2014, Tartu. 2014. [1] p.
411. Yörük, C.; Trikkel, A.; Uibu, M.; Kuusik, R. Simplified model of oxy-combustion for Estonian oil shale // TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" [viies] teaduskonverents, 04. märts – 05. märts 2014, Tartu. 2014. [1] p.
412. Bogdanovičienė, I.; Cepenko, M.; Traksmaa, R.; Kareiva, A.; Tönsuaadu, K. Sol-gel synthesis and characterization of Mg and Na substituted calcium hydroxyapatite based bioceramic materials // 26th Symposium and Annual Meeting of the International Society for Ceramics in Medicine : Barcelona 6/8 November 2014 : final programme and abstracts book. [S. l.] : [International Society for Ceramics in Medicine]. P. 176.
413. Bogdanovičienė, I.; Traksmaa, R.; Kareiva, A.; Tönsuaadu, K. Sol-gel synthesis and characterization of Sr, Zn and Na substituted CaHa based bioceramic materials // Book of abstracts of the 16th International Conference-School Advanced materials and technologies : 27–31 August 2014, Palanga, Lithuania. Kaunas : Technologija Kau-nas, 2014. P. 102.
414. Klimova, I.; Kaljuvee, T. Some features of calcium ammonium nitrate fertilizer // TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktsionaalsed materjalid ja

tehnoloogiad" [viies] teaduskonverents, 04. märts – 05. märts 2014, Tartu. 2014. [1] p.

415. Polivtseva, S.; Oja Acik, I.; Tönsuaadu, K.; Mere, A.; Krunks, M. Thermoanalytical study of precursors for SnS films deposited by chemical spray pyrolysis method // ESTAC11 : The 11th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : Dipoli Congress Center, Espoo, Finland, August 17–21, 2014 : abstracts. [S. I.]. P. 86.
416. Yörük, C. R.; Meriste, T.; Trikkel, A.; Kuusik, R. Thermo-oxidation characteristics of oil shale and oil shale char under oxy-fuel combustion conditions // ESTAC11 : The 11th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : Dipoli Congress Center, Espoo, Finland, August 17–21, 2014 : abstracts. [S. I.]. P. 102.

## DOKTORITÖÖD

417. Peld, M. Substituted Apatites as Sorbents for Heavy Metals. Tallinn : Tallinn University of Technology Press, 2005. 136 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 33). Juhendajad Kaia Tönsuaadu, Mihkel Veiderma
418. Uibu, M. Abatement of CO<sub>2</sub> emissions in Estonian oil shale-based power production. Tallinn : Tallinn University of Technology Press, 2008. 148 p. (Theses of Tallinn University of Technology. G, Thesis on chemistry and chemical engineering ; 20). Juhendajad Rein Kuusik, Andres Trikkel
419. Velts, O. Oil shale ash as a source of calcium for calcium carbonate : process feasibility, mechanism and modeling. Tallinn : TUT Press, 2011. 162 p. : ill. (Theses of Tallinn University of Technology. G, Thesis on chemistry and chemical engineering ; 30). Juhendajad Rein Kuusik, Juha Kallas
420. Viipsi, K. Impact of EDTA and humic substances on the removal of Cd and Zn from aqueous solutions by apatite. Tallinn : TUT Press, 2012. 143 p. : ill. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 122). Juhendaja Kaia Tönsuaadu
421. Käkinen, A. The role of physico-chemical properties and test environment on biological effects of copper and silver nanoparticles = Vase ja hõbeda nanoosakeste füüsikalise-keemiliste omaduste ja testikeskonna mõju nende bioloogilisele toimele. Tallinn : TUT Press, 2014. 144 p. : ill. (Theses of Tallinn University of Technology. G, Thesis on

chemistry and chemical engineering ; 35). Juhendajad Anne Kahru, Rein Kuusik

422. Klimova, I. Modification of ammonium nitrate fertilizer = Ammoniumnitraatväetise modifitseerimine. Tallinn : TUT Press, 2014. 116 p. : ill. (Theses of Tallinn University of Technology. G, Thesis on chemistry and chemical engineering ; 40). Juhendajad Tiit Kaljuvee, Andres Trikkel

## VARIA

### **2002**

423. Veiderma, M. Saateks // Humanitaarsed teaduskogud : Eesti Teaduste Akadeemia seminari materjalid : 10.05.2002. Tallinn, 2002. Lk. 3.
424. Veiderma, M. Teadus. Anorgaanilise keemia ... // EE : Eesti entsüklopeedia. 11, Eesti – üld. Tallinn : Eesti Entsüklopeediakirjastus, 2002. Lk. 492.
425. Veiderma, M. 10th anniversary of Finnish – Estonian academic energy working group // Energetics: from research to innovation : Baltic-Finnish Conference, Tallinn, 1–2 November 2001 : proceedings. Helsinki : Finnish Academies of Technology, [2002]. Pp. 7–10.
426. Jahkola, A.; Veiderma, M. Foreword // Energetics : from Research to Innovation : Baltic-Finnish Conference : Tallinn, 1–2 November 2001 : proceedings. Helsinki : The Finnish Academies of Technology, 2002. P. 5.

### **2003**

427. Trikkel, A.; Kuusik, R. Eesti lubjakivid ja dolomiidid vääveldioksiidi sorbendina // Keskkonnatehnika (2003) nr. 4, lk. 39–43.
428. Veiderma, M. Elektroenergeetika areng ja elektrituru avamine // Keskkonnatehnika (2003) nr. 4, lk. 22–23.
429. Veiderma, M. Kokkuvõte uurimustest = Synopsis of the research // Anorgaanilise keemia ja tehnoloogia uurimisrühm : bibliograafia 1960–2002 = Inorganic chemistry and technology research group : bibliography 1960–2002. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2003. Lk. 7–20.
430. Veiderma, M. Põlevkivi elektrijaamade varjus // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2001. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2003. Lk. 345–348. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 9).

431. Veiderma, M. Saateks // Põlevkivi – ölikivi. Tallinn : Eesti Geoloogiakeskus, 2003. Lk. [3].
432. Kuusik, R.; Kaljuvee, T. Vääveldioksiidi emissioon põlevkivi poolkoksi põletamisel // Keskkonnatehnika (2003) nr. 3, lk. 22–24, 26.

## **2004**

433. Veiderma, M. Kurroli sool // Täppisteaduste ajaloost Eestis : pühendatud Wilhelm Ostwaldi 150. sünniaastapäevale. Tartu : Tartu Ülikooli Kirjastus, 2004. Lk. 145–150. (Teaduse ajaloo lehekülg Eestist ; 13).
434. Veiderma, M. Kurrol's salt – from where this term // Science, Higher Education, Technologies, Medicine, Humanities in the Baltics – Past and Present : abstracts of the 21st International Baltic Conference on the History of Science : Riga, 13–15 October, 2003. Riga, 2003. Pp. 124–125.
435. Veiderma, M. The USA-Estonian co-operation in oil shale research and utilization // Oil Shale (2004) vol. 21, iss. 4, pp. 357–360.

## **2005**

436. Veiderma, M. Aleksander Veiderma hõimuaate esindajana // Kultuurisild üle Soome lahe : Eesti-Soome akadeemilised ja kultuurisuheted 1918–1944. Tartu : Eesti Kirjandusmuuseum, 2005. Lk. 422–435.
437. Veiderma, M. Ääremärkusi ingerisoomlaste kohta // Akadeemia (2005) nr. 4, lk. 850–851.

## **2006**

438. Veiderma, M. Eesti Teaduste Akadeemia ülikooliõpikute väljaandjana // Akadeemia (2006) nr. 3, lk. 586–592.  
*Summary: The Estonian Academy of Sciences as a Publisher of university textbooks 1938–1940.*
439. Veiderma, M. Höimuliikumine kahe maailmasõja vahel // Õpetatud Eesti Seltsi aastaraamat = Annales Litterarum Societatis Esthonicae : [2004–2005]. Tartu : Õpetatud Eesti Selts, 2006. Lk. 330–331.
440. Veiderma, M. Maagaas Läänemere regioonis // Riigikogu toimetised. 13. Tallinn : Riigikogu Kantselei, 2006. Lk. 107–113.  
*Summary: Natural gas in the Baltic region. P. 254*
441. Veiderma, M. Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arenustöö eest // Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2006. Tallinn : Teaduste Akadeemia Kirjastus, 2006. Lk. 14–25.

442. Kuusik, R. Uus struktuuriüksus – anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2005. Tallinn, 2006. Lk.155–159. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 13).

## **2007**

443. Veiderma, M. Akadeemik Mihkel Veiderma: "Lapsepõlveaegsed tihedad sidemed Tallinna Keskraamatukoguga töid mind raamatute juurde..." // Tallinna Keskraamatukogu 1907–2007. Tallinn : Tallinna Keskraamatukogu, 2007. Lk. 67.
444. Veiderma, M. Elfriede Lenderi mälestuseks // Haridus (2007) nr. 7/8, lk. 42–43 : foto (Lender, Elfriede).
445. Veiderma, M. Energeetika keskpunktis : ettekanne Vabariigi Presidenti akadeemilises nõukogus 17. mail 2006 Kadriorus // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2006. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2007. Lk. 34–39. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 14).
446. Energeetikanõukogu : (koostatud esemehe akadeemik Mihkel Veiderma materjali alusel) // Eesti Teaduste Akadeemia aastaraamat = Annales Academiae Scientiarum Estonicae. XII. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2007. Lk. 29–31.
447. Veiderma, M. Keevkihttehnika rakendusi keemiatehnoloogias // Eesti Teaduste Akadeemia aastaraamat = Annales Academiae Scientiarum Estonicae. XII [39]. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2007. Lk. 98–106.
448. Veiderma, M. Mäletamisi poisieast // Alasi ja haamri vahel : artikleid ja mälestusi Konstantin Pätsist. Tallinn : [Konstantin Pätsi Muuseum], 2007. Lk. 264–265.
449. Tönsuaadu, K. Uued mineraal/orgaanilised ühendid : ruteeniumi kiraalsed kompleksid apatiitsel alusel : PARROT programmi projekt 2005–2006 // Eesti Teadusfondi aastaraamat 2006. Tallinn : Eesti Teadusfond, [2007]. Lk. 39.
450. [Francu, J.; Harvie, B.; Laenen, B.; Siirde, A.; Veiderma, M.] A study on the EU oil shale industry – viewed in the light of the Estonian experience : A report by EASAC [European Academies Science Advisory Council] to the Committee on Industry, Research and Energy of the European Parliament. [S.l.] : European Academies Science Advisory Council, 2007. 65 p.  
[http://www.easac.eu/fileadmin/PDF\\_s/reports\\_statements/Study.pdf](http://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Study.pdf)

451. Tönsuaadu, K. Chemistry at the surface New organic/mineral hybrid compounds: apatites as chiral ruthenium complexes support // Estonian Science Foundation 2006. Tallinn, [2007]. P. 39.
452. Veiderma, M. Chemistry of the isocyanides and their multicomponent reactions, including their libraries – the initiatives of Ivar Ugi : in remembrance of Ivar Ugi // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Chemistry = Eesti Teaduste Akadeemia toimetised. Keemia (2007) vol. 56, iss. 2, lk. 98–102.
453. Energy council : (on ground of materials, presente by Member of Academy Mihkel Veiderma // Estonian Academy of Sciences year book = Annales Academiae Scientiarum Estonicae. XII. Tallinn : Estonian Academy of Sciences, 2007. Pp. 33–35.

## **2008**

454. Veiderma, M. Algatused traditsioonideks // Eesti Teaduste Akadeemia : aastatest akadeemias. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2008. Lk. 92–101.
455. Kuusik, R. Anorgaaniliste materjalide teaduslaboratooriumi leiutistest // Leiutajaid ja leiutisi Tallinna Tehnikaülikoolis 1922–2007. Tallinn, 2008, lk. 67–68.
456. Kuusik, R.; Uibu, M.; Trikkel, A. CO<sub>2</sub> mineraliseerimine põlevkivienergeetikas – alused, võimalused ja olukord // Keskkonnatehnika (2008) nr. 6, lk. 23–27.
457. Veiderma, M. Suomen ja Viron tiedeyhteistöön historiaa // Viro 90 : Viro-vuosikirjan juhlajulkaisu. Helsinki ;Tallinn, 2008. Lk. 66–70.

## **2009**

458. Veiderma, M. Tagasivaade eluteele. [Tallinn] : Eesti Keele Sihtasutus, 2009. 343, [1] lk.; [32] lk.
459. Veiderma, M. Tsüaniidide keemia rajaja Ivar Ugi // Eesti teadlased paguluses. Tallinn : [Tallinna Ülikooli Kirjastus], 2009. Lk. 267–268.

## **2010**

460. Veiderma, M. Inimesed, olukorrad ja sündmused minu elutee taustal : sõnavõtt autorit mälestusteraamatu "Tagasivaade eluteele" esitlusel 23. novembril 2009 TTÜ nõukogu saalis // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. Lk. 285–286. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 17).

461. Kuusik, R.; Trikkel, A.; Kaljuvee, T. Teaduspreemia tehnikateaduste alal tööde tsükli "Uurimusi happeliste gaaside emissiooni piiramiseks energeetikas" eest // Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2010. Tallinn, 2010. Lk. 86–109.
462. Kuusik, R.; Kaljuvee, T.; Trikkel, A. Uurimusi happeliste gaaside emissiooni piiramiseks energeetikas : kommentaar Eesti Vabariigi teaduse aastapreemia pälvinud tööde tsüklile // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2010. [Tallinn] : TTÜ kirjastus, 2011. lk. 185–202 : ill. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 18).

## 2011

463. Kallas, J. Meenutades eluteed // Emeriitprofessor Juha Kallas : bibliograafia. Tallinn : [Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus], 2011. Lk. 11–27.
464. Kuusik, R. Meenutusi – elus ja tööst // Rein Kuusik : [bibliograafia]. Tallinn : [Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus], 2011. Lk. 11–29.
465. Viis küsimust akadeemik Mihkel Veidermale : [intervjuu] // Aastaraamat 2010 / Eesti Kodu-Uurimise Selts, Eesti Muinsuskaitse Selts, Eesti Genealoogia Selts. [Tallinn] : TEA Kirjastus, 2011. lk. 8-9 : portr.
466. Куузик, Р. Новые подходы к применению сланцевой золы // Вестник НЭС (2011) Август, с. 5.

## 2012

467. Veiderma, M. Minu seosed Lihulaga // Vana- Läänemaa ajaloo radadel. I. Lihula : MTÜ Keskaegne Lihula, Vana-Läänemaa Ajaloo Selts, 2012. Lk. 202–207.
468. Veiderma, M. Paul Kogermani missioon : [ettekanne 14. okt. 2011 Eesti TA korraldatud akadeemik Paul Kogermani 120. sünniaastapäevale ja akadeemik Ülo Lille 80. sünnipäevale pühendatud seminaril "Orgaaniline-bioorgaaniline süntees"] // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2011. [Tallinn] : TTÜ kirjastus, 2012. Lk. 226–227. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 19).
469. Veiderma, M. Presidendi kantseleis : Mihkel Veiderma : kantselei direktor 1992–1994 // VPK : Vabariigi Presidendi Kantselei. Kadriorg : Vabariigi Presidendi Kantselei, 2012. lk. 96–105.
470. Kuusik, R.; Meriste, T.; Pototski, A. Põlevkivituha kasutamise laiendamiseks on käivitunud mitu uut projekti // Keskkonnatehnika (2012) nr. 3, lk. 8–9.

471. Viipsi, K. Doctoral thesis on toxic metal removal by apatites // Global TraPs : global transdisciplinary processes for sustainable phosphorus management (2010–2015) : newsletter(2012) no. 7, February, p. 3.
472. Kuusik, R. Estonia has joined Global TraPs // Global TraPs : global transdisciplinary processes for sustainable phosphorus management (2010–2015) : newsletter(2012) no. 7, February, p. 2.
473. Šogenova, A.; Kuusik, R.; McGrail, B. P. Ex-situ and in-situ mineral carbonation : alternative technology to mitigate climate change // GEO ENeRGY : the newsletter of the ENeRG Network (2012) no. 25, May, p. [2].
474. Kuusik, R.; Uibu, M. Prospects for CO<sub>2</sub> mineralization in Estonia // GEO ENeRGY : the newsletter of the ENeRG Network (2012) no. 25, May, p. [3].

## **2013**

475. Kuusik, R. Projekti Global Traps neljas tööseminar : [Marokos 16.–18. märtsil 2012] // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2012. [Tallinn] : TTÜ kirjastus, 2013. lk. 260–263. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 20).
476. [Harcouet-Menou, V.; De Boever, E.; Laenen, B.; Tot, M.; Antesovic, S.; Krstulovic, V.; Siirde, A.; Veiderma, M.; Saber, N.; Harzi, A.; Aodia, T.] [Study accomplished under the authority of World Bank :] CCS Strategy and Capacity Building for Fossil Fuel Fired Power Plants in the Maghreb Countries. Reference : RFP 103-295. [2011–2013]. 635 pp.

## **2014**

477. Veiderma, M. In memoriam : Ernst-Eduard Aasamäe 23.07.1930–23 .01.2013. Helgi Veskimäe 25.12.1937–15.10.2013 // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2013. [Tallinn] : TTÜ kirjastus, 2014. lk. 351–352. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 13).



# Autoriregister

- Aav, Riina 122  
Abakeviciene, Brigita 361  
Adanez, Juan 70  
Aissa, Abdallah 51, 81, 291  
Aittamaa, Juhani 42, 97, 184, 187  
Alanne, Anna-Liisa 128  
Alatalo, Hannu 63, 80, 189, 299  
Alopaeus, Ville 97, 184, 187  
Altosaar, Mare 111, 144, 204, 213, 215,  
    351, 393, 394  
Amouri, Hani 23  
Anderson, Erik 119  
Andreas, Lale 112  
Andreassen, Jens-Peter 120, 138, 202,  
    212, 219  
Annert, Katre 345  
Antesevic, S. 476  
Aodia, T. 476  
Aranson, Aljona 197  
Arro, Hendrik 24, 234, 323  
Assinkf, Jan 70  
Astahhov, Danil 47, 266  
Bačik, Peter 152  
Baubonyte, Toma 10, 11  
Béal, Corinne 70, 196  
Beaunier, Patricia 81, 147, 291  
Beck, Ralf 138, 202, 212  
Beganskienė, Aldona 11, 41, 55, 92, 99,  
    127, 228, 263, 272, 279, 321, 336,  
    342, 354, 361, 363, 395  
Bénard, Sophie 21, 166, 250  
Bender, Villem 9, 12, 13, 18, 20, 25, 27,  
    29, 36, 108, 109, 239–241, 255, 265,  
    269  
Bernardo, Enrico 155  
Berzina-Cimdina, Liga 337  
Bogdanovičienė, Irma 41, 74, 92, 99,  
    228, 231, 263, 279, 336, 342, 354,  
    390, 392, 395, 398, 400, 408, 412,  
    413  
Borissova, Maria 29, 34, 249  
Borodajenko, Natalija 337  
Boubekeur, Kamal 23  
Caramanna, Giorgio 141  
Carrier, Xavier 40  
Caspar, Régis 23  
Cepenko, Marina 408, 412  
Christjanson, Peep 19, 31, 45, 54, 61,  
    67, 83, 156, 158, 168, 192, 246, 247,  
    252, 258, 271, 276, 283, 286, 293,  
    297, 302, 308, 309, 311, 313, 319,  
    326, 356  
Clément, René 21, 166, 250  
De Boever, Eva 476  
Debbabi, Mongi 51, 81  
Denafas, Gintaras 26, 49, 165, 282  
Desmarests, Christophe 147  
Dombalov, Ivan 38, 254, 335 (vt ka  
    Домбалов, Иван)  
Edro, Evelin 53, 68, 72, 171, 275, 292,  
    303, 306

- Einard, Marve 396
- Ekberg, Bjarne 106, 107, 120, 123–125, 138, 181, 185, 188, 191, 193, 198, 199, 201, 202, 207, 212, 219, 221, 314
- Enqvist, Yuko 42, 178
- Erlström, Mikael 220
- Es-Souni, Mohammed 37, 253, 262
- Flambard, Alexandrine 81, 103, 364
- Fogelholm, Carl-Johan 56
- Francu, Juraj 450
- Galindo, Agustín 78
- Galinis, Arvydas 26
- Glaser, Jochen 41
- Gredin, Patrick 21, 40, 51, 81, 146, 166, 250, 291, 368
- Grigoraviciute-Puroniene, Inga 99, 321, 336
- Gross, Karlis Algis 117, 337
- Grossberg, Maarja 144, 213, 215
- Gruselle, Michel 21, 23, 37, 40, 51, 81, 103, 166, 250, 253, 262, 268, 269, 291, 364, 368, 387
- Grushcha, Julia 282
- Gundersen, Truls 282
- Guyard-Duhayon, Carine 21, 166, 250
- Görres, Guido 138
- Haario, Heikki 77
- Hain, Tiina 142, 143, 149, 386, 396
- Harcouet-Menou, Virginie 476
- Harvie, Barbra 450
- Harzi, A. 476
- Hatakka, Henri 63, 80, 97, 133, 184, 187, 189, 299, 369
- Hautaniemi, Marjaana 88, 93–96, 176, 285, 353
- Heinmaa, Ivo 310
- Herbert, Matthew 78
- Hindström, Rolf 106
- Hirvisaari, Sanna 191
- Huhtanen, Mikko 44, 106, 107, 118, 125, 139, 185, 188, 193, 199, 201, 207
- Hurme, Markku 357
- Häkkinen, Antti 102, 106, 107, 116, 118, 120, 123–125, 138, 139, 181, 185, 188, 191, 193, 198, 199, 201, 202, 207, 212, 219, 221, 314, 317, 322
- Hälvin, Herki 217, 226, 366, 385, 397
- Hämäläinen, Lea 128
- Ilinsky, Alexander 282
- Imppola, Olavi 353
- Irha, Natalja 149, 396
- Ivanov, Mikhail 23
- Ivask, Jüri 104, 388
- Jahkola, Antero 426
- Janke, Dénes 58
- Kallio, Jorma 220
- Jasaitis, Darius 11, 55, 272
- Jefimova, Jekaterina 149, 396
- Jerndal, Erik 196
- Juškėnas, Remigijus K. 92
- Kahru, Anne 410, 421
- Kaju, Kerlin 347
- Kaljuvee, Tiit 14, 17, 19, 20, 24, 28, 31, 35, 36, 45, 47, 53, 54, 57, 61, 67, 68, 72, 83, 89, 100, 101, 108, 109, 111, 114, 132, 134, 135, 137, 144, 148, 152, 153, 156, 158, 162, 168, 171, 174, 192, 195, 204, 213, 214, 215, 217, 222, 226, 229, 234, 237, 238, 242, 244, 246, 247, 252, 255, 257, 258, 266, 271, 275, 276, 278, 283, 286, 292–294, 297, 298, 302–304, 306, 308, 309, 311–313, 319, 320, 325–327, 331, 334, 335, 339, 341, 346, 351, 356, 360, 366, 370–373, 377, 380, 385, 393, 394, 397, 401, 404, 405, 414, 422, 432, 461, 462

- Kallas, Juha 2, 39, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 62–64, 75, 77, 80, 86–88, 93–98, 102, 105–107, 110, 115, 116, 118, 120, 123–125, 130, 133, 138–140, 146, 172, 176–178, 181, 182, 184, 185, 187–189, 191, 193, 198, 199, 201–203, 207–209, 212, 216, 219, 221, 223–225, 230, 277, 280, 285, 295, 299–301, 314, 317, 322, 330, 348, 352, 353, 357, 358, 365, 369, 376, 379, 403, 406, 407, 419, 463
- Kallaste, Priit 230, 407
- Kallaste, Toivo 82, 200, 307, 316, 343
- Kallavus, Urve 381, 382
- Kamenev, Inna 322
- Kana, Aadu 328
- Kanger, Tõnis 103, 147, 151, 364, 387
- Karakaya, Mehmet 410
- Kareiva, Aivaras 10, 11, 41, 55, 74, 92, 99, 127, 167, 228, 231, 251, 263, 272, 279, 321, 336, 342, 354, 361, 363, 390, 395, 398, 400, 408, 412, 413
- Karjalainen, Milja 44
- Karp, Kadri 328
- Katerski, Atanas 344
- Kattai, Ivi 1
- Kavaliauskaite, Inga 49, 165
- Keelmann, Merli 89, 114, 135, 197, 312, 320, 346, 372
- Kindsigo, Merit 87, 88, 93, 146, 176, 209, 285, 406
- Kinnarinen, Teemu 118
- Kirsimäe, Kalle 32, 85, 108, 112, 121, 195, 383
- Kivi, Indrek 119
- Kivistik, Mart 409
- Klavina, Inga vt Leinemann, Inga
- Klavs, Gaidis 26
- Klimova, Irina 109, 132, 148, 229, 331, 334, 339, 360, 373, 380, 404, 414, 422
- Knubovets, Rena 33
- Koel, Mihkel 65, 78, 122, 145, 151, 157, 173
- Kohonen, Jarmo 63, 80, 189, 299, 300
- Konist, Alar 323, 405
- Kornev, Iakov 133, 369
- Koskinen, Jukka 357
- Kreek, Kristiina 145, 151
- Kriis, Kadri 103, 151, 364
- Krstulovic, V. 476
- Krunks, Malle 37, 58, 84, 113, 136, 154, 253, 262, 284, 310, 344, 345, 350, 374, 375, 402, 415
- Kubota, Noriaki 39
- Kudrenickis, Ivars 26
- Kukkamäki, Esko 353
- Kulp, Maria 145, 237
- Kuosa, Markku 64, 75, 77, 95, 98, 172, 277
- Kuusik, Rein 3, 6, 7, 14, 16, 17, 20, 22, 24, 26, 30, 32, 35, 36, 49, 53, 56, 57, 59, 65, 66, 68–71, 73, 76, 79, 85, 86, 89, 90, 94–96, 104, 105, 109, 110, 112, 114, 115, 121, 129, 130, 134, 140–143, 146, 148–150, 153, 155, 157, 161–163, 165, 171, 174, 175, 179, 180, 182, 183, 186, 190, 194, 196, 197, 203, 205, 206, 208–201, 214, 216–218, 220, 223–227, 230, 232, 234, 236–238, 242–245, 255, 257, 259–261, 264, 273–275, 278, 282, 287, 288, 289, 292, 296, 303, 305, 312, 318, 320, 323, 328, 330, 332, 338, 339, 346, 348, 349, 352, 358, 356, 366, 371, 376, 379, 383–385, 388, 389, 391, 397, 399, 401, 403, 405–407, 409–411, 416, 418,

- 419, 421, 427, 432, 442, 455, 456, 461, 462, 464, 470, 472–475 (vt ka Кусик, Рейн)
- Käkinen, Aleksandr 410, 421
- Kärner, Kärt 381, 382
- Laari, Arto 77
- Laenen, Ben 450, 476
- Lasn, Ilmar 45, 54, 67, 101, 156, 158, 168, 192, 271, 283, 286, 293, 302, 308, 311, 341
- Leinemann, Inga 111, 204, 144, 213, 215, 351, 393, 394
- Lelekaite, Asta 167
- Liiri, Maret 42, 97, 184, 187
- Liira, Martin 85
- Liisma, Eneli 142
- Linderholm, Carl 196
- Llansana Arnalot, Anna 52, 177, 295
- Loide, Valli 397
- Loigu, Enn 183, 206, 305, 338
- Louhi-Kultainen, Marjatta 39, 44, 46, 48, 50, 52, 62, 63, 80, 177, 178, 184, 185, 189, 280, 295, 299–301, 353
- Lust, Enn 119
- Lyngfelt, Anders 70, 73, 196, 282
- Maaten, Birgit 103, 147, 151, 364, 387
- Madarász, Janós 84, 284, 310
- Malakauskaite, Milda 228, 395
- Malezieux, Bernard 21
- Maljukova, Natalja 14, 22
- Mannila, Marju 102, 116
- Manuilova, Anastassia 8, 235
- Marangoni, Mauro 155
- Maroto-Valer, M. Mercedes 141
- Martins, Ants 24, 69, 234, 328
- Mattisson, Tobias 70, 73, 169, 282
- McGrail, B. Peter 473
- Meissner, Dieter 111, 144, 204, 213, 215, 351
- Melin, J. Kristian 357
- Mellikov, Enn 204
- Menert, Anne 206, 338
- Mere, Arvo 113, 136, 145, 151, 154, 343, 375, 415
- Meriste, Tõnis 121, 134, 371, 383, 384, 399, 416, 470
- Meyer, Hans-Jürgen 41
- Mikli, Valdek 40, 92, 99, 100, 103, 132, 153, 200, 228, 229, 256, 265, 267–269, 281, 294, 316, 321, 325, 334, 336, 342, 343, 362, 364, 368, 401, 404
- Montilla, Francisco 78
- Mötlep, Riho 85, 121, 409
- Moussa, Jamal 147, 387
- Mudassar, Raja Hassan 357
- Muulmann, Mari-Liis 35, 260, 264
- Mänttäri, Mika 64
- Möller, Priit 119
- Nemliher, Jüri 82, 200, 307, 316, 343
- Nenartaviciene, Giedre 55, 272
- Niinistö, Lauri 37, 58, 84, 253, 262, 310, 344
- Niitsoo, Jaanika 200, 316
- Nkwusi, God'swill Chimezie
- Nordback, Nicklas 215
- Nulle, Inara 220
- Nulle, Uldis 220
- Nurk, Gunnar 119
- Nyström, Lars 52, 62, 177, 295
- Nyström, Marianne 64
- O'Brock, David James 286
- Oja Acik, Ilona 37, 58, 84, 113, 136, 154, 253, 262, 284, 310, 344, 345, 350, 374, 375, 402, 415

- Otsmaa, Merle 218  
Otto, Kairi 113, 136, 154, 344, 345, 350, 374, 375, 402  
Paat, Aadu 30  
Paju, Jane 319, 326  
Panorel, Iris 133, 369  
Pastarus, Jüri-Rivaldo 218  
Pehk, Tõnis 31, 54, 61, 67, 83, 101, 192, 247, 252, 258, 276, 283, 286, 293, 297, 298, 302, 308–311, 313, 356  
Peikolainen, Anna-Liisa 65, 78, 122, 173  
Peld, Merike 9, 12, 13, 18, 25, 27, 33, 40, 43, 91, 239–241, 248, 256, 265, 267–270, 281, 340, 362, 417  
Peleckis, Germanas 10  
Pelovski, Yoncho 38, 47, 137, 254, 266, 335 (vt ka Пеловски, Йончо)  
Pelt, Jaan 28, 29, 34, 249  
Pérez-Caballero, Fernando 65, 78, 173  
Peräniemi, Sirpa 128  
Pesur, Aime 24, 234  
Petkova, Vilma 38, 108, 135, 137, 195, 254, 304, 335, 372 (vt ka Петкова, Вилма)  
Pihu, Tõnu 24, 69, 234, 323, 328, 405  
Piirisalu, Eero 396  
Pilipavicius, Jurgis 361  
Plūduma, Liene 117, 337  
Podila, Ramakrishna 410  
Podoba, Rudolf 152, 377  
Podobnik, Ľuboš 152, 377  
Pokol, György 58, 84, 284, 310  
Polivtseva, Svetlana 415  
Pomeranceva, Raisa 59, 79, 186, 194  
Ponsot, Inés 155  
Potoski, Aleksander 226  
Preis, Sergei 133, 369  
Prikk, Arvi 24, 234, 323  
Priks, Hans 403  
Proell, Tobias 70  
Pöitel, Anne 5  
Qu, Haiyan 48, 50, 62, 63, 80, 178, 189, 280, 299, 300, 301,  
Quarton, Michel 13  
Raado, Lembi-Merike 142, 143, 149, 386  
Radin, Maia 20, 28, 47, 242, 266  
Ramanauskas, Rimantas 92, 354  
Rantanen, Jukka 44  
Rao, Apparao M. 410  
Raudoja, Jaan 111, 144, 204, 213  
Raudonis, Rimantas 354  
Rautanen, Aimo 191  
Reinik, Janek 396  
Reinikainen, Satu-Pia 63, 80, 189, 299, 300  
Rudjak, Irina 72, 86, 100, 288, 325  
Saber, N. 476  
Saks, Imre 54, 61, 67, 83, 192, 258, 276, 286, 293, 297, 298, 302, 308, 309, 311, 319, 326  
Salles, Lii 40  
Salmela, Nina 62  
Salmimies, Riina 102, 116, 118, 120, 123, 124, 138, 139, 185, 198, 202, 212, 219, 221, 317  
Sanna, Aimaro 141  
Savolainen, Marja 106, 314  
Scit, Olga 354  
Selskis, Algirdas 92  
Serafimova, Ekaterina 137, 335  
Sha, Zouling 39, 46  
Shchukarev, Andrey 126, 131, 347, 359, 367, 368, 378  
Šommet, Julija 218

- Siimer, Kadri 19, 31, 45, 54, 61, 67, 83, 101, 156, 158, 168, 192, 246, 247, 252, 258, 271, 276, 283, 286, 293, 297, 298, 302, 308, 309, 311, 313, 319, 326, 327, 341, 356  
 Siirde, Andres 324, 450, 476  
 Sikk, Merli 291  
 Sliaupa, Saulius 59, 79, 104, 186, 194, 220  
 Sliaupiene, Rasa 59, 79, 186, 194, 220  
 Sitnikovas, Denisas 26  
 Sjöberg, Staffan 126, 131, 329, 333, 367, 368, 378  
 Snijkers, Frans 70  
 Soesoo, Alvar 214  
 Šogenov, Kazbulat 59, 79, 104, 186, 194, 220, 388  
 Šogenova, Alla 59, 79, 104, 186, 194, 220, 388, 473  
 Sokk, Olev 183, 206, 305, 338  
 Solismaa, Päivi 353  
 Solonen, Antti 77  
 Somelar, Paul 143, 153, 386, 401  
 Stankeviciute, Zivile 228, 390, 395, 400  
 Stenby, Erling H. 282  
 Stencel, John M. 69  
 Storbacka, Sebastian 191  
 Štubna, Igor 377, 401  
 Suurpere, Aime 54, 258, 286  
 Süld, Tiiia-Maaja 168, 222, 283, 313, 341, 356, 370, 391  
 Talviste, Rasmus 381, 382  
 Tamm, Kadriann 119, 140, 223, 224, 230, 365, 376, 403, 407  
 Tamm, Toomas 43  
 Tamulevicius, Sigitas 361  
 Teir, Sebastian 56, 165  
 Tenno, Toomas 328  
 Thouvenot, René 23, 40, 51, 81, 103, 291  
 Timmo, Kristi 111  
 Tõnsuaadu, Kaia 8–13, 18, 21, 23, 25, 27, 29, 33, 34, 37, 38, 40, 41, 51, 55, 58, 60, 74, 81, 82, 84, 91, 92, 99, 103, 108, 113, 117, 126–128, 131, 136, 144, 147, 154, 166, 167, 195, 200, 228, 231, 235, 239–241, 248–251, 253, 254, 256, 262, 263, 265, 267–269, 272, 279, 281, 284, 291, 304, 307, 310, 315, 316, 321, 329, 333, 335–337, 340, 342–345, 347, 350, 351, 354, 355, 359, 361–364, 367, 368, 374, 375, 378, 387, 390, 392–395, 398, 400, 402, 408, 409, 412, 413, 415, 417, 420, 449, 451 (vt ka Тонсуааду, Кайа)  
 Toom, Merli 35, 57, 257, 278, 294  
 Tot, M. 476  
 Train, Cyrille 21, 166, 250  
 Traksmaa, Rainer 40, 51, 103, 108, 111, 144, 195, 213, 215, 231, 268, 269, 281, 304, 362, 392, 398, 408, 412, 413  
 Trass, Olev 405  
 Trikkel, Andres 6, 14, 16, 17, 22, 24, 35, 36, 57, 60, 69, 72, 73, 89, 100, 109, 114, 119, 132, 134, 135, 163, 174, 175, 180, 182, 190, 196, 197, 203, 214, 234, 236, 238, 242, 245, 255, 273, 278, 287, 306, 312, 320, 325, 328, 339, 346, 360, 371, 372, 384, 389, 399, 411, 416, 418, 422, 427, 456, 461, 462  
 Trubatshenko, Marina 331, 334  
 Tuikka, Matti 128  
 Turhanen, Petri 128  
 Türn, Leo 6, 109, 339  
 Uibu, Mai 6, 7, 30, 32, 35, 49, 59, 65, 66, 76, 78, 79, 86, 90, 96, 104, 105, 110, 112, 115, 121, 122, 129, 130,

- 140, 141, 143, 145, 146, 149–151, 161–163, 165, 169, 173, 174, 179, 180, 182, 186, 190, 203, 205, 210, 211, 216, 223–225, 227, 230, 232, 237, 243–245, 260, 261, 264, 273, 288–290, 296, 318, 323, 348, 349, 352, 358, 365, 376, 379, 383, 386, 403, 406, 407, 411, 418, 456, 474
- Urbonaité, Sigita 167, 251
- Uus, Mati 71
- Vaher, Rein 79, 104, 194
- Vangkilde-Pedersen, Thomas 104
- Varlamova, Galina 5
- Vatter, Karin 256, 267
- Veiderma, Mihkel 4, 5, 8, 13, 15, 33, 117, 164, 170, 233, 235, 248, 324, 417, 423–426, 428–431, 433–441, 443–448, 450, 452–454, 457–460, 465, 467–469, 476, 477
- Velts, Olga 86, 90, 94–96, 105, 110, 115, 130, 146, 182, 190, 203, 208, 211, 216, 225, 288, 322, 330, 348, 349, 352, 358, 379, 406, 419
- Vepsäläinen, Joukko 128
- Veskimäe, Helgi 7, 30, 66, 161, 243,
- Wickström, Linda 220
- Viikna, Anti 222, 370, 391
- Viipsi, Karin 60, 91, 126, 131, 315, 329, 333, 347, 355, 359, 367, 368, 378, 381, 382, 420, 471
- Viiroja, Andres 322
- Villain, Francoise 40, 268, 269
- Villemin, Didier 147, 387
- Volobujeva, Olga 65, 122
- Yang, Guangfu Y. 69, 46, 178
- Ylisirniö, Markku 128
- Yörük, Can Rüstü 134, 371, 384, 389, 411, 416
- Zalga, Arturas 127, 361, 363
- Zevenhoven, Ron 56, 165, 282
- Zhang, Weihao 144, 394
- Zhu, Jingyi 410
- Öpik, Andres 351
- Домбалов, Иван 159, 160 (vt ka Dombalov, Ivan)
- Куусик, Рейн 159, 466 (vt ka Kuusik, Rein)
- Пеловски, Йончо 159, 160  
(vt ka Pelovski, Yoncho)
- Петкова, Вилма 159, 160 (vt ka Petkova, Vilma)
- Петров, Лачезар 159, 160
- Тонсуааду, Кайа 159, 160 (vt ka Tönsuaadu, Kaia)



# Konverentside register

## **2002**

- Baltic Polymer Symposium 18–20 September 2002, Nida, Lithuania – 156  
ESTAC 8 : 8th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, 25–29 August 2002, Barcelona, Spain – 238, 241  
ISIPM-4 : 5th International Symposium on Inorganic Phosphate Materials, 10–13 July 2002, Jena, Germany – 235, 239, 240  
Symposium on Oil Shale, 18–21 November 2002, Tallinn, Estonia – 233, 234, 236, 237, 242  
Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine, 7. november 2002, Tartu – 157  
XXVIII Eesti keemiapäevad, 21–22. november 2002, Tallinn – 232

## **2003**

- 6th International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States, 1–4 September 2003, Prague, Czech Republic – 161–163, 243–245  
Baltic Polymer Symposium 17–19 September 2003, Jurmala, Latvia – 158  
MEDICTA 2003 : 6th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis, 27–30 July 2003, Porto, Portugal – 246  
Контакт 2003 : Дванадесета научно-технологична сесия "Трибология и интердисциплинност" : Трибология 2003 : 30–31 октомври 2003, София, България – 159, 160

## **2004**

- AOMD-4 : The Fourth International Conference on Advanced Optical Materials and Devices, 6–9 July 2004, Tartu, Estonia – 166, 167, 250, 251  
Baltic Polymer Symposium 24–26 November 2004, Kaunas, Lithuania – 252

- DOE Technical Review Meeting, 19–20 February 2004, Virginia, USA – 164
- ICPC2004 : 16th International Conference on Phosphorus Chemistry, 4–9 July 2004, Birmingham, UK – 248
- ICTAC 13 : 13th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry, XXVI Conference AICAT-GICAT, 12–19 September 2004, Chia Laguna, Italy – 247, 249, 253–255

## **2005**

- 4th Nordic Minisymposium on Carbon Dioxide Capture and Storage, 8–9 September 2005, Otaniemi, Espoo – 264
- ECOSUD 2005 : 5th International Conference on Ecosystems and Sustainable Development, 3–5 May 2005, Cadiz, Spain – 165
- ISIPM-5: 5th International Symposium on Inorganic Phosphate Materials / 2nd IMPHOS Workshop, 6–8 September 2005, Kasugai, Japan – 267, 270
- MEDICTA 2005 : 7th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis, 1–7 July 2005, Thessaloniki, Greece – 168, 266, 271
- NENAMAT : Nanopowders, nanostructured materials and coatings, 17 March 2005, Tallinn, Estonia – 269
- Poolkoksi uuringud Eestis, sektoriaalseminar, 02. märts 2005, Kohtla-Järve – 259
- SustainChem2005 : Conference on Knowledge-based Materials and Technologies for Sustainable Chemistry, 1–5 June 2005, Tallinn, Estonia – 263, 265, 268
- XXIX Eesti keemiapäevad, 20–21. oktoober 2005, Tallinn – 256–258, 260–262

## **2006**

- 8th Conference on Supercritical Fluids and their Applications, 28–31 May 2006, Ischia, Italy – 173
- Advanced materials and technologies 2006 : 8th International Summer School-Conference, 27–31 August 2006, Palanga, Lithuania – 281
- AICAT – GICAT 2006 : XXVIII National Conference on Calorimetry, Thermal Analysis and Chemical Thermodynamics, 11–15 December 2006, Milan, Italy – 283

- Baltic Polymer Symposium 20–22 September 2006, Riga; Latvia – 286
- BIWIC 2006 : 13th International Workshop on Industrial Crystallization, 13–15 September 2006, Delft, The Netherlands – 280
- Chemija ir Chemine Technologija 2006 : Konferencijos "Chemija ir Chemine Technologija", skirtos akademiko Jono Janickio 100-simos gimimo metinems, sekcijos Neorganiniu junginiu chemija ir technologija : pranešimu medžiaga, 2006, Kaunas, Lithuania – 279
- EAAOP-1 : First European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, 7–9 September 2006, Chania, Greece – 172, 176, 277, 285
- ESTAC 9 : 9th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, 27–31 August 2006, Krakow, Poland – 272, 276, 278, 284
- GHGT-8 : 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, 19–22 June 2006, Trondheim, Norway – 273, 282
- RTOS : Recent Trends in Oil Shale : International Oil Shale Conference, 7–9 November 2006, Amman, Jordan – 171, 175, 275, 287
- Seminar on Nordic Research and Innovation Co-operation with Estonia, 3. April 2006, Tallinn, Estonia – 274
- TTÜ doktorikool "Uued tootmistehnoloogiad ja -protsessid" talvekool "Nüüdismaterjalid ja -tehnoloogiad", 1–4. märts 2006, Toila – 169
- Waste Management 2006 : 3rd International Conference on Waste Management and the Environment, 21–23 June 2006, Malta – 174
- XXIX Eesti looduseuurijate päev, 1–2. juuli 2006, Illuka – 170

## **2007**

- Baltic Polymer Symposium 19–21 September 2007, Druskininkai, Lithuania – 298
- ECCE-6 : 6th European Congress on Chemical Engineering, 16–21 September 2007, Copenhagen, Denmark – 177, 178, 295, 301
- ECOSUD 2007 : 6th International Conference on Ecosystems and Sustainable Development, 5–7 September 2007, Coimbra, Portugal – 180
- Finnish Chemical Congress, 27–29 March 2007, Helsinki, Finland – 297
- IGEC-2007 : The 3rd International Green Energy Conference, 17–21 June 2007, Västerås, Sweden – 179, 276

MEDICTA 2007 : 8th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis, 25–29 September 2007, Palermo, Italy – 302, 303

SSC10 : 10th Scandinavian Symposium on Chemometrics, 11–15 June 2007, Lappeenranta, Finland – 299, 300

TTÜ doktorikool "Uued tootmistehnoloogiad ja -protsessid", talvekool, 22.–23. veebruar 2007, Haapsalu – 290

XXX Eesti keemiapäevad, 16. november 2007, Tartu – 288, 289, 291–294

## **2008**

21th Annual Conference of the American Filtration & Separations Society, 20–22 May 2008, Valley Forge, USA – 188

ACEME 2008 : 2nd International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering, 1–3 October 2008, Rome, Italy – 182

Air pollution 2008 : 16th International Conference on Modelling, Monitoring and Management of Air Pollution, 22–24 September 2008, Skiathos, Greece – 190

Baltic Polymer Symposium 13–16 May 2008, Otepää, Estonia – 308

DAAL 2008 : IX Taller y Simposio Latinoamericano de Digestión Anaerobica, 19–23 October 2008, Isla de Pascua, Chile – 183, 305

First CO<sub>2</sub> Geological Storage Workshop, 29–30 September 2008, Budapest, Hungary – 186

ICTAC 14 : 14th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry / VI CBRATEC : Brazilian Congress on Thermal Analysis and Calorimetry, 14–18 September 2008, Sao Pedro, Brazil – 306, 307, 309, 310

ISIC 17 – CGOM 8 : 17th International Symposium of Industrial Crystallization : 665th Event of EFCE in combination of 8th workshop of Crystal Growth of Organic Materials, 14–17 September 2008, Maastricht, The Netherlands – 184, 187, 189

PPS-24 : 24th Annual Meeting of the Polymer Processing Society, 15–19 June 2008, Salerno, Italy – 192, 311

WFC10 : 10th World Filtration Congress, Leipzig, Germany, 14–18 April 2008 – 181, 185, 191, 193

## **2009**

12th Nordic-Baltic IHSS Symposium on Natural Organic Matter in Environment and Technology, 14–17 June 2009, Tallinn, Estonia – 315

22nd Annual Conference of the American Filtration & Separations Society, 4–7 May 2009, Bloomington, USA – 201

5th Congress of Balkan Geophysical Society, 10–16 May 2009, Belgrade, Serbia – 194

Chemija 2009 : 9th National Lithuanian Conference, 16 October 2009, Vilnius, Lithuania – 321

COVAPHOS III : The Third International Conference on the Valorization of Phosphates and Phosphorus Compounds, 18–20 March 2009, Marrakech, Morocco – 195, 200

ESCC 2009 : 12th European Symposium on Comminution and Classification, 15–18 September 2009, Espoo, Finland – 317

FILTECH 2009 : Conference and Ehibition, 13–15 October 2009, Wiesbaden, Germany – 198, 199

Fluidized Bed Combustion 2009 : 20th International Conference on Fluidized Bed Combustion, 18–21 May 2009, Xian, China – 197

International Oil Shale Symposium, 8–11 June 2009, Tallinn, Estonia – 318, 320, 323, 324, 328

IOA-EA3G 2009 : 5th International Conference / 10th IOA-EA3G Berlin Conference on Oxidation Technologies for Water and Wastewater Treatment, 30 March – 2 April 2009, Berlin, Germany – 322

MEDICTA 2009 : 9th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis, 15–18 June 2009, Marseille, France – 312, 325, 327

Physical Separation 09, 16–17 June 2009, Falmouth, Cornwall, UK – 314

PPS-2009 : Polymer Processing Society Europe/Africa Regional Meeting, 18–21 October 2009, Larnaca, Cypros – 313

PPS-25 : 25th Annual Meeting of the Polymer Processing Society, 1–5 March 2009, Goa, India – 319, 326

## **2010**

ACEME 2010 : 3rd International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering, 29 November – 1 December 2010, Turku, Finland – 203, 205, 208

AD12 : 12th World Congress on Anaerobic Digestion, 31 October – 4 November 2010, Guadalajara, Jalisco, Mexico – 206, 338

Chemistry and Technology of Inorganic Compounds, 21 April 2010, Kaunas, Lithuania – 342

CYSENI 2010 : Conference of Young Scientists on Energy Issues, 27–28 May 2010, Kaunas, Lithuania – 204

ECIS 2010 : 24th Conference of the European Colloid and Interface Society, 5–10 September 2010, Prague, Czech Republic – 336

ESTAC 10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, 22–27 August 2010, Rotterdam, The Netherland – 335, 344–346

ICCT-2010 : 21st IUPAC International Conference on Chemical Thermodynamics, 31 July – 6 August 2010, Tsukuba, Japan – 339

ICPC2010 : 18th International Conference on Phosphorus Chemistry, 11–15 July 2010, Wroclaw, Poland – 340, 343

I-SUP2010 : 2nd International Conference on Innovation for Sustainable Production, 18–21 April, 2010, Bruges, Belgium – 210

Materials engineering & Baltrib 2010 : 19th International Baltic Conference, 28–29 October 2010, Riga, Latvia – 337

NoFS-13 : 13th Nordic Filtration Symposium, 10–11 June 2010, Lappeenranta, Finland – 202, 207

PPS-2010 : Polymer Processing Society Europe/Africa Regional Meeting, 20–23 October 2010, Istanbul, Turkey – 341

SETAC Europe 2010 : 20th Annual Meeting, 23–27 May 2010, Seville, Spain – 333

Waste management 2010 : 5th International Conference on Waste Management and the Environment, 12–14 July 2010, Tallinn, Estonia – 209

WCPT6 2010 : World Student Congress on Particle Technology, 22–25 April 2010, Delft, The Netherlands – 334

XXXI Eesti keemiapäevad, 28. aprill 2010 Tallinn – 329–332

## **2011**

CEEC-TAC1 : 1st Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry, 7–10 September 2011, Craiova, Romania – 351, 360, 362, 363

CYSENI 2011 : Conference of Young Scientists on Energy Issues, 27–28 May 2011, Kaunas, Lithuania – 211, 213

ECerS 2011 : 12th Conference of the European Ceramic Society, 19–23 June 2011, Stockholm, Sweden – 354

ICCDU XI : 11th International Conference on Carbon Dioxide Utilization, 27–30 June 2011, Dijon, France – 358

Iron Ore 2011 : Conference, 11–13 July 2011, Perth, Australia – 212

ISIC 18 : 18th International Symposium on Industrial Crystallization, 13–16 September 2011, Zurich, Switzerland – 352, 353

ISMOM : 6th International Symposium of Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms / 3rd InterCongress of Commission 2.5 IUSS Soil chemical, physical and biological interfacial reactions, 26 June – 1 July 2011, Montpellier, France – 359

Materials Engineering 2011 : 20th International Baltic Conference, 27–28 October 2011, Kaunas, Lithuania – 361

PPS-27 : 27th Annual Meeting of The Polymer Processing Society, 10–14 May 2011, Marrakech, Morocco – 356

SETAC Europe 2011 : 21th Annual Meeting, 15–19 May 2011, Milan, Italy – 355

SustainChem2011 : International Conference on Materials and Technologies for Green Chemistry jointly with Workshop of COST Action CM0903 (UBIOCHEM-II), 5–9 September 2011, Tallinn, Estonia – 357

XXXII Eesti keemiapäevad, 14–15. aprill 2011, Tartu – 347–350

## **2012**

3rd International Professional Conference Geosciences and Environment, 27–19 May 2012, Belgrade, Serbia – 220

6th International Water Association Specialist Conference on Oxidation Technologies for Water and Wastewater Treatment, 6–9 May 2012, Goslar, Germany – 369

7th Annual International Conference on Environment, 14–17 May 2012, Athens, Greece – 367

Air & Waste Management Association's 105th Annual Conference & Exhibition, 19–22 June 2012, San Antonio, USA – 216

CYSENI 2012 : Conference of Young Scientists on Energy Issues, 24–25 May 2012, Kaunas, Lithuania – 215

Geomechanics 2012 : 5th International Geomechanics Conference, 18–21 June 2012, Varna, Bulgaria – 218

ICCOS-2012 : International Conference Catalysis in Organic Synthesis, 15–20 September 2012, Moscow, Russia – 364

ICHMET 2012 : 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 23–27 September 2012, Rome, Italy – 378

ICPC 2012 : 19th International Conference on Phosphorus Chemistry, 8–12 July 2012 Rotterdam, The Netherlands – 368

ICSW 2012 : The Twenty-Seventh International Conference on Solid Waste Technology and Management, 11–14 March 2012, Philadelphia, USA – 217, 366

ICTAC 15 : 15th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry / 48th Japanese Conference on Calorimetry and Thermal Analysis, 20–24 August 2012, Osaka, Japan – 371, 372

NoFS-14 : 14th Nordic Filtration Symposium, 30–31 August 2012, Aalborg, Denmark – 221

PPS-28 : The 28th International Conference of Polymer Processing Society, 11–15 December 2012, Pattaya, Thailand – 222, 370

TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" kolmas teaduskonverents, 29. veebruar – 01. märts 2012, Tartu – 365

Waste Management 2012 : 6th International Conference on Waste Management and the Environment, 4–6 July 2012, New Forest, UK – 223

WFC11 : 11th World Filtration Congress, Garz, Austria, 16–20 April 2012 – 219

## **2013**

6th International Granulation Workshop, Granulation Conference, 26–28 June 2013, Sheffield, UK – 226, 229, 385, 404

ACEME 2013 : 4th International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering, 9–12 April 2013, Leuven Belgium – 224, 225, 227

Advanced materials and technologies 2013 : 15th International Conference-School, 27–31 August 2013, Palanga, Lithuania – 400

Baltic Polymer Symposium 18–21 September 2013, Trakai, Lithuania – 381

CEEC-TAC2 : 2nd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry, 27–30 August 2013, Vilnius, Lithuania – 377, 392–394, 401, 402

Euro BioMAT : European Symposium on Biomaterials and Related Areas, 23–24 April 2013, Weimar, Germany – 390

ICACC 13 : The 37th International Conference on Advanced Ceramics and Composites, 27 January – 1 February 2013, Florida, USA – 228, 395

ICCDU XII : 12th International Conference on Carbon Dioxide Utilization, 23–27 June 2013, Alexandria, USA – 379

International Oil Shale Symposium, 10–13 June 2013, Tallinn, Estonia – 383, 386, 388, 391, 396, 397, 399

ISIEM 2013: 2nd International Symposium on Inorganic Environmental Materials, 27–31 October, 2013, Rennes, France – 387, 398

TCCS-7 : 7th Trondheim Conference on CO<sub>2</sub> Capture, Transport and Storage, 4–6 June 2013, Trondheim, Norway – 384

TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" neljas teaduskonverents, 07–08. märts 2013, Tartu – 380, 382, 389

XXXIII Eesti Keemiatänav, 11. oktoober 2013, Tallinn – 373–376

## **2014**

Advanced materials and technologies 2014 : 16th International Conference-School, 27–31 August 2014, Palanga, Lithuania – 413

BIOCERAMICS 26 : 26th Symposium and Annual Meeting of the International Society for Ceramics in Medicine, 6–8 November 2014, Barcelona, Spain – 412

ESTAC 11 : The 11th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, 17–21 August 2014, Espoo, Finland – 405, 408, 415, 416

ISIC 19 : 19th International Symposium on Industrial Crystallization, 16–19 September 2014, Toulouse, France – 406

Petrochemistry 2014 : 2nd World Congress on Petrochemistry and Chemical Engineering, 27–29 October 2014, Las Vegas, USA – 230

SPS 2014 : 4th Sustainable Phosphorus Summit, 1–3 September 2014, Le Corum, Montpellier, France – 409

TÜ ja TTÜ doktorikooli "Funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad" viies teaduskonverents, 04–05. märts 2014, Tartu – 407, 410, 411, 414

## LISA

### **Laboratooriumi varasemad nimetused**

Laboratoorium on asutatud 01.04.1965 tolleaaegse Nõukogude Eesti Kõrgema ja Keskerihariduse Ministeeriumi poolt. Ta on kandnud erinevaid nimetusi ja kuulunud erinevate instituutide ja teaduskondade koosseisu:

- mineraalvääriste ja -söötade problemlaboratoorium, keemiateaduskond, 1965–1990;
- anorgaanilise tehnoloogia laboratoorium, sama teaduskond, 1990 –1992;
- anorgaanilise tehnoloogia uurimisgrupp, keemia instituut, keemiateaduskond, 1992–1997;
- anorgaanilise tehnoloogia uurimisgrupp, alus- ja rakenduskeemia instituut, keemiateaduskond, 1998–2002;
- anorgaanilise tehnoloogia uurimisgrupp, keemiatehnika instituut, keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond, 2003–2004;
- anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium, keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond, 2004 ...

### **Former names of the laboratory**

The Ministry of Higher and Special Secondary Education of Estonian SSR established the laboratory on April 1, 1965. It has had different names in the composition of various institutes and departments:

- laboratory of mineral fertilizers, department of chemistry, 1965–1990;
- laboratory of inorganic technology, same department, 1990–1992;
- inorganic chemistry research group, institute of chemistry, department of chemistry, 1992–1997;
- inorganic chemistry research group, institute of basic and applied chemistry, department of chemistry, 1998–2002;
- inorganic chemistry research group, institute of chemical engineering, faculty of chemical and materials technology, 2003–2004;
- laboratory of inorganic materials, faculty of chemical and materials technology, 2004 ...



**Laboratoorium on asutatud 1965. aastal.** Ta on kandnud erinevaid nimetusi ja kuulunud erinevate instituutide ja teaduskondade koosseisu:

- mineraalvääetiste ja söötade probleemlaboratoorium;
- anorgaanilise tehnoloogia laboratoorium;
- anorgaanilise tehnoloogia uurimisgrupp, keemia instituut;
- anorgaanilise tehnoloogia uurimisgrupp, alus- ja rakenduskeemia instituut;
- anorgaanilise tehnoloogia uurimisgrupp, keemiatehnika instituut;
- anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium.

**Laboratooriumi asutaja ja hing on Mihkel Veiderma.** Eesti Vabariigi taasiseseisvumise järel tema tööde fookus ning koormus muutusid ning labori töö juhtimine läks järgjärgult, 1998. aastast alates aga täielikult Rein Kuusiku õlgadele.

